



UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS
MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

***PROYECTO DE IMPLANTACIÓN DE UN EQUIPO
DE MICROCOGENERACIÓN EN UN EDIFICIO.
ESTUDIO DE VIABILIDAD***

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR

Fernando Bueno Payá

DIRECTOR

Francisco Molés Ribera
Joaquín Navarro Esbrí

Castellón, Noviembre de 2016

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

1. Memoria
2. Cálculos justificativos
3. Presupuesto
4. Pliego de condiciones
5. Planos
6. Anexos

1. MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

MEMORIA.....	5
1. Objeto del proyecto.....	5
2. Legislación aplicable.....	5
3. Descripción del edificio.....	8
3.1. Uso general del edificio.....	8
3.2. Número de plantas y uso de las distintas dependencias.....	8
3.3. Locales sin climatizar.....	9
3.4. Localización del edificio.....	10
3.5. Superficies y volúmenes por planta.....	10
3.6. Datos ocupacionales y funcionales.....	10
3.7. Entorno del edificio.....	11
3.8. Orientación de las fachadas.....	12
3.9. Descripción de los cerramientos.....	12
4. Descripción de la instalación.....	13
4.1. Sistema de instalación elegido.....	13
4.2. Horario de funcionamiento.....	16
4.3. Cumplimiento de exigencias de bienestar térmico e higiene.....	16
4.3.1. Calidad del ambiente térmico.....	16
4.3.2. Calidad de aire interior.....	18
4.3.3. Exigencia de higiene.....	20
4.3.4. Calidad del ambiente acústico.....	21
4.3.5. Cargas térmicas.....	21
4.4. Cumplimiento de exigencias de eficiencia energética.....	22
4.4.1. Generación de calor y frío.....	22
4.4.2. Redes de tuberías y conductos.....	24
4.4.3. Recuperación de energía.....	27
4.5. Cumplimiento de exigencias de seguridad.....	27
4.5.1. Generación de calor y frío.....	27
4.5.2. Redes de tuberías y conductos.....	27
4.5.3. Protección contra incendios.....	28
4.5.4. Seguridad de utilización.....	29
5. Fuentes de energía y generadores térmicos.....	30
5.1. Combustibles. Almacenamiento.....	30
5.2. Lista de equipos generadores.....	30
6. Descripción de los elementos de la instalación.....	31

6.1.	Equipos generadores de energía térmica.....	31
6.2.	Unidades de tratamiento de aire	40
6.3.	Unidades terminales	40
6.3.1.	Unidades terminales de agua: fancoils	40
6.3.2.	Unidades terminales de aire: difusores y rejillas	43
6.4.	Sistemas de renovación de aire.....	48
7.	Descripción de los sistemas de transporte de energía	48
7.1.	Redes de distribución de agua.....	48
7.2.	Redes de distribución de aire.....	50
8.	Estudio de viabilidad	51
8.1.	Estudio energético	51
8.2.	Balance económico.....	56
8.3.	Balance emisiones CO ₂	57
8.4.	Estudio económico	59
8.5.	Estudio de la sensibilidad.....	62
8.5.1.	Precio de la electricidad	62
8.5.2.	Precio del gas natural	63
8.5.3.	Coste microgeneración	64

MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es diseñar, definir y especificar las características de la instalación de climatización de un edificio de oficinas, mediante la utilización entre otros de un equipo de microgeneración. La instalación se diseñará para atender las necesidades de climatización integral verano-invierno de este edificio. A partir de este diseño, se realizará un estudio de la viabilidad del sistema de producción de la instalación con unidad de microgeneración y caldera de apoyo frente a otro que emplee únicamente una caldera de gas convencional.

La instalación se proyecta siguiendo la reglamentación vigente, que será descrita en la presente Memoria, reflejada en los Planos que se acompañan y medida y valorada en las Mediciones y Presupuesto, con el objetivo de servir de base para la ejecución de la instalación y su funcionamiento posterior.

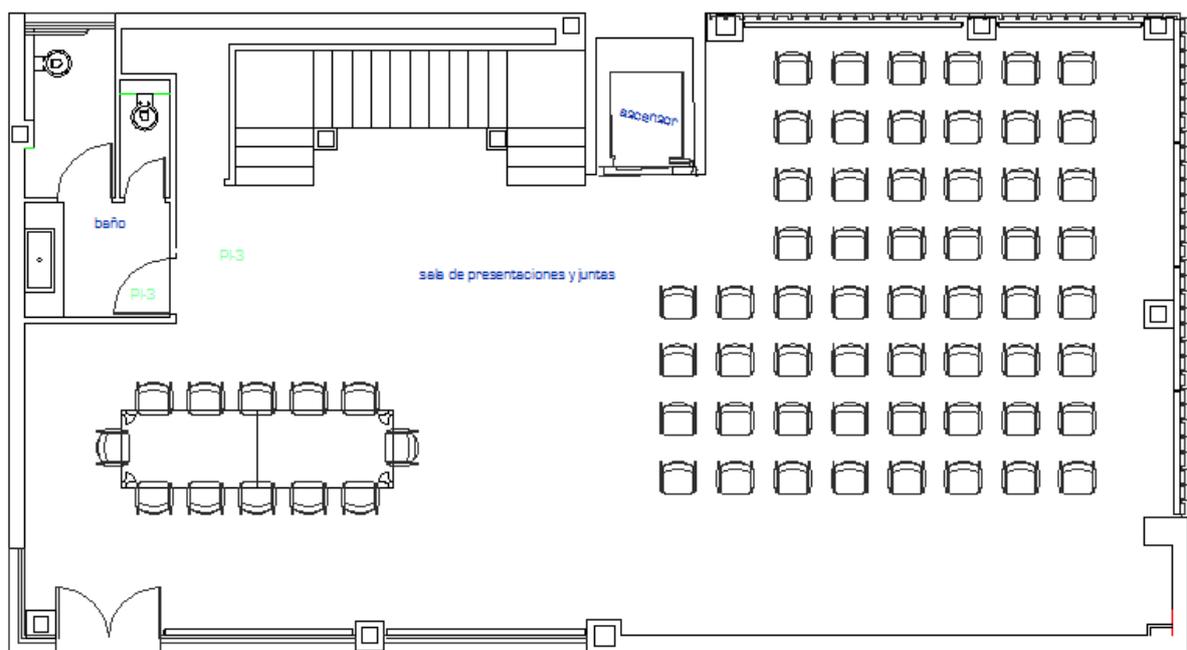
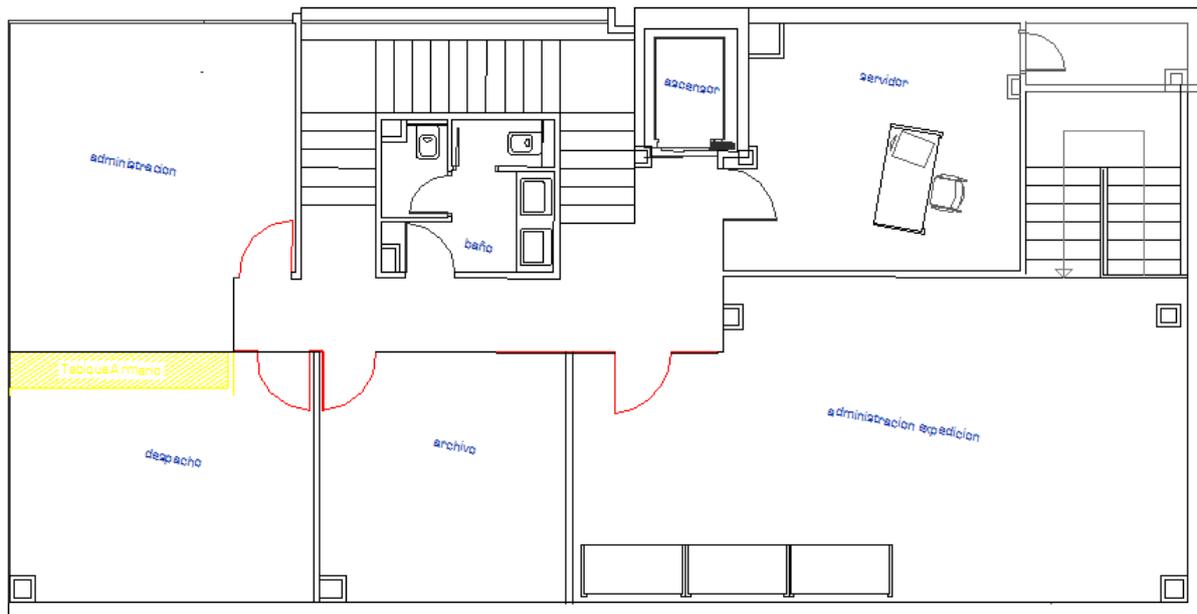
2. LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente proyecto se redacta de conformidad con la siguiente reglamentación y disposiciones oficiales vigentes:

- Versión consolidada del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (BOE 29/08/2007).
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (BOE 28/02/2008).
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio (BOE 11/12/2009).
- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio (BOE 12/02/2010).

- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio (BOE 25/05/2010).
- Real Decreto 249/2010, de 5 de marzo, por el que se adaptan determinadas disposiciones en materia de energía y minas a lo dispuesto en la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y la Ley 25/2009, de 22 de diciembre (BOE 18/03/2010).
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio (BOE 13/04/2013).
- Corrección de errores del Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio (BOE 05/09/2013).
- Código Técnico de la Edificación (Documentos básicos), aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- R.D. 2643/1985, de 18 de Diciembre, por el que se declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de equipos frigoríficos y bombas de calor y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, que establece los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Decreto 173/2000, de 5 de diciembre, sobre prevención y control de la legionelosis.
- Orden de 13 de Marzo de 2000, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifican los anexos de la Orden de 17 de Julio de 1989 de la Conselleria de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establecen un contenido mínimo en proyectos de industria e instalaciones industriales.
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, según R.D. 3099/1977, de 8 de Septiembre, e instrucciones complementarias.
- R.D. 2643/1985, de 18 de Diciembre, por el que se declara de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de equipos frigoríficos y bombas de calor y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.

- Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ICR/1975 sobre las instalaciones de Climatización Radiación del Ministerio de la vivienda, aprobado según R.D. 3565/1972 Y O.M 16-5-1975 publicadas en B.O.E. 24 de Mayo de 1975, 31 de Mayo de 1975, 7 de Junio de 1975 y 14 de Junio de 1975.
- Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua, según orden de 9 de diciembre de 1975.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico
- Normas UNE:
 - o UNE 100-001:2001 sobre climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
 - o UNE 100-014:1984. Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.
 - o UNE 100-011:1991. Climatización. La ventilación para una calidad aceptable del aire en la climatización de los locales.
 - o UNE-100-101-84 sobre Conductos para transporte de aire.
 - o UNE-100-105-84 sobre Conductos de fibra de vidrio para transporte de aire.
 - o UNE-100-030-94 sobre la prevención de la legionela en las instalaciones.
 - o Norma UNE 60-601-93 sobre la instalación de calderas a gas para calefacción de potencia útil superior a 70 kW.
 - o Norma UNE 100-020-89 sobre la climatización. Sala de máquinas.
 - o Norma UNE 123-001-94 sobre el cálculo y diseño de chimeneas.



SEGUNDA PLANTA

3.3. LOCALES SIN CLIMATIZAR

De acuerdo con la IT 1.2.4.7.2. “Locales sin climatización”, los locales que no estén normalmente habitados quedarán excluidos de climatización.

En el caso del edificio del presente proyecto, se considerarán locales sin climatizar todos los aseos y el cuarto de limpieza de la planta baja, al ser considerados locales de uso ocasional.

3.4. LOCALIZACIÓN DEL EDIFICIO

El complejo de oficinas se encuentra situado en la localidad de Burgos (Villafría). Así pues, para los cálculos se va a considerar que el edificio está en la zona climática E1. Sus características principales son:

- Altitud: 887 m
- Latitud: 42,35°
- Temperatura terreno: 5 °C

3.5. SUPERFICIES Y VOLÚMENES POR PLANTA

A continuación, se detallarán las superficies útiles y volúmenes por planta de los diferentes locales que componen los edificios a climatizar.

PLANTA BAJA		
Denominación del espacio	Superficie útil (m²)	Volumen (m³)
Zona pública	44.99	134.97
Control	31.89	95.67
Zona de espera	29.56	88.68
Cuarto de limpieza	3.48	10.44
Baño 1	7.17	21.51
Baño 2	7.14	21.42
PRIMERA PLANTA		
Denominación del espacio	Superficie útil (m²)	Volumen (m³)
Administración general	23.98	71.94
Despacho	15.3	45.9
Archivo	15.6	46.8
Administración, expedición	43.85	131.55
Servidor	13.56	40.68
Baño	5.96	17.88
SEGUNDA PLANTA		
Denominación del espacio	Superficie útil (m²)	Volumen (m³)
Sala de presentaciones	129.98	389.94
Aseo	9.12	27.36

3.6. DATOS OCUPACIONALES Y FUNCIONALES

El cálculo de la ocupación máxima admisible en cada uno de los locales se ha realizado aplicando de forma aproximada las densidades de ocupación marcadas por el Documento Básico SI: Seguridad en caso de Incendio, a partir de los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 de la sección SI 3 Evacuación de ocupantes.

De esta forma, para las zonas de oficinas y despacho se ha considerado una densidad de ocupación de 10 m²/persona, mientras que para las zonas de reunión se ha tomado una densidad de 2 m²/persona. Los pasillos, el archivo, el cuarto de limpieza y los aseos se consideran de ocupación ocasional, de forma que no se tienen en cuenta a la hora de calcular la ocupación del edificio a climatizar. Por otro lado, el horario de funcionamiento de todos

los locales del edificio será de 8:30 a 13:30 por la mañana y de 15:30 a 18:30 por la tarde durante los días laborables (260 días aproximadamente).

En cuanto a la calidad de los aires de extracción que se expulsan al exterior según la Instrucción Técnica del RITE IT 1.1.4.2.5. “Aire de extracción”, se ha considerado un bajo nivel de contaminación (AE1), ya que el edificio está compuesto de locales sin emisión de contaminantes; excepto en los aseos y los baños, dónde el nivel de contaminación será moderado (AE 2), tal y como se indica en la normativa del RITE para el caso de vestuarios y aseos.

A continuación se detalla la ocupación de cada uno de los locales del edificio:

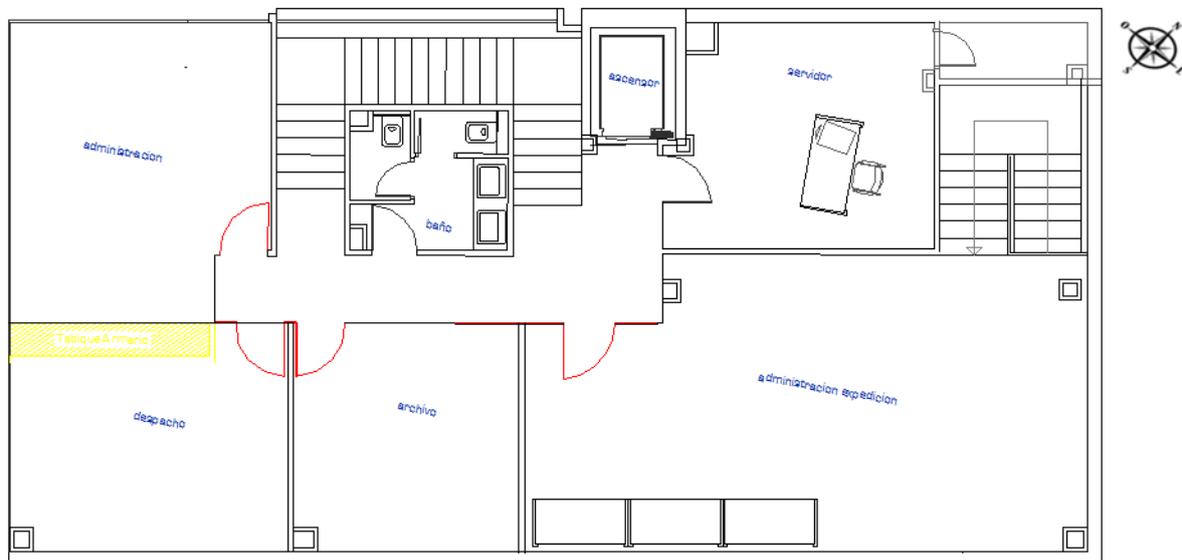
PLANTA BAJA			
Denominación del espacio	Ocupación (personas)	Utilización anual (horas)	AE
Zona pública	26	2080	1
Control	3	2080	1
Zona de espera	19	2080	1
Cuarto de limpieza	0	2080	1
Baño 1	0	2080	2
Baño 2	0	2080	2
PRIMERA PLANTA			
Denominación del espacio	Ocupación (personas)	Utilización anual (horas)	AE
Administración general	12	2080	1
Despacho	2	2080	1
Archivo	0	2080	1
Administración, expedición	5	2080	1
Servidor	2	2080	1
Baño	0	2080	2
SEGUNDA PLANTA			
Denominación del espacio	Ocupación (personas)	Utilización anual (horas)	AE
Sala de presentaciones	69	2080	1
Aseo	0	2080	2

3.7. ENTORNO DEL EDIFICIO

El edificio objeto del presente proyecto es una edificación independiente sin edificios colindantes o cercanos. En cuanto a la calidad del aire exterior (ODA) a partir de lo explicado en la Instrucción Técnica de RITE IT 1.1.4.2.4. “Filtración del aire exterior mínimo de ventilación”, se considera que es aire puro que se ensucia de manera poco frecuente (categoría ODA 1).

3.8. ORIENTACIÓN DE LAS FACHADAS

La orientación de las fachadas del edificio se detalla en la siguiente ilustración, donde se muestra la segunda planta del edificio:



3.9. DESCRIPCIÓN DE LOS CERRAMIENTOS

A continuación se detallan los cerramientos arquitectónicos junto con su descripción:

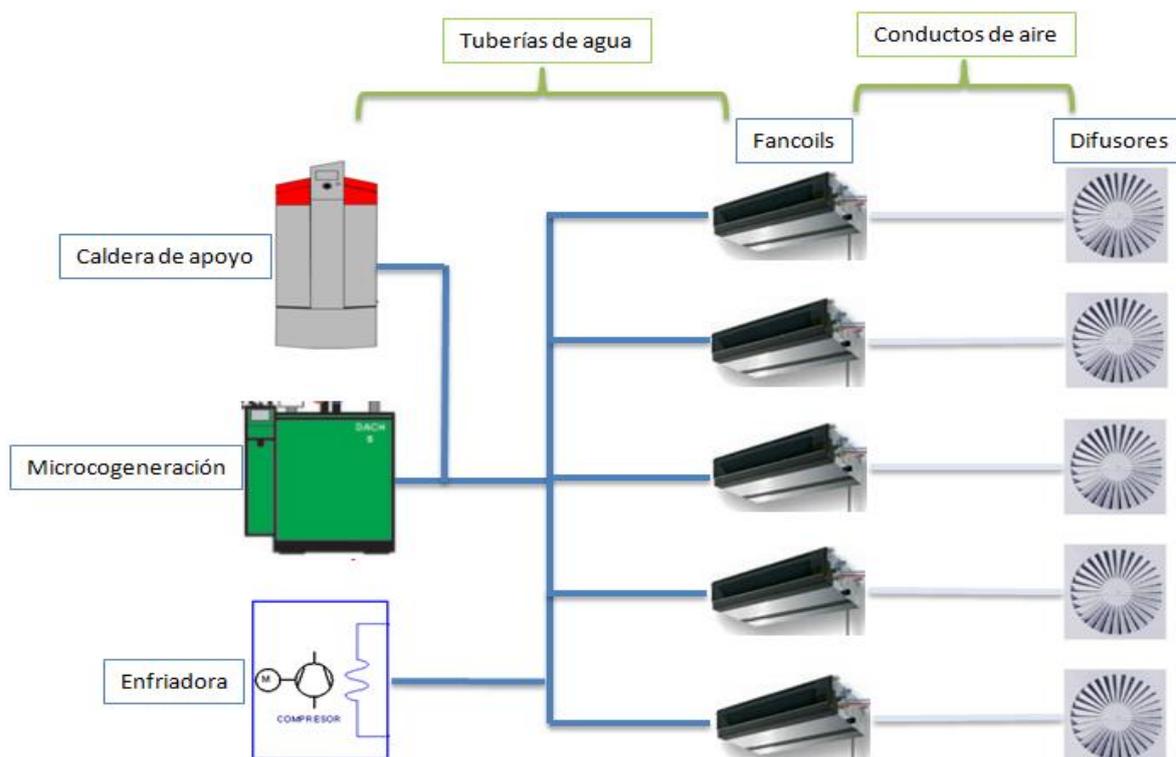
- **Cerramiento vertical exterior:** está compuesto por una hoja principal para revestir con un espesor de 30 centímetros, fabricada con ladrillos cerámicos perforados de 24x11,5x7 cm., aislamiento por el exterior a base de paneles de poliestireno expandido de 40 mm. de espesor y acabado con revestimiento plástico delgado, sin cámara de aire y doblado por el interior con un tabique de 4 cm. De espesor, hecho con ladrillos cerámicos huecos de 24x11,5x4 cm., acabado con enlucido de yeso.
- **Ventanas:** acristalamiento de seguridad Climalit templado y reflectasol, formado por dos lunas de 5 mm y cámara de aire de 6 mm, con junta plástica y carpintería de aluminio.
- **Cubierta plana, transitable e invertida con pavimento fijo:** está formada por una capa de hormigón con un espesor entre 2 y 30 cm. acabada con una capa de regularización de 1,5 cm. de mortero de cemento, impermeabilización mediante una membrana monocapa no adherida al soporte constituida por una lámina de EDPM de 1,5 mm. de espesor, aislamiento térmico formado por paneles de poliestireno de 40 mm. de espesor y $K=0,028 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$.
- **Forjado entreplantas:** se trata de un forjado unidireccional de hormigón armado y acero formado por una placa prefabricada de hormigón armado de 25 cm. de canto, aligerada con nervaduras, intereje 120 cm. y capa de compresión de 5 cm. Acabado del forjado fratasado para posterior colocación de gres o porcelánico con mortero de cemento.

- **Solera:** fabricada con hormigón de 20 cm. de espesor. Presenta una junta periférica de poliestireno expandido de 0,5 mm. Reforzada con fibras metálicas y fibras de polipropileno. Curado, alisado y pulido mecánico de toda la superficie, y aserrado mecánico de las juntas de retracción en pastillas de 25 m² con una anchura de corte de 3 mm. y una profundidad de un tercio de su espesor.

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

4.1. SISTEMA DE INSTALACIÓN ELEGIDO

El tipo de sistema que se va a emplear para la climatización del edificio es un sistema todo agua con fancoils y difusores por conductos. Este sistema se ha elegido en función del uso y las características del edificio y sus locales. A continuación, se muestra un esquema general del sistema de climatización elegido:



De esta forma, la instalación de climatización constará de un sistema de producción de agua caliente/fría basado en una enfriadora y un equipo de micro-cogeneración con caldera de apoyo, la cual se activará cuando la demanda energética supere la potencia térmica que puede proporcionar el equipo de microgeneración. Esta agua será conducida a través de una red de tuberías hasta los fancoils, que calentarán o enfriarán el aire mediante el agua que les llegue desde el sistema de producción.

Por otro lado, se colocará un fancoil en cada local y mediante conductos de aire se transportará el aire desde los fancoils hasta los difusores, mediante los cuales se introducirá el

aire en cada local. Además, mediante el empleo de fancoils dirigidos a cada local se podrá otorgar una cierta flexibilidad de funcionamiento al edificio, adaptando cada unidad y su funcionamiento de acuerdo a las necesidades de cada uno de los locales del edificio. Los difusores, por su parte, permitirán hacer llegar con un mayor alcance el aire de climatización a cada uno de los locales del edificio del presente proyecto.

La instalación de climatización tendrá dos modos de funcionamiento, para verano y para invierno. En el régimen de calefacción (invierno) se emplearán la microgeneración y la caldera de apoyo, mientras que en el régimen de refrigeración (verano) se empleará la enfriadora.

Durante el modo invierno, el sistema transportará el fluido caloportador a una temperatura aproximada de operación de 50 °C. La utilización del equipo de microgeneración permitirá un ahorro energético durante el régimen de calefacción, al generar de forma simultánea electricidad y calor.

En términos generales, la cogeneración consiste en la producción simultánea de calor y electricidad en el punto de consumo final de energía a partir de un combustible, generalmente gas natural.

Dentro de la cogeneración, se encuentran las unidades de microgeneración que son equipos de pequeña potencia, de menos de 50 kW, que pueden ser instalados, con facilidad y una inversión reducida, en edificios industriales, del sector terciario y residencial, en edificios públicos, etc.

Este tipo de generación de energía térmica y de electricidad permite conseguir ahorros de hasta un 40% de energía primaria, ya que se reducen las pérdidas de energía eléctrica en el transporte y distribución de electricidad. Se trata pues de una de las tecnologías que se denomina de generación distribuida.

Los rendimientos de estos equipos son muy elevados, del orden del 85-90%, si se comparan con los de las centrales eléctricas convencionales (del 35% en el caso de las centrales de carbón) y con los de las centrales de ciclo combinado con gas natural (del 60% en las centrales más modernas).



La cogeneración es una tecnología fiable que puede ofrecer grandes ventajas económicas, técnicas y ambientales.

- Ventajas económicas:
 - Reducción de los costes energéticos por un mejor aprovechamiento de la energía.
 - Generación de ingresos por la venta a la red eléctrica de la electricidad producida.
 - Ingresos por la venta de los certificados de origen de la electricidad - electricidad verde.

- Ventajas técnicas:
 - Aumento de la fiabilidad del suministro eléctrico.
 - En caso de apagones o cortes eléctricos, la cogeneración “trabaja en isla” permitiéndonos el autoconsumo de la electricidad producida y garantizándonos por tanto un cierto nivel de suministro eléctrico.
 - Contribuyendo a los suministros de socorro y reserva, disminuyendo su dimensionamiento y por tanto la inversión a realizar.

La eficiencia de la cogeneración reside en el aprovechamiento del calor residual de un proceso de generación de electricidad para producir energía térmica útil (vapor, agua caliente, aceite térmico, agua fría para refrigeración, etc). Por este motivo los sistemas de cogeneración están ligados a un centro consumidor de esta energía térmica.

Uno de los requisitos que se precisa para que estas instalaciones sean rentables económicamente es que exista una demanda térmica de varios miles de horas al año, es decir consumo de agua caliente para calefacción y ACS.

El equipo de microgeneración trabajará el máximo número de horas posible gracias al hecho de que estará proporcionando la demanda energética base del edificio, de forma que la caldera de apoyo sólo se activará en el momento que la demanda del edificio aumente hasta el máximo de potencia de la unidad de microgeneración y proporcione la potencia térmica extra necesaria para satisfacer la demanda energética del edificio.

Durante el modo verano, el sistema transportará el fluido caloportador a una temperatura aproximada de operación de 7 °C. La enfriadora se encargará de transportar el fluido hacia los diferentes fancoils de cada local, los cuales enfriarán el aire a expulsar por parte de los difusores dentro de las oficinas mediante el agua que les llegue del equipo de producción de frío.

Los elementos del sistema de climatización se diseñarán en base a las cargas térmicas obtenidas para los modos de verano e invierno. De esta forma, los equipos de producción de calor se escogerán en base a las cargas térmicas obtenidas para los meses de invierno.

La unidad de microgeneración se ha escogido en función de las cargas térmicas del edificio, con el objetivo de que mediante la producción de calor y electricidad, permita un ahorro energético. Esto se debe a que el equipo generará un extra de energía eléctrica, además del calor necesario para cubrir la demanda de carga térmica base del edificio.

El resto de demanda energética de calefacción se cubrirá mediante una caldera de apoyo, la cual será seleccionada y dimensionada para cubrir la diferencia entre la carga térmica máxima que alcanza el edificio de oficinas y la demanda base cubierta por el equipo de microgeneración.

En cuanto a los equipos de producción de frío, la instalación cuenta únicamente con una enfriadora de agua, la cual ha sido diseñada a partir de la carga térmica máxima que alcanza el edificio en régimen de refrigeración.

Finalmente, las unidades terminales han sido escogidas en función de la carga térmica de cada local y del caudal de aire. Los fancoils, se han seleccionado a partir de las cargas térmicas en cada uno de los locales; mientras que los difusores y las rejillas, se han dimensionado en función del caudal de aire necesario en cada local.

Los elementos seleccionados y cálculos realizados para obtenerlos se muestran más adelante en el proyecto, dentro de la Memoria y los Cálculos Justificativos.

Además, el último apartado de la Memoria del presente proyecto, se dedicará al estudio de la viabilidad del sistema de producción de calor formado por la unidad de microgeneración y la caldera de apoyo, frente a otro sistema en el que se emplee únicamente una caldera convencional de mayor potencia para cubrir toda la demanda térmica del edificio en los meses invernales.

4.2. HORARIO DE FUNCIONAMIENTO

El horario de funcionamiento escogido será de 08:00-19:00 ininterrumpidamente durante todos los días laborables de todo el año intercalando periodos vacacionales durante los cuales permanecerán cerrados los edificios.

4.3. CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIAS DE BIENESTAR TÉRMICO E HIGIENE

4.3.1. CALIDAD DEL AMBIENTE TÉRMICO

Según la Instrucción Técnica Complementaria IT 1.1.4.1 del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), las exigencias de calidad del ambiente térmico se consideran satisfechas en el diseño y dimensionado del edificio del proyecto, cuando los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire y operativa, humedad relativa, temperatura radiante media del recinto, velocidad media del aire e intensidad de las turbulencias se encuentran en las zonas ocupadas dentro de los valores establecidos a continuación.

Los valores que se van a considerar para el edificio del presente proyecto son los típicos de un complejo de oficinas con una baja actividad física de las personas que ocupan los distintos locales. Así pues, se considera una actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) entre el 10 y el 15%. Estos datos nos permiten conocer los valores de la temperatura operativa, la humedad relativa y la velocidad media del aire para todo el complejo de oficinas que se deben de cumplir según las exigencias de la “Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño” de la IT 1.1.4.1.2. “Temperatura operativa y humedad relativa” del RITE:

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

De esta forma, la temperatura media interior para los locales a climatizar se diseñará para 24°C en verano y 22°C en invierno, con una humedad relativa del 50% para la estación de verano y un 45% para invierno. Las temperaturas de cálculo se adaptan a este punto y los sistemas de regulación permitirán el mantenimiento de las condiciones dentro de los rangos reglamentarios.

En cuanto a la velocidad del aire, según lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.3. “Velocidad media del aire”, la velocidad del aire en las zonas ocupadas del edificio de oficinas del presente proyecto se mantendrá en los límites del bienestar, considerando la actividad de las personas y su vestimenta, además de la temperatura del aire y la intensidad de la turbulencia.

De esta forma, la velocidad media del aire admisible en la zona ocupada, se calculará a partir de la siguiente expresión, válida para valores de temperatura seca t del aire entre los 20 °C y los 27 °C, con difusión por desplazamiento e intensidad de la turbulencia baja (del 15%):

$$V = \frac{t}{100} - 0,10 \quad (m/s)$$

Siguiendo las restricciones que se reflejan en la Instrucción Técnica IT 3.8. “LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS” del RITE, se limitarán las condiciones de temperatura para contribuir al ahorro energético en el interior de establecimientos habitables que estén acondicionados situados en los edificios y locales destinados a uso administrativo.

Por otro lado, la temperatura del aire en los recintos habitables acondicionados se limitará a los siguientes valores:

- En recintos calefactados, la temperatura del aire no será superior a 21 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.

- En recintos refrigerados, la temperatura del aire no será inferior a 26 °C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.
- Todas las condiciones de temperatura indicadas anteriormente, se establecerán con el fin de mantener una humedad relativa comprendida entre valores del 30% y el 70%.

Las limitaciones indicadas anteriormente se aplicarán durante el uso, explotación y mantenimiento de la instalación térmica, por razones de ahorro energético, independientemente de las condiciones interiores de diseño establecidas anteriormente.

En caso de que no sea preciso aportar energía para el calentamiento o enfriamiento del aire, los valores se registrarán por los criterios de confort indicados anteriormente según los requisitos de la IT 1.1.4.1.2. “Temperatura operativa y humedad relativa” del RITE.

4.3.2. CALIDAD DE AIRE INTERIOR

En cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria IT 1.1.4.2. “Exigencia de calidad del aire interior” del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), con el objetivo de garantizar el mantenimiento de una calidad de aire de los locales, se dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior, que evite la formación de elevadas concentraciones de contaminantes en los distintos locales en los que se realice algún tipo de actividad. A efectos de cumplimiento de este apartado, se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.

Por otro lado, según la Instrucción Técnica Complementaria IT 1.1.4.2.2. “Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios” del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), se va a considerar una calidad del aire interior IDA 2 para todos los locales del edificio, al tratarse de un complejo de oficinas con aire de buena calidad.

Así pues, a partir de la “Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm^3/s por persona” de la IT 1.1.4.2.3 “Caudal mínimo del aire exterior de ventilación” del RITE, se obtiene el caudal de aire exterior de ventilación por persona para el edificio, que en este caso corresponde a $12,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ por persona para una calidad de aire interior IDA 2.

Categoría	dm^3/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

A partir de esta tabla y aplicando el cálculo del método indirecto de caudal de aire exterior por persona indicado en la IT 1.1.4.2.3. del RITE, se calculan los caudales de aire exterior requeridos para una calidad aceptable del aire en cada uno de los locales:

PLANTA BAJA			
Denominación del espacio	Ocupación (personas)	IDA	Ventilación (m³/h)
Zona pública	26	2	1170
Control	3	2	128,75
Zona de espera	19	2	869,18
Cuarto de limpieza	0	2	-
Baño 1	0	2	-
Baño 2	0	2	-
PRIMERA PLANTA			
Denominación del espacio	Ocupación (personas)	IDA	Ventilación (m³/h)
Administración general	12	2	525,38
Despacho	2	2	80,86
Archivo	0	2	0
Administración, expedición	5	2	225
Servidor	2	2	81,36
Baño	0	2	-
SEGUNDA PLANTA			
Denominación del espacio	Ocupación (personas)	IDA	Ventilación (m³/h)
Sala de presentaciones	69	2	3118,28
Aseo	0	2	-

Por otro lado, según la Instrucción Técnica IT 1.1.4.2.4. “Filtración del aire exterior mínimo de ventilación” del RITE, el aire exterior de ventilación se introducirá debidamente filtrado en los edificios mediante una clase de filtración que vendrá determinada por la calidad del aire exterior de ventilación.

En el edificio del presente proyecto, la calidad del aire exterior ODA será de nivel 1 (aire puro que se ensucia sólo temporalmente), de acuerdo con lo indicado en la Instrucción Técnica mencionada anteriormente.

Así pues, siguiendo la tabla 1.4.2.5. “Clases de filtración” de la IT 1.1.4.2.4. la clase de filtro a emplear será el F8, correspondiente a una calidad del aire exterior ODA 1 y una calidad del aire interior IDA 2:

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración				
Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF (*)+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Para la filtración del aire exterior se emplearán prefiltros con el objetivo de mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como alargar la vida útil de los filtros finales. Éstos se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno.

Por otro lado, siguiendo lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.1.4.2.5. “Aire de extracción” del RITE, el aire de extracción de la mayor parte de los locales del edificio (exceptuando los aseos) en función del uso del edificio será de tipo AE 1, ya que se trata de aire de baja contaminación que procede de los locales en los que las emisiones de contaminantes proceden principalmente de las personas y los materiales de construcción y decoración. En el caso de los aseos, la calidad del aire de extracción será AE 2, según se indica en la normativa del RITE.

Para asegurar estos caudales de aire exterior necesarios, se dispone de una aportación de aire exterior por medios mecánicos para conseguir una renovación del aire interior en cantidades suficientes. Para este fin, se dispondrá de un sistema de aire de renovación por planta en el edificio que aportará la cantidad de aire exterior necesaria a los diferentes fancoils ubicados en falso techo en cada local.

Además, se dispondrán en los aseos de extractores con el objetivo de cumplir el caudal de aire especificado en las normas UNE de ventilación para aseos (15 l/s para cada aseo).

Finalmente, el aire exterior mínimo de ventilación introducido en los locales se empleará para mantenerlos a sobrepresión con respecto al exterior, con el fin de evitar la penetración de olores en los locales ocupados y evitar infiltraciones que puedan provocar entradas de polvo o corrientes de aire.

4.3.3. EXIGENCIA DE HIGIENE

Cumpliendo con las exigencias impuestas por la IT 1.1.4.3.4. del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), las redes de conductos estarán debidamente equipadas con aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-ENV 12097, con el fin de poder permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

Por otro lado, los elementos instalados en la red de conductos del edificio serán desmontables y tendrán una sección desmontable para permitir las operaciones de mantenimiento.

Finalmente, en la instalación de climatización o acondicionamiento térmico no existen aparatos de transferencia de masa de agua en aire, por lo que resulta bajo el riesgo de legionelosis. De cualquier forma, se cumplirán las especificaciones del RD 865/2003, de 4 de julio, que establece los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

4.3.4. CALIDAD DEL AMBIENTE ACÚSTICO

En cuanto a la calidad acústica, los niveles sonoros de los diferentes locales del edificio a climatizar oscilarán entorno a los 40-50 dB como máximo, cumpliendo así con los niveles sonoros recomendados para oficinas, zonas comunes y despachos según el CTE DB-HR de protección frente al ruido, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 3.6 Valores del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{eqA,T}$

Uso del edificio	Tipo de recinto	Valor de $L_{eqA,T}$ (dBA)
Sanitario	Estancias	35
	Dormitorios y quirófanos	30
	Zonas comunes	40
Residencial	Dormitorios y estancias	30
	Zonas comunes y servicios	50
	Despachos profesionales	40
Administrativo	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
	Docente	Aulas
Sala lectura y conferencias		35
Zonas comunes		50
Cultural	Cines y teatros	30
	Salas de exposiciones	45
Comercial		50

4.3.5. CARGAS TÉRMICAS

En base a todo lo mostrado en los apartados anteriores, dónde se han explicado las condiciones interiores y exteriores de cálculo del edificio y las diferentes características de los locales y sus cerramientos, se ha realizado el cálculo de cargas térmicas con el programa DPCLima.

Mediante dicho programa se han obtenido las cargas térmicas de cada uno de los locales del edificio y del edificio en general, con las que se podrán seleccionar los diferentes equipos y aparatos empleados para diseñar la instalación de climatización del edificio.

Así pues, a continuación se muestran en la siguiente tabla las diferentes cargas térmicas sensibles y latentes obtenidas para cada local en régimen de refrigeración y calefacción:

Local	Potencia frigorífica (W)			Potencia calorífica (W)		
	Sensible	Latente	Total	Sensible	Latente	Total
PLANTA BAJA						
Zona pública	8150	1250	9400	12270	5850	18120
Control	2520	140	2660	2560	640	3200
Zona de espera	6540	890	7430	10090	4350	14440
PRIMERA PLANTA						
Administración general	6970	540	7510	6920	2630	9550
Despacho	2710	60	2770	1560	400	1960
Archivo	970	0	970	320	0	320
Administración, expedición	3670	240	3910	2680	1120	3800
Servidor	1330	90	1420	880	410	1290
SEGUNDA PLANTA						
Sala de presentaciones	19760	3320	23080	31920	15590	47510
TOTAL	51640	6600	58240	69190	31000	100190

4.4. CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

En este apartado se va a verificar el cumplimiento de las exigencias de eficiencia energética de la instalación de climatización del edificio del presente proyecto, siguiendo lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.2. “EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA” del RITE.

Así pues, en la presente Memoria se va a seguir el procedimiento de verificación simplificado que se indica en la IT 1.2.2. “Procedimiento de verificación” del RITE, de forma que se cumplan los valores límite de consumo de energía de la instalación térmica a partir de la adopción de las soluciones o cumplimiento de las especificaciones que se mostrarán en los siguientes apartados.

4.4.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO

A partir de lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.1.1. “Criterios generales” del RITE, las unidades de producción de calor y frío empleadas en el proyecto suministrarán una potencia ajustada a la demanda máxima simultánea de las instalaciones, teniendo en cuenta las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías.

Por otro lado, los generadores que empleen energías convencionales se conectarán hidráulicamente en paralelo y serán independientes entre sí. En cuanto al caudal de fluido portador en los generadores, éste variará adaptándose a la carga térmica instantánea, dentro de los límites mínimos y máximos establecidos por el fabricante.

Además, al interrumpirse el funcionamiento de uno de los generadores, se interrumpirá el funcionamiento de los equipos accesorios que estén directamente relacionados con el mismo, por razones de seguridad.

Para la generación de calor, se ha optado por instalar un equipo de microgeneración junto a una caldera de condensación de apoyo. La selección de estos elementos se justificará en el apartado 6 “Descripción de los elementos de la instalación” de la presente Memoria, mientras que los cálculos para proceder a la selección de los mismos, se mostrarán en el documento de Cálculos Justificativos del presente proyecto.

Las prestaciones energéticas de los equipos de generación de calor y los rendimientos a potencia útil nominal y con una carga parcial del 30 por ciento en el caso de la caldera, se muestran en la siguiente tabla:

Equipo	Microgeneración
Potencia eléctrica	19,2 kW
Potencia térmica	42 kW
Equipo	Caldera de gas
Potencia útil a 50/30 °C	65,5 kW
Potencia útil a 80/60 °C	60 kW
Rendimiento al 100% de potencia	97,4 %
Rendimiento al 30% de carga	109,2 %

Teniendo en cuenta los valores extraídos de las especificaciones de la caldera de condensación a gas natural, se puede comprobar que el equipo elegido para la producción de calor de nuestro edificio cumple con los requisitos de rendimiento y potencia establecidos en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.1.2.1. “Requisitos mínimos de rendimientos energéticos de los generadores de calor” del RITE según la cual, las calderas que utilicen combustibles fósiles para calefacción deberán tener:

- Rendimiento a potencia útil nominal y una temperatura media del agua en la caldera de 70 °C: $n \geq 90 + 2 \log P_n$.
- Rendimiento a carga parcial de $0,3 \cdot P_n$ y a una temperatura de retorno del agua a la caldera de 30 °C: $n \geq 97 + \log P_n$.

El equipo de producción de calor escogido cumple ambas condiciones, ya que:

$$n = 97,4\% > 90 + 2 \cdot \log 60 = 93,55\%, \quad \text{para } T = 70 \text{ °C}$$

$$n = 109,2\% > 97 + \log 65,5 = 98,81\%, \quad \text{para } T = 30 \text{ °C}$$

En cuanto a la regulación de los quemadores, ésta se realizará de forma modulante, según lo especificado en la tabla 2.4.1.1. “Regulación de quemadores” de la Instrucción Técnica IT 1.2.4.1.2.3 del RITE, en la que se indica la regulación de los quemadores en función de la potencia térmica nominal del generador de calor expresada en kW:

Tabla 2.4.1.1 Regulación de quemadores	
Potencia térmica nominal del generador de calor kW	Regulación
$P \leq 70$	una marcha o modulante
$70 < P \leq 400$	dos marchas o modulante
$400 < P$	tres marchas o modulante

En cuanto a los equipos de generación de frío, cuya selección se justificará en el apartado 6 “Descripción de los elementos de la instalación” de la presente Memoria, a continuación se indican los coeficientes EER y COP para la enfriadora de agua escogida, según lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.1.3 “Generación de frío” del RITE:

Equipo	Enfriadora de agua
EER	2,27
COP	2,94

La temperatura del agua refrigerada a la salida de las plantas se deberá mantener constante al variar la demanda, mientras que el salto de temperatura será una función creciente de la potencia del generador o generadores, hasta el límite establecido por el fabricante, con el objetivo de ahorrar potencia de bombeo.

Por otro lado, según lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.1.3.2. “Escalonamiento de potencia en centrales de generación de frío” del RITE; en la instalación de generación de frío del presente proyecto, no será necesaria la instalación de un sistema que cubra la demanda, en el caso de que el límite inferior de la demanda sea menor que el límite

inferior de parcialización de la máquina, al no contar con una instalación con potencia útil nominal superior a los 70 kW.

Finalmente, en cuanto al fraccionamiento de potencia, los equipos de producción empleados, trabajando en ciclo de frío y/o calor, disponen de dispositivos necesarios para reducir la potencia térmica suministrada al sistema al variar la demanda del mismo, con el objetivo de acercar la eficiencia energética instantánea del sistema de producción a la máxima que corresponde al régimen a plena carga, tal y como se indica en las características facilitadas por el fabricante.

Además, con el fin de conseguir que la producción de calor y frío se aproxime lo más posible al régimen de rendimiento máximo, se dispondrán de generadores en número, potencia y tipos adecuados a la demanda de energía térmica de la instalación, tal y como se indica en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.1.2.2. “Fraccionamiento de potencia” del RITE.

Se considera como escalón de fraccionamiento de potencia a cada una de las situaciones de trabajo parcial de cada compresor, incluida la del 100% y excluida la de la máquina parada.

Número mínimo de escalones de parcialización	Potencia nominal (kW) para régimen de frío	Potencia nominal (kW) para régimen de calor
1	50	60
2	160	200
3	340	400
4	650	800
6	1000	1200

En el caso de la instalación térmica del presente proyecto, se cuenta con un sistema de régimen de frío que supera los 50 kW del primer escalón de parcialización, mientras que en el régimen de calor, la caldera de gas estaría en el límite del primer escalón (60 kW). Las enfriadoras incorporan 6 compresores Scroll, de forma que el resultado es un elevado rendimiento tanto a plena carga como con cargas parciales. Como cada compresor representa una etapa de capacidad frigorífica, no se produce una disminución del rendimiento cuando la enfriadora funciona a cargas parciales. Al descender la demanda de capacidad frigorífica, aumenta la superficie disponible del condensador, en comparación a la demanda de carga, y por lo tanto el rendimiento con cargas parciales supera el rendimiento a plena carga. El arranque y paro de los compresores se efectúa a través de un microprocesador para proporcionar así un control de la capacidad.

4.4.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Todas las tuberías y accesorios, así como los equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas están aislados térmicamente con el fin de evitar consumos energéticos superfluos y conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de producción.

De esta forma, tal y como se indica en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.2.1. “Aislamiento térmico de redes de tuberías” del RITE, todos los equipos y tuberías vendrán correctamente aislados al trabajar con fluidos con una temperatura superior a los 40 °C y estar instalados o atravesar locales no calefactados, como los pasillos, la sala de máquinas, falsos techos, etc. Además, las tuberías o equipos instalados en el exterior del edificio contarán con una protección suficiente contra la intemperie y con una buena estanqueidad para evitar el paso del agua de lluvia.

Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se ha optado por el procedimiento simplificado, mediante el cual los espesores mínimos de aislamientos térmicos en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red son los indicados en las tablas 1.2.4.2.1 a 1.2.4.2.4 de la Instrucción Técnica 1.2.4.2.1.2. “Procedimiento simplificado” del RITE.

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

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

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

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

Además, siguiendo lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.2. “Redes de tuberías y conductos” del RITE, será necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- En toda la instalación térmica, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporta el fluido caloportador, es decir el agua.
- Los espesores mínimos de aislamiento de equipos, aparatos y depósitos son igual o mayores que los indicados en las tablas para tuberías con diámetro exterior mayor de 140 mm.
- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que conduzcan fluidos calientes y fríos alternativamente, serán los obtenidos para las condiciones de trabajo más exigentes.
- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías de retorno de agua serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión.
- Los trazados de los circuitos de tuberías de los fluidos portadores se diseñarán, en el número y forma que resulte necesario, teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

Por otro lado, según la Instrucción Técnica 1.2.4.2.2. “Aislamiento térmico de redes de conductos” del RITE, los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire tendrán un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no supere el 4% de la potencia que transportan, evitando además las posibles condensaciones del fluido.

Además, los espesores mínimos de aislamiento para los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire serán de 30 mm para el interior y 50 mm para el exterior.

Finalmente, la estanqueidad de la red de conductos vendrá determinada mediante la siguiente ecuación:

$$f = c \cdot p^{0,65}$$

dónde: f representa las fugas de aire en $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$.
 p es la presión estática en Pa.
 c es un coeficiente que define la clase de estanqueidad.

El coeficiente de estanqueidad considerado para la red de conductos del edificio del presente proyecto será la clase B, según se indica en la tabla 2.4.2.6 “Clases de estanqueidad” de la Instrucción Técnica IT 1.2.4.2.3 “Estanqueidad de redes de conductos” del RITE, mostrada a continuación:

Clase	Coficiente c
A	0,027
B	0,009
C	0,003
D	0,001

4.4.3. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

La instalación de climatización del presente proyecto no dispondrá de ningún subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior, ya que la potencia útil nominal de los subsistemas de climatización en régimen de refrigeración no superan los 70 kW, tal y como se indica en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.5.1. “Enfriamiento gratuito por aire exterior” del RITE.

4.5. CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

En este apartado se va a verificar el cumplimiento de las exigencias de seguridad de la instalación de climatización del edificio del presente proyecto, siguiendo lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.3. “EXIGENCIA DE SEGURIDAD” del RITE.

Así pues, en la presente Memoria se va a seguir el procedimiento de verificación descrito en la IT 1.3.2. “Procedimiento de verificación” del RITE, de forma que se cumplan los requisitos de diseño y dimensionado de la instalación térmica.

4.5.1. GENERACIÓN DE CALOR Y FRIO

Los generadores de calor del presente proyecto cuentan con la certificación de conformidad según lo establecido en el Real Decreto 1428/1992 de 27 de noviembre. Además, éstos vienen equipados con un sistema de detección de flujo que impide el funcionamiento del mismo en el caso de que no circule por él un caudal mínimo de fluido.

En cuanto a los generadores de frío, como la enfriadora de agua empleada en el presente proyecto, contarán a la salida del evaporador con un presostato diferencial enclavado directamente con el arrancador del compresor.

4.5.2. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Cumpliendo con lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.3.4.2 “Redes de tuberías y conductos” del RITE, el diámetro mínimo de las conexiones de las tuberías en función de la potencia útil nominal de la instalación se elegirá de acuerdo con la tabla 3.4.2.2 “Diámetro de la conexión de alimentación”, que se muestra a continuación:

Potencia útil nominal kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

Por otro lado, la red de tuberías se diseñará de forma que se pueda vaciar parcial y totalmente; realizando el vaciado parcial en puntos concretos del circuito a través de un elemento de vaciado de diámetro nominal de 20 mm, y el vaciado total a través del punto más bajo de la instalación, mediante una válvula con diámetro mínimo en función de la potencia térmica del circuito, según se indica en la tabla 3.4.2.3 “Diámetro de la conexión de vaciado” del RITE:

Potencia térmica kW	Calor DN (mm)	Frío DN (mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Además, el circuito de tuberías contará con un dispositivo de purga de aire automático en los puntos altos, en los cuales se colocará un purgador con un diámetro mayor a 15 mm, tal y como se indica en la normativa del RITE.

4.5.3. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La instalación de climatización objeto del presente proyecto cumplirá lo dispuesto en el Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio.

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc. Para ello se opta por una de las siguientes alternativas:

- Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado.
- Para el caso de los conductos de aire se usan compuertas cortafuegos automáticas EI t ($i \leftrightarrow o$) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.
- Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, EI t ($i \leftrightarrow o$) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado. En el caso de tuberías además se el hueco de paso estará ajustado a las mismas.

Los elementos como tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego cumplirán con las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la siguiente tabla. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

Situación del elemento	Revestimientos	
	De techos y paredes	De suelos
Zonas ocupables	C-s2,d0	E _{FL}
Aparcamientos	A2-s1,d0	A2 _{FL} -s1
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Recintos de riesgo especial	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados, etc.	B-s3,d0	B _{FL} -s2

Además las instalaciones de ventilación y climatización cumplirán:

- Los materiales de los conductos y sus accesorios serán, como mínimo, de clase M1.
- Las compuertas cortafuegos cumplirán UNE EN 1366-2: 2000 y lo referido a conductos de aire, deben funcionar automáticamente cuando la temperatura alcance 70 °C, o cuando se produzca un incremento de más de 30 °C sobre la temperatura de servicio, o bien ante la presencia de humos en el conducto; admitirán maniobra manual, poseerán indicador exterior de posición y su funcionamiento quedará indicado de forma visual y acústica en la central de detección o bien en un lugar fácilmente perceptible. Su fijación mecánica al elemento constructivo debe ser tal que quede garantizado el cumplimiento de su función, incluso ante el desprendimiento de los conductos.
- El material de los filtros de las unidades de tratamiento de aire serán de clase M3 y el que constituye las cajas donde están alojados será de clase M0.

La instalación de climatización objeto del presente Proyecto cumplirá lo dispuesto en el documento básico SI del CTE.

4.5.4. SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

En cuanto a la seguridad de utilización de las instalaciones, en primer lugar cabe destacar que todos los elementos de la instalación térmica contarán con el aislamiento necesario para que ninguna superficie con la que exista posibilidad de contacto accidental, salvo aquellas emisoras de calor, tenga una temperatura superior a 60 °C. Además, las superficies calientes de las unidades terminales accesibles al usuario tendrán una temperatura inferior a 80 °C, cumpliendo con lo indicado en la IT 1.3.4.4.1. “Superficies calientes” del RITE.

Por otro lado, cumpliendo con lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.3.4.4.3. “Accesibilidad” del RITE, los equipos y aparatos deberán estar situados de forma que sea

sencillo acceder a los mismos para labores de limpieza, mantenimiento y reparación. Además, para aquellos equipos ubicados en falsos techos, como es el caso de los fancoils, se preverán accesos adecuados a cada uno de ellos que puedan ser abiertos sin necesidad de utilizar herramientas suplementarias.

5. FUENTES DE ENERGÍA Y GENERADORES TÉRMICOS

5.1. COMBUSTIBLES. ALMACENAMIENTO

Las fuentes de energía empleadas son la electricidad para la producción en el sistema de climatización del edificio, transporte de fluidos y control de sistemas, y gas natural para el acondicionamiento térmico mediante micro-cogeneración y caldera de apoyo de los diferentes locales del edificio.

El gas natural se suministrará a una presión entorno a 18-25 milibares mediante el empleo de un armario de regulación.

5.2. LISTA DE EQUIPOS GENERADORES

Los equipos generadores empleados son un equipo de micro-cogeneración con funcionamiento mediante motor de gas natural junto a una caldera de gas natural de apoyo para cubrir la demanda energética del edificio durante el periodo invernal, y una enfriadora de agua con compresores Scroll para cubrir la demanda durante el verano.

La selección de estos elementos se justificará en el apartado 6 “Descripción de los elementos de la instalación” de la presente Memoria, mientras que los cálculos para proceder a la selección de los mismos, se mostrarán en el documento de Cálculos Justificativos del presente proyecto.

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones técnicas principales de los diferentes equipos generadores empleados en la instalación:

EQUIPOS GENERADORES EMPLEADOS						
Aparatos			Prestaciones energéticas			
Nº	Tipo	Marca/Modelo	Energía utilizada	PN (kW)	Rendimiento al 100%/30%	EER/COP
1	Micro-cogeneración	Dachs PRO20	Gas natural	42	-	-
1	Caldera	Ygnis Condensinox 60	Gas natural	69,9	108,2% / 97,2%	-
1	Enfriadora agua	Daikin EWYQ-BAWP 64	Electricidad	62,3	-	2,27 / 2,94

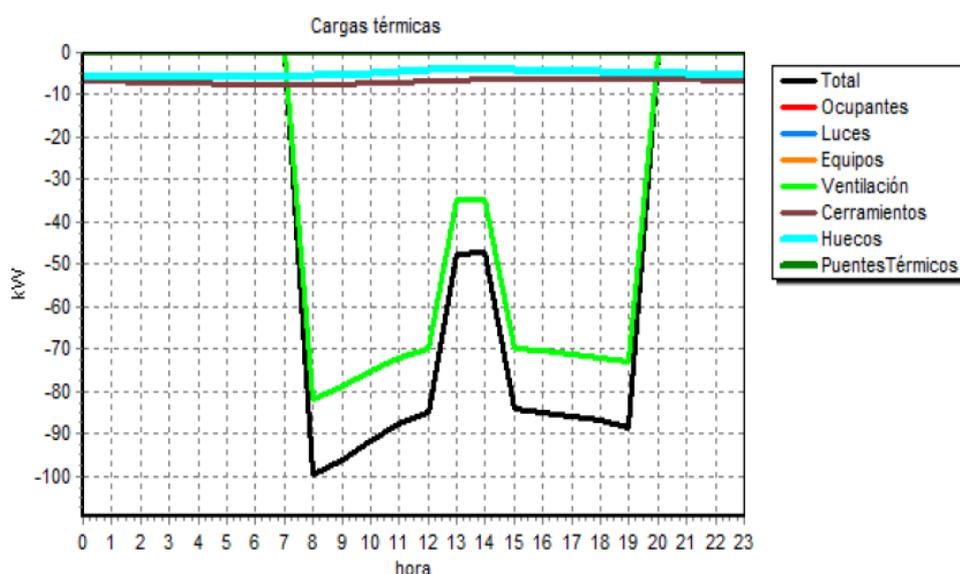
6. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

6.1. EQUIPOS GENERADORES DE ENERGÍA TÉRMICA

Como ya se ha comentado, los equipos generadores para la climatización del edificio van a ser una unidad de micro-cogeneración, una caldera de gas de apoyo y una enfriadora de agua condensada por aire. Esta instalación permitirá un gran ahorro a nivel energético, debido a que sólo estará totalmente en uso cuando las necesidades de demanda energética del edificio lo requieran.

Los elementos del sistema de climatización se diseñarán en base a las cargas térmicas obtenidas para los modos de verano e invierno. De esta forma, los equipos de producción de calor se escogerán en base a las cargas térmicas obtenidas para los meses de invierno.

La unidad de microgeneración se ha escogido en función de las cargas térmicas del edificio, con el objetivo de que mediante la producción de calor y electricidad, permita un ahorro energético. Esto se debe a que el equipo generará un extra de energía eléctrica, además del calor necesario para cubrir la demanda de carga térmica base del edificio, la cual se puede observar en el gráfico que oscila en torno a los 40-50 kW.



El resto de demanda energética de calefacción se cubrirá mediante una caldera de apoyo, la cual será seleccionada y dimensionada para cubrir la diferencia entre la carga térmica máxima que alcanza el edificio de oficinas y la demanda base cubierta por el equipo de microgeneración.

En cuanto a los equipos de producción de frío, la instalación cuenta únicamente con una enfriadora de agua, la cual ha sido diseñada a partir de la carga térmica máxima que alcanza el edificio en régimen de refrigeración.

A continuación, en las siguientes tablas se mostrarán las especificaciones principales de las unidades de producción que atienden las necesidades de demanda energética del edificio:

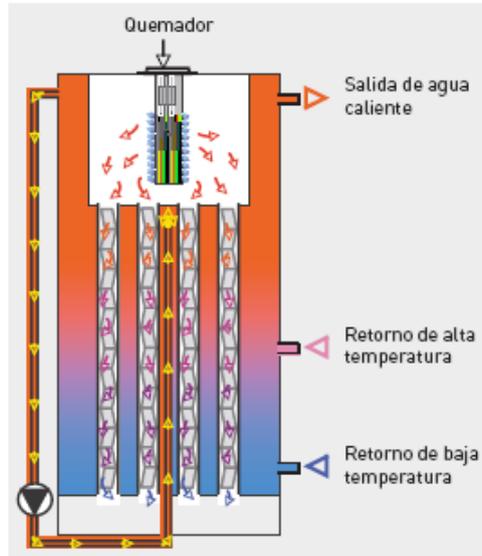
Equipo: Caldera de gas	
Fabricante/Modelo: Ygnis Condensinox 60	
Número de unidades: 1	
Dimensiones: 1469 mm x 670 mm x 305 mm	Peso: 140 kg
Tipo: Caldera de condensación	
Temperatura máxima del fluido: 85°C	
Presión de servicio: 4 bar	
Potencia nominal 50/30°C: 65.5 kW	Potencia nominal 80/60°C: 60 kW
Rendimiento al 30% de carga: 97.4 %	Rendimiento al 100% de potencia: 109.2 %
Tipo de combustible: gas natural	

La caldera escogida es una caldera con cuerpo de acero inoxidable de gran volumen de agua. Su diseño permite una instalación simple de la caldera sin botella de desacoplamiento hidráulico y sin caudal mínimo de circulación. Además, su rendimiento está mejorado gracias a la optimización de la condensación debida a la existencia de los retornos de alta y baja temperatura.

El suministro se realiza a partir de un quemador modulante a premezcla total de 20% a 100%, el cual permite una reducción de los ciclos de arranque/paro, disminuyendo así los costes de la instalación. Por otro lado, al presentar dos tomas de retorno con disociación de la alta y la baja temperatura, se optimiza la condensación provocando un ahorro en la factura de gas final.

En cuanto al diseño, el cuerpo de la caldera tiene capacidad para un importante volumen de agua con baja pérdida de carga. Se comporta de forma similar a una botella de desacoplamiento hidráulico y hace innecesario un caudal mínimo de irrigación de la caldera.

Además, las partes sometidas a temperaturas más elevadas reciben una irrigación constante mientras funciona el quemador, favoreciendo de este modo una vida útil máxima del equipo. El sistema a la altura de la placa tubular recibe agua caliente procedente de la parte superior del cuerpo de la caldera. De este modo se evita la “rotura” de la estratificación y se garantiza un rendimiento óptimo de forma constante.

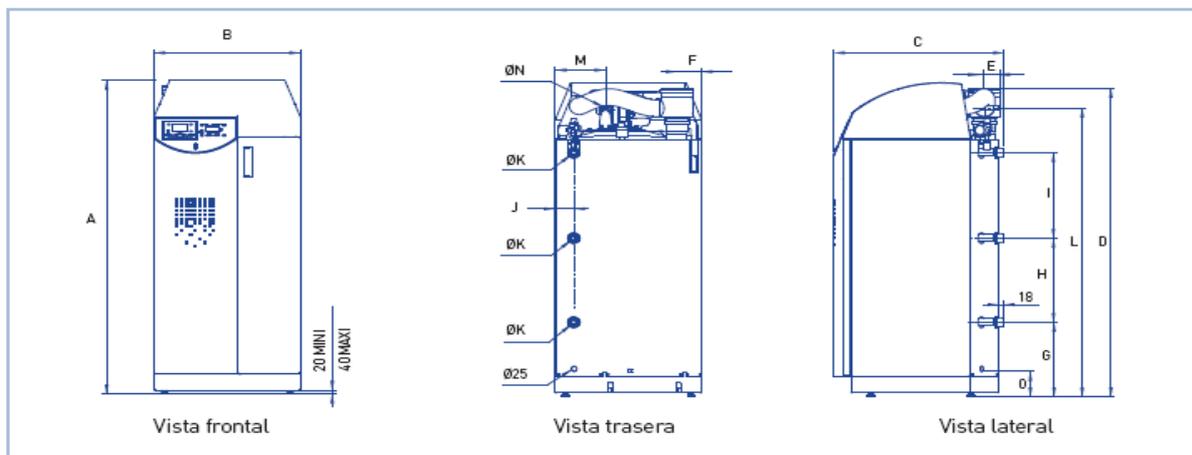


El quemador de mezcla total puede modular entre el 20% y el 100%. La superficie de combustión del quemador está fabricada en acero inoxidable recubierto de fibras trenzadas. Funciona con una proporción aire/gas constante, que le permite producir niveles muy bajos de emisiones contaminantes:

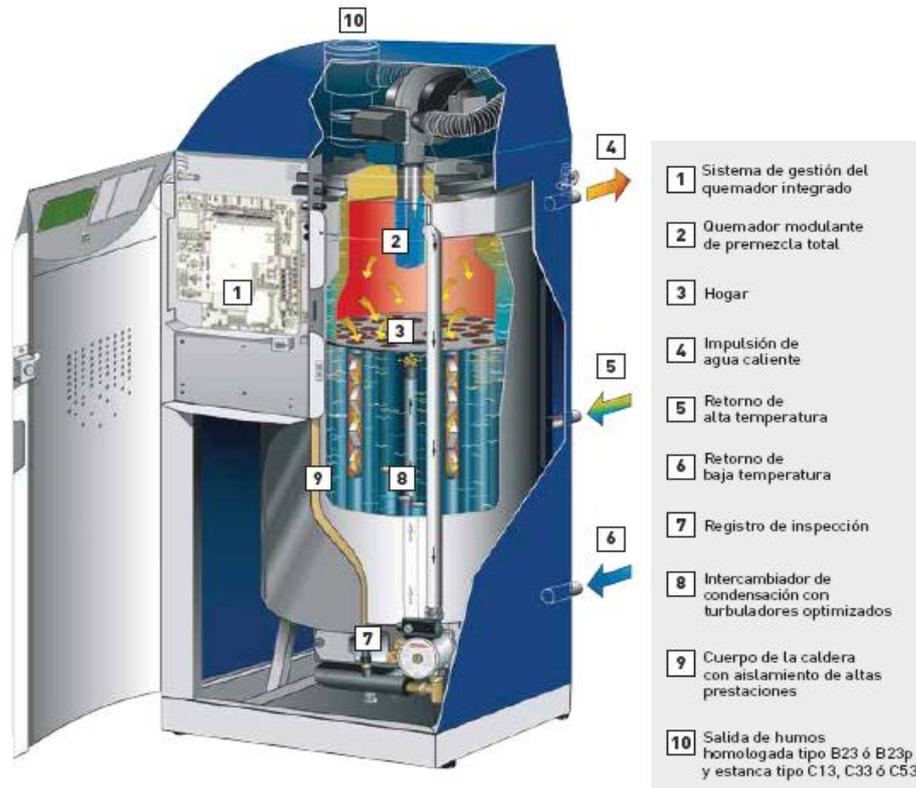
- NOx clase 6, según la norma EN 656.
- CO < 5 ppm, según la norma EN 656.

La caldera Condensinox es especialmente compacta, ya que cuenta con unas dimensiones de 595 x 670 mm. Al ocupar poco espacio, el acceso y la instalación de la caldera se simplifican, y es posible disponer de una potencia máxima en un emplazamiento mínimo. También resulta sencillo el acceso al quemador y al intercambiador. Los paneles laterales y las puertas delanteras desmontables facilitan el mantenimiento del equipo. En la imagen, se muestra la caldera con los diferentes elementos que presenta en su interior:

Dimensiones



Modelos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	ØK	L	M	ØN	O
	mm										pulg.	mm	mm	pulg.	mm
Condensinox 40/60	1494	595	670	1469	58	100	356	400	406	76		1377	205	G 1/2"	121
Condensinox 80/100	1728	695	779	1645	102	110	354	400	550	85	1 1/4	1547	131	G 3/4"	133



En cuanto a la unidad de microgeneración, a continuación se muestran en la siguiente tabla sus principales especificaciones:

Equipo: Unidad de microgeneración	
Fabricante/Modelo: SenerTec Dachs Pro20	
Número de unidades: 1	
Dimensiones: 1510 mm x 730 mm x 1045 mm	Peso: 765 kg
Motor: VW 2.0 litre, 4 cilindros a gas natural	Emisiones de CO₂: 38 mg/Nm ³
Combustible: Gas natural	Presión: 18-25 mbar
Potencia eléctrica: 19,2 kW	Eficiencia eléctrica: 29,6%
Potencia térmica: 42 kW	Eficiencia térmica: 70%
Nivel sonoro: 48 dB	

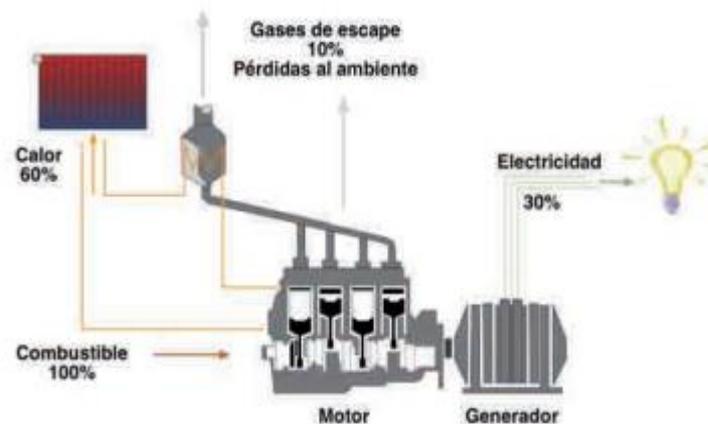
Se ha optado por la elección de un equipo de microgeneración como equipo base para cubrir la demanda energética por el hecho de que va a permitir un ahorro energético dentro de nuestra instalación frente al uso de una única caldera de gran potencia, al tratarse de una unidad que produce energía térmica y eléctrica, a diferencia de la caldera convencional, que únicamente produce energía térmica.

Además, el uso del equipo de microgeneración, permitirá que el edificio sea más eficiente energéticamente al reducir las emisiones de CO₂ que provocarían el hecho de tener que producir los kWh de electricidad que genera la microgeneración de una forma alternativa en caso de que se use una caldera convencional únicamente.

La cogeneración se define como la generación combinada de energía calorífica (ya sea en forma de vapor o agua caliente o incluso frío) y electricidad (o en su defecto energía mecánica) en un mismo centro de producción.

La generación conjunta de ambos tipos de energía debe llevar consigo al menos el consumo de la energía calorífica en el propio centro de producción o en clientes próximos al mismo pudiendo la electricidad consumirse in situ o en consumidores próximos o bien exportarse a la red.

El fundamento de la alta eficiencia de esta tecnología se basa en que toda producción de electricidad lleva anexa una producción de energía calorífica que si no se utiliza se pierde. Por otro lado, si la energía eléctrica también se consume “in situ”, se evitan las pérdidas de transporte que se producirían si la energía eléctrica se tuviera que producir de manera centralizada. Los rendimientos conjuntos entre energía térmica y eléctrica generada rondan el 90% en todas las tecnologías.

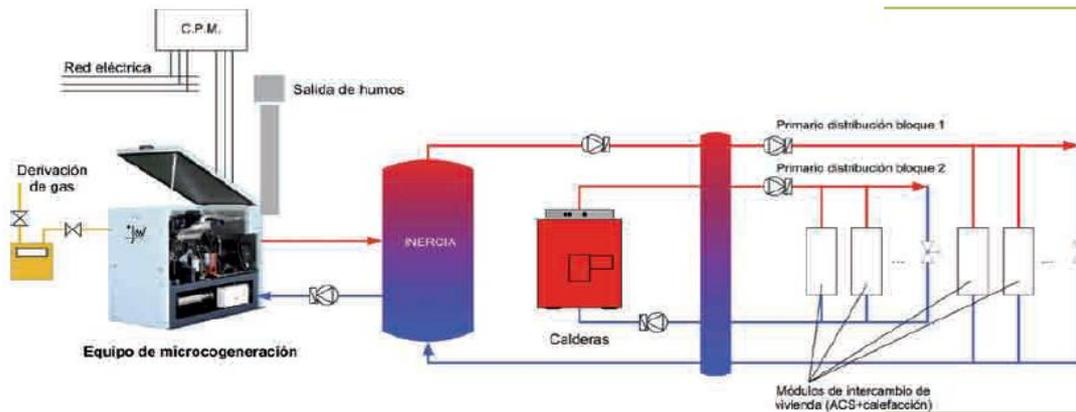


Esquema básico de una microgeneración.

En teoría, en un sistema centralizado de producción exclusiva de electricidad, basado en grandes centrales térmicas, se conseguirían mejores rendimientos y eficiencias genéricas de conversión de energía primaria en electricidad más elevadas, pero las eficiencias globales de los sistemas distribuidos de generación combinada de energía calorífica y electricidad pueden producir ahorros de la energía primaria utilizada.

En cuanto a las denominaciones, según la directiva 2004/8/CE se denomina cogeneración de pequeña escala a la de potencia eléctrica inferior a 1 MW eléctrico y micro-cogeneración cuando la potencia instalada es inferior a 50 kW eléctricos.

Una de las características propias de la microgeneración es que la totalidad de los elementos que forman la instalación vienen encapsulados de manera compacta, con su aislamiento acústico incluido, de manera que el equipo suele estar listo para ser conectado y puesto en marcha. Por otro lado, los equipos de microgeneración operan con un sistema de regulación y control automáticos y pueden también ser controlados a distancia si fuera necesario.



Esquema de microgeneración aplicado a viviendas, con aporte de energía calorífica de calderas.

Como ventajas operativas respecto a soluciones convencionales, la microgeneración ocupa espacios reducidos y modulares y no ocupa espacios arquitectónicos que pueden ser utilizados para otros fines.

La microgeneración se diferencia de la cogeneración industrial, no sólo en la capacidad eléctrica instalada de los equipos, sino sobre todo en la modularidad en los mismos. El hecho de que puedan instalar varios módulos compactos en paralelo permite ajustarse a las variaciones de demanda de manera más flexible.

Los sistemas de microgeneración, se basan en cuatro tecnologías básicas de producción de electricidad: el motor alternativo de combustión interna, la turbina de gas, la pila de combustible y el motor Stirling. En el presente proyecto, se ha optado por un sistema de microgeneración basado en un motor alternativo de combustión interna.

Los motores alternativos de combustión interna se basan en convertir la energía química contenida en un producto combustible en energía térmica y eléctrica. Mediante los movimientos alternativos y lineales de los pistones se consigue el movimiento de giro de un eje, que mediante un alternador acoplado a dicho eje produce la energía eléctrica, siendo la energía térmica obtenida de los gases de escape y del agua de refrigeración de las camisas del motor. Ambas fuentes de calor se recuperan para convertir toda la energía térmica posible en agua caliente que pueda ser utilizada en calefacción o ACS.



Motor en instalación de micro cogeneración.

Los componentes principales de un equipo de microgeneración de este tipo son:

- **Planta de potencia**

El motor utilizado de manera generalizada es un motor de combustión interna que trabaja según el principio del motor Otto de cuatro tiempos y que utiliza como combustible gas (normalmente gas natural, aunque también los hay que pueden ser alimentados por GLP).

El motor tiene entre 1 y 6 cilindros, que pueden ser, desde el punto de vista de la alimentación del combustible, atmosféricos o turboalimentados.

El motor de combustión interna es un producto fiable, con enorme disponibilidad y ampliamente probado y del que se posee un conocimiento profundo, lo cual hace que se puedan llegar a 40.000-80.000 horas de vida útil con mantenimientos adecuados.

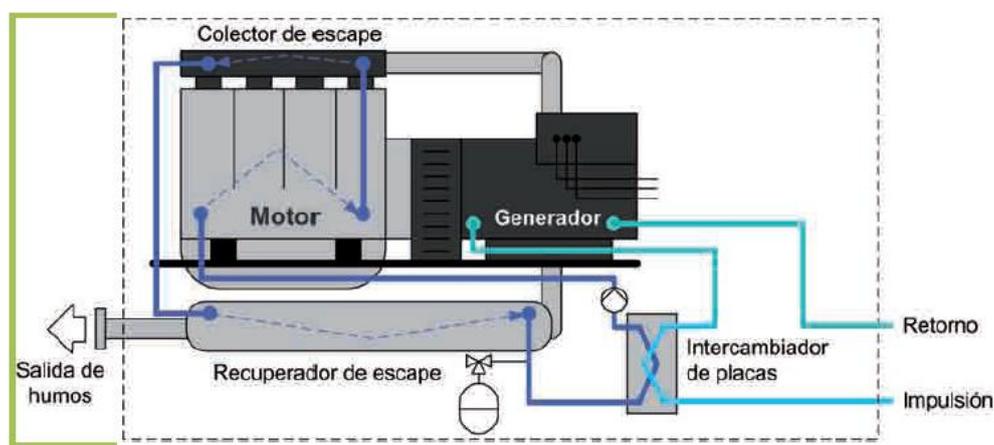
Los motores de cuatro tiempos requieren una formación adecuada de la mezcla de combustible y aire. El gas natural pasa por un mezclador tipo Venturi que mezcla gas y aire. La proporción está controlada por la válvula de alimentación del gas. Una sonda λ mide el oxígeno contenido en los gases de escape y hace la regulación automática de la mezcla.

La mayoría de los motores están equipados con un sistema de control de lubricado, así como de un vaso de expansión para realizar los cambios de aceite necesarios.

En los motores de cuatro tiempos, la mezcla gas/aire es prendida por una chispa producida por una bujía. La descarga de la bujía se produce normalmente mediante la descarga de un condensador.

El sistema de seguridad del gas posee, de manera general, un filtro, válvula doble de solenoide, preostato y una válvula de bola para corte de gas activado térmicamente.

Para el arranque de los módulos, los equipos están dotados normalmente de un sistema de baterías.



Esquema de disposición de elementos en un equipo de microgeneración con motor.

- **Generador**

Normalmente es un generador industrial de corriente alterna trifásico 400 V-50 Hz. Los generadores pueden ser asíncronos o síncronos. En el caso de los motores asíncronos, los más comunes de los instalados, el motor acciona directamente el generador a través normalmente de ruedas dentadas. Si se produce una desconexión de la red de una o más fases, se pueden activar los dispositivos de seguridad y el generador se desconectaría de la red.

En el caso de los motores asíncronos, el motor acciona directamente el generador a través normalmente de ruedas dentadas. Si se produce una desconexión de la red de una o más fases, se pueden activar los dispositivos de seguridad y el generador se desconectaría de la red.

Desde el punto de vista de la refrigeración, pueden ser refrigerados por aire o agua. En los asíncronos, normalmente el retorno del agua de calefacción enfría el generador.

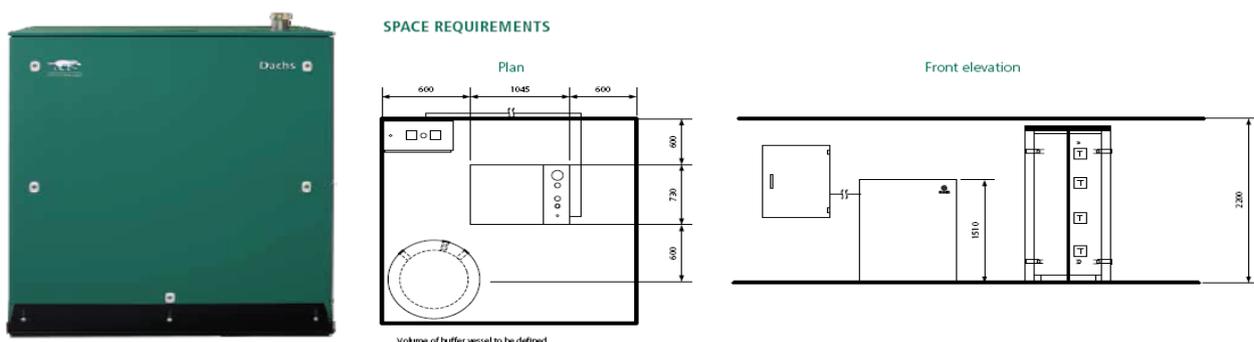
La sincronización con la red se realiza de manera automática en el caso de exportación de electricidad por medio de un dispositivo de sincronismo, que controle el diferencial de voltaje con la red, el diferencial de frecuencia y el diferencial del ángulo de fase. También incluye protecciones, interruptores y regulaciones del factor de potencia.

- **Sistema de recuperación de calor**

El fin de los intercambiadores de calor es el de recuperar la mayor cantidad posible de energía térmica en forma de calor utilizable. El calor se transfiere al refrigerante de las camisas, al aceite refrigerante (entre ambos el 25% del total producido) y a los gases de escape (65% del total producido). El 10% se consideran pérdidas.

La recuperación se hace normalmente mediante uno o dos circuitos en forma de agua caliente (entrada a 70 °C y salida a 85-90 °C). El retorno debe estar regulado en torno a 65-70 °C. El comportamiento es semejante al de una caldera normal.

De esta forma, el equipo de microgeneración combina calor y electricidad para proporcionar la demanda energética mínima de calefacción del edificio. Emplea un motor de 4 cilindros EcoBlue y libera una potencia eléctrica de 19,2 kW y una potencia térmica de 36,1 kW. Es un equipo ideal para un bloque de oficinas o apartamentos al necesitar un espacio mínimo para su instalación y mantenimiento.



Finalmente, el último equipo de producción es la enfriadora de agua. Esta se emplea para la refrigeración del edificio y una de sus características principales es su alta eficiencia energética con unos valores de ESEER de 3,78. De esta forma, la enfriadora permite ahorrar costes y energía funcionando con la máxima eficiencia posible, contribuyendo además al medio ambiente.

Por otro lado, el consumo de energía es mínimo durante su puesta en marcha, al no necesitar un arranque suave y tener un tope de consumo de energía. Además, la tecnología Inverter del compresor y los ventiladores permite reducir los niveles de ruidos y aumentar la fiabilidad gracias a la reducción del número de arranques y paradas del compresor.

En cuanto, a las condiciones de funcionamiento presenta una amplia variedad con temperatura ambiente de hasta 43 °C en régimen de refrigeración.

Equipo: Enfriadora de agua		
Fabricante/Modelo: DAIKIN EWYQ-BAWP 64		
Número de unidades: 1		
Dimensiones: 1685 mm x 2980 mm x 780 mm		Peso: 730 kg
Número de compresores y tipo: 6 compresores Scroll herméticamente cerrados		
Tipo de refrigerante: R-410A		Carga: 19,2 kg
Nivel sonoro: 83 dB		
	Frío	Calor
Capacidad nominal:	62,3 kW	63,7 kW
Consumo eléctrico:	27,4 kW	21,7 kW
EER: 2,27	COP: 2,94	



Todos los equipos de producción de frío/ han sido fabricados según norma ISO 9001 EN 29001. Las bancadas incluyen soportes y antivibradores.

Estos equipos se ubicarán en la sala de máquinas situada en la azotea del edificio de oficinas, según se dispone en los planos mostrados en el apartado “Planos” del presente proyecto.

6.2. UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

En el presente proyecto no existen unidades de tratamiento de aire propiamente dichas, el tratamiento se realiza en las unidades de conductos.

6.3. UNIDADES TERMINALES

Se diferencian dos tipos de unidades terminales: las unidades terminales de agua-aire (fancoils de techo) y las unidades terminales de aire (difusores).

6.3.1. UNIDADES TERMINALES DE AGUA: FANCOILS

Cada local está dotado de un fancoil de techo que emplea el agua como elemento refrigerante. La unidad recibe agua caliente o fría desde la enfriadora o la caldera y la hace circular a través de dos tubos. El ventilador impulsa el aire, haciéndolo pasar por los tubos donde circula el agua, produciéndose la termotransferencia. Una vez se ha conseguido la temperatura del aire deseada, éste pasa por un filtro y se redirige hacia los difusores a través de los conductos.

Los fancoils, se han seleccionado a partir de las cargas térmicas obtenidas para cada uno de los locales del edificio, de forma que en cada local habrá un fancoil de distinta potencia, mediante el cual se pueda satisfacer la demanda térmica del local donde la unidad terminal esté instalada.

En principio, se ha optado por instalar fancoils de dos tubos, ya que su coste es más económico que los de cuatro tubos y además, son los ideales para el servicio que se les pretende dar dentro del edificio de oficinas, ya que no se busca una unidad terminal que produzca frío y calor simultáneamente, sino una unidad terminal que proporcione agua fría o caliente en función del momento del año.

En la siguiente tabla, se muestran las unidades terminales aire-agua empleadas para cada local del edificio a climatizar en el presente proyecto:

PLANTA BAJA	
Local	Unidades terminales aire-agua (fancoils)
Zona pública	Daikin FWD16
Control	Daikin FWB03BT
Zona de espera	Daikin FWD12
PRIMERA PLANTA	
Local	Unidades terminales aire-agua (fancoils)
Administración general	Daikin FWB09BT
Despacho	Daikin FWB02BT
Archivo	Daikin FWM01D
Administración, expedición	Daikin FWB05BT
Servidor	Daikin FWM01D
SEGUNDA PLANTA	
Local	Unidades terminales aire-agua (fancoils)
Sala de presentaciones y juntas	Hitecsa BSW H/BSW V 70

La mayor parte de las unidades escogidas pertenecen a la compañía Daikin, a excepción de la unidad de la sala de presentaciones y juntas, para la cual se ha tenido que escoger una unidad terminal de alta potencia, de forma que se ha optado por escoger una unidad terminal de alta potencia de la compañía Hitecsa.

A continuación se detallan las tablas de especificaciones de cada una de las unidades terminales aire-agua (fancoils) para cada local del edificio a climatizar. Además, se muestran algunas imágenes con los distintos modelos de fancoils empleados en la instalación térmica:

Identificación de la instalación: Zona pública	
Unidad: Fancoil de techo (2 tubos)	
Fabricante/Modelo: FWD16	
Cantidad: 1	
Dimensiones: 353 mm x 1384 mm x 718 mm	Peso: 77 kg
Capacidad total de refrigeración nominal (kW)	16.98
Capacidad sensible de refrigeración nominal (kW)	13.26
Capacidad de calefacción nominal (kW)	20.90
Caudal de impulsión de aire nominal (m³/h)	3133
Consumo nominal del ventilador (W)	991
Presión estática (Pa)	100

Identificación de la instalación: Control	
Unidad: Fancoil de techo (2 tubos)	
Fabricante/Modelo: FWB03BT	
Cantidad: 1	
Dimensiones: 239 mm x 1039 mm x 609 mm	Peso: 24 kg
Capacidad total de refrigeración nominal (kW)	3.42
Capacidad sensible de refrigeración nominal (kW)	2.35
Capacidad de calefacción nominal (kW)	3.95
Caudal de impulsión de aire nominal (m³/h)	442/180
Consumo nominal del ventilador (W)	79
Presión estática (Pa)	60

Identificación de la instalación: Zona de espera	
Unidad: Fancoil de techo (2 tubos)	
Fabricante/Modelo: FWD12	
Cantidad: 1	
Dimensiones: 353 mm x 1174 mm x 718 mm	Peso: 65 kg
Capacidad total de refrigeración nominal (kW)	11.82
Capacidad sensible de refrigeración nominal (kW)	9.26
Capacidad de calefacción nominal (kW)	14.68
Caudal de impulsión de aire nominal (m³/h)	2171
Consumo nominal del ventilador (W)	530
Presión estática (Pa)	100

Identificación de la instalación: Administración general	
Unidad: Fancoil de techo (2 tubos)	
Fabricante/Modelo: FWB09BT	
Cantidad: 1	
Dimensiones: 239 mm x 1739 mm x 609 mm	Peso: 45 kg
Capacidad total de refrigeración nominal (kW)	8.57
Capacidad sensible de refrigeración nominal (kW)	5.89
Capacidad de calefacción nominal (kW)	10.09
Caudal de impulsión de aire nominal (m³/h)	1183/600
Consumo nominal del ventilador (W)	294
Presión estática (Pa)	60

Identificación de la instalación: Despacho	
Unidad: Fancoil de techo (2 tubos)	
Fabricante/Modelo: FWB02BT	
Cantidad: 1	
Dimensiones: 239 mm x 1039 mm x 609 mm	Peso: 23 kg
Capacidad total de refrigeración nominal (kW)	2.84
Capacidad sensible de refrigeración nominal (kW)	2.05
Capacidad de calefacción nominal (kW)	3.59
Caudal de impulsión de aire nominal (m³/h)	442/180
Consumo nominal del ventilador (W)	79
Presión estática (Pa)	60

Identificación de la instalación: Archivo y servidor	
Unidad: Fancoil de techo (2 tubos)	
Fabricante/Modelo: FWM01D	
Cantidad: 2	
Dimensiones: 224 mm x 584 mm x 535 mm	Peso: 14 kg
Capacidad total de refrigeración nominal (kW)	1.54
Capacidad sensible de refrigeración nominal (kW)	1.2
Capacidad de calefacción nominal (kW)	2.14
Caudal de impulsión de aire nominal (m³/h)	319/178
Consumo nominal del ventilador (W)	37
Presión estática (Pa)	-

Identificación de la instalación: Administración, expedición	
Unidad: Fancoil de techo (2 tubos)	
Fabricante/Modelo: FWB05BT	
Cantidad: 1	
Dimensiones: 239 mm x 1389 mm x 609 mm	Peso: 31 kg
Capacidad total de refrigeración nominal (kW)	5.22
Capacidad sensible de refrigeración nominal (kW)	3.69
Capacidad de calefacción nominal (kW)	6.40
Caudal de impulsión de aire nominal (m³/h)	825/300
Consumo nominal del ventilador (W)	154
Presión estática (Pa)	60

Identificación de la instalación: Sala de presentaciones y juntas	
Unidad: Fancoil de techo alta presión (2 tubos)	
Fabricante/Modelo: BSW H/BSW V 70	
Cantidad: 1	
Dimensiones: 2168 mm x 703 mm x 1294 mm	Peso: 192 kg
Capacidad total de refrigeración nominal (kW)	50.6
Capacidad sensible de refrigeración nominal (kW)	14.4
Capacidad de calefacción nominal (kW)	60.9
Caudal de impulsión de aire nominal (m³/h)	9250
Consumo nominal del ventilador (W)	2400
Presión estática (Pa)	260

Las condiciones de funcionamiento de las distintas unidades terminales aire-agua serán iguales para todas y se detallan en la siguiente tabla de temperaturas:

		Temperaturas (°C)
Refrigeración	Entrada agua	7
	Salida agua	12
	Aire bulbo seco	27
	Aire bulbo húmedo	19
Calefacción	Entrada agua	50
	Aire	20



6.3.2. UNIDADES TERMINALES DE AIRE: DIFUSORES Y REJILLAS

En todos los locales del edificio del presente proyecto, se emplearán unidades terminales de aire para proporcionar el aire de climatización al local. Así pues, se emplearán rejillas de impulsión y difusores, como elementos de impulsión de aire a los locales, mientras que el retorno del mismo a través del conducto de retorno se realizará mediante rejillas de retorno.

Todos los locales contarán con una única unidad terminal de aire, excepto la sala de presentaciones y juntas, la cual debido a su alta demanda de caudal, tendrá dos rejillas de impulsión para proporcionar el aire climatizado suficiente al local.

Las unidades terminales de aire se han escogido en función del caudal de aire máximo calculado para cada local. Así pues, el caudal de aire disponible para cada uno de los

difusores y las rejillas seleccionados en el presente proyecto cubrirá la demanda de caudal de aire necesaria en cada local.

A continuación se mostrarán las especificaciones técnicas de las diferentes unidades terminales de aire empleadas den cada local para la impulsión y retorno del caudal de aire:

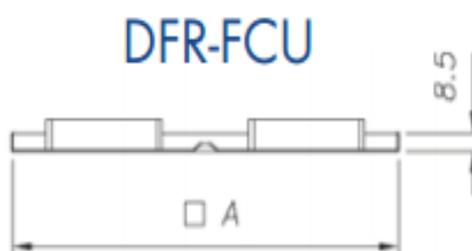
DIFUSORES DE IMPULSIÓN

Lugar de la instalación	Zona pública
Marca y modelo	AIRFLOW DFR-FCU-RR 60
Nº de ranuras	60
Cantidad	1
Tipo	Difusor cuadrado rotacional de ranura radial
Caudal (m³/h)	700
Perdida de presión (Pa)	10
Potencia sonora (dB(A))	24
Velocidad efectiva (m/s)	4
Area efectiva (m²)	0,049
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	1,7

Lugar de la instalación	Espera
Marca y modelo	AIRFLOW DFR-FCU-RR 48
Nº de ranuras	48
Cantidad	1
Tipo	Difusor cuadrado rotacional de ranura radial
Caudal (m³/h)	500
Perdida de presión (Pa)	8
Potencia sonora (dB(A))	24
Velocidad efectiva (m/s)	3,6
Area efectiva (m²)	0,039
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	1,4

Lugar de la instalación	Administración general
Marca y modelo	AIRFLOW DFR-FCU-RR 36
Nº de ranuras	36
Cantidad	1
Tipo	Difusor cuadrado rotacional de ranura radial
Caudal (m³/h)	400
Perdida de presión (Pa)	9
Potencia sonora (dB(A))	25
Velocidad efectiva (m/s)	3,8
Area efectiva (m²)	0,029
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	1,2

Lugar de la instalación	Administración, expedición
Marca y modelo	AIRFLOW DFR-FCU-RR 20
Nº de ranuras	20
Cantidad	1
Tipo	Difusor cuadrado rotacional de ranura radial
Caudal (m³/h)	200
Perdida de presión (Pa)	7
Potencia sonora (dB(A))	< 20
Velocidad efectiva (m/s)	3,4
Area efectiva (m²)	0,016
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	0,8

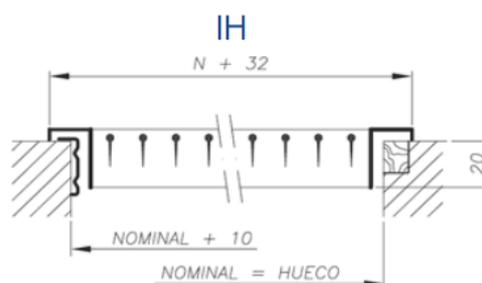


REJILLAS DE IMPULSIÓN

Lugar de la instalación	Control y despacho
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE IH 200 x 100
Sección	200 x 100
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de impulsión simple deflexión
Caudal (m³/h)	150
Perdida de presión (Pa)	13
Potencia sonora (dB(A))	< 20
Velocidad efectiva (m/s)	3,6
Area efectiva (m²)	0,012
Alcance para velocidad máx. de 0,5 m/s (m)	5,4

Lugar de la instalación	Archivo y servidor
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE IH 200 x 100
Sección	200 x 100
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de impulsión simple deflexión
Caudal (m³/h)	100
Perdida de presión (Pa)	6
Potencia sonora (dB(A))	< 20
Velocidad efectiva (m/s)	2,4
Area efectiva (m²)	0,012
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	3,6

Lugar de la instalación	Sala de presentaciones y juntas
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE IH 500 x 200
Sección	500 x 200
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de impulsión simple deflexión
Caudal (m³/h)	1000
Perdida de presión (Pa)	16
Potencia sonora (dB(A))	27
Velocidad efectiva (m/s)	4
Area efectiva (m²)	0,068
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	14,9



REJILLAS DE RETORNO

Lugar de la instalación	Zona pública
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 600 x 200
Sección	600 x 200
Cantidad	1
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	700
Perdida de presión (Pa)	5
Potencia sonora (dB(A))	27
Velocidad efectiva (m/s)	3,5
Area efectiva (m²)	0,056

Lugar de la instalación	Control y despacho
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 200 x 150
Sección	200 x 150
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	150
Perdida de presión (Pa)	4
Potencia sonora (dB(A))	19
Velocidad efectiva (m/s)	3,3
Area efectiva (m²)	0,012

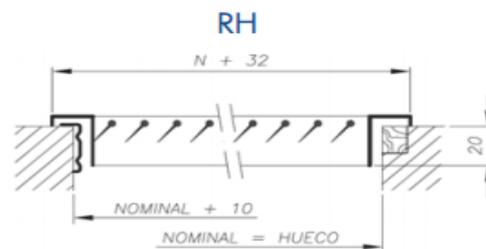
Lugar de la instalación	Espera
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 400 x 200
Sección	400 x 200
Cantidad	1
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	500
Perdida de presión (Pa)	5
Potencia sonora (dB(A))	27
Velocidad efectiva (m/s)	3,7
Area efectiva (m²)	0,038

Lugar de la instalación	Administración general
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 500 x 150
Sección	500 x 150
Cantidad	1
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	400
Perdida de presión (Pa)	4
Potencia sonora (dB(A))	23
Velocidad efectiva (m/s)	3,2
Area efectiva (m²)	0,034

Lugar de la instalación	Archivo y servidor
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 200 x 100
Sección	200 x 100
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	100
Perdida de presión (Pa)	5
Potencia sonora (dB(A))	18
Velocidad efectiva (m/s)	3,4
Area efectiva (m²)	0,008

Lugar de la instalación	Administración, expedición
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 200 x 200
Sección	200 x 200
Cantidad	1
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	200
Perdida de presión (Pa)	4
Potencia sonora (dB(A))	20
Velocidad efectiva (m/s)	3,3
Area efectiva (m²)	0,017

Lugar de la instalación	Sala de presentaciones y juntas
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE IH 600 x 300
Sección	600 x 300
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	900
Perdida de presión (Pa)	4
Potencia sonora (dB(A))	25
Velocidad efectiva (m/s)	3
Area efectiva (m²)	0,084



6.4. SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE AIRE

Se realizará un aporte de aire exterior (aire primario) a los locales mediante un sistema de conductos de aire primario por planta que alimentarán a las unidades de conductos, tal y como se detalla en los planos.

Se dispondrán en los aseos de extracción conducida para cumplir el caudal de aire especificado en las normas UNE de ventilación para aseos. La ventilación de los aseos será forzada, disponiéndose un extractor pequeño en cada baño cuyo funcionamiento irá enclavado con el encendido de luces.

7. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA

7.1. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

La red de distribución de agua afecta principalmente a todas las instalaciones térmicas del edificio, ya que se encarga de transportar el fluido caloportador desde los equipos de producción frío/calor hacia cada uno de los fancoils de cada local. Como las unidades terminales son de dos tubos, la red de tuberías estará formada por un ramal de impulsión y otro de retorno

De esta forma, el ramal principal del sistema de tuberías se encuentra en la parte superior del edificio, que es donde están ubicados los distintos equipos de producción; y desde allí, se ramifica hacia cada una de las plantas del edificio para proporcionar el fluido necesario a cada una de las unidades terminales aire-agua ubicadas en cada local del edificio de oficinas.

Se ha optado por un sistema cerrado de retorno directo que obliga al empleo de válvulas auxiliares para conseguir un equilibrado de la red ajustando las presiones a las marcadas en este proyecto.

Los materiales empleados son tubería de acero negro DIN 2440 estirado sin soldadura con los diámetros indicados en las tablas de los cálculos justificativos.

Para la expansión del fluido la instalación dispondrá de un sistema para tal fin en el lazo primario y otro en el secundario. Las bombas y válvulas automáticas se protegerán aguas arriba mediante filtros de malla.

Para el cálculo del espesor mínimo de aislamiento se ha optado por el procedimiento simplificado, mediante el cual los espesores mínimos de aislamientos térmicos en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red son los indicados en las tablas 1.2.4.2.1 a 1.2.4.2.4 de la Instrucción Técnica 1.2.4.2.1.2. “Procedimiento simplificado” del RITE.

Todas las tuberías y accesorios, así como los equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas estarán aislados térmicamente con el fin de evitar consumos energéticos superfluos y conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de producción.

Además, siguiendo lo indicado en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.2. “Redes de tuberías y conductos” del RITE, será necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico de forma que las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia que transporta.
- Los espesores mínimos de aislamiento de equipos, aparatos y depósitos son igual o mayores que los indicados en las tablas para tuberías con diámetro exterior mayor de 140 mm.
- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que conduzcan fluidos calientes y fríos alternativamente, serán los obtenidos para las condiciones de trabajo más exigentes.
- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías de retorno de agua serán los mismos que los de las redes de tuberías de impulsión.
- Los trazados de los circuitos de tuberías de los fluidos portadores se diseñarán, en el número y forma que resulte necesario, teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

7.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

Todo el sistema de distribución de aire será conducido, tanto en impulsión como en retorno. La conducción del aire de climatización se realizará mediante conductos, cuya red de impulsión de aire disponga de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea superior al 4 % de la potencia que transportan, tal y como se indica en la Instrucción Técnica IT 1.2.4.2.2 “Aislamiento térmico de redes de conductos” del RITE.

De acuerdo con lo indicado en la IT 1.3.4.4.3 “Accesibilidad”, los conductos se situarán en lugares que permitan la accesibilidad e inspección de sus accesorios, compuertas, instrumentos de regulación y medida y, en su caso, del aislamiento térmico.

Los conductos utilizados son de fibra de vidrio del tipo CLIMAVER PLUS con las siguientes características:

- Construidos con paneles rígidos de fibra de vidrio con una densidad mínima de 60 kg/m³.
- Ambas caras del panel están protegidas mediante un revestimiento estanco al aire y al vapor de agua (permeabilidad menor de 0,0015g/m²).
- La reacción al fuego será de clase M0 o M1
- Condiciones de trabajo máximas:
 - o Presión estática de 80 mm.c.a.
 - o Velocidad del aire de 18 m/s
 - o Temperatura del aire de 125° C

Para su anclaje se deberá observar:

- En tramos horizontales uno de cada tres refuerzos se anclará en el forjado mediante redondo de acero de 6 mm de diámetro. Si la anchura es superior a 150 cm, uno de cada dos.
- Para los tramos verticales los soportes no se espaciarán más de 360 cm apoyados en el forjado o en la pared.

En cualquier caso, para el aislamiento de conductos se seguirá la IT 1.2.4.2.2. “Aislamiento térmico de redes de conductos” del RITE según la cual los espesores de aislamiento de conductos para un aislante de características estándar son:

- En interiores 30 mm
- En exteriores 50 mm

En caso de conductos fabricados con planchas aislantes se admitirá el espesor de material determinado por el fabricante.

La distribución de los conductos se realizará de acuerdo con lo indicado en los planos que se adjuntan, donde además se hace constar el resultado de los cálculos indicando las dimensiones de cada tramo de conducto.

8. ESTUDIO DE VIABILIDAD

En este apartado se realizará el estudio de la viabilidad económica del empleo del sistema de producción de calor del presente proyecto frente a otro más convencional.

Para ello, se comparará el empleo de la unidad de microgeneración que aporta la demanda base energética del edificio y una caldera de apoyo, frente al empleo de una simple caldera convencional de gas de mayor potencia que suministre directamente toda la potencia térmica necesaria al edificio.

8.1. ESTUDIO ENERGÉTICO

En primer lugar, se han obtenido las demandas energéticas de un día tipo de cada uno de los meses de calefacción.

Los meses de calefacción considerados han sido enero, febrero, marzo, la primera mitad del mes de abril, la segunda mitad del mes de octubre, noviembre y diciembre. Para cada uno de los meses, se han considerado 22 días laborables, excepto para abril y octubre, que al considerarse que el edificio está únicamente en régimen de calefacción durante la mitad de estos meses, sólo se considerarán 11 días de cada mes.

Así pues, a continuación se muestran los kWh necesarios para cubrir la demanda térmica del edificio, los kWh que cubren cada uno de los dos equipos de producción de calor y el porcentaje de kWh cubierto por cada uno de los equipos, tanto en un día tipo de cada uno de los meses de calefacción como en el total de cada mes:

ENERO (día tipo)			
Hora	kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
08:00	100	42	58
09:00	97	42	55
10:00	92,5	42	50,5
11:00	88	42	46
12:00	86	42	44
13:00	48	42	6
14:00	47,5	42	5,5
15:00	85	42	43
16:00	86	42	44
17:00	87	42	45
18:00	88	42	46
19:00	89,5	42	47,5
Total	994,5	504	490,5

ENERO (22 días laborables)		
kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
21.879	11.088 (50,68%)	10.791 (49,32%)

FEBRERO (día tipo)			
Hora	kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
08:00	100	42	58
09:00	97	42	55
10:00	92,5	42	50,5
11:00	88	42	46
12:00	87	42	45
13:00	49	42	7
14:00	48	42	6
15:00	86	42	44
16:00	86,5	42	44,5
17:00	87,5	42	45,5
18:00	89	42	47
19:00	90	42	48
Total	1000,5	504	496,5

FEBRERO (22 días laborables)		
kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
22.011	11.088 (50,37%)	10.923 (49,63%)

MARZO (día tipo)			
Hora	kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
08:00	89,5	42	47,5
09:00	87	42	45
10:00	82,5	42	40,5
11:00	79,5	42	37,5
12:00	77,5	42	35,5
13:00	43,5	42	1,5
14:00	43	42	1
15:00	77,5	42	35,5
16:00	78	42	36
17:00	79	42	37
18:00	81	42	39
19:00	83	42	41
Total	901	504	397

MARZO (22 días laborables)		
kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
19.822	11.088 (55,94%)	8.734 (44,06%)

ABRIL (día tipo)			
Hora	kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
08:00	69	42	27
09:00	66	42	24
10:00	62,5	42	20,5
11:00	60	42	18
12:00	58	42	16
13:00	33	33	0
14:00	32,5	32,5	0
15:00	58	42	16
16:00	58,5	42	16,5
17:00	60	42	18
18:00	61,5	42	19,5
19:00	63	42	21
Total	682	485,5	196,5

ABRIL (11 días laborables)		
kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
7.502	5.340,5 (71,19%)	2.161,5 (28,81%)

OCTUBRE (día tipo)			
Hora	kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
08:00	64	42	22
09:00	61	42	19
10:00	57	42	15
11:00	54	42	12
12:00	51,5	42	9,5
13:00	28,5	28,5	0
14:00	28	28	0
15:00	51	42	9
16:00	51,5	42	9,5
17:00	52,5	42	10,5
18:00	53,5	42	11,5
19:00	55	42	13
Total	607,5	476,5	131

OCTUBRE (11 días laborables)		
kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
6.682,5	5.241,5 (78,44%)	1.441 (21,56%)

NOVIEMBRE (día tipo)			
Hora	kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
08:00	80	42	38
09:00	77	42	35
10:00	72,5	42	30,5
11:00	68	42	26
12:00	66	42	24
13:00	37	37	0
14:00	36,5	36,5	0
15:00	65	42	23
16:00	65,5	42	23,5
17:00	66	42	24
18:00	67,5	42	25,5
19:00	69	42	27
Total	770	493,5	276,5

NOVIEMBRE (22 días laborables)		
kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
16.940	10.857 (64,09%)	6.083 (35,91%)

DICIEMBRE (día tipo)			
Hora	kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
08:00	92,5	42	50,5
09:00	89,5	42	47,5
10:00	85	42	43
11:00	81,5	42	39,5
12:00	78	42	36
13:00	44	42	2
14:00	43,5	42	1,5
15:00	77,5	42	35,5
16:00	78	42	36
17:00	79	42	37
18:00	80	42	38
19:00	81,5	42	39,5
Total	910	504	406

DICIEMBRE (22 días laborables)		
kWh necesarios	kWh Microgeneración	kWh caldera
20.020	11.088 (55,38%)	8.932 (44,62%)

Una vez obtenidas las demandas energéticas y el modo de funcionamiento del equipo de microgeneración y la caldera de apoyo para cada mes del año en calefacción, a continuación se muestra un resumen de los kWh térmicos que proporcionarán la unidad de microgeneración y la caldera de apoyo en el total del año frente a un sistema dónde solo se emplee una caldera convencional:

Sistema microgeneración-caldera		Sistema sólo caldera	
kWh totales	114.856,50	kWh totales	114.856,50
kWh microgeneración	65.791 (57,28%)	kWh caldera	114.856,50 (100%)
kWh caldera	49.065 (42,72%)		

A partir de estos datos, y conociendo las eficiencias térmicas de los equipos de producción de calor de la instalación, se han calculado los kWh de gas que deben consumir tanto la caldera de gas como el equipo de microgeneración para producir los kWh térmicos necesarios para cubrir la demanda energética del edificio.

Además, una vez calculado el consumo de gas del equipo de microgeneración, se ha calculado mediante el dato de su eficiencia eléctrica, los kWh eléctricos que produce en un año completo de funcionamiento.

	Unidad de microgeneración	Caldera de apoyo	TOTAL
Eficiencia térmica	70%	97%	-
Eficiencia eléctrica	29,6%	-	-
kWh gas consumidos	93.987,14	50.582,99	144.570,13
kWh térmicos producidos	65.791	49,065	114.856,50
kWh eléctricos producidos	27.820,19	0	27.820,19

Por otro lado, a continuación se muestra la tabla resumen de los kWh de gas natural consumidos por el sistema sólo caldera, considerando que el rendimiento térmico de la caldera escogida sea igual al de la caldera de apoyo del sistema microgeneración-caldera.

	Caldera de gas	TOTAL
Eficiencia térmica	97%	-
Eficiencia eléctrica	-	-
kWh gas consumidos	118.408,76	118.408,76
kWh térmicos producidos	114.856,50	114.856,50
kWh eléctricos producidos	0	-

Como se puede observar a partir de los datos obtenidos, el consumo de gas natural es menor con la caldera convencional que empleando el equipo de microgeneración y la caldera de apoyo, pero por el contrario, el empleo de la unidad de microgeneración permite obtener una producción eléctrica que no se tiene con el sistema de la caldera convencional.

8.2. BALANCE ECONÓMICO

Una vez obtenidos los kWh de gas consumidos por ambas alternativas, así como los kWh eléctricos producidos en el sistema microgeneración-caldera gracias a la unidad de microgeneración, se va a realizar un balance para comprobar cuál de los dos sistemas es más rentable desde el punto de vista económico.

Para ello se va a tener en cuenta que pese a que el sistema microgeneración-caldera tiene un mayor consumo de gas que el sistema sólo caldera, el primero producirá unos kWh eléctricos extra, gracias al empleo del equipo de microgeneración, los cuales no se podrán producir en el sistema sólo caldera al emplearse únicamente una caldera.

Se toman como referencia los datos obtenidos a partir del EUROSTAT (para consumidores domésticos impuestos incluidos en el primer semestre de 2016) para el coste del kWh eléctrico y el kWh de gas, y se supondrán constantes durante toda la vida útil de la instalación. El gasto de los kWh de gas consumidos en todo el año en ambos sistemas son:

	kWh gas consumidos	Coste €/kWh de gas	Coste total (€)
Sistema microgeneración-caldera	144.570,13	0,0677	9.787,40
Sistema sólo caldera	118.480,76	0,0677	8.016,27

Mientras que el coste que supondría producir los kWh de electricidad en el sistema sólo caldera que produce la unidad de microgeneración durante todo el año en el sistema microgeneración-caldera sería:

	kWh eléctricos producidos	Coste €/kWh electricidad	Coste total (€)
Sistema microgeneración-caldera	27.820,19	0,2185	6.078,71
Sistema sólo caldera	0	0,2185	0

Así pues, la rentabilidad económica del sistema microgeneración-caldera respecto al sistema sólo caldera queda plasmada considerando que pese a que el primero da lugar a un mayor gasto de kWh de gas, también produce una determinada cantidad de kWh eléctrico cuyo coste de producción es mayor que la diferencia de gasto en gas entre cada uno de los sistemas.

Esta rentabilidad del empleo de la unidad de microgeneración en el sistema microgeneración-caldera queda plasmada en el siguiente balance:

$$\text{€ gas (sólo caldera)} - \text{€ gas (microgeneración - caldera)} + \text{€ electric. (microgeneración - caldera)} = \text{Beneficio}$$

dónde: *€ gas (solo caldera)* es el coste de los kWh de gas consumidos en el sistema sólo caldera.
€ gas (microgeneración-caldera) es el coste de los kWh de gas consumidos en el sistema microgeneración-caldera.

€ electric. (microgeneración-caldera) es el coste de los kWh de electricidad producidos por el sistema microgeneración-caldera

Beneficio microgeneración es beneficio final del sistema microgeneración-caldera respecto al sistema sólo caldera.

De esta forma, el beneficio anual obtenido gracias al empleo de la microgeneración es:

$$8.016,27 \text{ €/año} - 9.787,40 \text{ €/año} + 6.078,71 \text{ €/año} = \mathbf{4.307,59 \text{ €/año de beneficio}}$$

No obstante y de aplicación con el RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción de autoconsumo, son de aplicación los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución al consumidor acogido a la modalidad de autoconsumo tipo 1 (potencia instalada menor de 100 kW y suponiendo que toda la energía producida es autoconsumida).

Los valores para los peajes de acceso se toman de la Orden IET/2735/2015, de 17 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2016 y se aprueban determinadas instalaciones tipo y parámetros retributivos de instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, y se suponen constantes para toda la vida útil de la instalación. Se considera un suministro en baja tensión con potencia contratada mayor a 10 kW (peaje 3.0A). Asimismo se supone que la energía producida se da en el periodo llano (horario de funcionamiento del edificio). Así, el coste anual del peaje de acceso es el que se muestra en la siguiente tabla:

	Peaje de acceso	Potencia/Energía	Coste total
Término fijo	24,43733 €/kW	42 kW	1026,36 €
Término variable	0,012575 €/kWh	27.820,19 kWh	349,83 €

Por tanto, el beneficio final anual obtenido gracias al empleo de la microgeneración es:

$$4.631,28 \text{ €/año} - 1026,36 \text{ €/año} - 349,83 \text{ €/año} = \mathbf{2931,38 \text{ €/año de beneficio}}$$

8.3. BALANCE EMISIONES CO₂

Por otro lado, una vez obtenidos los kWh de gas consumidos por ambas alternativas, así como los kWh eléctricos producidos en el sistema microgeneración-caldera gracias a la unidad de microgeneración, se va a realizar un balance para comprobar cuál de los dos sistemas es más eficiente energéticamente reduciendo las emisiones de CO₂.

Para ello se va a tener en cuenta que pese a que el sistema microgeneración-caldera emitirá más CO₂ a la atmósfera al consumir más gas natural que el sistema sólo caldera, el primero producirá unos kWh eléctricos extra, gracias al empleo del equipo de microgeneración, los cuales no se podrán producir en el sistema sólo caldera al emplearse únicamente una caldera.

De este modo, para producir esos kWh eléctricos con el sistema sólo caldera, habría que emplear un medio alternativo que aumentaría las emisiones de CO₂ hasta producir esos kWh eléctricos.

Así pues, tomando como referencia los datos obtenidos en el IDAE para los kg de emisiones de CO₂ por kWh eléctrico y por kWh de gas para el mix eléctrico español en el año 2010, los kg de CO₂ emitidos por los kWh gas consumidos en todo el año en ambos sistemas son:

	kWh gas consumid.	kgCO₂/kWh de gas	Emisiones (kgCO₂)
Sistema microgeneración-caldera	144.570,13	0,20	29.058,60
Sistema sólo caldera	118.480,76	0,20	23.681,75

Mientras que los kg de CO₂ que habría que emitir para producir los kWh de electricidad en el sistema sólo caldera que produce la unidad de microgeneración durante todo el año en el sistema microgeneración-caldera sería:

	kWh eléctricos producidos	kgCO₂/kWh electricidad	Emisiones (kgCO₂)
Sistema microgeneración-caldera	27.820,19	0,33	9.180,66
Sistema sólo caldera	0	0,33	0

Así pues, la eficiencia en emisiones de CO₂ del sistema microgeneración-caldera respecto al sólo caldera queda plasmada considerando que pese a que el primero da lugar a una mayor cantidad de emisiones de CO₂ debidas al consumo de gas natural, también produce una determinada cantidad de kWh eléctricos cuya producción supone una cantidad de emisiones de CO₂ mayor que la diferencia de emisiones de CO₂ debida al gas consumido entre cada uno de los sistemas.

Esta eficiencia del empleo de la unidad de microgeneración en el sistema microgeneración-caldera queda plasmada en el siguiente balance:

$$kgCO_2 \text{ gas (sólo caldera)} - kgCO_2 \text{ gas (microgeneración - caldera)} + kgCO_2 \text{ electric. (microgeneración - caldera)} = \text{Eficiencia}$$

dónde:

- kgCO₂ gas (solo caldera)* son las emisiones de CO₂ debidas al de gas consumido en el sistema sólo caldera.
- kgCO₂ gas (microgeneración-caldera)* son las emisiones de CO₂ debidas al gas consumido en el sistema microgeneración-caldera.
- kgCO₂ electric. (microgeneración-caldera)* son las emisiones de CO₂ debidas a la electricidad producida por el sistema microgeneración-caldera
- Eficiencia microgeneración* es la eficiencia en cuanto a kg de emisiones de CO₂ que tiene el sistema microgeneración-caldera respecto al sistema sólo caldera.

De esta forma, la reducción de emisiones de CO₂ debidas al empleo de la microgeneración es:

$$23.681,75 \frac{kgCO_2}{año} - 29.058,60 \frac{kgCO_2}{año} + 9.180,66 \frac{kgCO_2}{año} = 3.803,82 \frac{kgCO_2}{año} \text{ de eficiencia}$$

8.4. ESTUDIO ECONÓMICO

Para el correcto estudio de la viabilidad económica del proyecto se procede a continuación al cálculo de los parámetros básicos de rentabilidad del proyecto: VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Rendimiento) y PB (Periodo de Retorno). Se considera para ello que la inversión inicial del proyecto será la diferencia de inversión entre el sistema microgeneración-caldera y el sistema sólo caldera.

Dichas inversiones corresponderán al precio de la microgeneración y la caldera de apoyo en el presupuesto calculado anteriormente en el documento Presupuesto del presente proyecto. Para el sistema sólo caldera, el precio de la caldera convencional se calculará tomando como referencia el precio de la caldera de apoyo empleada en el presente proyecto y la potencia de la misma.

Se considerará un horizonte del proyecto a 20 años vista. De esta forma, el resumen del balance de las inversiones y el beneficio anual de emplear la microgeneración en el sistema de producción de calor del presente proyecto sería:

	Inversiones
Coste unidad de microgeneración	17.360 €
Coste caldera de apoyo en el sistema microgeneración-caldera	5.843 €
Coste caldera en sistema sólo caldera	10.074 €
Diferencia de inversión	13.129 €

	Beneficio
Coste gas consumido en el sistema sólo caldera	+ 8.016,27 €
Coste gas consumido en el sistema microgeneración-caldera	- 9.787,40 €
Coste electricidad producida en la microgeneración	+ 6.078,71 €
Coste peajes potencia y energía microgeneración	-1.376,19 €
TOTAL	2.931,38 €

De esta forma, el sistema microgeneración-caldera empleado en el presente proyecto necesitará una inversión inicial más fuerte en la compra de los equipos de producción de calor que el sistema sólo caldera. Aún así, el hecho de emplear la unidad de microgeneración en el sistema microgeneración-caldera, provocará un beneficio económico en el balance energético de la energía producida en el sistema microgeneración-caldera respecto al sistema sólo caldera.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

dónde: V_t son los flujos de cada en cada periodo t.
 I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.
 n es el número de períodos considerado.
 k es el tipo de interés.

Período (años)	Flujo de caja
0	-13.129 €
1	2.931,38 €
2	2.931,38 €
3	2.931,38 €
4	2.931,38 €
5	2.931,38 €
6	2.931,38 €
7	2.931,38 €
8	2.931,38 €
9	2.931,38 €
10	2.931,38 €
11	2.931,38 €
12	2.931,38 €
13	2.931,38 €
14	2.931,38 €
15	2.931,38 €
16	2.931,38 €
17	2.931,38 €
18	2.931,38 €
19	2.931,38 €
20	2.931,38 €

Considerando el flujo de caja $V_t = 2.931,38$ €, el desembolso inicial $I_0 = 13.129$ €, el número de periodos $n = 20$ años y un tipo de interés k variable del 0 al 40%, a continuación se muestra la tabla del valor del VAN en función del tipo de interés variando del 0 al 40%:

Tipo de interés	VAN
0%	45.498,62 €
5%	23.402,48 €
10%	11.827,50 €
15%	5.219,48 €
20%	1.145,59 €
25%	-1.538,66 €
30%	-3.409,14 €

Se puede observar que la tasa de interés que hace nulo el VAN, es decir el TIR, estará entre el 35% y el 40%. A continuación se calcula el valor del TIR exacto y el valor del VAN para el tipo de interés actual del bono español a 20 años, que es del $k = 2,05\%$:

VAN: Valor Actual Neto.

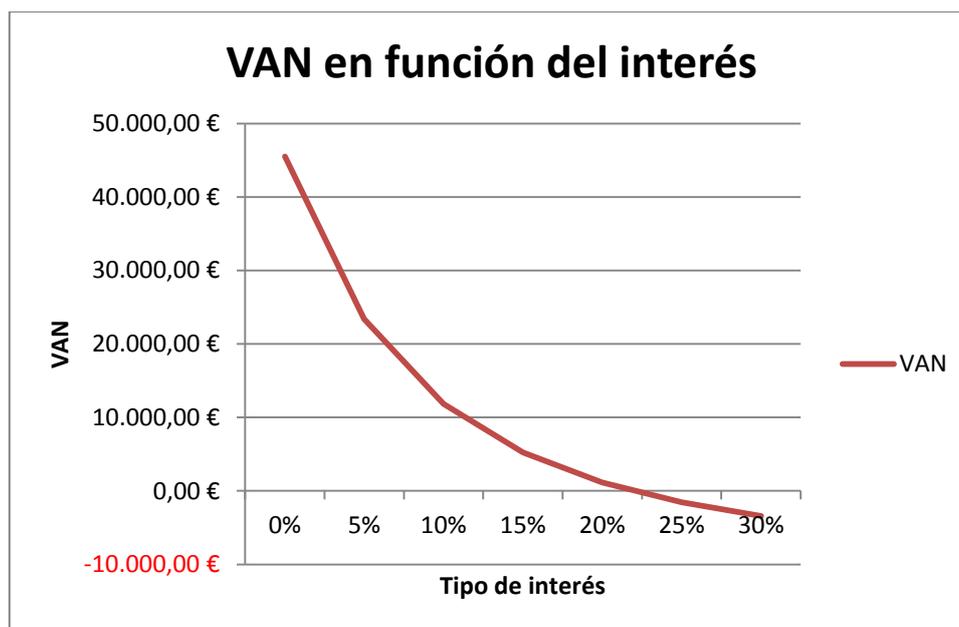
$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 = \mathbf{34.572,80 \text{ €}}$$

TIR: Tasa Interna de Rentabilidad.

$$\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 = 0 \rightarrow TIR = \mathbf{21,90\%}$$

Periodo de retorno (Pay Back).

$$PB = \frac{\text{Inversión}}{\text{Beneficio}} = \frac{13.129 \text{ €}}{2.931,38 \text{ €}} = \mathbf{4,47 \text{ años}}$$



A la vista de los resultados numéricos y gráficos del VAN, el TIR y el Pay Back; se puede concluir que el proyecto es viable económicamente ya que tiene un VAN y un TIR muy elevados y un periodo de retorno PB inferior a tres años,

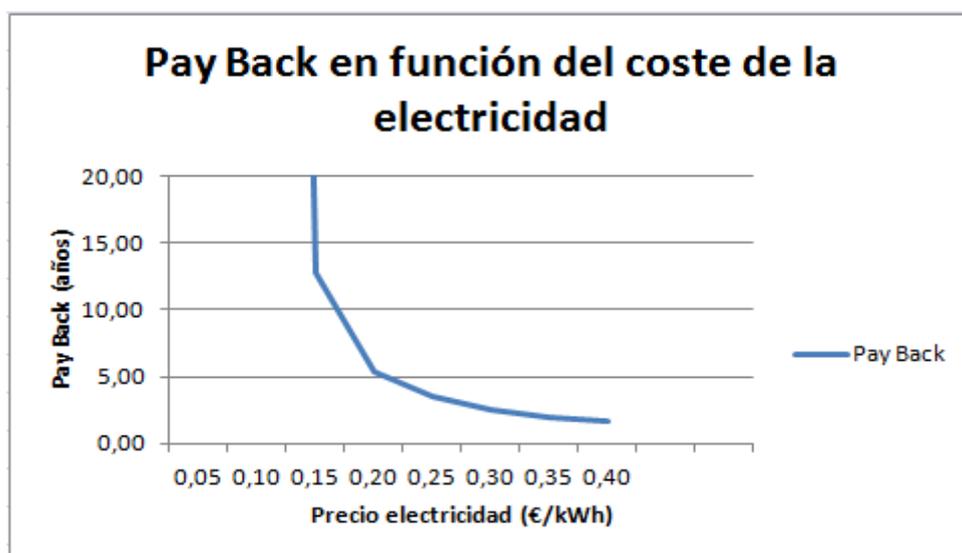
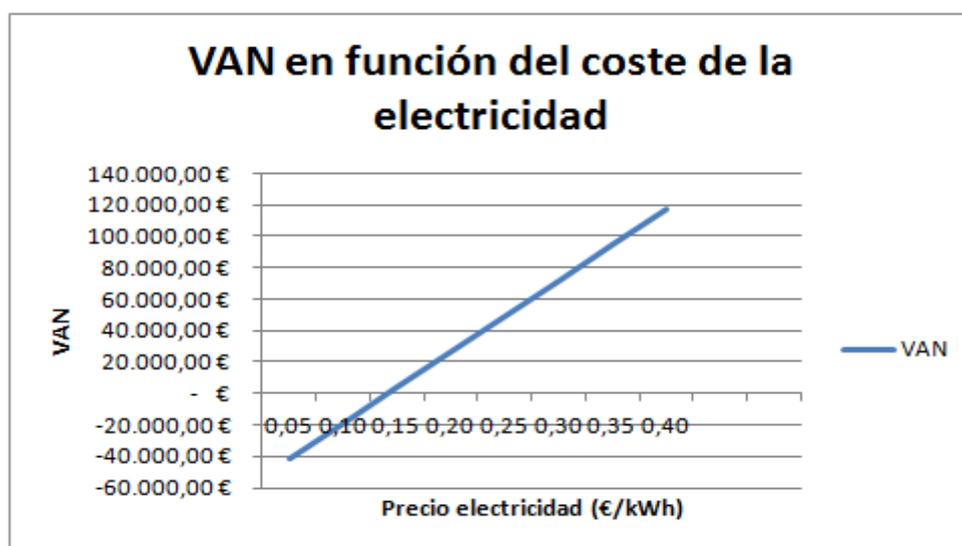
De esta forma, la diferencia de la inversión entre el sistema microgeneración-caldera y el sistema sólo caldera, se amortizará después de 4 años de empleo del sistema microgeneración-caldera, gracias a la producción de energía eléctrica debido al empleo del equipo de microgeneración.

8.5. ESTUDIO DE LA SENSIBILIDAD

Para finalizar el estudio de la viabilidad económica del proyecto se va a analizar la variación del VAN y el periodo de retorno en función de la variación de algunos de los parámetros principales del proyecto objeto de este estudio de viabilidad.

8.5.1. PRECIO DE LA ELECTRICIDAD

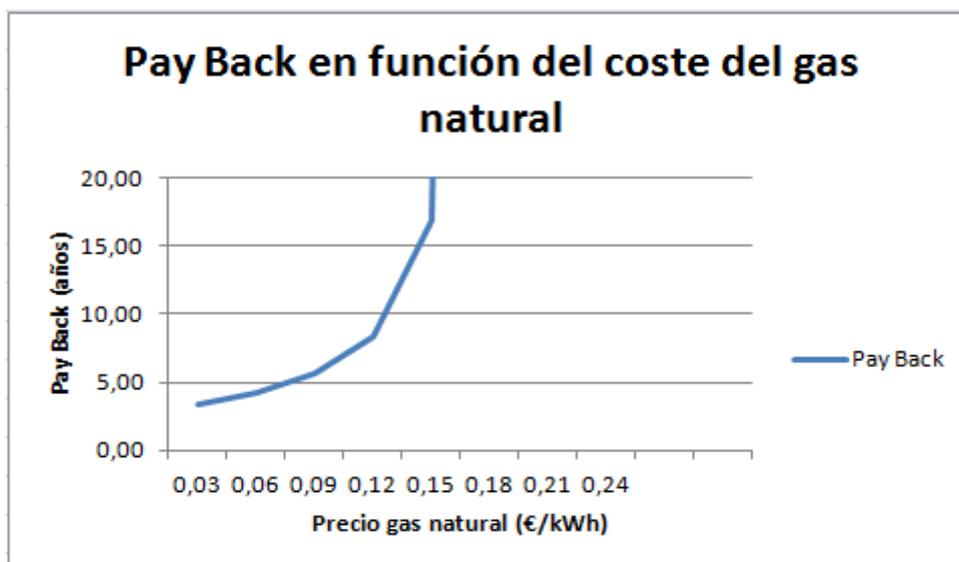
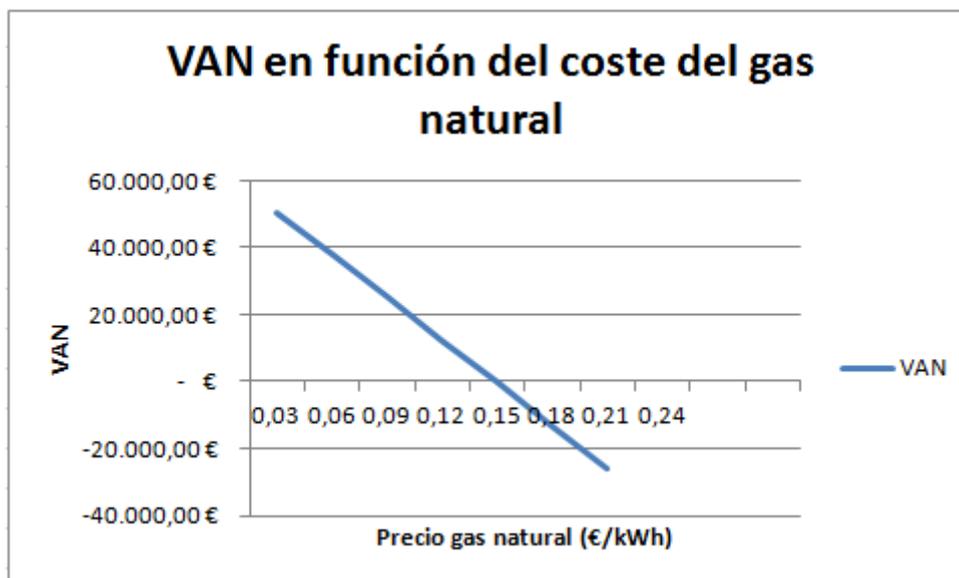
En primer lugar, se va a variar el precio de la electricidad, el cual según los datos obtenidos en el EUROSTAT es de 0,2185 €/kWh, para ver su influencia dentro de la viabilidad del presente proyecto.



A partir de los gráficos obtenidos se observa que al aumentar el precio de la electricidad, el sistema que emplea la microgeneración sale más rentable respecto al de sólo caldera, ya que el recurso que lo convierte más rentable, que son los kWh eléctricos generados por la unidad de microgeneración, se encarece. Así pues, el empleo de la microgeneración empieza a ser rentable a partir de un precio aproximado de 0,15 €/kWh de electricidad producida.

8.5.2. PRECIO DEL GAS NATURAL

En este apartado, se va a variar el precio del gas natural, el cual según los datos obtenidos en el EUROSTAT es de 0,075 €/kWh, para ver su influencia dentro de la viabilidad del presente proyecto.

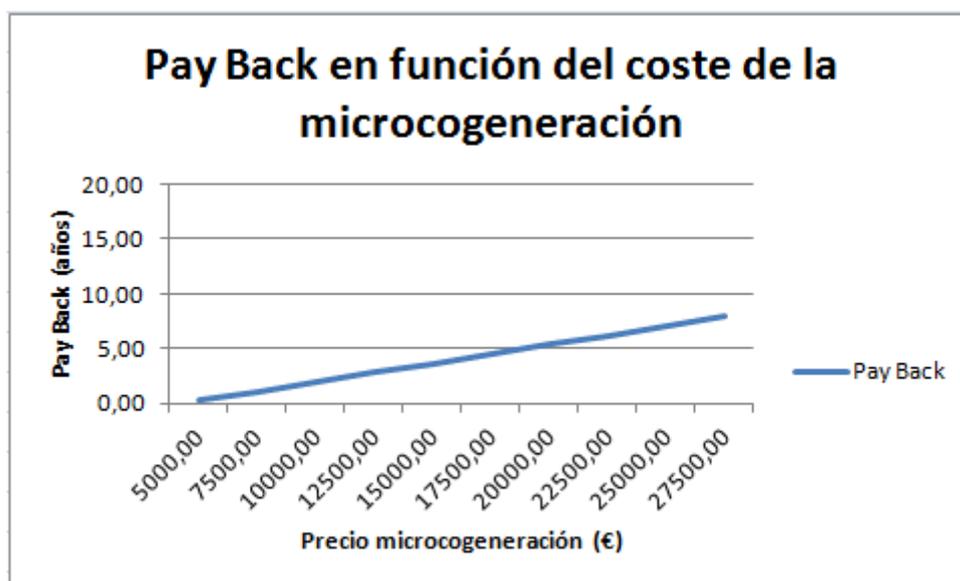
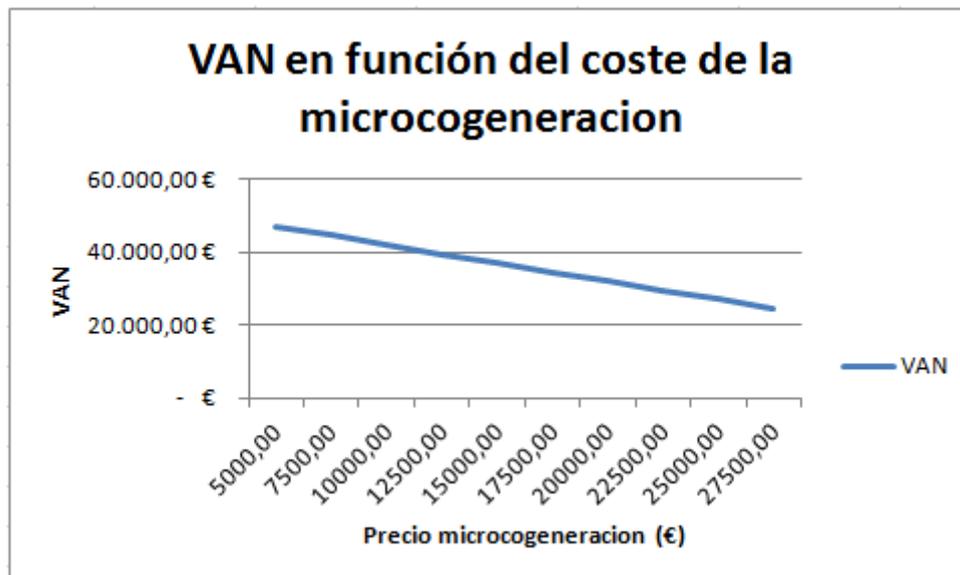


A partir de los gráficos obtenidos se observa que al aumentar el precio del gas natural, el sistema que emplea la microgeneración comienza a ser menos rentable respecto al de sólo caldera, ya que el recurso que el sistema microgeneración-caldera consume una mayor cantidad de gas natural al año, de forma que el beneficio económico anual del sistema se reduce.

A partir de un precio de 0,15 €/kWh de gas natural consumido, el sistema microgeneración-caldera dejaría de ser rentable respecto al sistema sólo caldera, ya que el precio del gas natural consumido sería demasiado elevado para obtener una cierta rentabilidad por la electricidad producida.

8.5.3. COSTE MICROCOGENERACIÓN

En este apartado, se va a variar el coste de la unidad de microgeneración, el cual inicialmente es de 17.360 €, para ver su influencia dentro de la viabilidad del presente proyecto.



A partir de los gráficos obtenidos se observa que al aumentar el coste del equipo de microgeneración, el VAN del proyecto se reduce poco a poco mientras que el periodo de retorno va aumentando ligeramente.

De esta forma, el empleo de una unidad de microgeneración de mayor potencia a mayor precio no implicaría un desajuste excesivo del beneficio del proyecto. Esto se puede observar en la gráfica, ya que aumentando en 10.000 € el coste de la unidad de microgeneración, el período a partir del cual el sistema microgeneración-caldera empezaría a ser más rentable que el sistema sólo caldera sería de 5 años aproximadamente.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE CÁLCULOS

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	3
1. Condiciones interiores de cálculo	3
2. Condiciones exteriores de cálculo	4
3. Envolverte térmica	5
3.1. Composición de los elementos constructivos y coeficientes de transmisión de calor.....	5
3.2. Coeficiente global de transmisión del edificio	6
3.3. Estimación de los valores de infiltración de aire	6
4. Caudal de aire mínimo de ventilación	6
5. Cálculo de cargas térmicas	7
5.1. Cargas térmicas de calefacción	9
5.2. Cargas térmicas de refrigeración	10
5.3. Aportación por aparatos e iluminación.....	13
5.4. Mayoraciones por pérdidas en la propia instalación.....	13
5.5. Resumen de potencias frigoríficas y caloríficas.....	14
5.6. Potencia térmica	14
6. Cálculo de las redes de tuberías de agua	15
7. Cálculo de las redes de conductos de aire	19
8. Cálculo de equipos de producción de frío y calor	23
9. Selección de las unidades terminales	24
9.1. Selección de unidades terminales de agua (fancoils)	24
9.2. Selección de unidades terminales de aire (difusores y rejillas)	27
9.2.1. Difusores y rejillas de impulsión	27
9.2.2. Rejillas de retorno	30
9.2.3. Rejillas de toma de aire exterior	32
9.2.4. Rejillas de extracción	32

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. CONDICIONES INTERIORES DE CÁLCULO

De acuerdo con la Instrucción Técnica IT 1.1.4.1.2. “Temperatura operativa y humedad relativa” del RITE, a efectos de confortabilidad, la instalación deberá mantener las condiciones internas que se indican a continuación, al menos en el caso de que en el exterior concurren las condiciones higrotérmicas del proyecto.

Las condiciones interiores de diseño estarán comprendidas entre los límites mostrados en la siguiente tabla:

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

Así pues, la temperatura media interior para los locales a climatizar se diseñará para 24°C en verano y 22°C en invierno, con una humedad relativa del 50% para la estación de verano y un 45% para invierno, cumpliendo así las exigencias de la IT 1.1.4.1.2.

Los valores anteriores se mantendrán en las zonas ocupadas según se indica a continuación:

- A 1 m. de pared exterior con ventanas y puertas.
- A 0,5 m. de pared exterior sin ventanas o puertas.
- A 0,5 m. de pared interior.
- Entre 0,1 y 1,3 m. del suelo en locales con gente sentada.
- Entre 0,1 y 2,0 m. del suelo en locales con gente de pie.

Finalmente, en cuanto a los ruidos y las vibraciones, el nivel sonoro en el ambiente interior del local no será superior a los valores máximos admisibles que figuran en el CTE DB-HR de protección frente al ruido para oficinas, zonas públicas y salas de juntas:

Tabla 3.6 Valores del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, $L_{eqA,T}$

Uso del edificio	Tipo de recinto	Valor de $L_{eqA,T}$ (dBA)
Sanitario	Estancias	35
	Dormitorios y quirófanos	30
	Zonas comunes	40
Residencial	Dormitorios y estancias	30
	Zonas comunes y servicios	50
Administrativo	Despachos profesionales	40
	Oficinas	45
	Zonas comunes	50
Docente	Aulas	40
	Sala lectura y conferencias	35
	Zonas comunes	50
Cultural	Cines y teatros	30
	Salas de exposiciones	45
Comercial		50

En cumplimiento con los niveles acústicos indicados en el CTE DB-HR, los equipos y las conducciones deben aislarse de elementos estructurales del edificio según se indica en la norma UNE 100-153, y se refleja en el capítulo de “Calidad del ambiente acústico” de la Memoria del presente proyecto.

2. CONDICIONES EXTERIORES DE CÁLCULO

Las condiciones exteriores de cálculo (latitud, altitud sobre el nivel del mar, temperaturas seca y húmeda, oscilación media diaria, etc.) vienen recogidas en el programa de cálculo de cargas térmicas empleado en el presente proyecto y se establecerán de acuerdo con lo que se indica en la norma UNE 100-001 “Climatización. Condiciones climáticas para proyectos” para la localidad de Burgos (Villafría).

Para la variación de las temperaturas seca y húmeda con la hora y el mes se tendrá en cuenta la norma UNE 100-014-84 y los valores máximos obtenidos para cada local.

De esta forma, según todo lo comentado anteriormente se establecen las siguientes condiciones de cálculo:

CONDICIONES DE REFRIGERACIÓN	
Altitud	887 m
Latitud	42,35°
Oscilación máxima anual (OMA)	37 °C
Nivel percentil (NP)	1%
Temperatura seca ($T_{s,max}$)	29 °C
Humedad relativa (HR_{coin})	35,49%
Oscilación media diaria verano (OMD_{ver})	13 °C
Oscilación media anual (OMA)	37 °C
CONDICIONES DE CALEFACCIÓN	
Temperatura seca mínima ($T_{s,min}$)	-5 °C
Nivel percentil (NP)	99%
Humedad relativa (HR_{coin})	85%
Oscilación media diaria invierno (OMD_{inv})	6,5 °C

El nivel percentil (NP) hace referencia a la fracción de horas durante las cuales las temperaturas indicadas son iguales o superiores durante un año, mientras que la oscilación media diaria OMD es la diferencia entre la temperatura media de las máximas y la temperatura media de las mínimas. En cuanto a los coeficientes empleados por orientaciones, intermitencias y de simultaneidad se indican más adelante.

3. ENVOLVENTE TÉRMICA

Los distintos elementos constructivos del edificio objeto del presente proyecto han sido descritos en el apartado 1.8 de la Memoria. A continuación, se calcularán los diferentes coeficientes de transmisión de calor de los distintos elementos constructivos que forman el edificio.

3.1. COMPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN DE CALOR

La composición de los diferentes elementos constructivos que componen el edificio junto a sus respectivas conductividades y transmitancias térmicas de los mismos se muestra a continuación:

CERRAMIENTO VERTICAL EXTERIOR		
Materiales	Espesor (m)	λ (W/m°C)
Mortero de cemento	0.02	0.410
Ladrillos cerámicos perforados	0.26	0.634
Poli estireno expandido	0.04	0.029
Tabique sencillo	0.05	0.222
Enlucido de yeso	0.02	0.57
		U = 0.44 W/m²°C

CUBIERTA		
Materiales	Espesor (m)	λ (W/m°C)
Mortero de regularización	0.02	0.550
Capa de hormigón celular	0.20	1.150
Lámina de etileno propileno dieno monómero EPDM	0.02	0.250
Poli estireno extruido XPS-IV	0.04	0.028
Forjado unidireccional de hormigón armado	0.25	1.316
Enlucido yeso	0.02	0.570
		U = 0.48 W/m²°C

FORJADO ENTREPLANTAS		
Materiales	Espesor (m)	λ (W/m°C)
Baldosa cerámica	0.02	1.000
Mortero de regularización	0.02	0.550
Forjado unidireccional de hormigón armado	0.25	1.316
Cámara de aire	0.10	-
Placa yeso	0.02	0.570
		U = 1.48 W/m²°C

SOLERA		
Materiales	Espesor (m)	λ (W/m°C)
Baldosa cerámica	0.02	1.000
Mortero de regularización	0.02	0.550
Aislante	0.25	0.037
Lámina de polietileno G-400	0.10	0.330
Hormigón armado	0.02	1.350
Tierra apisonada	0.50	1.100
		U = 0.60 W/m²°C

3.2. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DEL EDIFICIO

El edificio objeto del presente proyecto cumple el Documento Básico HE de ahorro de energía del Código Técnico de la Edificación y, por tanto, la exigencia básica HE 1: limitación de demanda energética, tal y como se aporta en el correspondiente proyecto de edificación.

3.3. ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE INFILTRACIÓN DE AIRE

Con el objetivo de reducir las infiltraciones de aire exterior sin tratar hacia el interior del edificio, se ha calculado la instalación de forma que se disponga de sobrepresión en el interior de los locales acondicionados, provocando así fugas de aire tratado en lugar de infiltraciones.

4. CAUDAL DE AIRE MÍNIMO DE VENTILACIÓN

En cuanto a la ventilación, en cumplimiento de la Instrucción Técnica Complementaria IT 1.1.4.2. “Exigencia de calidad del aire interior” del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), con el objetivo de asegurar el mantenimiento de una calidad de aire dentro de los locales, se van a considerar los criterios de ventilación indicados en la norma UNE-EN 13779, según el tipo de local y el nivel de contaminación de los ambientes.

El aire exterior deberá contener una cantidad de sustancias contaminantes no superior a los indicados en la tabla 1 de la norma UNE 100-01-91, para ser considerado de una calidad aceptable para la ventilación. En caso de que alguno de los niveles indicados se exceda, el aire exterior será tratado de forma oportuna antes de introducirlo en los locales del edificio.

A continuación se detallan los caudales de aire exterior requeridos para una calidad aceptable del aire en los diferentes locales climatizados del edificio objeto del presente proyecto. Para ello se ha tenido en cuenta la “Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona” de la IT 1.1.4.2.3 del RITE, en la que se obtiene el caudal de aire exterior de ventilación por persona para el edificio, que en este caso corresponde a 12,5 dm³/s por persona para una calidad de aire interior IDA 2.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Una vez obtenido este caudal según la categoría del edificio, se obtienen todos los caudales para cada sala según los ocupantes. Estos caudales deben considerarse mínimos a efectos de ventilación y máximos a efectos de ahorro energético.

Local	Ventilación (m ³ /h)
PLANTA BAJA	
Zona pública	1170
Control	128,75
Zona de espera	869,18
Cuarto de limpieza	-
Baño 1	-
Baño 2	-
PRIMERA PLANTA	
Administración general	525,38
Despacho	80,86
Archivo	0
Administración, expedición	225
Servidor	81,36
Baño	-
SEGUNDA PLANTA	
Sala de presentaciones	3118,28
Aseo	-

Las zonas consideradas de ocupación ocasional no se han tenido en cuenta a efectos de ventilación.

5. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

En el cálculo de cargas térmicas, el cual se ha realizado mediante el programa DPCLima, se tendrán en cuenta los factores que se muestran a continuación para realizar el cálculo de las cargas térmicas de los sistemas de climatización del edificio y cada uno de sus locales:

- Características constructivas y orientaciones de las fachadas.
- Factor solar y protección de las superficies acristaladas.
- Influencia de los edificios colindantes y cercanos.
- Horarios de funcionamiento del edificio y los distintos locales.
- Ganancias internas de calor.
- Ocupación de los locales y variación en el tiempo y espacio.

- Índices de ventilación y extracciones.

El cálculo de las cargas se realizará de forma independiente para cada uno de los locales del edificio.

En régimen de calefacción, la carga máxima sensible se obtendrá sumando las cargas de cada local, teniendo en cuenta siempre la simultaneidad debida a las diferencias de horario.

En régimen de refrigeración, la carga máxima térmica total se obtendrá sumando las cargas simultáneas de cada local, teniendo en cuenta las variaciones espaciales y temporales de las ganancias de calor debidas a la radiación solar y las cargas interiores.

En ambos regímenes, se realizará un estudio de la demanda térmica del sistema al variar la hora del día y el mes del año. Esta búsqueda, además de proporcionar la demanda térmica simultánea máxima, nos permitirá efectuar una correcta selección del fraccionamiento de potencia de los equipos en cuanto al tamaño de unidades.

Con respecto a las potencias de las centrales de producción, en la IT 1.2.4.1.1 del RITE, se indica que la potencia que debe suministrar la central de producción de calor o frío, se debe ajustar a la suma de las cargas térmicas totales calculadas en el apartado anterior, mayoradas o minoradas en las ganancias o pérdidas de calor a partir de las redes de distribución de fluidos portadores. El valor de la potencia obtenida se multiplicará por un coeficiente de intermitencia o simultaneidad de cargas, el cual dependerá de la inercia térmica del edificio, la duración del período de puesta en régimen y las condiciones de ocupación y utilización.

Dicho coeficiente se justificará en el apartado correspondiente. En el caso de tratarse de centrales de producción de frío, se deberán tener en cuenta las ganancias de calor debidas al movimiento de los fluidos portadores, iguales al equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos propulsores, y las procedentes de la superficie de las redes de distribución de los fluidos portadores.

Así pues, las cargas térmicas totales (Q_T) se dividirán en cargas sensibles (Q_S) y cargas latentes (Q_L), siendo las cargas sensibles las que provocan las variaciones de la temperatura seca del local, y las cargas latentes las que modifican la humedad específica del aire a la temperatura seca del local.

Clasificación		Q_S	Q_L
Internas	Ocupación	X	X
	Iluminación	X	-
	Equipamiento interno	X	X
Exteriores	Cerramientos opacos	X	-
	Superficies acristaladas	X	-
	Ventilación	X	X
Propias de la instalación		X	-
Coeficiente de seguridad		X	X

5.1. CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN

Para realizar el cálculo de la carga térmica máxima de calefacción, se despreciarán todas las cargas positivas (ocupación, iluminación, equipamiento, etc.) además de la radiación exterior. De esta forma, sólo se considerarán las cargas térmicas debidas a la transmisión de calor a través de los cerramientos, a las infiltraciones de aire exterior y las ganancias de las aportaciones internas permanentes. Las expresiones utilizadas por el software DPCLima para el cálculo de cargas térmicas de calefacción y sus componentes son:

$$Q_C = (Q_{st} + Q_{si} - Q_{sai}) \cdot (1 + F);$$

dónde: Q_{st} es la pérdida de calor sensible por transmisión a través de los cerramientos en W.
 Q_{si} es la pérdida de calor sensible por infiltraciones de aire exterior en W.
 Q_{sai} es la ganancia de calor sensible por aportaciones internas permanentes en W.
 F son los suplementos (tanto por uno).

- Cargas a través de cerramientos:

$$Q_{st} = U \cdot A \cdot (T_i - T_e);$$

dónde: U es la transmitancia térmica del cerramiento en W/m²K, obtenida según el CTE DB-HE1.
 A es la superficie del cerramiento en m².
 T_i es la temperatura seca en el interior del local climatizado (°K).
 T_e es la temperatura seca en el exterior del local climatizado (°K).

- Cargas por infiltraciones de aire exterior:

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_i - T_e) \quad (W)$$

dónde: V_{ae} es el caudal de aire exterior frío que se introduce en el local en m³/h.
 T_i es la temperatura seca en el interior del local climatizado (°K).
 T_e es la temperatura seca en el exterior del local climatizado (°K).

El caudal de aire exterior “ V_{ae} ” se estima como el mayor de los descritos en los 2 métodos que se muestran a continuación:

- Infiltraciones de aire exterior por el método de las rendijas “ V_i ”:

$$V_i = \left(\sum i \cdot f_i \cdot L_i \right) \cdot R \cdot H$$

dónde: f es el coeficiente de infiltración de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento en m³/h·m
 L es la longitud de rendijas de puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento, a barlovento en m.
 H es el coeficiente característico del edificio. Se obtiene en función del viento dominante, el tipo y la situación del edificio.
 R es el coeficiente característico del local. Según Rietschell y Raiss viene dado por:

$$R = 1 / \left[1 + \left(\frac{\sum j \cdot f_j \cdot L_j}{\sum n \cdot f_n \cdot L_n} \right) \right]$$

$\sum j \cdot f_j \cdot L_j$ es el caudal de aire infiltrado por puertas y ventanas exteriores sometidas a la acción del viento a barlovento (m³/h).

$\sum n \cdot f_n \cdot L_n$ es el caudal de aire exfiltrado a través de huecos exteriores situados a sotavento o bien a través de huecos interiores del local (m^3/h).

- Caudal de aire exterior por la tasa de Renovación Horaria “ V_r ”:

$$V_r = V \cdot n$$

dónde: V es el volumen del local en m^3 .
 n es el número de renovaciones por hora (ren/h).

- Ganancias de calor por aportaciones internas:

$$Q_{saiP} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sv} \quad (W)$$

dónde: Q_{sil} es la ganancia interna de calor sensible por iluminación en W.
 Q_{sp} es la ganancia interna de calor sensible debida a los ocupantes en W.
 Q_{sv} es la ganancia interna de calor sensible por aparatos diversos.

- Suplementos:

$$F = Z_o + Z_{is} + Z_{pe}$$

dónde: Z_o es el suplemento por orientación Norte.
 Z_{is} es el suplemento por interrupción del servicio.
 Z_{pe} es el suplemento por más de 2 paredes exteriores.

5.2. CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

Para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración, se tendrán en cuenta las cargas internas, a diferencia del cálculo de las cargas de calefacción. De esta forma, se considerarán como cargas internas: las cargas por iluminación, las cargas por ocupación y las cargas por equipamiento interno. Por otro lado, también se considerarán las cargas externas debidas a las superficies acristaladas y a los cerramientos exteriores e interiores. Así pues, las cargas térmicas de refrigeración tendrán una componente de carga térmica de tipo sensible y otra componente de carga latente:

$$Q_R = Q_S + Q_L$$

dónde: Q_S es la aportación o carga térmica sensible en W.
 Q_L es la aportación o carga térmica latente en W.
 Q_{sai} es la ganancia de calor sensible por aportaciones internas permanentes en W.
 F son los suplementos (tanto por uno).

La **carga térmica sensible** viene determinada por esta expresión:

$$Q_S = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai} + Q_{sv}$$

dónde: Q_{sr} es el calor por radiación solar a través del cristal en W.
 Q_{str} es el calor por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores en W.

Q_{st} es el calor por transmisión a través de paredes, techos y puertas interiores, suelos y ventanas en W.

Q_{si} es el calor sensible por infiltraciones de aire exterior en W.

Q_{sai} es el calor sensible por aportaciones internas en W.

Q_{sv} es el calor sensible por aire de ventilación a través del climatizador en W.

- **Carga sensible a través de superficies acristaladas:** la carga a través de superficies acristaladas es una carga sensible que se evalúa en verano como la suma de la carga por radiación:

$$Q_{sr} = R \cdot A \cdot f_{cr} \cdot f_{at} \cdot f_{alm}$$

dónde: R es la radiación solar en W/m^2 .

- Con almacenamiento, R = máxima aportación solar, a través de vidrio sencillo, correspondiente a la orientación, mes y latitud considerados.
- Sin almacenamiento, R = aportación solar, a través de vidrio sencillo, correspondiente a la hora, orientación, mes y latitud considerados.

A es la superficie de la ventana en m^2 .

f_{cr} es el factor de corrección de la radiación solar.

- Marco metálico o ningún marco (+17%).
- Contaminación atmosférica (-15% máx.).
- Altitud (+0,7% por 300 m).
- Punto de rocío superior a 19,5 °C (-14% por 10 °C sin almac., -5% por 4 °C con almac.)
- Punto de rocío inferior a 19,5 °C (+14% por 10 °C sin almac., +5% por 4 °C con almac.)

f_{at} es el factor de atenuación por persianas u otros elementos.

f_{alm} es el factor de almacenamiento en las estructuras del edificio.

- **Carga sensible a través de cerramientos exteriores:** en los muros y techos exteriores se evalúa la transferencia de calor por conducción, convección y radiación. Para ello se emplea el método de la diferencia equivalente de temperaturas que produciría por conducción y convección la misma aportación de calor que ocasiona la diferencia de temperaturas real entre el exterior y el interior de los locales más la aportación por radiación solar incidente.

$$Q_{str} = U \cdot A \cdot \Delta T_{eq} \text{ (W)};$$

dónde: U es la transmitancia térmica del cerramiento en W/m^2K , obtenido según el CTE DB-HE 1.

A es la superficie del cerramiento en m^2 .

R_s es la máxima insolación, correspondiente al mes y latitud supuestos, para la orientación considerada.

R_m es la máxima insolación, correspondiente al mes de Julio y a 40° de latitud Norte, para la orientación considerada.

ΔT_{eq} es la diferencia equivalente de temperatura en °K. obtenida a partir de la expresión

$\Delta T_{eq} = a + \Delta T_s + b \cdot (R_s/R_m) \cdot (\Delta T_m - \Delta T_s)$ donde:

a es un coeficiente corrector que tiene en cuenta:

- Un incremento distinto de 8 °C entre temperaturas interior y exterior.
- Una OMD distinta de 11 °C.

b es un coeficiente corrector que considera el color de la cara exterior de la pared.

- Color oscuro, $b=1$.
- Color medio, $b=0,78$.
- Color claro, $b=0,55$.

ΔT_s es la diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para el cerramiento a la sombra.

ΔT_m es la diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para el cerramiento soleado.

R_s es la máxima insolación, correspondiente al mes y latitud supuestos, para la orientación considerada

R_m es la máxima insolación, correspondiente al mes de Julio y a 40° de latitud Norte, para la orientación considerada.

- Carga sensible a través de cerramientos interiores: es la carga térmica en los tabiques, forjados, ventanas, etc. estimada como:

$$Q_{st} = U \cdot A \cdot (T_e - T_i) \quad (W);$$

dónde: U es la transmitancia térmica del cerramiento (W/m^2K), obtenido según el CTE DB-HE 1.
 A es la superficie del cerramiento en m^2 .
 T_e es la temperatura de diseño exterior en °K.
 T_i es la temperatura de diseño interior del local en °K.

- Carga sensible por infiltraciones de aire exterior:

$$Q_{si} = V_{ae} \cdot 0,33 \cdot (T_e - T_i) \quad (W)$$

dónde: V_{ae} es el caudal de aire exterior frío que se introduce en el local en m^3/h calculado con el método de la tasa de renovación horaria.
 T_i es la temperatura seca en el interior del local climatizado (°K).
 T_e es la temperatura seca en el exterior del local climatizado (°K).

- Carga sensible por aportaciones internas:

$$Q_{sai} = Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{sv} \quad (W)$$

dónde: Q_{sil} es la ganancia interna de calor sensible por iluminación en W.
 Q_{sp} es la ganancia interna de calor sensible debida a los ocupantes en W
 Q_{sv} es la ganancia interna de calor sensible por aparatos diversos (motores eléctricos, ordenadores, etc.) en W.

- Carga sensible por aire de ventilación:

$$Q_{sv} = V_{av} \cdot 0,33 \cdot f \cdot (T_e - T_i) \quad (W)$$

dónde: V_{av} es el caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local. Estimado según el RITE.
 f es el factor de by-pass del equipo acondicionador.
 T_i es la temperatura seca en el interior del local climatizado (°C).
 T_e es la temperatura seca en el exterior del local climatizado (°C).

La **carga térmica latente** viene determinada por esta expresión:

$$Q_L = Q_{li} + Q_{lai} + Q_{lv}$$

dónde: Q_{li} es el calor latente por infiltraciones de aire exterior en W.
 Q_{lai} es el calor por aportaciones internas en W.
 Q_{lv} es el calor latente por aire de ventilación a través del climatizador en W.

- Carga latente por infiltraciones de aire exterior:

$$Q_{li} = V_{ae} \cdot 0,84 \cdot (W_e - W_i) \quad (W)$$

dónde: V_{ae} es el caudal de aire exterior caliente que se introduce en el local en m³/h calculado con el método de la tasa de renovación horaria.
 W_i es la humedad absoluta del aire interior en gw/Kga.
 W_e es la humedad absoluta del aire exterior en gw/Kga.

- Carga latente por aportaciones internas:

$$Q_{lai} = Q_{lp} + Q_{lv} \quad (W)$$

dónde: Q_{lp} es la ganancia interna de calor latente debida a los ocupantes en W.
 Q_{lv} es la ganancia interna de calor latente por aparatos diversos (cafetera, freidora, etc.) en W.

- Carga latente por aire de ventilación:

$$Q_{sv} = V_{av} \cdot 0,84 \cdot f \cdot (W_e - W_i) \quad (W)$$

dónde: V_{av} es el caudal de aire exterior necesario para la ventilación del local. Estimado según el RITE.
 f es el factor de by-pass del equipo acondicionador.
 W_i es la humedad absoluta del aire interior en gw/Kga.
 W_e es la humedad absoluta del aire exterior en gw/Kga.

5.3. APORTACIÓN POR APARATOS E ILUMINACIÓN

Al tratarse de un edificio de oficinas y gestión, en el cálculo de cargas térmicas se produce un aumento de la carga térmica debido a la iluminación de las lámparas y al equipamiento existente dentro del edificio, que se traduce en carga sensible. Este aumento se tiene en cuenta en las cargas por aportaciones internas y ha sido considerado dentro del programa DPCLima como un ratio de carga por equipamiento interno de 30W/m² y un ratio de cargas por iluminación de 20W/m² en cada local.

5.4. MAYORACIONES POR PÉRDIDAS EN LA PROPIA INSTALACIÓN

Se tendrá en cuenta un aumento del 5% en las cargas térmicas como factor de seguridad para tener en cuenta las posibles pérdidas de los equipos de climatización del edificio.

5.5. RESUMEN DE POTENCIAS FRIGORÍFICAS Y CALORÍFICAS

En la siguiente tabla, se presentan las potencias térmicas frigoríficas y caloríficas obtenidas mediante el programa DPCLima, después de haber introducido todos los datos respectivos al edificio del presente proyecto:

Local	Potencia frigorífica (W)			Potencia calorífica (W)		
	Sensible	Latente	Total	Sensible	Latente	Total
PLANTA BAJA						
Zona pública	8150	1250	9400	12270	5850	18120
Control	2520	140	2660	2560	640	3200
Zona de espera	6540	890	7430	10090	4350	14440
PRIMERA PLANTA						
Administración general	6970	540	7510	6920	2630	9550
Despacho	2710	60	2770	1560	400	1960
Archivo	970	0	970	320	0	320
Administración, expedición	3670	240	3910	2680	1120	3800
Servidor	1330	90	1420	880	410	1290
SEGUNDA PLANTA						
Sala de presentaciones	19760	3320	23080	31920	15590	47510
TOTAL	51640	6600	58240	69190	31000	100190

5.6. POTENCIA TÉRMICA

Según la IT 1.2.4.1.1 “Criterios generales”, la potencia que suministran las centrales de producción de calor o frío se debe ajustar a la suma de las cargas térmicas totales que se han calculado anteriormente, teniendo en cuenta la mayoración en las ganancias o las pérdidas de calor a través de las redes de distribución de los fluidos portadores.

En el procedimiento de análisis se estudiarán las distintas demandas al variar la hora del día y el mes del año, para hallar la demanda máxima simultánea, así como las demandas parciales y la mínima, con el fin de facilitar la selección del tipo y número de generadores.

Así pues, a partir de los cálculos de cargas térmicas realizados en el apartado anterior, en los cuales ya se han tenido en cuenta los coeficientes de mayoración para asegurar un coeficiente de seguridad, se obtiene finalmente la potencia térmica necesaria en las centrales de producción para satisfacer la demanda energética del edificio:

	FRIGORÍFICA		CALORÍFICA	
	Total (kW)	Sensible (kW)	Total (kW)	Sensible (kW)
Ocupantes	18,92	10,37	0,00	0,00
Luces	8,81	8,81	0,00	0,00
Equipos	12,54	12,54	0,00	0,00
Ventilación	5,86	8,11	81,76	52,24
Cerramientos	2,47	2,47	7,86	7,86
Acristalamiento	6,88	6,88	5,79	5,79
Mayoración	2,77	2,46	4,77	3,29
	58,24	51,64	100,19	69,19

Así pues, mediante los sistemas de producción de frío y calor que se detallarán más tarde, se conseguirán satisfacer las demandas energéticas de 58240 W de potencia frigorífica durante el período estival y 100190 W de potencia calorífica durante los meses de invierno.

6. CÁLCULO DE LAS REDES DE TUBERÍAS DE AGUA

El fluido caloportador empleado para el acondicionamiento térmico del edificio del presente proyecto es el agua.

El sistema elegido para el edificio será un sistema cerrado en el que el retorno del agua será mediante tubería de retorno directo, de forma que esta tendrá la misma longitud y características que la tubería de impulsión. Los materiales empleados para las tuberías son acero negro DIN 2440 estirado sin soldadura y tubería de polietileno.

Para el dimensionamiento de la red de tuberías se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caudal de agua a transportar
- Velocidad del agua
- Longitud de la tubería
- Pérdida de carga

El cálculo del diámetro de las tuberías se realizará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del material empleado, además del tipo de circuito (caudal constante o variable).

Así pues, a continuación se muestran los valores de diseño y las formulas empleadas en los cálculos, para una mejor comprensión.

Para calcular el caudal de agua de cada tramo, se empleará la siguiente expresión:

$$U = \frac{P}{(T_1 - T_2) \cdot c_p}$$

dónde: U es el caudal del tramo a calcular en l/s

P es la potencia térmica del tramo a calcular en W

$(T_1 - T_2)$ es el salto térmico del tramo a calcular en °C (se tomará como criterio de diseño un salto de 15°C en los radiadores)

C_p es la capacidad térmica del agua (a una temperatura media de 80°C se corresponde a 4,19 kJ/kg°C).

A partir del caudal, se calculará el diámetro interior de la tubería en mm a partir de esta expresión, que relaciona el caudal de cada tramo con el diámetro de la tubería:

$$U = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot v$$

dónde: U es el caudal del tramo a calcular en l/s
 D es el diámetro interior de la tubería en mm
 v es la velocidad promedio del fluido en m/s

En cuanto a las velocidades del fluido caloportador, las recomendadas para la tubería del agua dependen de dos condiciones principales: el servicio para el que se utiliza la tubería y los efectos de la erosión. A continuación, se muestran en las siguientes tablas los valores de velocidad recomendados para circuitos cerrados:

Tubería	Velocidad (m/s)
Principal	0.9 – 1.5
Secundaria	0.5 – 1.0
Conexión a aparatos	0.3 – 0.6

Y en la siguiente tabla, se muestran los valores de velocidad del fluido según el servicio que preste la tubería a la instalación:

Servicio o aplicación	Velocidad (m/s)
Descarga de la bomba	2.4 – 3.6
Aspiración de la bomba	1.2 – 2.1
Línea o tubería de desagüe	1.2 – 2.1
Colector o tubería principal	1.2 – 4.5
Montante o tubo ascendente	1.0 – 3.0
Servicio general	1.5 – 3.0
Suministro de agua de ciudad	1.0 – 2.1
Descarga de la bomba	2.4 – 3.6

Además, se ha considerado una velocidad del agua mínima de 0.25 m/s para evitar precipitaciones en las tuberías y máxima de 2 m/s con el fin de evitar un desgaste excesivo de la tubería por erosión.

En cuanto a la longitud equivalente, debido a la gran cantidad de tramos del presente proyecto y a la diversidad de los componentes existentes, se va a tomar como criterio de diseño para la obtención de la L_{eq} una relación de 1,5 veces la longitud real.

Finalmente, la caída de presión total está formada por las distintas pérdidas que se producen en el sistema, tales como las del condensador, la tubería y sus acoplamientos y la presión estática.

La caída de presión total en el sistema debe ser menor que la presión de la tubería principal, considerando el caudal de agua proyectado. En el caso de circuitos cerrados es recomendable no superar los 20-30 mm.c.a./m. para evitar grandes desequilibrios de pérdidas de carga en los circuitos. Para el cálculo de las caídas de presión, se empleará la siguiente expresión correspondiente a la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_L = f \cdot \frac{L_{eq} \cdot v^2}{\phi \cdot 2 \cdot g}$$

dónde: h_L es la caída de presión en el tramo a calcular en mmca
 f es el factor de fricción
 \emptyset es el diámetro interior del tramo a calcular en mm
 v es la velocidad promedio del fluido en m/s
 g es la aceleración de la gravedad en m/s²

Para calcular el factor de fricción se puede emplear la ecuación explícita de Swamee y Jain:

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot \emptyset} + \frac{5,74}{0,9 \cdot Re} \right) \right]^2}$$

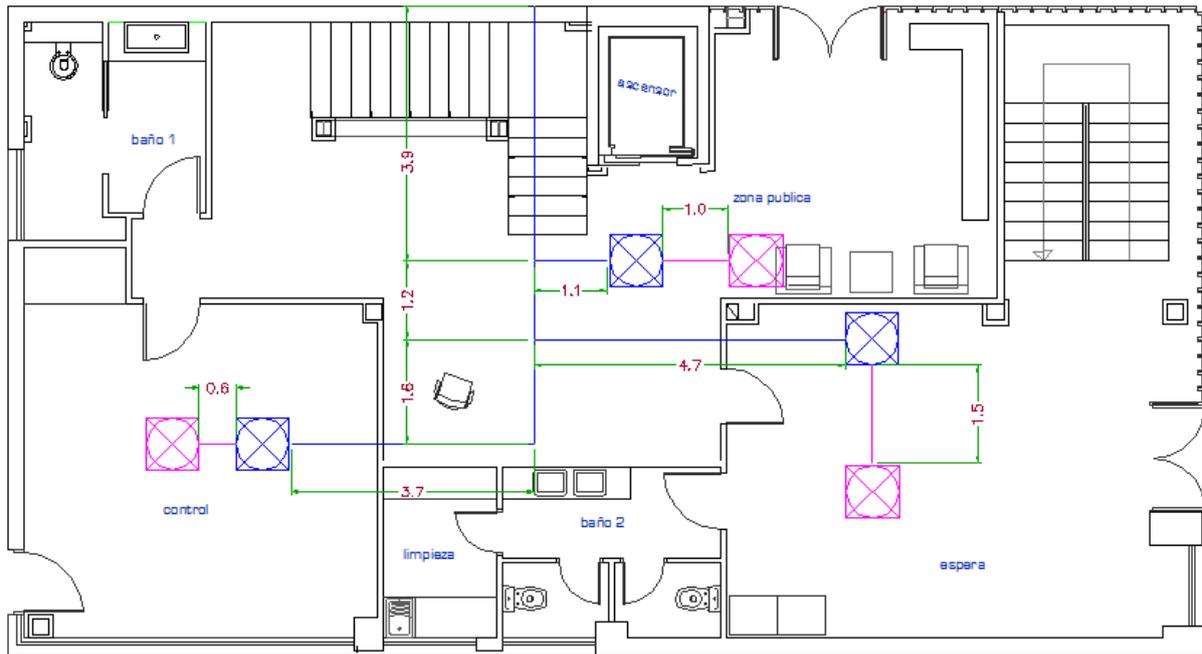
dónde: ε es la rugosidad relativa que se calcula como $\varepsilon = e/\emptyset$
 Re es el número de Reynolds calculado como $Re = v\emptyset/\nu$, siendo ν la viscosidad cinemática

Considerando e la rugosidad absoluta, se toman los siguientes valores de la misma:

Material	Rugosidad absoluta (mm)
PVC	0,0015
PE	0,0015
Cobre y latón	0,0015
Arbesto – Cemento	0,025
Acero	0,25
Hierro galvanizado	0,15

Así pues, a continuación se muestran (en color azul) los distintos ramales de tuberías que se han diseñado para cada una de las plantas del edificio a climatizar. El equipo de producción de frío y calor estará situado en un cuarto en la azotea del edificio y a partir de él se derivarán las distintas tuberías que transportarán el fluido caloportador, agua en este caso, a cada uno de los fancoils situados en cada local del edificio. Por otro lado, también se han realizado los cálculos de caudal y diámetros de tubería necesarios en cada una de los tramos repartidos por el edificio.

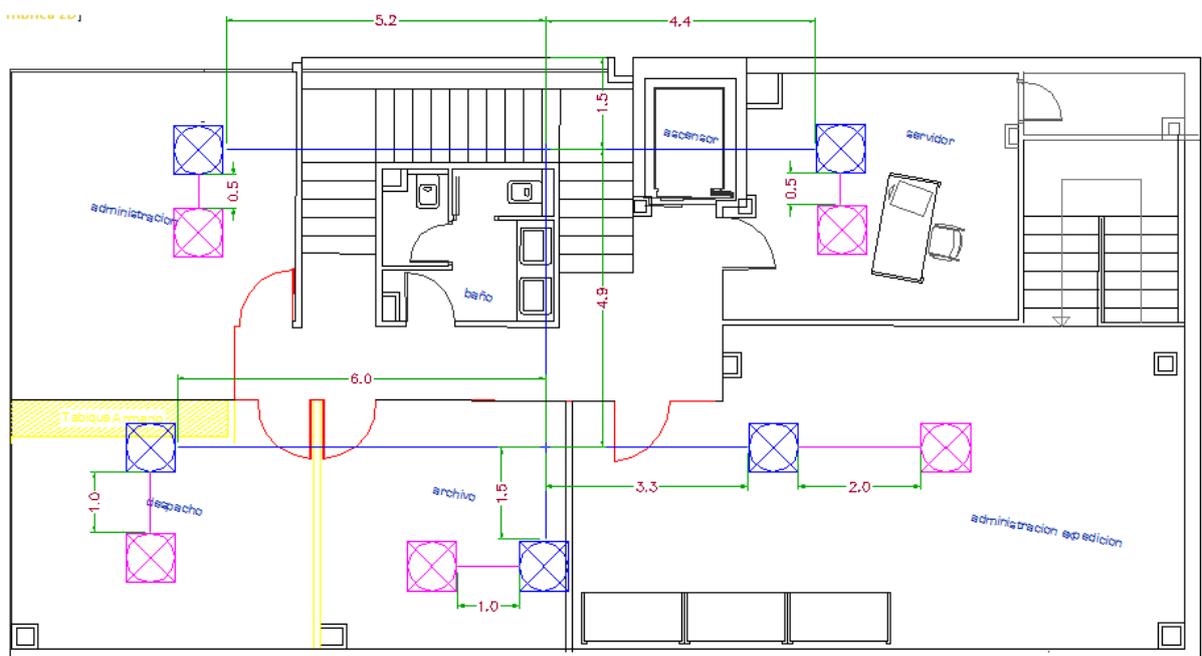
PLANTA BAJA



Tramo	Q (l/s)	v (m/s)	D _{teórico}	DN (mm)	v (m/s)	L (m)	L _{eq}	H (mca)
Desnivel	0.564	1.0	26.79	32-35	0.701	3.0	4.50	0.147
11	0.564	1.0	26.79	32-35	0.701	3.9	5.85	0.191
12	0.286	0.7	22.81	25-28	0.582	1.1	1.65	0.047
13	0.278	1.0	18.81	20-23	0.885	1.2	1.80	0.160
14	0.228	0.7	20.36	25-28	0.464	4.7	7.05	0.155
15	0.050	0.7	9.53	10-12	0.636	5.3	7.95	0.946

*El tramo “desnivel” hace referencia al tramo de tubería vertical entre cada planta

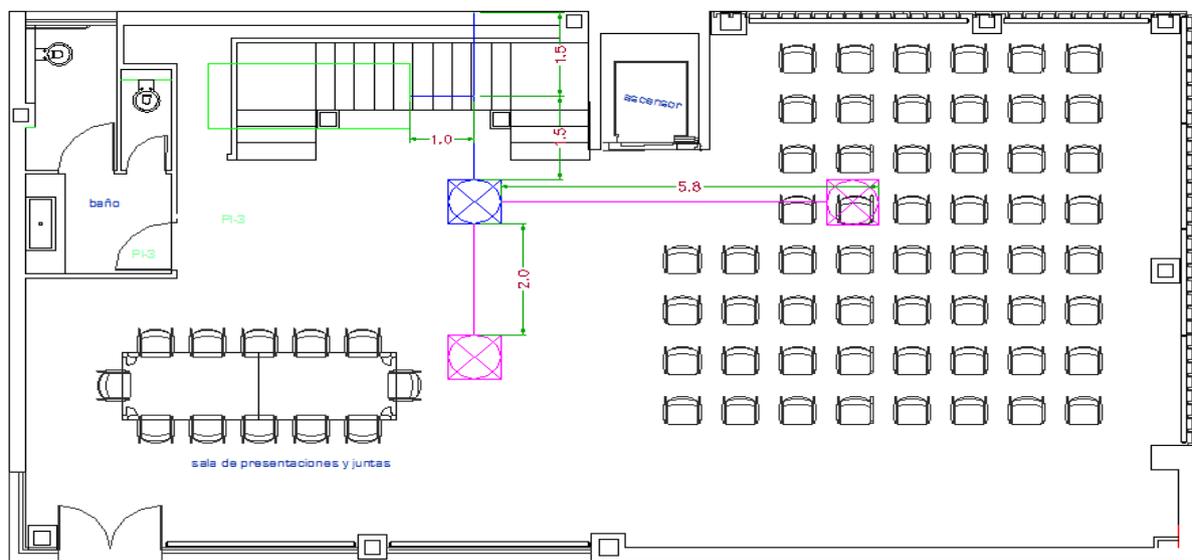
PRIMERA PLANTA



Tramo	Q (l/s)	v (m/s)	D _{teórico}	DN (mm)	v (m/s)	L (m)	L _{eq}	H (mca)
Desnivel	0.857	1.2	30.15	32-35	1.065	3.0	4.50	0.293
4	0.293	1.0	19.31	20-23	0.932	1.5	2.25	0.206
5	0.022	0.7	6.32	8-10	0.437	4.4	6.60	0.661
6	0.150	0.7	16.51	20-23	0.477	5.2	7.80	0.235
7	0.121	1.0	12.41	15-17	0.684	4.9	7.35	0.678
8	0.044	0.7	8.94	10-12	0.561	6.0	9.00	0.872
9	0.015	0.7	5.22	6-8	0.530	1.5	2.25	0.419
10	0.062	0.7	10.62	15-17	0.350	3.3	4.95	0.145

*El tramo "desnivel" hace referencia al tramo de tubería vertical entre cada planta

SEGUNDA PLANTA



Tramo	Q (l/s)	v (m/s)	D _{teórico}	DN (mm)	v (m/s)	L (m)	L _{eq}	H (mca)
1	1.609	1.5	36.95	40-44	1.280	1.0	1.50	0.108
2	0.857	1.2	30.15	32-35	1.065	1.5	2.25	0.151
3	0.752	1.0	30.94	32-35	0.935	1.5	2.25	0.113

7. CÁLCULO DE LAS REDES DE CONDUCTOS DE AIRE

La red de conductos se diseña para conseguir llevar un determinado desde los fancoils caudal de aire a los puntos de impulsión deseados.

Antes de entrar en el diseño de la red de conductos, vamos a introducir las propiedades físicas del aire. Éstas van a depender de la temperatura y de la presión. En el diseño de conductos, las propiedades más utilizadas son la densidad y la viscosidad. La densidad del aire es aproximadamente de $1,2 \text{ kg/m}^3$, aunque se puede aproximar como:

$$\rho = \frac{P_{atm}}{287 \cdot T}$$

dónde: P_{atm} es la presión atmosférica en Pa.

T es la temperatura del aire en K.
 ρ es la densidad del aire en kg/m^3 .

En cuanto a la viscosidad del aire, se puede obtener mediante la expresión:

$$\mu = 1.724 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{T}{273.16} \right)^{0.76}$$

dónde: μ es la viscosidad dinámica del aire en $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$.
 T es la temperatura del aire en K.

Dentro del conducto el fluido experimenta una pérdida de presión por rozamiento, denominándose ésta pérdida de carga. Estas pérdidas de carga se dividen en pérdidas en el conducto y pérdidas en singularidades.

- Pérdidas en conducto

Se produce una pérdida de carga por el paso del aire en el conducto, la cual suele expresarse por metro de longitud como:

$$\frac{\Delta P}{L} = f \cdot \left(\frac{\rho}{D} \right) \cdot \frac{c^2}{2}$$

dónde: f es el factor de fricción del material (adimensional).
 D es el diámetro del conducto.
 c es la velocidad del aire en el conducto en m/s.

- Pérdidas en singularidades

Estas pérdidas se miden de forma experimental y se determinan con esta expresión:

$$\Delta P \text{ (Pa)} = K \cdot \rho \cdot \frac{c^2}{2}$$

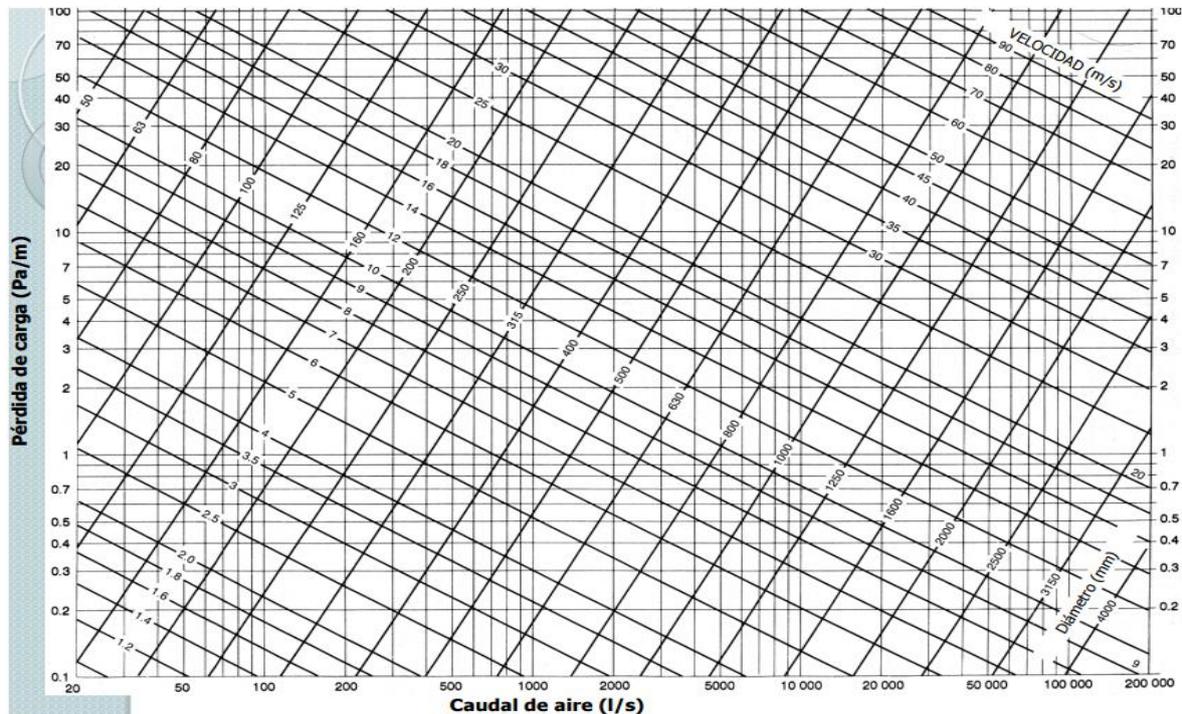
dónde: K es el factor de forma de la singularidad (codos, derivaciones, transformaciones, etc).
 c es la velocidad del aire en el conducto en m/s.

El dimensionado de la red de conductos de impulsión y retorno se realizará por el *método de pérdida de carga constante*.

El procedimiento consiste en elegir una velocidad inicial, en función de la restricción por nivel de ruido en el conducto principal. Una vez elegida esta velocidad, y partiendo del caudal de aire total a suministrar, se determina la pérdida de carga unitaria que debe mantenerse constante en todos los conductos.

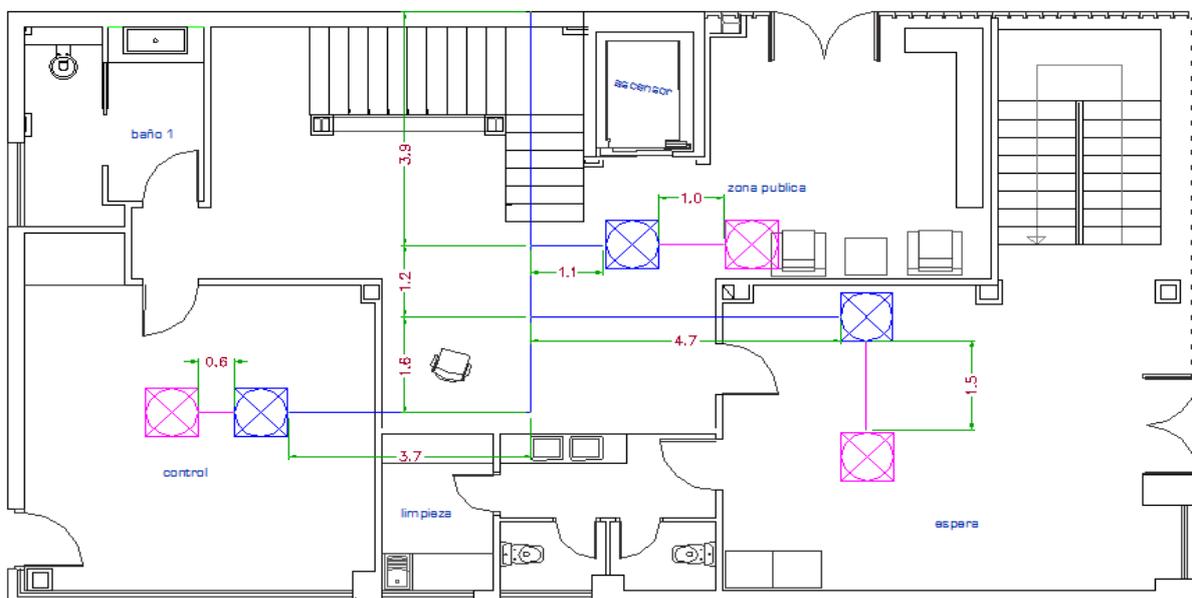
Debido a que en el edificio del presente proyecto los conductos de aire se derivan directamente desde los fancoils hacia los difusores, el cálculo de los mismos se simplificará, al no existir pérdidas por singularidades (codos, contracciones, etc.) ni pérdidas por recuperación estática en las derivaciones de los conductos.

Para dimensionar los conductos del tramo principal, se determina la pérdida de presión de línea de cada uno de los conductos. Finalmente con la ayuda del gráfico que se muestra a continuación, se determinará la sección de cada tramo de cada local, considerando como condición inicial una pérdida de carga de 1 Pa/m en cada uno de los conductos, la cual se modificará luego según el diámetro nominal elegido.

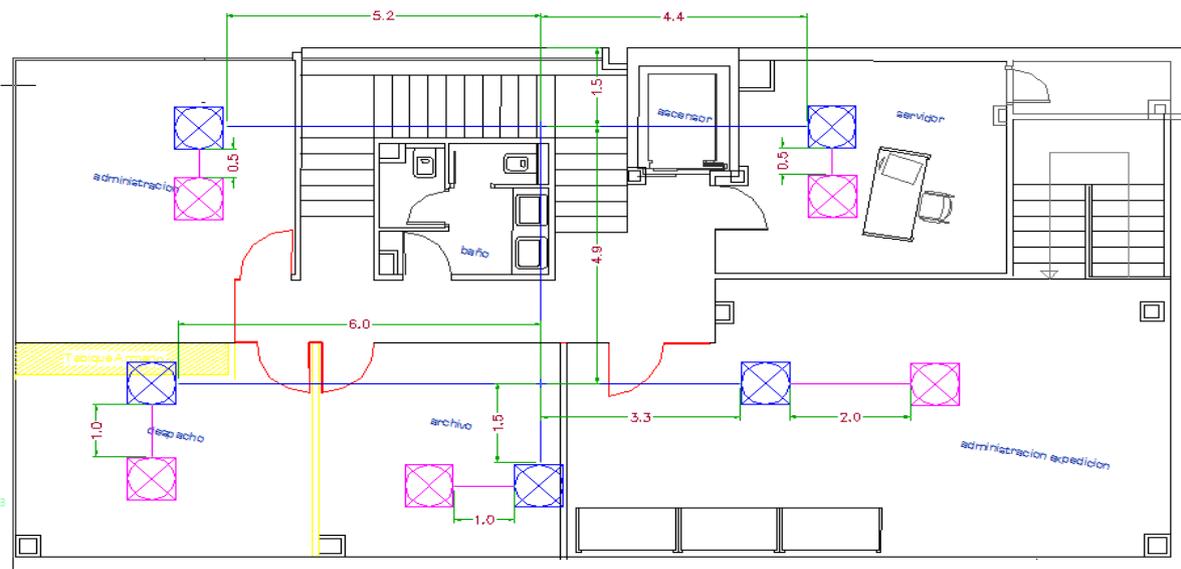


Finalmente, a continuación se muestran las tuberías de conductos y las unidades terminales de cada local (en color rosa), además de la tabla con las características principales de los diferentes conductos de aire que se han diseñado para cada local:

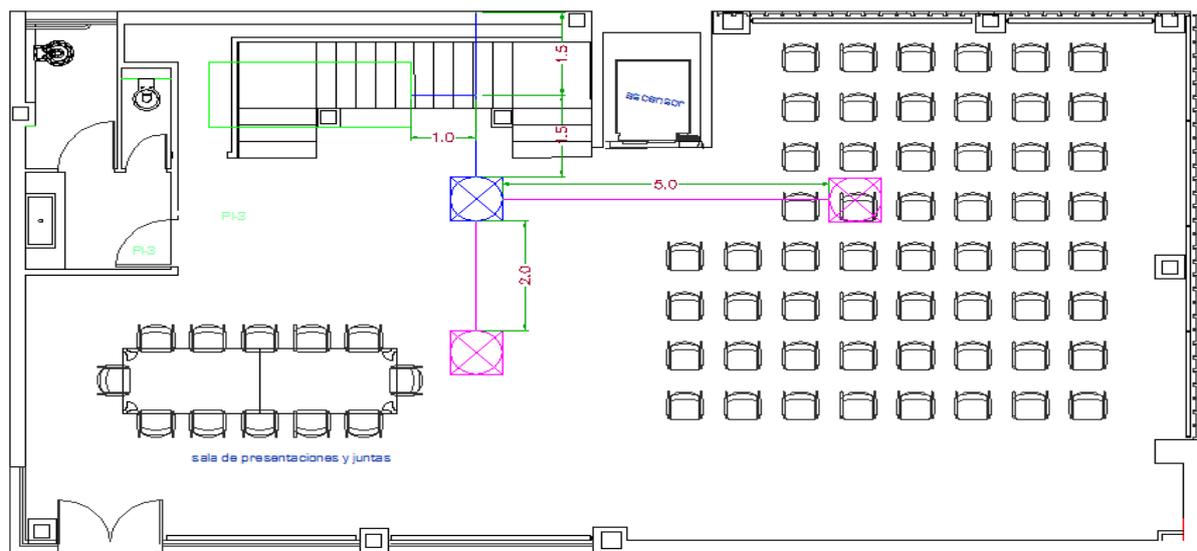
PLANTA BAJA



PRIMERA PLANTA



SEGUNDA PLANTA

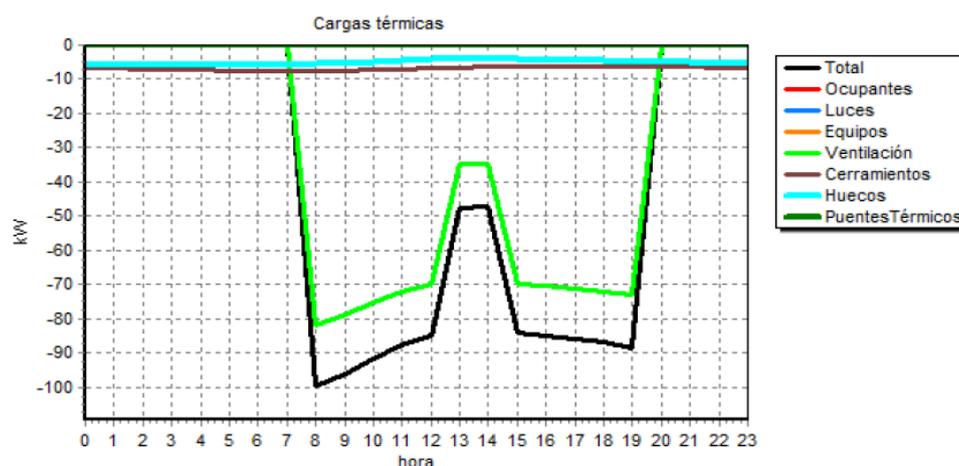


Tramo	L (m)	Q (l/s)	ΔP (Pa/m)	D (m)	v (m/s)	Pérdidas de línea (Pa)
Zona pública	1,0	624,75	0,7	0,4	4,97	0,7
Control	0,6	120,50	1,0	0,2	3,83	0,6
Espera	1,5	497,37	1,5	0,315	6,38	2,25
Administración general	0,5	327,30	0,65	0,315	4,20	0,325
Despacho	0,5	107,32	0,8	0,2	3,41	0,4
Archivo	2,0	37,58	1,1	0,125	3,06	2,2
Administración expedición	1,0	151,49	1,2	0,2	4,82	1,2
Servidor	1,0	55,01	0,7	0,16	2,73	0,7
Sala de presentaciones 1	2,0	820,33	1,1	0,4	6,52	2,2
Sala de presentaciones 2	5,0	820,33	1,1	0,4	6,52	5,5

8. CÁLCULO DE EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR

Según los cálculos expuestos en los apartados anteriores, para la climatización del edificio del presente proyecto se ha elegido una enfriadora condensada por aire con compresores Scroll para la refrigeración y un equipo de microgeneración junto con una caldera de apoyo para la calefacción del edificio. El equipo de microgeneración se encargará de abastecer la demanda energética calorífica mínima del edificio, la cual se produce durante el mediodía, de forma que la caldera de apoyo solo se pondrá en funcionamiento cuando las necesidades térmicas del edificio lo necesiten.

En la gráfica, se puede apreciar que entre las 12-15 horas de la tarde, se produce una bajada de demanda energética dentro de las instalaciones, de forma que durante ese tiempo, sólo estará en funcionamiento el equipo de microgeneración aportando los 40-50 kW necesarios al edificio. Una vez transcurrido este tiempo, la caldera de apoyo se pondrá en funcionamiento de nuevo para ayudar a abastecer la demanda energética de calefacción del edificio durante el resto del día.



Así pues, en las siguientes tablas se muestran las características principales de los equipos de producción de frío y calor escogidos:

Equipo: Unidad de microgeneración	
Fabricante/Modelo: SenerTec Dachs Pro20	
Número de unidades: 1	
Dimensiones: 890 mm x 541 mm x 574 mm	Peso: 80 kg
Tipo: Caldera de condensación	
Temperatura máxima del fluido: 85°C	
Presión de servicio: 4 bar	
Potencia nominal 50/30°C: 77.8 kW	Potencia nominal 80/60°C: 69.9 kW
Rendimiento al 100% 50/30°C: 97.2 kW	Rendimiento al 100% 80/60°C: 108.2 kW
Tipo de combustible: gas natural	

Equipo: Caldera de gas	
Fabricante/Modelo: Ygnis Varfree 70	
Número de unidades: 1	
Dimensiones: 1510 mm x 730 mm x 1045 mm	Peso: 765 kg
Motor: VW 2.0 litre, 4 cilindros a gas natural	Emisiones de CO₂: 38 mg/Nm ³
Combustible: Gas natural	Presión: 18-25 mbar
Potencia eléctrica: 19,2 kW	Eficiencia eléctrica: 29,6%
Potencia térmica: 42 kW	Eficiencia térmica: 70%
Nivel sonoro: 48 dB	

Equipo: Enfriadora de agua		
Fabricante/Modelo: DAIKIN EWYQ-BAWP 64		
Número de unidades: 1		
Dimensiones: 1685 mm x 2980 mm x 780 mm	Peso: 730 kg	
Número de compresores y tipo: 6 compresores Scroll herméticamente cerrados		
Tipo de refrigerante: R-410A	Carga: 19,2 kg	
Nivel sonoro: 83 dB		
	Frío	Calor
Capacidad nominal:	62,3 kW	63,7 kW
Consumo eléctrico:	27,4 kW	21,7 kW
EER: 2,27	COP: 2,94	

9. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES TERMINALES

9.1. SELECCIÓN DE UNIDADES TERMINALES DE AGUA (FANCOILS)

Las unidades terminales de tratamiento de aire se diseñarán según la demanda térmica máxima del local o zona en el que se sitúen.

Las unidades de terminales de agua que se van a emplear van a ser fancoils, y estos se han dimensionado a partir del régimen con una potencia térmica más alta en cada uno de los locales, calculándose el caudal de aire para satisfacer las demandas máximas de calor latente y calor sensible de los locales servidos. Dicho caudal de aire se ha calculado anteriormente, al igual que las cargas térmicas.

Una vez se ha calculado el caudal de aire necesario, y teniendo en cuenta la pérdida de carga total para cada zona obtenida en la red de conductos y las unidades terminales en los apartados anteriores, se han obtenido las siguientes características para los fancoils seleccionados para cada local:

LOCAL	Unidades interiores
PLANTA BAJA	
Zona pública	FWD16
Control	FWB03BT
Zona de espera	FWD12
PRIMERA PLANTA	
Administración general	FWB09BT
Despacho	FWB02BT
Archivo	FWM01D
Administración, expedición	FWB05BT
Servidor	FWM01D
SEGUNDA PLANTA	
Sala de presentaciones	BSW H/BSW V 70

Unidad FWD16	
Descripción	Fancoil de techo (2 tubos)
Cantidad	1
Marca/Modelo	Daikin / FWD16
Potencia frío/calor	16.98 / 20.90 kW
Caudal de aire alto	3133 m ³ /h
Peso (kg)	77
Nivel de ruido (dBA) alto/bajo	78 / 69,4

Unidad FWB03BT	
Descripción	Fancoil de techo (2 tubos)
Cantidad	1
Marca/Modelo	Daikin / FWB03BT
Potencia frío/calor	3.42 / 3.95 kW
Caudal de aire alto/bajo	442 / 180 m ³ /h
Peso (kg)	24
Nivel de ruido (dBA) alto/bajo	58 / 35

Unidad FWD12	
Descripción	Fancoil de techo (2 tubos)
Cantidad	1
Marca/Modelo	Daikin / FWD12
Potencia frío/calor	11.82 / 14.68 kW
Caudal de aire alto	2171 m ³ /h
Peso (kg)	65
Nivel de ruido (dBA) alto/bajo	74 / 60

Unidad FWB09BT	
Descripción	Fancoil de techo (2 tubos)
Cantidad	1
Marca/Modelo	Daikin / FWB09BT
Potencia frío/calor	8.57 / 10.09 kW
Caudal de aire alto/bajo	1183 / 600 m ³ /h
Peso (kg)	45
Nivel de ruido (dBA) alto/bajo	69 / 53

Unidad FWB02BT	
Descripción	Fancoil de techo (2 tubos)
Cantidad	1
Marca/Modelo	Daikin / FWB02BT
Potencia frío/calor	2.84 / 3.59 kW
Caudal de aire alto/bajo	442 / 180 m ³ /h
Peso (kg)	23
Nivel de ruido (dBA) alto/bajo	58 / 35

Unidad FWM01D	
Descripción	Fancoil de techo (2 tubos)
Cantidad	2
Marca/Modelo	Daikin / FWM01D
Potencia frío/calor	1.54 / 2.14 kW
Caudal de aire alto	319 / 178 m ³ /h
Peso (kg)	14
Nivel de ruido (dBA) alto/bajo	45 / 35

Unidad FWB05BT	
Descripción	Fancoil de techo (2 tubos)
Cantidad	1
Marca/Modelo	Daikin / FWB05BT
Potencia frío/calor	5.22 / 6.40 kW
Caudal de aire alto/bajo	825 / 300 m ³ /h
Peso (kg)	31
Nivel de ruido (dBA) alto/bajo	60 / 37

Unidad BSW H/BSW V 70	
Descripción	Fancoil de techo alta presión (2 tubos)
Cantidad	1
Marca/Modelo	Hitecsa / BSW H/BSW V 70
Potencia frío/calor	50.6 / 60.9 kW
Caudal de aire	9250 m ³ /h
Peso (kg)	192
Nivel de ruido (dBA)	72,4

9.2. SELECCIÓN DE UNIDADES TERMINALES DE AIRE (DIFUSORES Y REJILLAS)

Las diferentes unidades terminales de aire persiguen la correcta distribución del aire en los locales de forma que se consigan alcanzar las condiciones térmicas deseadas con el mínimo de molestias posible provocadas por ruidos o velocidades excesivas de aire.

Para la selección de las unidades terminales partiremos de los valores de demandas térmicas obtenidos anteriormente y se ha tenido en cuenta el procedimiento de selección recomendado por ASHRAE.

9.2.1. DIFUSORES Y REJILLAS DE IMPULSIÓN

Los difusores de impulsión son los elementos de la instalación a los que les llega el aire a través de los conductos de impulsión. Estos elementos impulsan el aire a cada uno de los ambientes a tratar, a las temperaturas y velocidades requeridas.

Las unidades de impulsión presentan restricciones en cuanto a la velocidad de salida. En la tabla mostrada a continuación, se observa que para el caso de oficinas particulares, los valores de la velocidad de salida deben oscilar entre 2,5 y 4 m/s.

Aplicación	Velocidad (m/s)
Estudios de radiodifusión	1.5 ÷ 2.5
Residencias	2.5 ÷ 4
Apartamentos	2.5 ÷ 4
Iglesias	2.5 ÷ 4
Dormitorios (hotel)	2.5 ÷ 4
Teatros	2.5 ÷ 4
Oficinas particulares	2.5 ÷ 4
Salas de cine	5
Oficinas públicas	5 ÷ 6.5
Almacenes comerciales	7.5 ÷ 10

Además, también habrá restricciones en lo que respecta al nivel sonoro máximo admisible, el cual deberá ser como máximo de 45 dBA según la siguiente tabla.

Tipo de local	Valores máximos de niveles sonoros en dBA	
	Día	Noche
Administrativo y de oficinas	45	●
Comercial	55	●
Cultural y religioso	40	●
Docente	45	●
Hospitalario	40	30
Ocio	50	●
Residencial	40	30
Viviendas		
Piezas habitables excepto cocina	35	30
Pasillos, aseos y cocinas	40	35
Zonas de acceso común	50	40
Espacios comunes: vestíbulos, pasillos	50	●
Espacios de servicio: aseos, cocinas, lavaderos	55	●

Para la impulsión del aire en los diferentes locales del edificio de oficinas, se han seleccionado difusores cuadrados rotacionales de alta inducción con deflectores orientables, todos ellos fabricados en aluminio extruido acabado en blanco con aletas de plástico.

Además, para la sala de presentaciones y juntas y aquellos locales con una menor demanda de caudal de aire, se ha optado por seleccionar rejillas de impulsión de simple deflexión fabricadas igualmente en aluminio extruido.

Los difusores se han dimensionado según los caudales de aire de impulsión y tienen las siguientes características:

Lugar de la instalación	Zona pública
Marca y modelo	AIRFLOW DFR-FCU-RR 60
Nº de ranuras	60
Cantidad	1
Tipo	Difusor cuadrado rotacional de ranura radial
Caudal (m³/h)	700
Perdida de presión (Pa)	10
Potencia sonora (dB(A))	24
Velocidad efectiva (m/s)	4
Area efectiva (m²)	0,049
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	1,7

Lugar de la instalación	Control y despacho
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE IH 200 x 100
Sección	200 x 100
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de impulsión simple deflexión
Caudal (m³/h)	150
Perdida de presión (Pa)	13
Potencia sonora (dB(A))	< 20
Velocidad efectiva (m/s)	3,6
Area efectiva (m²)	0,012
Alcance para velocidad máx. de 0,5 m/s (m)	5,4

Lugar de la instalación	Espera
Marca y modelo	AIRFLOW DFR-FCU-RR 48
Nº de ranuras	48
Cantidad	1
Tipo	Difusor cuadrado rotacional de ranura radial
Caudal (m³/h)	500
Perdida de presión (Pa)	8
Potencia sonora (dB(A))	24
Velocidad efectiva (m/s)	3,6
Area efectiva (m²)	0,039
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	1,4

Lugar de la instalación	Administración general
Marca y modelo	AIRFLOW DFR-FCU-RR 36
Nº de ranuras	36
Cantidad	1
Tipo	Difusor cuadrado rotacional de ranura radial
Caudal (m³/h)	400
Perdida de presión (Pa)	9
Potencia sonora (dB(A))	25
Velocidad efectiva (m/s)	3,8
Area efectiva (m²)	0,029
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	1,2

Lugar de la instalación	Archivo y servidor
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE IH 200 x 100
Sección	200 x 100
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de impulsión simple deflexión
Caudal (m³/h)	100
Perdida de presión (Pa)	6
Potencia sonora (dB(A))	< 20
Velocidad efectiva (m/s)	2,4
Area efectiva (m²)	0,012
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	3,6

Lugar de la instalación	Administración, expedición
Marca y modelo	AIRFLOW DFR-FCU-RR 20
Nº de ranuras	20
Cantidad	1
Tipo	Difusor cuadrado rotacional de ranura radial
Caudal (m³/h)	200
Perdida de presión (Pa)	7
Potencia sonora (dB(A))	< 20
Velocidad efectiva (m/s)	3,4
Area efectiva (m²)	0,016
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	0,8

Lugar de la instalación	Sala de presentaciones y juntas
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE IH 500 x 200
Sección	500 x 200
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de impulsión simple deflexión
Caudal (m³/h)	1000
Perdida de presión (Pa)	16
Potencia sonora (dB(A))	27
Velocidad efectiva (m/s)	4
Area efectiva (m²)	0,068
Alcance para velocidad máx. de 0,25 m/s (m)	14,9

9.2.2. REJILLAS DE RETORNO

Las rejillas de retorno o recirculación de aire empleadas han sido elegidas de acuerdo con el caudal de retorno de las diferentes zonas a climatizar con unidades de conductos. A continuación se detallan las rejillas de retorno seleccionadas:

Lugar de la instalación	Zona pública
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 600 x 200
Sección	600 x 200
Cantidad	1
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	700
Perdida de presión (Pa)	5
Potencia sonora (dB(A))	27
Velocidad efectiva (m/s)	3,5
Area efectiva (m²)	0,056

Lugar de la instalación	Control y despacho
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 200 x 150
Sección	200 x 150
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	150
Perdida de presión (Pa)	4
Potencia sonora (dB(A))	19
Velocidad efectiva (m/s)	3,3
Area efectiva (m²)	0,012

Lugar de la instalación	Espera
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 400 x 200
Sección	400 x 200
Cantidad	1
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	500
Perdida de presión (Pa)	5
Potencia sonora (dB(A))	27
Velocidad efectiva (m/s)	3,7
Area efectiva (m²)	0,038

Lugar de la instalación	Administración general
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 500 x 150
Sección	500 x 150
Cantidad	1
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	400
Perdida de presión (Pa)	4
Potencia sonora (dB(A))	23
Velocidad efectiva (m/s)	3,2
Area efectiva (m²)	0,034

Lugar de la instalación	Archivo y servidor
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 200 x 100
Sección	200 x 100
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	100
Perdida de presión (Pa)	5
Potencia sonora (dB(A))	18
Velocidad efectiva (m/s)	3,4
Area efectiva (m²)	0,008

Lugar de la instalación	Administración, expedición
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE RH 200 x 200
Sección	200 x 200
Cantidad	1
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	200
Perdida de presión (Pa)	4
Potencia sonora (dB(A))	20
Velocidad efectiva (m/s)	3,3
Area efectiva (m²)	0,017

Lugar de la instalación	Sala de presentaciones y juntas
Marca y modelo	AIRFLOW SERIE IH 600 x 300
Sección	600 x 300
Cantidad	2
Tipo	Rejilla de retorno simple deflexión lama hor.
Caudal (m³/h)	900
Perdida de presión (Pa)	4
Potencia sonora (dB(A))	25
Velocidad efectiva (m/s)	3
Area efectiva (m²)	0,084

9.2.3. REJILLAS DE TOMA DE AIRE EXTERIOR

La rejilla de toma de aire exterior a instalar consistirá en una compuerta de igual dimensión que el conducto al que se conecta.

9.2.4. REJILLAS DE EXTRACCIÓN

Para los aseos se han seleccionado extractores tipo Energy 100 o Super 100 de France Air capaces de evacuar un caudal de 75 m³/h, con conexión a conducto de 100 mm de diámetro.

Lugar de la instalación	Aseos
Marca y modelo	FRANCE AIR ENERGY 100
Alimentación	Mono 230 V – 50 Hz
Consumo (W)	20
Tipo	Extractor aseo
Caudal (m³/h)	75

3. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES	3
1. Campo de aplicación	3
2. Alcance de la instalación	3
3. Conservación de las obras	3
4. Recepción de unidades de obra	4
5. Normas y ejecución y selección de características para los equipos y materiales	4
6. Especificaciones generales	6
6.1. Aspectos técnicos	6
7. Especificaciones mecánicas	9
7.1. Equipos de producción de frío y calor.....	9
7.2. Elementos emisores.....	10
7.3. Otros elementos	12
7.4. Conexiones a aparatos	15
7.5. Canalizaciones.....	15
7.6. Distribución del aire.....	20
7.7. Aislamientos térmicos	24
7.8. Elementos antivibratorios.....	26
8. Materiales empleados en la instalación	27
9. Libro de órdenes	28
10. Condiciones de empresa instaladora	28
10.1. Empresa instaladora	28
10.2. Instalador autorizado.....	28
11. Pruebas finales a la certificación final de obra	28
12. Operaciones de mantenimiento, documentación y libro de mantenimiento	31
12.1. Generalidades	31
12.2. Obligatoriedad del mantenimiento	31
12.3. Operaciones de mantenimiento	31
12.4. Registro de las operaciones de mantenimiento.....	32
13. Ensayos y recepción, recepciones de obra y garantías	33
13.1. Ensayos.....	33
13.2. Recepción provisional	33
13.3. Recepción definitiva y garantía	34

PLIEGO DE CONDICIONES

1. CAMPO DE APLICACIÓN

El presente pliego de condiciones será de aplicación a la instalación objeto del presente proyecto en cumplimiento con el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas Complementarias (IT), con el objeto de conseguir una instalación para uso racional de la energía tanto en sus consideraciones económicas como de protección del medio ambiente.

2. ALCANCE DE LA INSTALACIÓN

La instalación objeto del presente proyecto tiene por alcance satisfacer las demandas para bienestar térmico e higiene del edificio para el cual se proyecta, en función de las características particulares del edificio.

3. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Durante el almacenamiento de los materiales de la instalación y una vez instalados, proteger todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse de pinturas antioxidantes, grasas o aceites que deberán ser eliminados en el momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

Durante el curso de montaje de las instalaciones se deberán evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajo efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos, materiales aislantes, etc.

Así mismo al final de la obra, se deberán limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control, cuadros eléctricos, etc, dejándolos en perfecto estado.

4. RECEPCIÓN DE UNIDADES DE OBRA

La empresa instaladora irá almacenando en un lugar establecido de antemano todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales procederán de fábrica convenientemente embalados al objeto de protegerlos contra los agentes climáticos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.

Los embalajes de componentes pesados o voluminosos dispondrán de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con la debida seguridad y corrección.

Externamente al embalaje y en lugar visible se colocarán etiquetas que indiquen inequívocamente el material contenido en su interior.

A la llegada a la obra, se comprobará que las características técnicas de todos los materiales corresponden con las especificadas en el proyecto.

5. NORMAS Y EJECUCIÓN Y SELECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS PARA LOS EQUIPOS Y MATERIALES

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conducente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se les puede atribuir, siguiendo en general, las instrucciones de los fabricantes de maquinaria. La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería.

El montaje de la instalación se ajustará a los planos y condiciones del proyecto. Cuando en la obra sea necesario hacer modificaciones en estos planos o condiciones se solicitará el permiso del director de obra. Igualmente, la sustitución por otros de los apartados indicados en el proyecto y oferta deberá ser aprobada por el director de la obra.

Durante la instalación de la maquinaria, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo. Una vez terminado el montaje se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto exterior como interiormente. La limpieza interior de radiadores, baterías, calderas, enfriadores, etc, se realizará con disoluciones químicas para eliminar principalmente el aceite y la grasa. Todas las válvulas, motores, aparatos, etc, se montarán de forma que sean fácilmente accesibles para su conservación o sustitución a fin de facilitar su mantenimiento. Los envoltentes metálicos o protecciones se asegurarán firmemente pero al mismo tiempo serán fácilmente desmontables. Su construcción y sujeción será tal que no se produzcan vibraciones o ruidos molestos.

Las conducciones estarán identificadas mediante colores normalizados UNE con identificación del sentido de flujo que circula por ellas.

Todas las bancadas de aparatos en movimiento se proyectarán provistas de un amortiguador elástico que impida la transmisión de vibraciones a la estructura.

La ejecución de la instalación objeto del presente proyecto deberá ser efectuada por una empresa instaladora registrada de acuerdo con lo especificado en la disposición transitoria segunda de la Introducción del RITE “Empresas Instaladoras y mantenedoras autorizadas”.

Las normas de ejecución que se indican en el presente pliego de condiciones deberán entenderse como exigencia de que todos los trabajos de montaje, pruebas y limpieza se realicen correctamente, de forma que la instalación a su entrega cumpla con todos los requisitos que señala el capítulo 2 del RITE.

Será responsabilidad de la empresa instaladora el cumplimiento de las buenas prácticas sobre la ejecución y montaje de la instalación.

Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en la instalación objeto del presente proyecto deberán cumplir con las prescripciones que se indican en el artículo 18 del capítulo III del RITE.

Los equipos y materiales cumplirán todas las normas vigentes y que les sean de aplicación, debiendo los que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevar el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente.

Todos los productos deberán cumplir los requisitos establecidos en las medidas de ejecución que les resulten de aplicación de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 22187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

La certificación de conformidad de los equipos y materiales, con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

6. ESPECIFICACIONES GENERALES

En esta especificación se recogen las características exigibles a los materiales y equipos utilizados en las instalaciones de Climatización en cuanto a criterios de seguridad, fiabilidad, rendimiento y protección del medio ambiente.

Contempla esta especificación aquellos servicios, obras y elementos auxiliares que son comunes a las mencionadas instalaciones.

6.1. ASPECTOS TÉCNICOS

Se recogen a continuación las prescripciones comunes a todos los elementos y equipos que componen las instalaciones de Climatización.

Comunes relativos a seguridad y sanidad

- En general todo material y equipo estará construido de forma que se garantice, debidamente, la seguridad de las personas, del edificio y de las otras instalaciones que pudieran ser afectadas por su funcionamiento o por un fallo del mismo, así como la salubridad del ambiente interior y exterior al que dicho equipo o material pueda afectar.
- No obstante estas normas, los equipos y materiales deberán cumplir aquellas otras prescripciones que los reglamentos de carácter específico ordenan.
- Los materiales y equipos utilizados para la configuración de circuitos hidráulicos, deberán soportar, sin deformación, goteos o exudaciones, una presión hidrostática igual a 1,5 veces la presión nominal, con un mínimo de 400 kpa.
- Todos los materiales que intervienen en la construcción de un equipo deberán ser adecuados a las temperaturas y presiones a las que su funcionamiento normal, e incluso extraordinario por avería, pueda someterlos.
- Todos los materiales que intervienen en la instalación de acondicionamiento de aire, tendrán un grado de reacción al fuego M1 o M0.
- Los materiales que por su funcionamiento estén en contacto con el agua o el aire húmedo presentarán una resistencia a la corrosión que evite un envejecimiento o deterioro prematuro.
- Las instalaciones eléctricas de los equipos deberán cumplir el reglamento de baja tensión, estando todas sus partes suficientemente protegidas para evitar cualquier riesgo de accidente para las personas encargadas de su funcionamiento y el de la instalación.
- Las partes móviles de las máquinas que sean accesibles desde el exterior de las mismas, estarán debidamente protegidas.

Comunes relativos a fiabilidad y duración

- En general todo material y equipo estará construido de acuerdo con las normas específicas que le sean aplicables y de tal forma que se garantice la permanencia inalterable de sus características y prestaciones durante toda su vida útil. A este objeto, su diseño, construcción y equipamiento auxiliar deberá ser el adecuado para garantizar el cumplimiento de las prescripciones siguientes:
- Los puntos de engrase, ajuste, comprobación y puesta a punto serán fácilmente accesibles desde el exterior del equipo, sin necesidad de mover el equipo de su lugar de instalación ni desconectarlo del circuito de fluido al que pertenezca. Las cubiertas, carcassas o protecciones que para el mantenimiento fuera necesario mover, estarán fijadas en su posición mediante dispositivos que permitan las maniobras de desmontar y montar con facilidad, sin herramientas especiales y tantas veces como sea necesario sin sufrir deterioro.
- No se emplearán para la sujeción de estas protecciones tornillo rosca-chapa, ni con cabeza ranurada. La colocación de cubiertas, tapas y cierres estará diseñada de tal forma que físicamente solo sea posible su colocación en la manera correcta.
- El fabricante de todo equipo deberá garantizar la disponibilidad de repuestos necesarios durante la vida útil del equipo. Junto con los documentos técnicos del equipo, se exigirá una lista de despiece, con esquema de despiece referenciado numéricamente, de tal forma que cualquier pieza de repuesto necesaria sea identificable fácilmente.
- Junto a la documentación técnica del equipo se entregará por el fabricante, normas e instrucciones para el mantenimiento preventivo del equipo, así como un cuadro de diagnóstico de averías y puesta a punto.
- Si un determinado equipo requiere más de una intervención manual o automática en una secuencia determinada, para su puesta en marcha o parada, estará diseñado de tal forma que estas acciones sucesivas no puedan ser efectuadas en una secuencia distinta de la correcta, o, en caso de poder serlo, no deberá producirse ningún daño al equipo ni efectuarse la maniobra correspondiente.
- Si para el correcto funcionamiento de una máquina fuera necesario el previo funcionamiento y servicio de otra máquina o sistema de la instalación, la construcción y diseño de la primera será tal que impida su puesta en marcha si no se ha cumplido este requisito.
- Todo equipo estará provisto de las indicaciones y elementos de comprobación, señalización y tarado necesarios para poder realizar con facilidad todas las verificaciones y comprobaciones precisas para su puesta a punto y control de funcionamiento.
- Todo equipo en que deba poder ajustarse y comprobarse la velocidad de rotación llevará un extremo del eje accesible para la conexión del tacómetro.

- Todo equipo en cuyo funcionamiento se modifique la presión de un fluido estará dotado de los manómetros de control correspondientes.
- Todo equipo en cuyo funcionamiento se modifique la temperatura de un fluido estará dotado de los termómetros correspondientes.
- Todo equipo cuyo engrase se realice por un sistema de engrase a presión llevará el correspondiente indicador de la presión de engrase. En caso de disponer de un cárter de aceite, el nivel de aceite será fácilmente comprobable.
- Los anteriores dispositivos de control y temperaturas llevarán una indicación de los límites de seguridad de funcionamiento.

Comunes relativos al rendimiento energético

- El rendimiento de cualquier máquina componente de una instalación de aire acondicionado será el indicado por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia del tres por cien ($\pm 3\%$).
- Las condiciones de ensayo se especificarán en cada caso.
- La eficiencia de intercambio de cualquier equipo, recuperador o intercambiador, será la indicada por el fabricante en su documentación técnica con una tolerancia del cinco por ciento (5%).
- Los rendimientos y la eficiencia de todos los equipos cumplirán lo establecido para ellos en el Reglamento con el fin de racionalizar el consumo energético.
- Las pérdidas de presión en las conducciones de fluidos deberán limitarse todo lo posible, con el objeto de reducir el consumo de bombas y ventiladores.
- En las conducciones de agua, las pérdidas de carga se limitarán al máximo, disminuyendo la velocidad del agua en las tuberías, sin pasar del límite mínimo necesario para garantizar el arrastre de aire.
- Ningún equipo podrá desprender en su funcionamiento gases u olores desagradables o nocivos, sin estar debidamente controlados y canalizados para su adecuada evacuación.
- El funcionamiento de cualquier equipo no producirá vibraciones desagradables o que puedan afectar al edificio y el nivel de ruido producido estará en los límites establecidos para que en el espacio habitable no se sobrepasen los valores indicados para cada caso, según su uso del RITE.

7. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

7.1. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR

CONDICIONES GENERALES:

Los equipos de producción son los generadores de frío y calor que transportados en agua o salmuera alimenta las baterías de los elementos emisores: climatizadores.

Se componen, al menos, de: condensador, evaporador, circuito frigorífico, compresor y controles automáticos con su panel.

Se suministrarán con la carga inicial de refrigerante.

Dichos equipos deberán cumplir lo que a este respecto especifique el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

DOCUMENTACIÓN:

Los fabricantes o distribuidores de estos equipos deberán aportar la siguiente documentación:

- a) Potencia frigorífica útil total para diferentes condiciones de funcionamiento, incluso con las potencias nominales absorbidas en cada caso.
- b) Coeficiente de eficiencia energética para diferentes condiciones de funcionamiento y, para plantas enfriadoras de agua, incluso a cargas parciales.
- c) Límites extremos de funcionamiento admitidos.
- d) Tipo y características de la regulación de capacidad.
- e) Clase y cantidad de refrigerante.
- f) Presiones máximas de trabajo en las líneas de alta y baja presión de refrigerante.
- g) Exigencias de la alimentación eléctrica y situación de la caja de conexión.
- h) Caudal de fluido secundario en el evaporador, pérdida de carga y otras características del circuito secundario.
- i) Caudal del fluido de enfriamiento del condensador, pérdida de carga y otras características del circuito.
- j) Exigencias y recomendaciones de instalación: espacios de mantenimiento, situación y dimensión de acometidas, etc.

- k) Instrucciones de funcionamiento y mantenimiento.
- l) Dimensiones máximas del equipo.
- m) Nivel máximo de potencia acústica ponderado A Lwa, en decibelios, determinado según UNE 74105.
- n) Pesos en transporte y en funcionamiento.
- o) Temperaturas máxima y mínima de condensación admisibles.
- p) Diámetros de las conexiones al evaporador y condensador remotos, en su caso.
- q) En unidades de condensación por agua: presión máxima de trabajo en el condensador y diámetro y situación de las acometidas del agua.
- r) En unidades de condensación por aire características de ventiladores y motores.
- s) En unidades de absorción: fluido portador de calor y consumo.

7.2. ELEMENTOS EMISORES

Llamamos elementos emisores, a aquellas unidades cuya misión es producir un intercambio térmico desde el circuito hidráulico o frigorífico al aire, e impulsar éste. Además podrán tener otras funciones de tratamiento del aire tales como: filtrado, humectación, deshumectación, mezcla, etc.

CLIMATIZADORES:

Generalidades

Consideramos aquí los equipos terminales de las instalaciones de Acondicionamiento de Aire que se instalan en los locales acondicionados, modifican las condiciones termohidrométricas del ambiente mediante la acción de una o dos baterías que reciben de una central el agua caliente o enfriada para su funcionamiento.

La circulación del aire por las baterías se produce por la acción de un ventilador que forma parte del equipo.

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

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

Los cojinetes del motor y ventilador serán autolubrificantes sin necesidad de mantenimiento posterior.

Los motores eléctricos dispondrán del mecanismo necesario para su arranque.

El equipo tendrá prevista una conexión a la red de tierra del edificio. La batería estará dotada de purgadores manuales. La bandeja de condensado tendrá una conexión de desagüe de al menos tres cuartos de pulgada ($\frac{3}{4}$ ").

Elementos constitutivos

Los climatizadores estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Envoltente con paneles tipo sandwich.
- Baterías de intercambio térmico agua-aire
- Ventilador y filtro de aire
- Conexiones de alimentación de agua.
- Conexiones de alimentación eléctrica.
- Bandeja de recogida de condensado con drenaje.
- Paneles de cerramiento con aislamiento acústico.
- Placa de identificación.

Instalación

Los climatizadores no podrán estar situados en la propia Sala de Máquinas, debiendo existir necesariamente una separación física entre ésta y el local donde se encuentre el climatizador.

La distancia entre la parte inferior de los tubos de aletas del climatizador y la parte inferior de la abertura de entrada de aire deberá ser de quince centímetros (15 cm).

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

Si la unidad va colocada en un nicho, la placa frontal tendrá cubrejuntas para cubrir la junta entre ésta y la pared.

Se evitará que circule aire entre la chapa posterior y la pared, para lo cual se rellenará, al menos en los laterales y parte superior, este espacio.

Control y regulación

La regulación de la capacidad frigorífica de un climatizador se podrá realizar actuando sobre el caudal de agua suministrado a la tubería mediante válvula automática todo-nada o modulante.

Información Técnica

El fabricante suministrará la documentación técnica correspondiente con la siguiente información:

- Denominación, tipo y tamaño.
- Caudal de aire del ventilador.
- Potencia frigorífica total, en función de la temperatura y caudal del agua fría y de las condiciones higrométricas del aire a la entrada, para cada velocidad del ventilador.
- Consumo del ventilador.
- Nivel de ruido de presión sonora en dB(A) para un local tipo. Serán de aplicación en este punto, todo lo expuesto en el apartado extractores, con referencia a los niveles de ruido y pruebas relativas a ellos.
- Características de la corriente eléctrica necesaria.
- Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- Limitación de presión hidráulica.

7.3. OTROS ELEMENTOS

EXTRACTORES DE AIRE

Son equipos que sirven para extraer aire de un local permitiendo de esta forma la correcta renovación del aire ambiental.

Existirá un sistema para ajustar la velocidad del ventilador y la tensión de las correas.

Todas las compuertas, motorizadas o no, permitirán el accionamiento manual.

Para caudales superiores a 20000 m³/h, los filtros de baja eficacia EU4 (en caso de que deban de ser instalados) se dispondrán en forma de V.

El nivel de ruido producido por el extractor será, en cualquier caso inferior a 45 NC a una distancia de 2 m.

Materiales

Los extractores serán construidos en chapa galvanizada con un espesor no inferior a cero como ocho milímetros (0,8 mm), según el tipo de construcción.

Los paneles serán tipo sandwich de 35 mm ejecución a base de lana de roca de alta densidad incombustible (ejecución A-1 según DIN 4102) entre dos chapas de acero galvanizado.

El interior de los paneles estará tratado de forma que no se desprendan partículas de material aislante y que no se produzca corrosión en ninguno de sus componentes.

Los materiales constitutivos de un extractor serán incombustibles.

Los ventiladores estarán dinámica y estáticamente equilibrados.

Elementos constitutivos

Los componentes mínimos de un extractor son los siguientes:

- Envoltente con paneles desmontables.
- Aislamientos de la envoltente incorporados en los paneles.
- Ventilador con motor, soportes antivibratorio y acoplamiento.
- Acoplamiento elástico a la salida del ventilador (si es conducida).
- Elementos de soporte o cuelgue.

Opcionalmente, incluirán:

- Filtro de aire.
- Sistema de recuperación de calor.
- Compuertas motorizadas.

Instalación

Los extractores no podrán estar situados en la sala de máquinas de producción debiendo existir, necesariamente, una separación física entre ésta y el local donde se encuentre el climatizador.

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

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

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

Información técnica

El fabricante deberá suministrar:

- Descripción, componentes y designación.
- Curvas características del ventilador.
- Pérdidas de presión en el circuito del aire, en función del caudal.
- Características y eficiencias del filtro de aire (si existe).
- Presión total disponible a la salida del extractor.
- Velocidad de salida del aire en la boca del ventilador.
- Dimensiones, pesos y cotas de conexiones.
- Características de la corriente eléctrica de alimentación del motor.
- Niveles de ruido del conjunto del extractor. Se adjuntará certificado de mediciones realizadas por laboratorio homologado en número y tipo suficientes para comprobar que se cumplen todos los valores detallados en el apartado de Condiciones Particulares. En cualquier caso, se adjuntará el nivel de potencia sonora total.

De creerlo oportuno, la Dirección Facultativa podrá exigir que se realicen las mediciones con cada extractor a instalar bajo las condiciones que estime convenientes, en el punto de destino y previamente a la colocación en obra. Los gastos derivados de dichas pruebas correrán por cuenta del Contratista.

El número y tipo de mediciones a realizar, serán las que se consideren suficientes para comprobar la veracidad de todos los datos relativos a nivel de ruidos que se especifiquen en el presente Pliego.

Se considerará condición de rechazo, desviaciones superiores a 0.2 dB(A) en los valores obtenidos frente a los especificados en el presente Pliego.

- Pérdidas de presión en el recuperador, si contase con este equipo.

7.4. CONEXIONES A APARATOS

GENERALES:

Las conexiones de los aparatos y equipos a las redes de tuberías se harán de forma que no exista interacción mecánica entre aparato y tubería, exceptuando las bombas en línea y no debiendo transmitirse al equipo ningún esfuerzo mecánico a través de la conexión procedente de la tubería.

Toda la conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

7.5. CANALIZACIONES

NORMAS GENERALES:

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

La holgura entre tuberías o entre éstas y los paramentos, una vez colocado el aislamiento necesario, no será inferior a 3 cm.

La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del director de la obra de edificación.

Cuando la instalación esté formada por varios circuitos parciales, cada uno de ellos se equipará del suficiente número de válvulas de regulación y corte para poderlo equilibrar y aislar sin que se afecte el servicio del resto.

CURVAS:

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamientos y otras deformaciones en su sección transversal.

Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

En los tubos de acero soldado las curvas se harán de forma que las costuras queden en la fibra neutra de la curva. En caso de que existan una curva y una contracurva, situadas en planos distintos, ambas se realizarán con tubo de acero sin soldadura.

En ningún caso la sección de la tubería en las curvas será inferior a la sección en tramo recto.

ALINEACIONES:

En las alineaciones rectas, las desviaciones serán inferiores al 2 por mil.

ANCLAJES Y SUSENSIONES:

Los apoyos de las tuberías, en general serán los suficientes para que una vez calorifugados, no se produzcan flechas superiores al 2 por mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, intercambios, bombas, etc.

La sujeción se hará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento tales como curvas.

Cuando, por razones de diversa índole, sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, tales como desplazamientos transversales o giros en uniones, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los elementos de sujeción y de guiado permitirán la libre dilatación de la tubería, y no perjudicarán al aislamiento de la misma.

Las grapas y abrazaderas serán de forma que permitan un desmontaje fácil de los tubos, exigiéndose la utilización de material elástico entre sujeción y tubería.

Existirá al menos un soporte entre cada dos uniones de tubería y con preferencia se colocarán éstos al lado de cada unión de dos tramos de tubería.

Los soportes de madera o alambre serán admisibles únicamente durante la colocación de la tubería, pero deberán ser sustituidos por las piezas indicadas en estas prescripciones.

Los soportes tendrán la forma adecuada para ser anclados a la obra de fábrica o a dados situados en el suelo.

Se evitará anclar la tubería a paredes con espesor menor de 8 cm, pero en el caso de que fuese preciso, los soportes irán anclados a la pared por medio de tacos de madera u otro material apropiado.

Los soportes de las canalizaciones verticales sujetarán la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados colocar o quitar la tubería, con un movimiento incluso perpendicular al eje de la misma.

Cuando exista peligro de corrosión de los soportes de tuberías enterradas, éstos y las guías deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o estar protegidos contra la misma.

La tubería estará anclada de modo que los movimientos sean absorbidos por las juntas de dilatación y por la propia flexibilidad del trazado de la tubería. Los anclajes serán lo suficientemente robustos para resistir cualquier empuje normal.

Los anclajes de la tubería serán suficientes para soportar el peso de las presiones no compensadas y los esfuerzos de expansión.

Los colectores se soportarán debidamente y en ningún caso deben descansar sobre generadores u otros aparatos.

Queda prohibido el soldado de la tubería a los soportes o elementos de sujeción o anclajes.

PASOS POR MUROS, TABIQUES, FORJADOS, ETC.:

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, forjados, etc., se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica. Si la tubería va aislada, no se interrumpirá el aislamiento en el manguito.

Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm de la parte superior de los pavimentos.

UNIONES:

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con objeto de reducir al mínimo el número de uniones.

En las conducciones para agua caliente, las uniones se realizarán por medio de piezas de unión, manguitos o curvas, de fundición maleable, bridas o soldaduras.

Los manguitos de reducción en tramos horizontales serán excéntricos y enrasados por la generatriz superior.

En las uniones soldadas en tramos horizontales, los tubos se enrasarán por su generatriz superior para evitar la formación de bolsas de aire. Antes de efectuar una unión, se repasarán las tuberías para eliminar las rebabas que puedan haberse formado al cortar o atornillar los tubos.

Cuando las uniones se hagan con bridas, se interpondrá entre ellas una junta de amianto.

Las uniones con bridas, visibles, o cuando sean previsibles condensaciones, se aislarán de forma que su inspección sea fácil.

Al realizarse la unión de dos tuberías no se formarán éstas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc.

Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se prohíbe expresamente la ocultación o enterramiento de uniones mecánicas.

TUBERÍAS OCULTAS:

Solamente se autorizan canalizaciones enterradas o empotradas cuando el estudio del terreno o medio que rodea la tubería asegure su no agresividad o se prevea la correspondiente protección contra la corrosión.

No se admitirá el contacto de tuberías de acero con yeso.

Las canalizaciones ocultas en la albañilería, si la naturaleza de ésta no permite su empotramiento, irán alojadas en cámaras ventiladas, tomando medidas adecuadas (pintura, aislamiento con barrera para vapor, etc.), cuando las características del lugar sean propicias a la formación de condensaciones en las tuberías de calefacción, cuando éstas estén frías.

Las tuberías empotradas y ocultas en forjados deberán disponer de un adecuado tratamiento anticorrosivo y estar envueltas con una protección adecuada, debiendo estar suficientemente resuelta la libre dilatación de la tubería y el contacto de ésta con los materiales de construcción.

Se evitará en lo posible la utilización de materiales diferentes en una canalización, de manera que no se formen pares galvánicos. Cuando ello fuese necesario, se aislarán eléctricamente unos de otros, o se hará una protección catódica adecuada.

Las tuberías ocultas en terreno deberán disponer de una adecuada protección anticorrosiva, recomendándose que discurran por zanjas rodeadas de arena lavada o inerte, además del tratamiento anticorrosivo, o por galerías. En cualquier caso deberán preverse los suficientes registros y el adecuado trazado de pendientes para desagües y purga.

TUBERÍAS VISTAS:

Las tuberías que vayan a ir vistas estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre si.

Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximo al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico.

La holgura entre tuberías o entre éstas y los paramentos, una vez colocado el aislamiento, no será inferior a tres centímetros (3 cm).

La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

En ningún momento se debilitará un elemento estructural para poder colocar la tubería, sin autorización expresa del Director de la obra de edificación.

Los apoyos de la tubería, en general, serán los suficientes para que una vez calorifugados no se produzcan flechas superiores al dos por mil, ni ejerzan esfuerzo alguno sobre elementos o aparatos a que estén unidas, como calderas, intercambiadores, bombas, etc.

La sujeción se hará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tubos, dejando libres zonas de posible movimiento, tales como curvas. Cuando por razones de diversa índole, sea conveniente evitar desplazamientos no convenientes para el funcionamiento correcto de la instalación, tales como desplazamientos transversales o giros en uniones, en estos puntos se pondrá un elemento de guiado.

Los elementos de sujeción y de guiado permitirán la libre dilatación de la tubería y no perjudicarán el aislamiento de la misma.

Las grapas y abrazaderas serán de forma que permitan un desmontaje fácil de los tubos, exigiéndose la utilización de material elástico entre sujeción y tubería.

Existirá, al menos, un soporte entre cada dos uniones de tuberías y con preferencia se colocarán éstos al lado de cada unión de los tramos de tubería.

Los soportes tendrán la forma adecuada para ser anclados a la obra de fábrica o a dados situados en el suelo.

Se evitará anclar la tubería a paredes con espesor menor de ocho centímetros (8 cm), pero en el caso de que fuese preciso, los soportes irán anclados a la pared por medio de tacos apropiados.

Los soportes de las canalizaciones verticales sujetarán la tubería en todo su contorno. Serán desmontables para permitir después de estar anclados colocar o quitar la tubería con un movimiento perpendicular al eje de la misma.

REDES DE TUBERÍAS CONSTRUIDAS EN ACERO:

Normativa:

Los tubos de acero negro, soldado o estirado sin soldadura, cumplirán la norma DIN 2440 o DIN 2448 (según especificación en mediciones)

DRENAJES:

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

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

VACIADOS:

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

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

El diámetro mínimo de la tubería de vaciado será el que se indica en el cuadro siguiente, en función de la potencia de la instalación:

TUBERÍA DE VACIADO		
POTENCIA TÉRMICA DE LA INSTALACIÓN (KW)	DIÁMETRO NOMINAL MÍNIMO DE LA TUBERÍA (mm)	
	CALOR	FRIO
$P \leq 50$	20	25
$50 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 500$	32	40
$500 \leq P$	40	50

7.6. DISTRIBUCIÓN DEL AIRE**GENERALIDADES:**

Cualquiera que sea el tipo de conducto, estarán formados por materiales M0 o M1.

Tendrán resistencia suficiente para soportar los esfuerzos debidos a su peso y la presión del aire, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo.

Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circule por ellas.

Soportarán, sin deformarse, una temperatura de 250 °C.

Se observará en cualquier caso lo expuesto en la UNE 100-101-84.

CONDUCTOS

Si se utiliza chapa, los espesores de chapa de acero galvanizado para la fabricación de conductos serán los siguientes:

Baja velocidad (conducto rectangular):

<i>Diámetro</i>	<i>Espesor de chapa hasta</i>
Hasta 30 cm	0.5 mm
de 31 a 75 cm	0.7 mm
de 76 a 150 cm	0.9 mm
de 151 a 225 cm	1 mm
más de 225 cm	1.5 cm

Cada chapa empleada en los conductos llevará la etiqueta de la fábrica con el nombre comercial y galga de la misma. Todos los paneles de conductos rectangulares de 30 cm de ancho tendrán matrizados los refuerzos transversales, excepto en los lugares en donde los conductos vayan aislados.

Cuando el ancho del conducto sea de 150 cm o más, deberán colocarse refuerzos de angulares de hierro. Las curvas en lo posible tendrán un radio mínimo de curvatura de vez y media la dimensión del conducto en la dirección del radio, a no ser que se indique lo contrario, o sea, preciso por condiciones de espacio inevitables.

En el caso de que sean necesarias las curvas con un radio menor de 3/4 de la profundidad del conducto, deberán estar provistas de aletas directoras múltiples. Los álabes tendrán una longitud al menos de dos veces la distancia entre ellos. Curvas angulares con aletas directoras según los detalles serán instaladas donde se indique o sean precisas. Curvas angulares sin aletas directoras no serán permitidas en ningún caso.

Transformaciones y conexiones a los equipos en baja velocidad y salvo casos excepcionales, las piezas de unión entre tramos de distinta forma geométrica, tendrán las caras con un ángulo de inclinación respecto al eje del conducto, no superior a 15°, siempre que lo permitan las condiciones de espacio. Todas las conexiones de conductos hasta los ventiladores centrífugos y desde muebles que contengan ventiladores, se harán con collares de asbesto tejido de no menos de 50 mm de longitud, asegurados por un fleje periférico de hierro que sujete al asbesto en perfiles de hierro.

En todos los casos serán cumplidas las condiciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Soportes

Los conductos horizontales irán colgados de intervalos que no excedan de 2.5 m. y de acuerdo con las siguientes normas:

<i>Ancho o diámetro máximo</i>	<i>Soportes</i>
Hasta 45 cm	Varilla de 1/4" Pletina de 1/8" x 1"
Más de 45 cm	Varilla de 3/8" Pletina de 3/16" x 1-1/2"

Cuando se usen varillas se complementará el soporte con un perfil en U. El material de los soportes estará galvanizado y atornillado a los lados del conducto y sujetos a la estructura con tornillos, pasadores de acero, grapas de vigas, pantallas de expansión y tuerca u otro medio adecuado.

REJILLAS Y DIFUSORES

Elementos constitutivos

Las rejillas y difusores para la distribución de aire a los locales estarán construidos con un material inoxidable o tratado en forma que se garantice su inalterabilidad por el aire húmedo.

Las rejillas y difusores se suministrarán con una junta elástica que impida, una vez montadas, todo escape de aire entre la pared o techo y el marco de la rejilla o el aro exterior del difusor.

En caso de estar dotados de un dispositivo de regulación de caudal, dicho dispositivos será fácilmente accionable desde la parte frontal de la rejilla o difusor. No producirá ruidos de vibración y en su posición de cerrado al cincuenta por ciento (50%) no producirá un incremento en el nivel de presión sonora respecto al de apertura completa, superior a 2 NC para cada caudal de funcionamiento.

Se suministrarán completos, incluyendo todos los accesorios para su montaje, como son: marcos, tornillos de fijación, etc.

En los casos que se indique el precio de la unidad de obra, el difusor se fabricará de medidas especiales, tras replanteo en obra, ajustándose a las medidas entre luminarias u otros elementos de techo, según indicaciones de la Dirección.

Instalación

El difusor se conectará al conducto a través de un collarín de chapa galvanizada, al cual irá atornillado el cuello del difusor.

Si el conducto es de chapa, la unión del collarín a éste será soldada o con pestañas.

Si el conducto es de fibra, su unión se hará a través de una placa de reparto de chapa galvanizada.

El conducto llevará soportes a ambos lados del collarín, o en el plenum, si lo hubiese.

Las rejillas de retorno se podrán colocar en falso techo o pared. Se fijarán mediante un marco de montaje recibido previamente en el hueco.

Los elementos de difusión deberán garantizar un adecuado confort en la zona de habitabilidad, evitando que se produzcan gradientes de temperatura o corrientes molestas.

El instalador se responsabilizará del perfecto montaje y acabado de estos elementos, que tendrán que quedar perfectamente alineados y nivelados.

Si fuera necesario, se realizará un montaje especial inicial, dejándolo todo previsto y evitando desperfectos ocasionales.

Información Técnica

El fabricante suministrará la siguiente información técnica:

- Designación, tipo y modelo.
- Pérdida de carga en función del caudal de aire.
- Velocidad de aire en punto de medida fácilmente identificable en función del caudal.
- Nivel sonoro en dB(A) (o en NC), referido a presión sonora producida en un ambiente tipo: habitación de 3x3x2.5 m con paredes enlucidas en yeso.
- Dimensión.
- Dimensión y distribución del dardo de aire.

REJILLAS DE TOMA Y EXPULSIÓN DE AIRE EXTERIOR

Elementos constitutivos

Las rejillas para toma y expulsión de aire exterior estarán construidas en un material inoxidable y diseñadas para impedir la entrada de gotas de lluvia al interior de los conductos, siempre que la velocidad de paso no supere los tres metros por segundo (3 m/s).

Estarán dotadas de una protección de tela metálica antipájaros. Su construcción será robusta, con lamas fijas que no produzcan vibraciones ni ruido.

Instalación

Se recibirá directamente al hueco practicado en el paramento o en el conducto directamente.

Información técnica

El fabricante suministrará la siguiente información técnica:

- Denominación, tipo y modelo.
- Pérdida de carga en función del caudal de aire.
- Dimensiones.

7.7. AISLAMIENTOS TÉRMICOS

Generalidades

Con el fin de evitar los consumos energéticos de carácter superfluo, los aparatos, conductos y equipos que contengan fluidos a temperatura inferior a la del ambiente o superior a 30°C, dispondrán de un aislamiento térmico para reducir las pérdidas de energía.

El aislamiento térmico de aparatos, equipos o conducciones metálicos, cuya temperatura de diseño sea inferior a la de rocío del ambiente que atraviesan, será impermeable al vapor de agua, o al menos, estará protegido por una caja que constituya una barrera de vapor.

En cualquier caso, e independientemente del espesor mínimo establecido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias la superficie exterior del aislamiento no podrá presentar, en servicio, una temperatura superior a 15°C, de la del ambiente.

Materiales

El material de aislamiento no contendrá sustancias que se presten a la formación de microorganismos en ellas.

No desprenderá olor a la temperatura a la que va a ser sometido.

No sufrirá deformaciones debidas a las temperaturas, ni como consecuencia de una accidental formación de condensaciones.

Será compatible, químicamente, con los materiales de la superficie sobre la que se aplique, sin provocar corrosión de las tuberías en las condiciones normales de uso.

Instalación

Hasta un diámetro de ciento cincuenta milímetros (150 mm) el aislamiento térmico de tuberías colgadas o empotradas deberá realizarse siempre con coquillas, no admitiéndose para este fin la utilización de lanas a granel o fieltros, solo podrán utilizarse aislamientos a granel en tuberías empotradas en el suelo.

En ningún caso, en las tuberías, el aislamiento por sección y capa presentará más de dos juntas longitudinales.

Las válvulas, bridas y accesorios se aislarán, preferentemente, con casquetes aislantes desmontables del mismo espesor que el de la tubería en que estén instalados, de varias piezas, con espacio suficiente para que al quitarlos, se puedan desmontar aquellos de la tubería en que están intercalados. Si es necesario, dispondrán de un drenaje.

Los casquetes se sujetarán por medio de abrazaderas de cinta metálica, provista de cierres de palanca para que sea sencillo su montaje y desmontaje.

Se evitará en los soportes el contacto directo entre éstos y la tubería.

El recubrimiento o protección del aislamiento de las tuberías y sus accesorios deberá quedar liso y firme. Se utilizarán protecciones adicionales (forro de aluminio), en todas las tuberías, válvulas y accesorios a instalar en la sala de máquinas, galería de instalaciones y salas de climatizadores.

Para redes enterradas, el aislamiento deberá protegerse de la humedad y de las corrientes de agua subterráneas o escorrentía.

El aislamiento en conductos será el suficiente para que la pérdida térmica a través de sus paredes no sea superior al uno por ciento (1%) de la potencia que transportan y siempre el suficiente para evitar condensación.

Se tomarán precauciones para evitar condensaciones en el interior de las paredes de los mismos.

7.8. ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS

Normativa

Además de la anteriormente citada es de aplicación:

- Norma Básica de la Edificación. Condiciones Acústicas de los Edificios (NBE-CA-81).
- Ordenanza Municipal para la Protección del Medio Ambiente contra Ruidos y Vibraciones.

Generalidades

Todos los equipos con partes móviles (bombas, compresores, etc.) deberán instalarse con las recomendaciones del fabricante, poniendo especial cuidado en su nivelación y alineación de los elementos de transmisión.

Deberán estar dotados de antivibratorios que recomiende el fabricante con el fin de no transmitir vibraciones al edificio.

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

Los elementos antivibratorios serán del tamaño adecuado a la unidad en la que estén montados.

Serán de tipo soporte metálico o caucho.

Las redes de tuberías se instalarán en zonas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas y preferentemente por conductos registrables de obra y fijaciones antivibratorias.

Las redes de tuberías estarán equipadas con dispositivos para evitar golpes de ariete.

Instalación

Los antivibratorios quedarán instalados de forma que soporten igual carga.

La forma de fijación de los antivibratorios debe ser aquella que mejor permita la función a que se destinen, pudiéndose realizar mediante espárragos o puntos de soldadura.

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

8. MATERIALES EMPLEADOS EN LA INSTALACIÓN

Todos los materiales utilizados en las obras e instalaciones, serán de constructores o fabricantes de reconocida solvencia. El Contratista vendrá obligado a presentar cuantas especificaciones se requieran para comprobar la bondad de los citados materiales.

Todos los elementos o materiales sometidos a reglamentaciones o especificaciones reglamentarias, deberán estar convenientemente homologados por las entidades oficiales, estatales o paraestatales que entienden del caso.

Los materiales que lo requieran, deberán llevar grabadas de modo inconfundible sus características.

No se admitirán elementos o materiales que no cumplan los requisitos anteriores, no pudiendo presentar el Contratista reclamación alguna por este motivo o por haber sido rechazado a causa de deficiencias o anomalías observadas en ellos.

Los equipos a instalar serán los especificados en Proyecto, cumpliendo con las Marcas y Modelos especificados, y caso de propuesta de modificación, deberá ser "equivalente aprobado por la Dirección de Obra" entendiéndose por tal, la presentación de documentación técnica suficiente acreditativa de que el equipo propuesto es totalmente equivalente al equipo proyectado y que se precisará de un Acta de aprobación del cambio, firmada por la Dirección de Obra.

Todos los materiales, elementos y equipos que se utilicen en la instalación objeto del presente proyecto cumplirán con las prescripciones indicados en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y concretamente en su Artículo 18 "Condiciones de equipos y materiales".

No obstante, considerando que todos ellos entran en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE, las prescripciones de estas instrucciones para tales materiales, elementos y equipos serán aplicables únicamente mientras no estén disponibles y publicadas las correspondientes especificaciones técnicas europeas armonizadas, que hayan sido elaboradas por los organismos europeos de normalización como resultado de mandatos derivados de la directiva citada u otras disposiciones comunitarias que sean de aplicación.

Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.

9. LIBRO DE ÓRDENES

A los efectos del buen desarrollo de la obra e instalaciones, la Dirección Técnica cumplimentará, a pie de obra, un Libro de Ordenes, en donde se recogerán todas las notas, modificaciones, observaciones, etc., que se estimen oportunas. Estas notas irán firmadas por el Director de Obra y cuando así proceda por el receptor de la información.

10. CONDICIONES DE EMPRESA INSTALADORA

10.1. EMPRESA INSTALADORA

La empresa instaladora que deba realizar la instalación objeto del presente proyecto, deberá disponer de las autorizaciones legales y administrativas para la realización de éstos trabajos.

En el momento de redacción del presente proyecto, la instalación no ha sido contratada con ninguna empresa instaladora, utilizándose copias del presente proyecto para que las empresas instaladoras preparen sus ofertas a la propiedad. Como consecuencia de ello, no puede conocerse de antemano la empresa que realizará los trabajos, pero será indicado en el Certificado de Dirección y Terminación de Obra.

10.2. INSTALADOR AUTORIZADO

El instalador que deba realizar la instalación objeto del presente proyecto, deberá disponer de las autorizaciones legales y administrativas para la realización de estos trabajos, y realizará los trabajos para la empresa instaladora que realice la instalación.

11. PRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE OBRA

Independientemente de las pruebas a lo largo del montaje de la instalación, para la certificación de la obra se deberán de realizar como mínimo las siguientes pruebas:

- Tarado de elementos de seguridad.
- Funcionamiento de la regulación automática.
- Prueba final de estanqueidad de tuberías.
- Prueba de libre dilatación de tuberías.
- Prueba de estanqueidad de conductos.
- Exigencias de bienestar y exigencias de ahorro de energía.

- Y las que se relacionan a continuación

PRUEBAS HIDRÁULICAS

- Prueba de estanqueidad en frío, de tuberías con equipos montados, a 1,5 veces la presión de trabajo, con un mínimo de 6 bar, de acuerdo a UNE 100151.
- Puesta en funcionamiento de la instalación, comprobando bombas y circulación de agua.
- Comprobación de estanqueidad del circuito a temperatura de régimen y presión de trabajo.
- Prueba de depósito de combustible a (en su caso) 2 Kg/cm², durante 15 minutos.
- Finalmente se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

PRUEBAS DE REDES DE CONDUCTOS

Los conductos de chapa se probarán de acuerdo con UNE 100104.

Las pruebas requieren el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

PRUEBA DE LIBRE DILATACIÓN

- Dejar enfriar la instalación hasta 60°C en salida de caldera con regulación anulada y bombas en marcha.
- Volver a calentar hasta temperatura de régimen, en salida de caldera.
- Comprobación visual de no haber deformaciones y que el sistema de expansión funciona correctamente.

PRUEBAS DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones centralizadas de climatización, realizados en obra, serán sometidos a las pruebas de estanquidad especificadas en la instrucción MI.IF.010, del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

No debe ser sometida a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entregará el correspondiente certificado de pruebas.

COMPROBACIÓN DE TRANSFERENCIA TÉRMICA

Mediante termómetro, de sensibilidad no inferior a 1°C, medir temperaturas en distintos emisores instalados.

- Temperaturas de entrada
- Temperaturas de salida
- Temperaturas de emisores

COMPROBACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS

Mediante amperímetro, medir intensidad de todos los motores eléctricos de la instalación.

FUNCIONAMIENTO CORRECTO DE LA REGULACIÓN AUTOMÁTICA

- Comprobación del funcionamiento de los termostatos y de que son adecuados a las temperaturas que han de trabajar.
- Comprobación de la existencia y funcionamiento de los termostatos de caldera, uno de regulación y otro de seguridad.

EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

- Comprobación del tarado de todos los elementos de seguridad.
- Comprobación de la existencia y funcionamiento de un interruptor general eléctrico, visible desde la el equipo generador de calor.
- Comprobación de la existencia y buen estado de un extintor de incendios de eficacia 89 B.
- Comprobación de la existencia de indicaciones de seguridad en exterior e interior de la sala de calderas.
- Comprobación de la protección de superficies de calefacción.
- Medida de temperaturas en partes accesibles por el usuario, mediante termómetro de sensibilidad no inferior a 1°C. (valor máximo 90°C).

12. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO, DOCUMENTACIÓN Y LIBRO DE MANTENIMIENTO

12.1. GENERALIDADES

Para mantener las características funcionales de la instalación y su seguridad y conseguir la máxima eficiencia de sus equipos, será obligatorio realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que se incluyen a continuación.

12.2. OBLIGATORIEDAD DEL MANTENIMIENTO

Toda instalación con potencia instalada superior a 100 kW térmicos queda sujeta a lo especificado a continuación, en cuanto a sus operaciones de mantenimiento y registro.

Desde el momento en que se realiza la recepción provisional de la instalación, el titular de ésta debe realizar las funciones de mantenimiento, sin que éstas puedan ser sustituidas por la garantía de la empresa instaladora.

Las instalaciones cuya potencia térmica instalada sea menor que 100 kW deben ser mantenidas de acuerdo con las instrucciones del fabricante de los equipos componentes.

12.3. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE se realizarán por empresas mantenedoras habilitadas.

Al hacerse cargo del mantenimiento, el titular de la instalación entregará al representante de la empresa mantenedora una copia del «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, contenido en el Libro del Edificio.

La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente de acuerdo con las instrucciones del «Manual de Uso y Mantenimiento» y con las exigencias de este RITE.

El «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica debe contener las instrucciones de seguridad y de manejo y maniobra de la instalación, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética.

Será obligación del mantenedor habilitado y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de la documentación contenida en el "Manual de Uso y Mantenimiento" a las características técnicas de la instalación.

El mantenimiento de las instalaciones sujetas a este RITE será realizado de acuerdo con lo establecido en la IT 3, atendiendo a los siguientes casos:

a) Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada en generación de calor o frío igual o superior a 5 kW e inferior o igual a 70 kW. Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora, que debe realizar su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».

b) Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada en generación de calor o frío mayor que 70 kW. Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular de la instalación térmica debe suscribir un contrato de mantenimiento, realizando su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».

c) Instalaciones térmicas cuya potencia térmica nominal total instalada sea mayor que 5.000 kW en calor y/o 1.000 kW en frío, así como las instalaciones de calefacción o refrigeración solar cuya potencia térmica sea mayor que 400 kW. Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular debe suscribir un contrato de mantenimiento. El mantenimiento debe realizarse bajo la dirección de un técnico titulado competente con funciones de director de mantenimiento, ya pertenezca a la propiedad del edificio o a la plantilla de la empresa mantenedora.

12.4. REGISTRO DE LAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

El mantenedor deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas, de acuerdo con el artículo 27 “Registro de las operaciones de mantenimiento” del RITE.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o mediante mecanizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación, debiendo figurar la siguiente información, como mínimo:

- el titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- el titular del mantenimiento.
- el número de orden de la operación en la instalación.
- la fecha de ejecución.
- las operaciones realizadas y el personal que las realizó.
- la lista de materiales sustituidos o repuestos cuando se hayan efectuado operaciones de este tipo.
- las observaciones que se crean oportunas.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deben guardarse al menos durante tres años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

13. ENSAYOS Y RECEPCIÓN, RECEPCIONES DE OBRA Y GARANTÍAS

13.1. ENSAYOS

Los ensayos a realizar para la recepción, serán los descritos anteriormente en el capítulo sobre “PRUEBAS FINALES A LA CERTIFICACIÓN FINAL DE OBRA”.

13.2. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios en presencia del director de obra, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación con el que se dará por finalizado el montaje de la instalación. En el momento de la recepción provisional, la empresa instaladora deberá entregar al director de obra la documentación siguiente:

- una copia de los planos de la instalación realmente ejecutada, en la que figuren, como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de la sala de máquinas y los planos de plantas, donde debe indicarse el recorrido de las conducciones de distribución de todos los fluidos y la situación de las unidades terminales.
- una memoria descriptiva de la instalación realmente ejecutada, en la que se incluyan las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- una relación de los materiales y los equipos empleados, en la que se indique el fabricante, la marca, el modelo y las características de funcionamiento, junto con catálogos y con la correspondiente documentación de origen y garantía.
- los manuales con las Instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento, junto con la lista de repuestos recomendados.
- un documento en el que se recopilen los resultados de las pruebas realizadas.
- el certificado de la instalación firmado.

El director de obra entregará los mencionados documentos, una vez comprobado su contenido y firmado el certificado, al titular de la instalación, quien lo presentará a registro en el organismo territorial competente.

En cuanto a la documentación de la instalación se estará además a lo dispuesto en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y disposiciones que la desarrollan.

13.3. RECEPCIÓN DEFINITIVA Y GARANTÍA

Transcurrido el plazo de garantía, que será de un año si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional se transformará en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía.

Si durante el período de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, éstos deberán ser subsanados gratuitamente por la empresa instaladora, salvo que se demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.

4. PRESUPUESTO

ÍNDICE PRESUPUESTO

PRESUPUESTO	3
1. Parciales	3
1.1. Equipos de producción de frío y calor.....	3
1.2. Unidades terminales agua (Fancoils)	3
1.3. Unidades terminales aire (Difusores y rejillas).....	3
1.4. Redes de tuberías y conductos.....	3
2. Resumen	4

PRESUPUESTO

1. PARCIALES

1.1. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR

Descripción	Cantidad	Precio unidad	Total
Caldera de gas Ygnis Condensinox 60	1 unidad	5.843 €	5.843 €
Unidad microgeneración SenerTec Dachs Pro20	1 unidad	17.360 €	17.360 €
Enfriadora de agua DAIKIN EWYQ-BAWP 64	1 unidad	20.195 €	20.195 €
TOTAL			43.398 €

1.2. UNIDADES TERMINALES AGUA (FANCOILS)

Descripción	Cantidad	Precio unidad	Total
Fancoil de techo 2 tubos FWD16	1 unidad	1.494 €	1.494 €
Fancoil de techo 2 tubos FWB03BT	1 unidad	460 €	460 €
Fancoil de techo 2 tubos FWD12	1 unidad	1.284 €	1.284 €
Fancoil de techo 2 tubos FWB09BT	1 unidad	847 €	847 €
Fancoil de techo 2 tubos FWB02BT	1 unidad	436 €	436 €
Fancoil de techo 2 tubos FWM01D	2 unidades	249 €	498 €
Fancoil de techo 2 tubos FWB05BT	1 unidad	597 €	597 €
Fancoil de techo alta presión 2 tubos BSW H/BSW V 70	1 unidad	2.344 €	2.344 €
TOTAL			7.960 €

1.3. UNIDADES TERMINALES AIRE (DIFUSORES Y REJILLAS)

Descripción	Cantidad	Precio unidad	Total
Difusor cuadrado rotacional AIRFLOW DFR-FCU-RR 60	1 unidad	143,42 €	143,42 €
Difusor cuadrado rotacional AIRFLOW DFR-FCU-RR 48	1 unidad	78,90 €	78,90 €
Difusor cuadrado rotacional AIRFLOW DFR-FCU-RR 36	1 unidad	60,24 €	60,24 €
Difusor cuadrado rotacional AIRFLOW DFR-FCU-RR 20	1 unidad	45,27 €	45,27 €
Rejilla de impulsión AIRFLOW SERIE IH 200 x 100	4 unidades	6,84 €	27,36 €
Rejilla de impulsión AIRFLOW SERIE IH 500 x 200	2 unidades	15,29 €	30,58 €
Rejilla de retorno simple AIRFLOW SERIE RH 600 x 200	1 unidad	19,51 €	19,51 €
Rejilla de retorno simple AIRFLOW SERIE RH 200 x 150	2 unidades	8,96 €	17,92 €
Rejilla de retorno simple AIRFLOW SERIE RH 400 x 200	1 unidad	14,43 €	14,43 €
Rejilla de retorno simple AIRFLOW SERIE RH 500 x 150	1 unidad	14,18 €	14,18 €
Rejilla de retorno simple AIRFLOW SERIE RH 200 x 100	2 unidades	7,53 €	15,06 €
Rejilla de retorno simple AIRFLOW SERIE RH 200 x 200	1 unidad	10,61 €	10,61 €
Rejilla de retorno simple AIRFLOW SERIE RH 600 x 300	2 unidades	24,96 €	49,92 €
TOTAL			527,40 €

1.4. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Descripción	Longitud	Precio/metro	Total
Red de tuberías de acero negro DIN 2440 sin soldadura	53 m	11,89 €/m*	630,17 €
Red de conductos de aire de fibra de vidrio Climaver Plus	15,1 m	14,04 €/m*	212 €
TOTAL			842,17 €

*Precios aproximados a partir de un diámetro medio por longitud de la tubería o conducto

2. RESUMEN

Concepto	Importe
Equipos de producción frío/calor	43.398 €
Unidades terminales agua (fancoils)	7.960 €
Unidades terminales aire (rejillas y difusores)	527,40 €
Redes de tuberías y conductos	842,17 €
TOTAL	52.727,57 €

5. PLANOS

ÍNDICE PLANOS

Plano 1 - Planta baja del edificio

Plano 2 - Planta primera del edificio

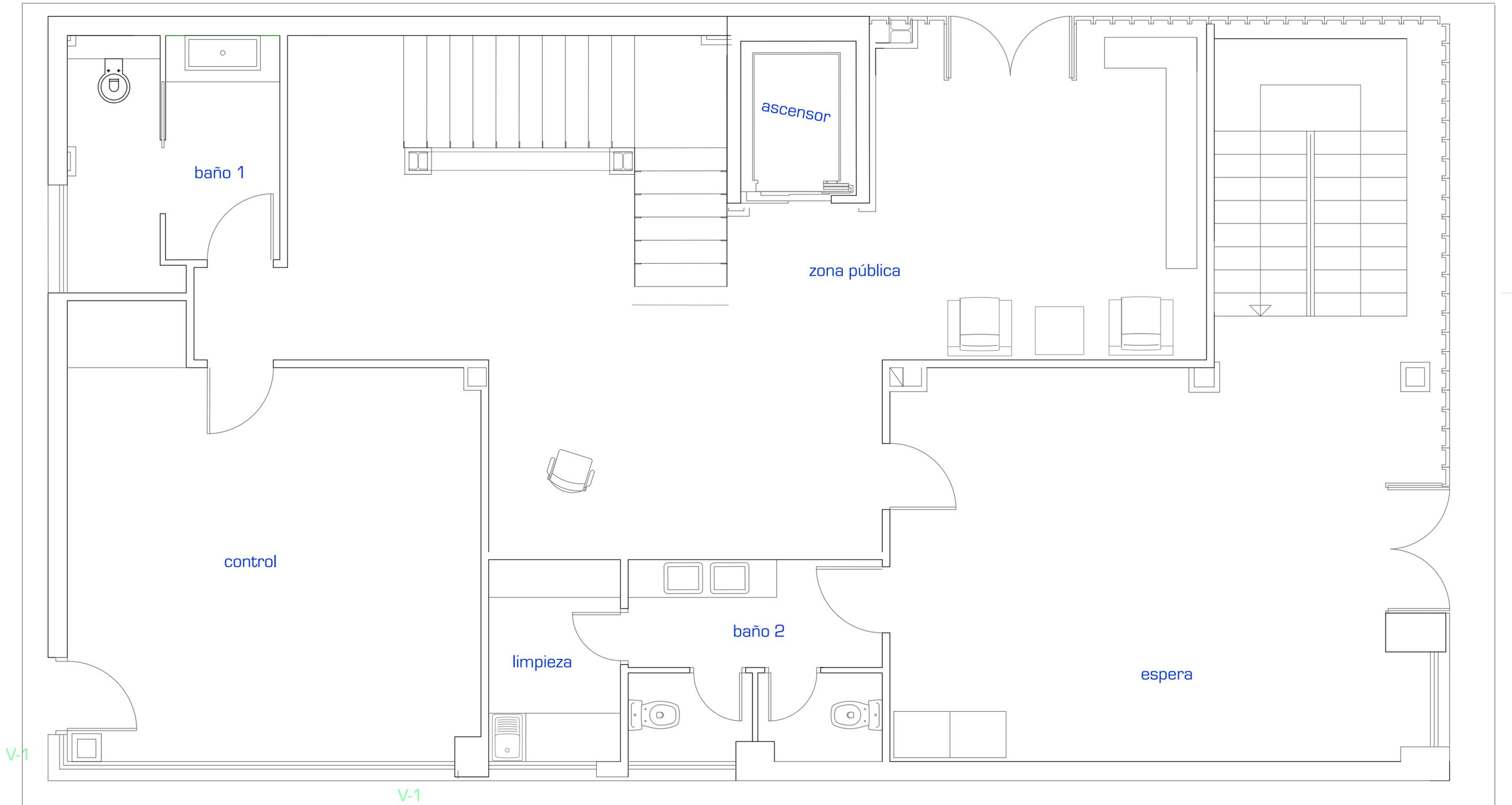
Plano 3 - Planta segunda del edificio

Plano 4 - Emplazamiento de sistema de producción

Plano 5 - Unidades terminales de la planta baja

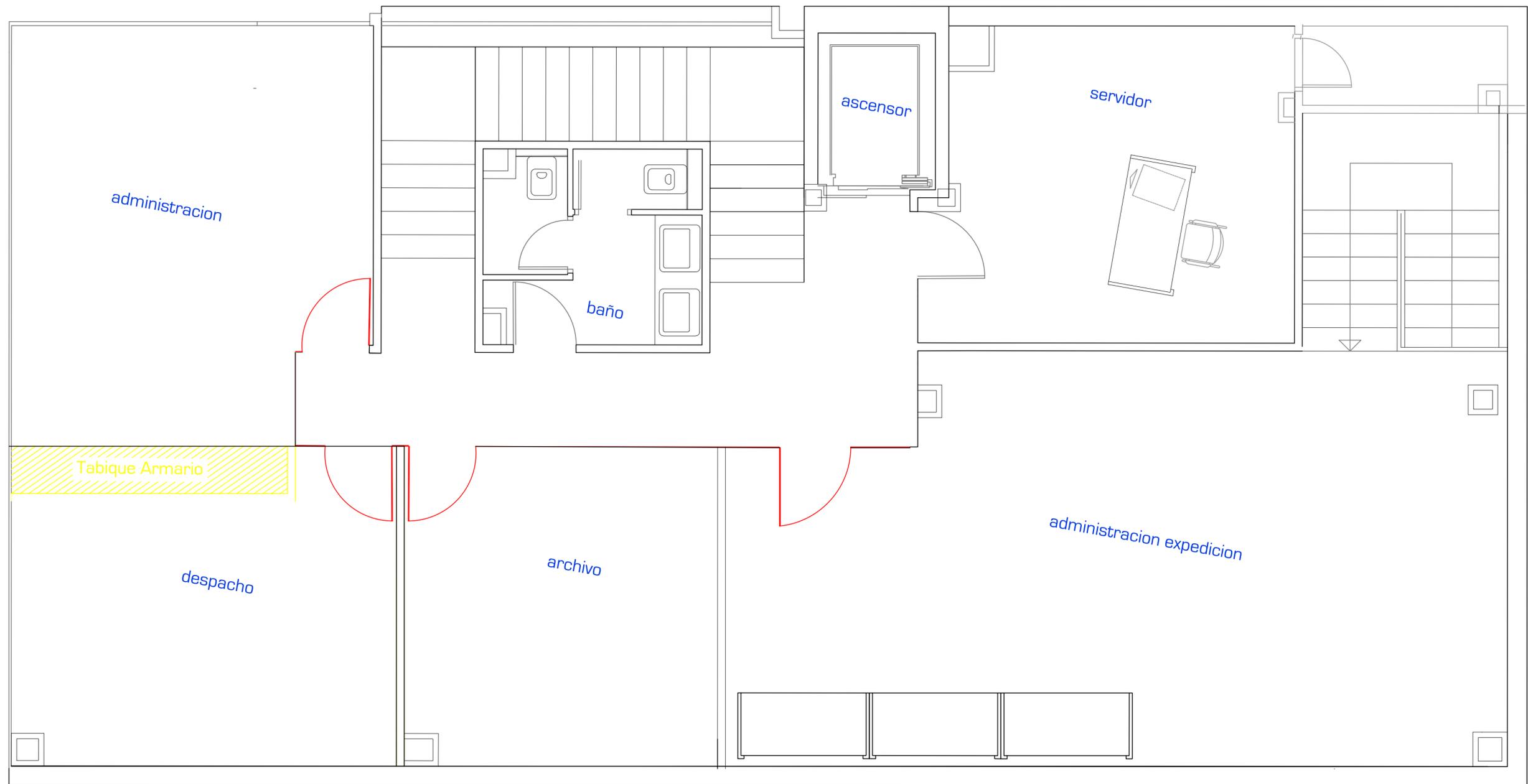
Plano 6 - Unidades terminales de la primera planta

Plano 7 - Unidades terminales de la segunda planta



Ingeniería industrial	Proyecto de implantación de equipo de microgeneración en un edificio. Estudio de viabilidad	
	PLANTA BAJA DEL EDIFICIO	14/11/2016
	Fernando Bueno Payá	PLANO 1

A PRIMERA



Ingeniería industrial

Proyecto de implantación de equipo de microgeneración en un edificio. Estudio de viabilidad

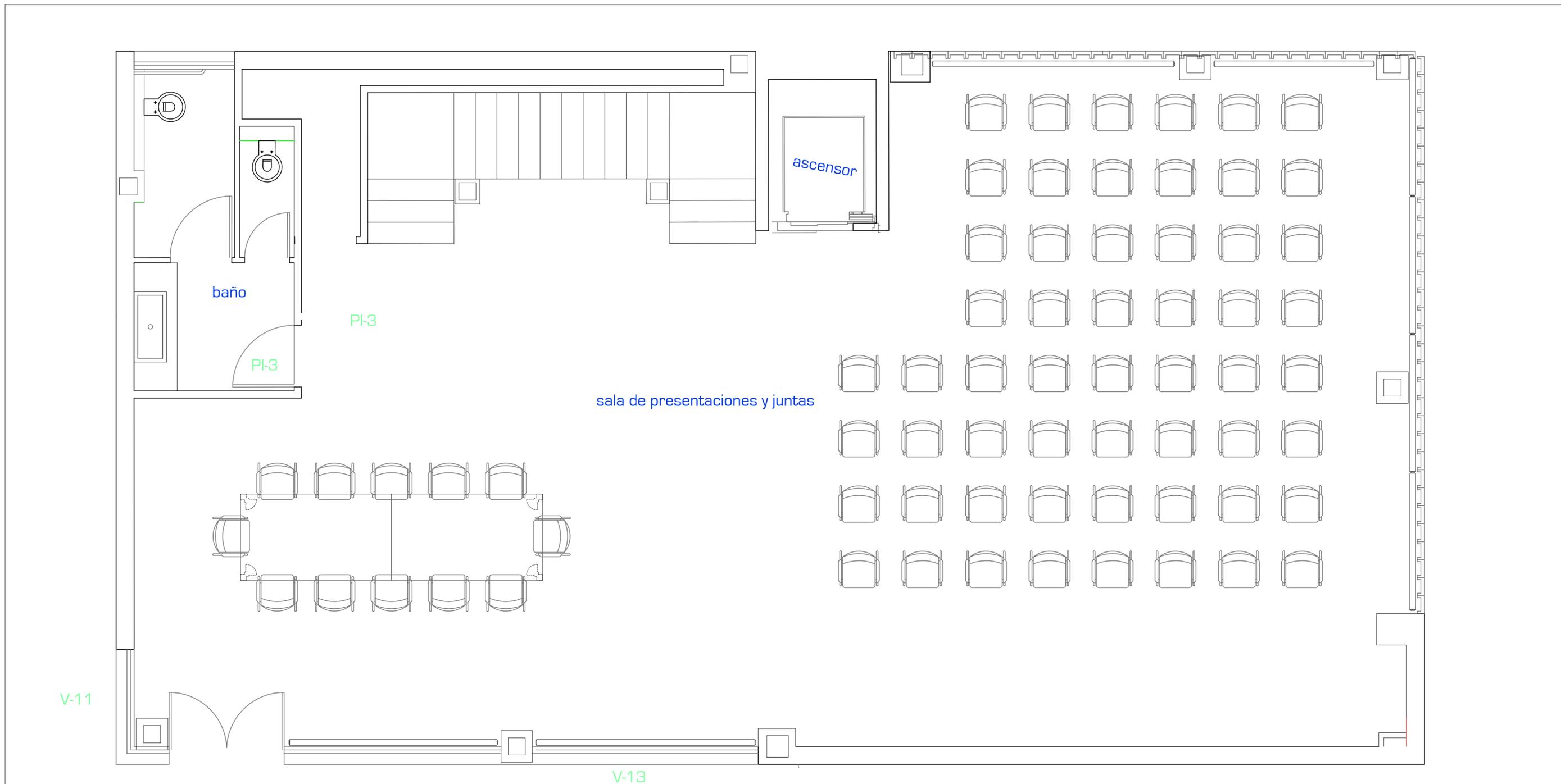


PLANTA PRIMERA DEL EDIFICIO

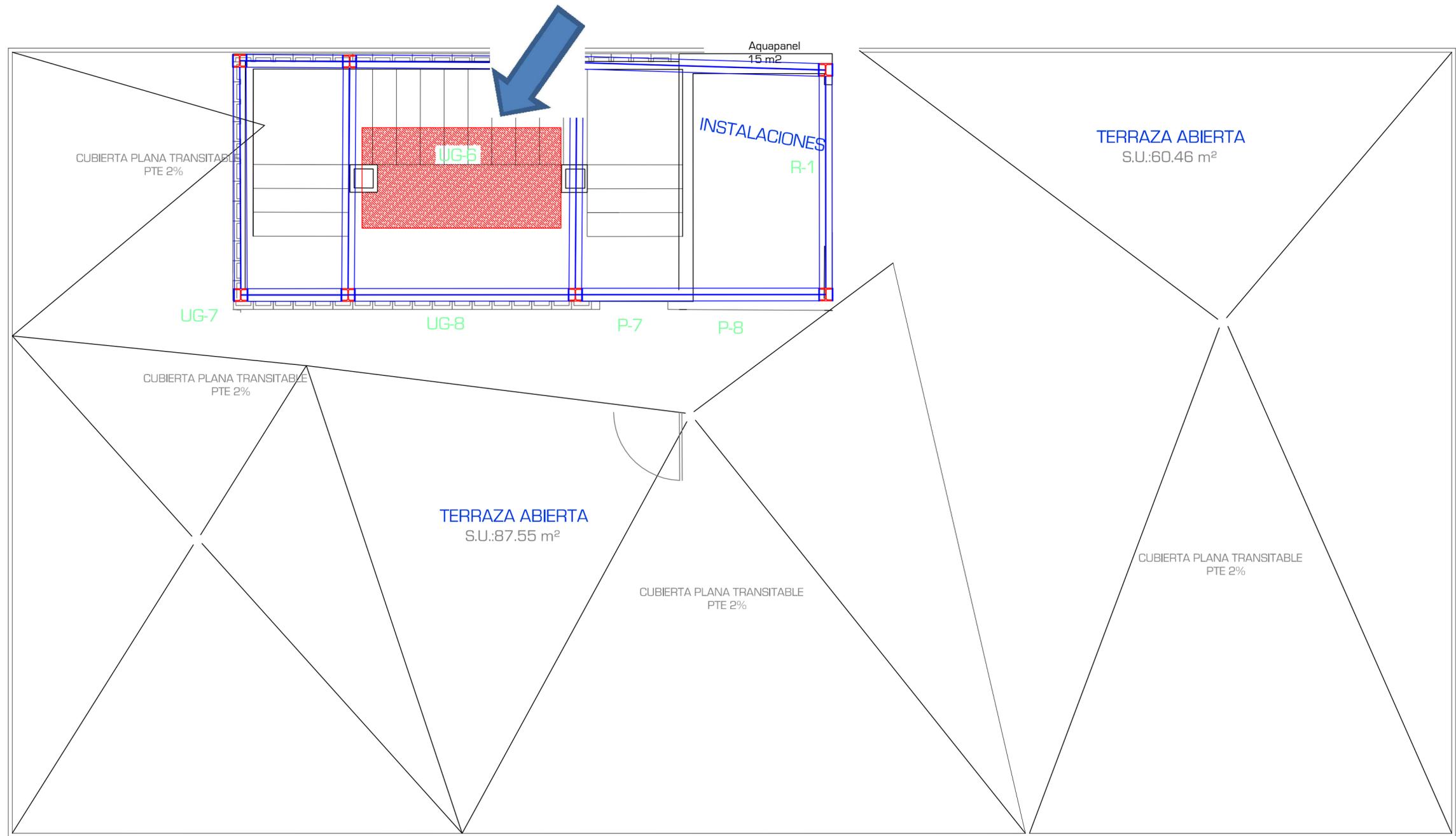
14/11/2016

Fernando Bueno Payá

PLANO 2



Ingeniería industrial	Proyecto de implantación de equipo de microgeneración en un edificio. Estudio de viabilidad	
	PLANTA SEGUNDA DEL EDIFICIO	14/11/2016
	Fernando Bueno Payá	PLANO 3



PLANTA CUBIERTAS 1

Ingeniería industrial

Proyecto de implantación de equipo de microgeneración en un edificio. Estudio de viabilidad

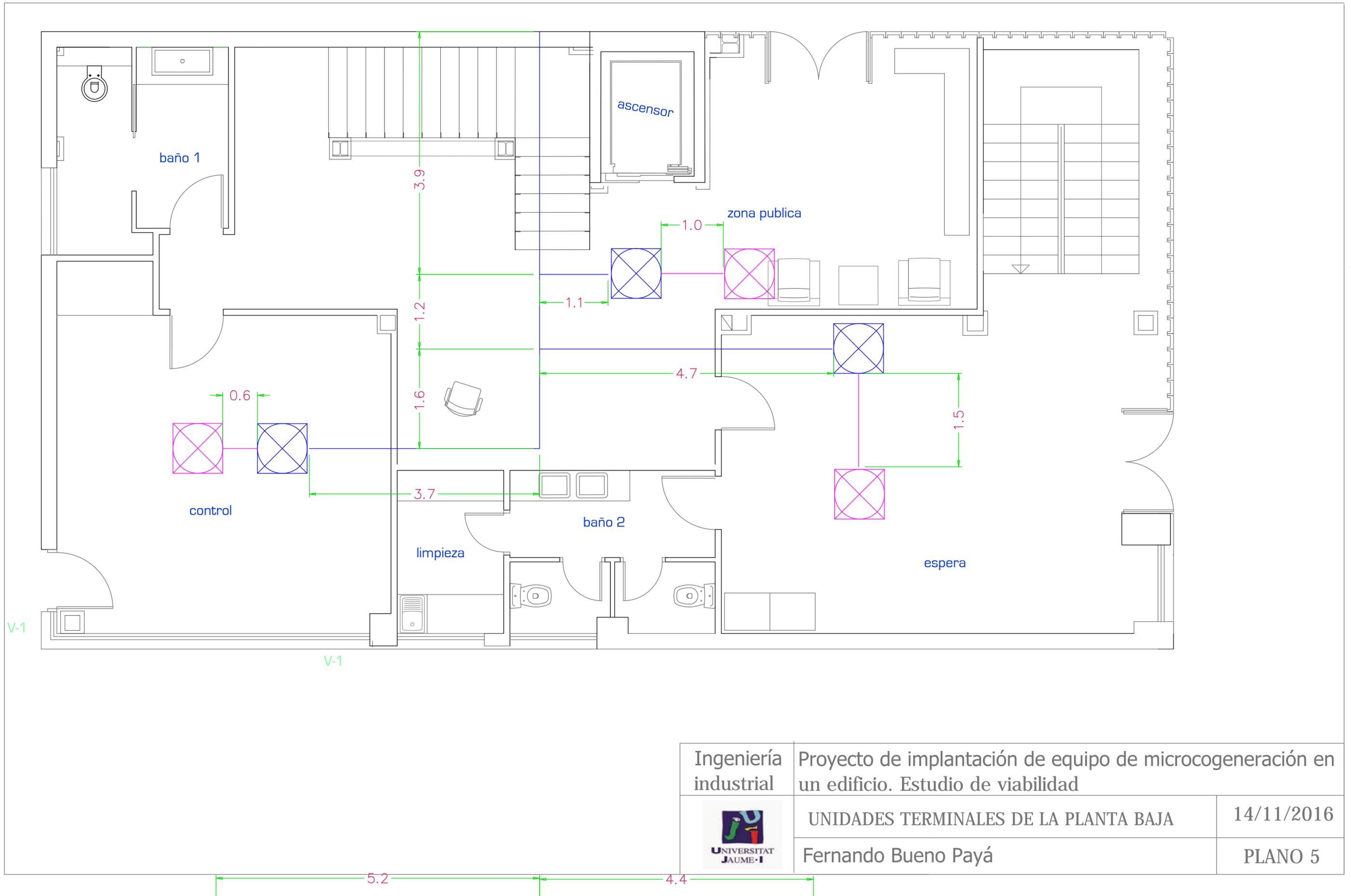


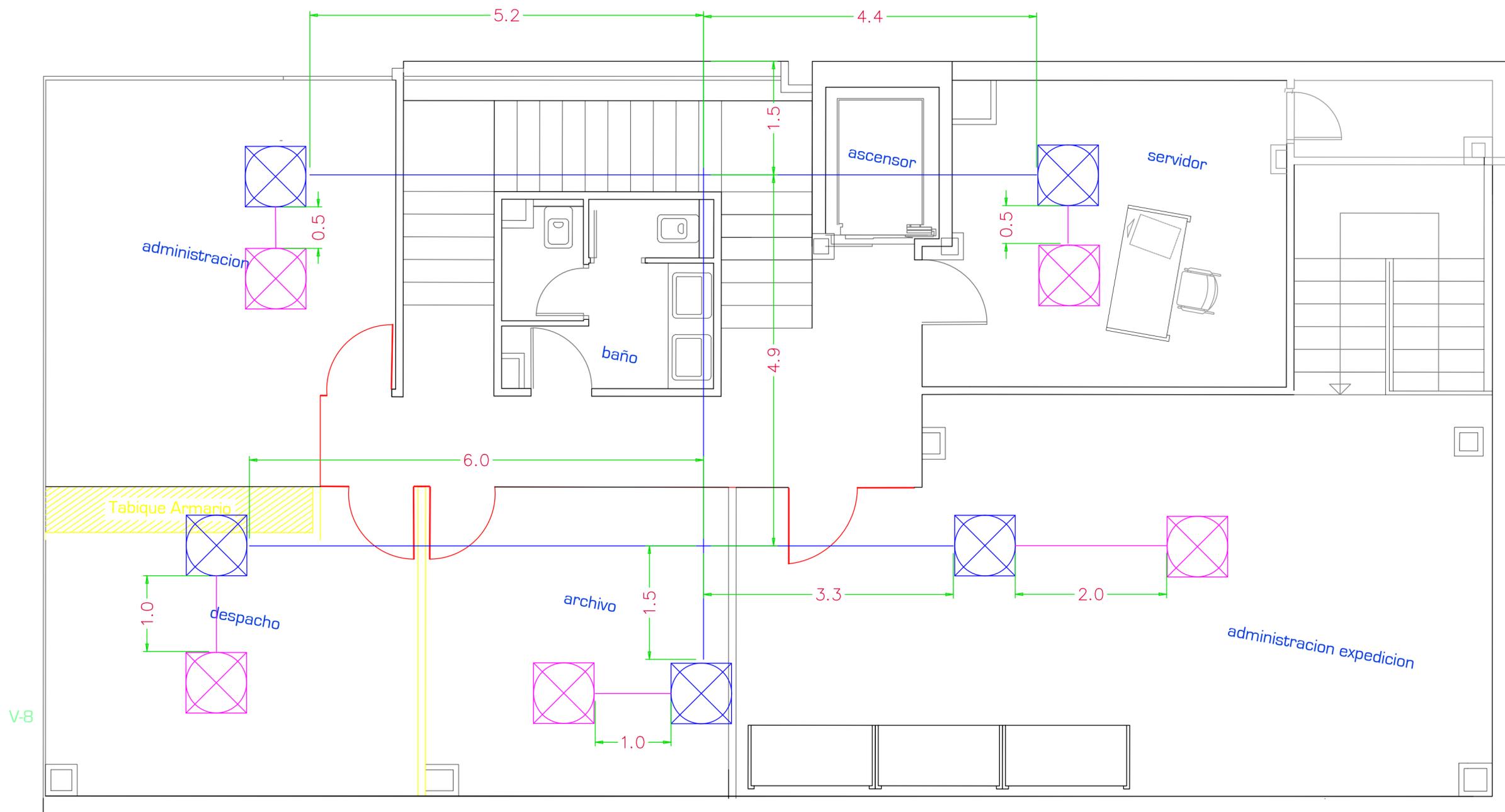
EMPLAZAMIENTO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN

14/11/2016

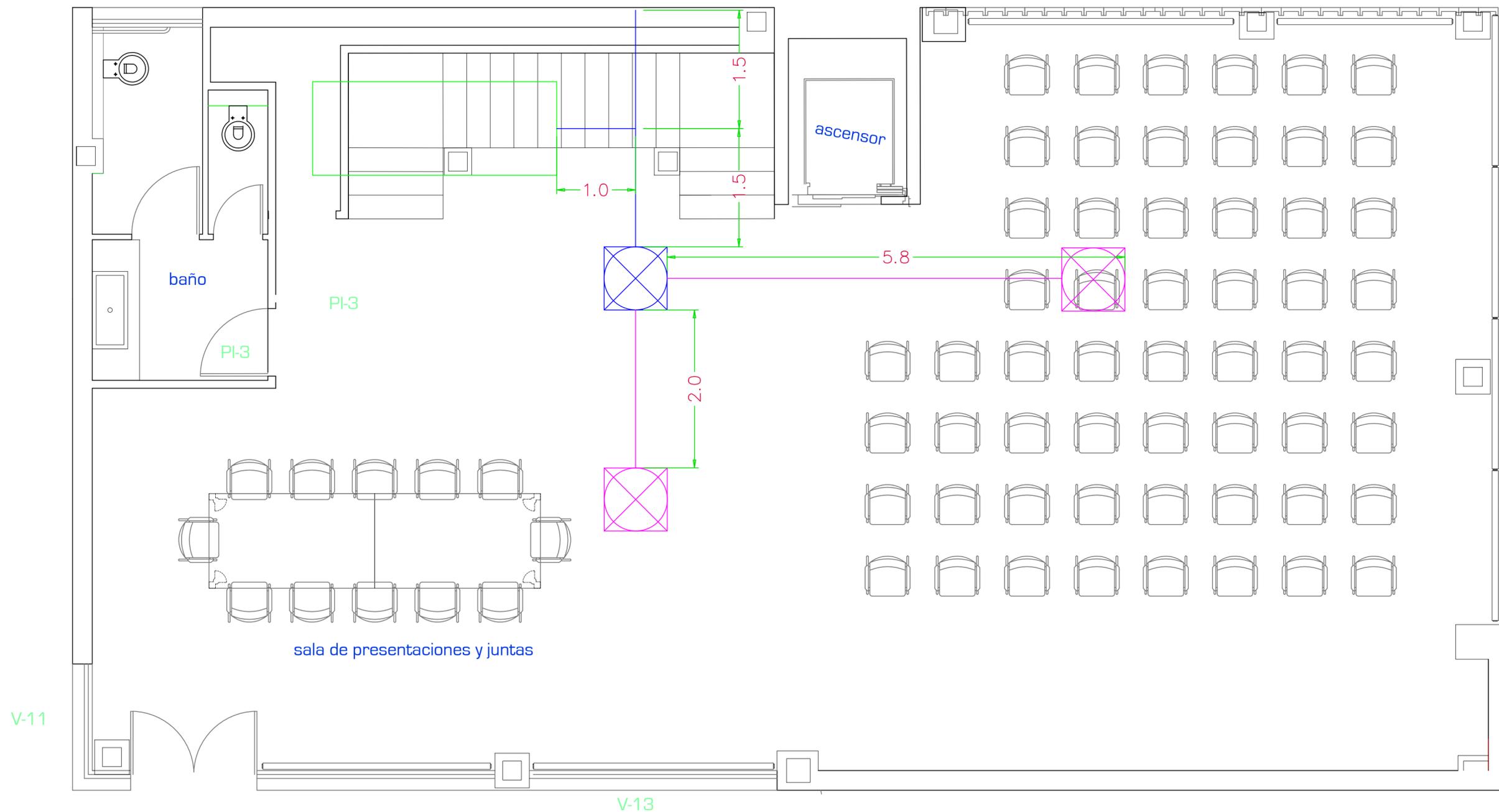
Fernando Bueno Payá

PLANO 4





Ingeniería industrial	Proyecto de implantación de equipo de microgeneración en un edificio. Estudio de viabilidad	
	UNIDADES TERMINALES DE LA PRIMERA PLANTA	14/11/2016
	Fernando Bueno Payá	PLANO 6



Ingeniería industrial	Proyecto de implantación de equipo de microgeneración en un edificio. Estudio de viabilidad	
	UNIDADES TERMINALES DE LA SEGUNDA PLANTA	14/11/2016
	Fernando Bueno Payá	PLANO 7

6. ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1 - Ficha técnica caldera de gas

Anexo 2 - Ficha técnica microgeneración

Anexo 3 - Ficha técnica enfriadora de agua

Anexo 4 - Ficha técnica fancoils FWM

Anexo 5 - Ficha técnica fancoils FWD

Anexo 6 - Ficha técnica fancoils FWB

Anexo 7 - Ficha técnica fancoil alta potencia BSW

Anexo 8 - Ficha técnica difusores

Anexo 9 - Ficha técnica rejillas de impulsión

Anexo 10 - Ficha técnica rejillas de retorno

Anexo 1 - Ficha técnica caldera de gas

12. ANEXO A

Datos de productos ≤ 70 kW

Referencia de producto				
Marca comercial		YGNIS		
Modelos		40	60	
Código		041616	041617	
Producción de calor útil				
A la potencia nominal y en régimen 80°C / 60°C	P ₄	kW	40,3	60,5
	η_4 (PCS)	%	87,2	87,7
A 30% de la potencia nominal y en régimen de retorno 30°C	P ₁	kW	13,8	20,3
	η_1 (PCS)	%	99,5	98,3
Consumo de electricidad auxiliar				
A carga completa	elmax	kW	0,12	0,16
A carga parcial	elmin	kW	0,035	0,041
En modo espera	P _{SB}	kW	0,005	0,010
Otras características				
Pérdida térmica	Pstby	kW	0,095	0,095
Emisiones de óxido de nitrógeno	Nox (PCS)	mg/kWh	41	50
Consumo energético anual	QHE	kWh	1	2
Potencia acústica	L _{WA}	dB	65	65

Datos de productos ≤ 400 kW

Referencia de producto				
Marca comercial		YGNIS		
Modelos		80	100	
Producción de calor útil				
A la potencia nominal y en régimen 80°C / 60°C	P ₄	kW	80,1	98,3
	η_4 (PCS)	%	87,1	88,5
A 30% de la potencia nominal y en régimen de retorno 30°C	P ₁	kW	26,8	33,1
	η_1 (PCS)	%	97,2	99,4
Consumo de electricidad auxiliar				
A carga completa	elmax	kW	0,210	0,280
A carga parcial	elmin	kW	0,108	0,116
En modo espera	P _{SB}	kW	0,010	0,015
Otras características				
Pérdida térmica	Pstby	kW	0,163	0,163
Emisiones de óxido de nitrógeno	Nox (PCS)	mg/kWh	50	36

Anexo 2 - Ficha técnica microgeneración

DACHS PRO 20

The Dachs Pro 20 is a combined heat and power solution designed and manufactured in partnership with Volkswagen. Powered by a purpose-built EcoBlue engine, the Dachs Pro 20 can deliver up to 19.2 kW of electrical power and 42 kW of thermal energy.

FEATURES

Volkswagen 2.0 EcoBlue Engine

Proven technology

Easily integrated with existing heating systems

Small footprint

Remote monitoring via DachsWeb

Low (15/Nm³) NOx emissions

BENEFITS

Quiet VW 4-cylinder 2.0 litre engine, optimised by Volkswagen specifically for use in a CHP unit with natural gas

Reliable and long-lasting

Suitable for older buildings as well as new builds

Minimal space required for installation and maintenance

Helps plan maintenance and ensures optimum performance

Meets the latest environmental standards

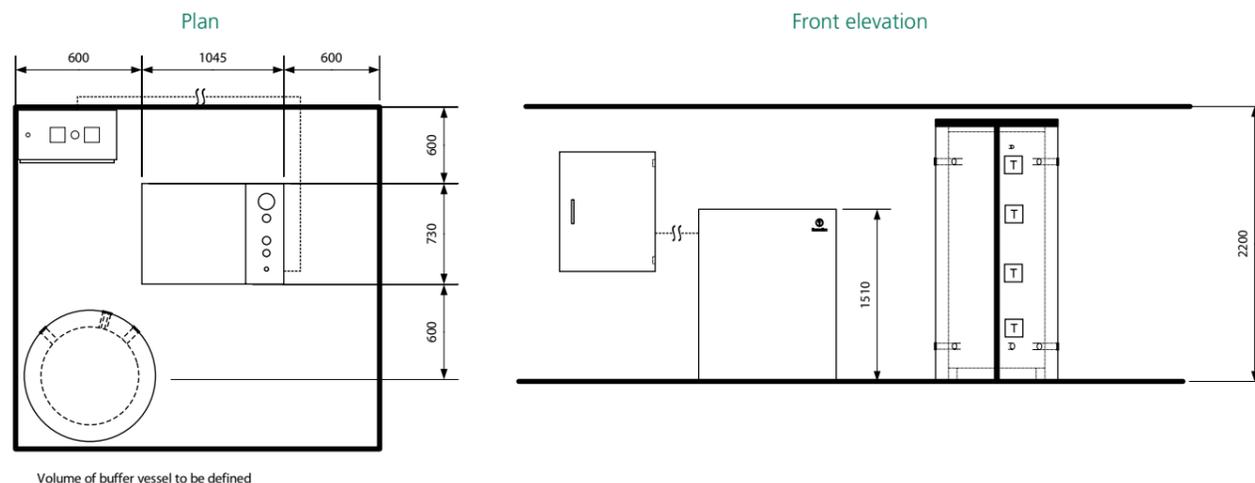
GENERAL

Dimensions (L x W x H)	1510 x 730 x 1045mm
Service space required	600 mm (all sides)
Vertical service space required	2200 mm
Weight	765 kg
Noise level (at 1 metre from casing)	Max. 48 dBA acc. DINEN 60814
Efficiency - gross (nett)	85.3% (94.7%)
Heat : Power ratio	2.2:1

ENGINE

Engine type	VW 2.0 litre; 4-cylinder modified for nat. gas
CO emissions	38 mg/Nm ³ (5% O ₂)
NOx emissions	15 mg/Nm ³ (5% O ₂)
Exhaust gas mass flow rate	85 kg/hr maximum
Exhaust gas temperature	Lower than 90°C
Exhaust gas connection ¹	DN80
Service intervals	4500 operating hours

SPACE REQUIREMENTS



FUEL

Fuel type	Natural Gas
Fuel input - gross	64.8 kW
Gas supply pressure	18-25 mbar
Gas connection size	¾"

ELECTRICAL

Generator type	Asynchronous
Generated electricity 3 phase output	19.2 kW
Electrical efficiency - gross (nett)	29.6% (32.9%)
Electricity supply	400/3/50
Grid protection ²	G59/3
External protection ³	50 A circuit breakers
Power factor	0.95 min.
Generator current	36.7 A
Starting current	50 A

- 1) Based on the Dachs Pro 20 ST.
- 2) A wall-mounted G59/3 grid protection relay panel is included for on-site installation and wiring connection to the CHP by others.
- 3) Connect CHP to circuit breakers in the G59/3 panel supplied – if using a different G59/3 panel, circuit breakers must be provided by others.
- 4) The buffer discharge pump must be electrically connected on site (by others) to the Dachs MSR controller.

Please note: This technical data is indicative and subject to change.

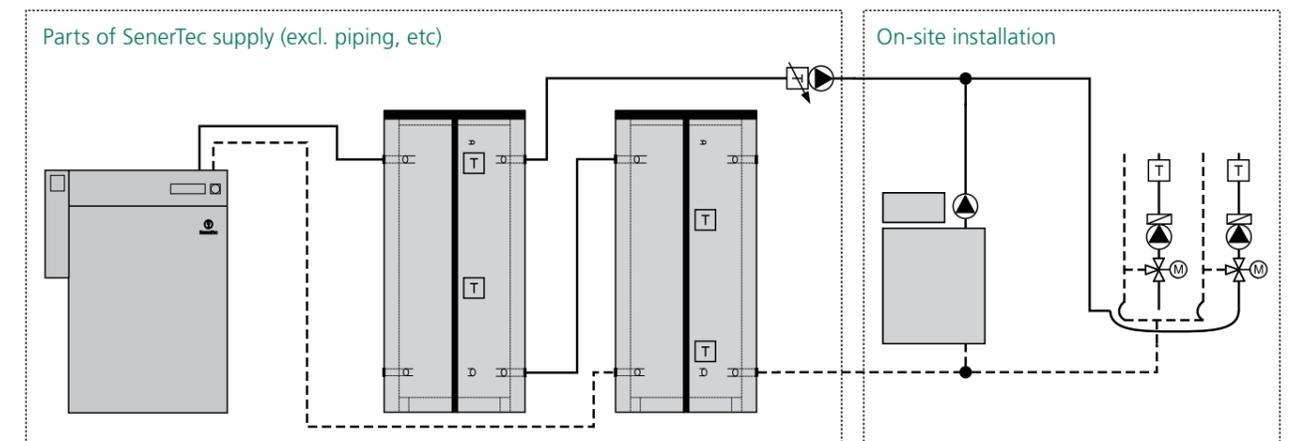
THERMAL

Heating output	42 kW
Flow and return connections to buffer vessels	1¼"
Maximum thermal efficiency - gross	70%
Flow temperature	80°C
Maximum return temperature	70°C
Minimum return temperature	30°C
Maximum flow rate	0.42 l/s
Maximum working pressure	4 bar

SE940 BUFFER VESSEL

Capacity	940 litres
Height x Diameter (with insulation)	2130 x 990
Back and side clearance required	130 mm
Buffer discharge pump ⁴	UPM GEO 24-85 130
Flow and return connections to Pro 20	1¼"
Connections between buffer vessels	1¼"
Flow and return to heating system	1¼"
Drain connection	¾"

TYPICAL HYDRAULIC ARRANGEMENT



Anexo 3 - Ficha técnica enfriadora de agua

EWYQ-BAWN/BAWP



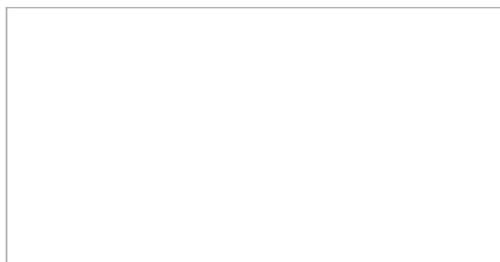
Heating & Cooling		EWYQ-BAWN/BAWP		016	021	025	032	040	050	064														
Cooling capacity	Nom.	kW		17.4 (1) / 16.6 (2)	21.7 (1) / 20.7 (2)	25.8 (1) / 24.7 (2)	32.3 (1) / 30.9 (2)	43.4 (1) / 41.5 (2)	51.8 (1) / 49.7 (2)	64.5 (1) / 62.3 (2)														
Heating capacity	Nom.	kW		16.2 (1) / 17.0 (2)	20.3 (1) / 21.3 (2)	24.6 (1) / 25.7 (2)	30.7 (1) / 32.1 (2)	40.6 (1) / 42.5 (2)	49.0 (1) / 51.1 (2)	61.5 (1) / 63.7 (2)														
Power input	Cooling	Nom.		kW		5.60 (1) / 5.80 (2)	7.25 (1) / 7.59 (2)	9.29 (1) / 9.74 (2)	13.0 (1) / 13.5 (2)	18.8 (1) / 19.7 (2)	26.4 (1) / 27.4 (2)													
	Heating	Nom.		kW		5.53 (1) / 5.73 (2)	7.10 (1) / 7.44 (2)	8.91 (1) / 9.36 (2)	10.6 (1) / 11.1 (2)	14.0 (1) / 14.7 (2)	17.6 (1) / 18.5 (2)	20.7 (1) / 21.7 (2)												
Capacity control	Method			Inverter controlled																				
	Minimum capacity			%																				
EER				3.11 (1) / 2.86 (2)	2.99 (1) / 2.73 (2)	2.78 (1) / 2.54 (2)	2.48 (1) / 2.29 (2)	2.95 (1) / 2.69 (2)	2.76 (1) / 2.52 (2)	2.44 (1) / 2.27 (2)														
ESEER				4.33 (1) / 4.21 (2)	4.08 (1) / 4.18 (2)	3.85 (1) / 4.04 (2)	3.39 (1) / 3.62 (2)	4.19 (1) / 4.24 (2)	3.96 (1) / 4.12 (2)	3.64 (1) / 3.78 (2)														
COP				2.93 (1) / 2.97 (2)	2.86 (1) / 2.86 (2)	2.76 (1) / 2.75 (2)	2.90 (1) / 2.89 (2)	2.90 (1) / 2.89 (2)	2.78 (1) / 2.76 (2)	2.97 (1) / 2.94 (2)														
Space heating	Average climate water outlet 35°C	General	ηs (Seasonal space heating efficiency)	%	130(1)/133(2)						126(1)/126(2)		130(1)/121(2)		120(1)/119(2)		126(1)/126(2)		138(1)/121(2)		121(1)/119(2)			
					SCOP						3.33(1)/3.39(2)		3.22(1)/3.22(2)		3.32(1)/3.09(2)		3.08(1)/3.06(2)		3.22(1)/3.21(2)		3.53(1)/3.08(2)		3.09(1)/3.04(2)	
					Seasonal space heating eff. class						A+(1)/A+(2)		A+(1)/A(2)		A(1)/A(2)		A+(1)/A+(2)		A+(1)/A(2)		A(1)/A(2)			
Dimensions	Unit	Height		mm		1,684				1,684		2,358		2,980										
		Width		mm		1,371				774		780		730										
		Depth		mm		397				571		577		738										
Weight	Operation weight		kg		264		317		401		571		738											
	Type		Brazed plate																					
Water heat exchanger	Water volume		l		1.9		2.9		3.8		5.7													
	Water flow rate	Cooling	Nom.	l/min		50		62		74		93		124		148		185						
				Heating	Nom.	l/min		46		58		71		88		116		140		176				
	Water pressure drop	Cooling	Total			kPa		20		30		42		30		42		30						
Type				Hi-XSS																				
Compressor	Type		Hermetically sealed scroll compressor																					
	Quantity		1		2		3		4		6													
Fan	Type		Axial																					
	Quantity		1		2		2		4		4													
	Air flow rate	Cooling	Nom.	m³/min		171		185		233		370		466										
Heating				Nom.	m³/min		171		185		233		370		466									
	Sound power level	Cooling	Nom.		dB(A)		78		80		81		83											
Heating				Nom.	dB(A)		78		80		81		83											
		Air side	Cooling		Min.-Max.	°CDB		5~20		25~50		-5~43		-15~35										
Heating				Min.-Max.		°CDB		5~20		25~50		-5~43		-15~35										
	Type / GWP		R-410A / 2,087.5																					
Refrigerant	Control		Electronic expansion valve																					
	Circuits	Quantity	1		1		1		1		1													
			kg		7.6		9.6		15.2		19.2													
Per circuit		TCO _{Eq}		15.9		20.0		31.7		40.1														
Water circuit	Piping connections diameter		inch		1-1/4" (female)				2" (female)															
	Piping		inch		1-1/4"				1-1/2"															
Unit	Maximum starting current		A		0		77.7		88.7		99.8		101.9		120.7									
	Maximum running current		A		22.2		25.3		26.4		35.2		47.4		49.6		67.2							
Power supply	Phase/Frequency/Voltage		Hz/V		3N~/50/400																			

(1) EWYQ-BAWN: Naked version (2) EWYQ-BAWP: Version with pump

Cooling: Tamb 35°C - LWE 7°C (DT=5°C) Heating: DB/WB 7°C/6°C - LWC 35°C (DT=5°C)

Equipment contains fluorinated greenhouse gases. Actual refrigerant charge depends on the final unit construction, details can be found on the unit labels.

Daikin Europe N.V. Naamloze Vennootschap · Zandvoordestraat 300 · 8400 Oostende · Belgium · www.daikin.eu · BE 0412 120 336 · RPR Oostende (Responsible Editor)



CEPEN16-422_2

02/16



Daikin Europe N.V. participates in the Eurovent Certification programme for Liquid Chilling Packages (LCP), Air handling units (AHU), Fan coil units (FCU) and variable refrigerant flow systems (VRF) Check ongoing validity of certificate online: www.eurovent-certification.com or using: www.certiflash.com



The present leaflet is drawn up by way of information only and does not constitute an offer binding upon Daikin Europe N.V. Daikin Europe N.V. has compiled the content of this leaflet to the best of its knowledge. No express or implied warranty is given for the completeness, accuracy, reliability or fitness for particular purpose of its content and the products and services presented therein. Specifications are subject to change without prior notice. Daikin Europe N.V. explicitly rejects any liability for any direct or indirect damage, in the broadest sense, arising from or related to the use and/or interpretation of this leaflet. All content is copyrighted by Daikin Europe N.V.

Anexo 4 - Ficha técnica fancoils FWM

2 Specifications

2-1 NOMINAL CAPACITY AND NOMINAL INPUT			FWV-L-M 01CATN/TV	FWV-L-M 02CATN/TV	FWV-L-M 03CATN/TV	FWV-L-M 04CATN/TV	FWV-L-M 06CATN/TV	FWV-L-M 08CATN/TV	FWV-L-M 10CATN/TV	
Power Input	High	W	37	53	56	98	98	182	244	
	Medium	W	28	36	43	61	68	127	169	
	Low	W	21	24	29	38	47	86	109	
Cooling capacity	Total capacity	High	kW	1.54	2.09	2.93	4.33	4.77	6.71	8.02
		Medium	kW	1.24	1.81	2.38	3.27	3.87	5.27	6.24
		Low	kW	1.04	1.45	1.76	2.51	3.17	3.97	4.11
	Sensible capacity	High	kW	1.20	1.51	2.11	3.15	3.65	4.91	5.96
		Medium	kW	0.97	1.31	1.70	2.45	2.92	3.83	4.63
		Low	kW	0.79	1.05	1.26	1.80	2.32	2.84	3.05
Heating capacity (2-pipe)	High	kW	2.14	2.57	3.81	5.63	6.36	7.83	10.03	
	Medium	kW	1.73	2.18	3.08	4.30	5.21	6.23	7.80	
	Low	kW	1.43	1.79	2.28	3.29	4.24	4.77	5.24	

2-1 NOMINAL CAPACITY AND NOMINAL INPUT			FWV-L-M 01CAFN/FV	FWV-L-M 02CAFN/FV	FWV-L-M 03CAFN/FV	FWV-L-M 04CAFN/FV	FWV-L-M 06CAFN/FV	FWV-L-M 08CAFN/FV	FWV-L-M 10CAFN/FV	
Power Input	High	W	37	53	56	98	98	182	244	
	Medium	W	28	36	43	61	68	127	169	
	Low	W	21	24	29	38	47	86	109	
Cooling capacity	Total capacity	High	kW	1.46	1.90	2.87	4.33	4.67	6.64	7.88
		Medium	kW	1.24	1.62	2.33	3.27	3.81	5.23	6.16
		Low	kW	0.99	1.35	1.73	2.48	3.11	3.93	4.07
	Sensible capacity	High	kW	1.14	1.51	2.07	3.15	3.57	4.85	5.85
		Medium	kW	0.97	1.25	1.66	2.45	2.87	3.80	4.57
		Low	kW	0.75	1.10	1.24	1.78	2.28	2.82	3.02
Heating capacity (4-pipe)	High	kW	1.90	2.10	3.08	5.05	5.30	7.91	9.30	
	Medium	kW	1.70	1.78	2.68	4.25	4.65	6.83	7.95	
	Low	kW	1.50	1.56	2.18	3.60	4.04	5.69	6.12	

2 Specifications

1
2

2-2 TECHNICAL SPECIFICATIONS				FWV-L-M 01CATN/TV	FWV-L-M 02CATN/TV	FWV-L-M 03CATN/TV	FWV-L-M 04CATN/TV	FWV-L-M 06CATN/TV	FWV-L-M 08CATN/TV	FWV-L-M 10CATN/TV	
Dimensions	Unit - FWV	Height	mm	564	564	564	564	564	564	564	
		Width	mm	774	774	984	1194	1194	1404	1404	
		Depth	mm	226	226	226	226	226	251	251	
	Unit - FWL	Height	mm	564	564	564	564	564	564	564	
		Width	mm	774	774	984	1194	1194	1404	1404	
		Depth	mm	226	226	226	226	226	251	251	
	Unit - FWM	Height	mm	535	535	535	535	535	535	535	
		Width	mm	584	584	794	1004	1004	1214	1214	
		Depth	mm	224	224	224	224	224	249	249	
Weight	Machine weight - FWV		kg	19	20	25	30	31	41	41	
	Machine weight - FWL		kg	20	21	27	32	33	44	44	
	Machine weight - FWM		kg	14	15	19	23	23	32	32	
Material			Plastic + sheet metal								
Colour			Plastic and metal RAL9010								
Sound level	Sound power	High	dBA	45	50	47	52	56	61	66	
		Medium	dBA	39	44	41	43	49	54	59	
		Low	dBA	33	38	33	35	43	47	49	
Water flow	Cooling		l/h	265	359	504	745	820	1154	1343	
	Heating		l/h	265	359	504	745	820	1154	1343	
Water pressure drop	Cooling		kPa	13	13	11	12	14	12	19	
	Heating		kPa	9	11	9	9	10	9	16	
Fan	Type			Centrifugal multi-blade, double suction							
	Air flow rate	High	m ³ /h	319	344	442	706	785	1011	1393	
		Medium	m ³ /h	233	271	341	497	605	771	1022	
		Low	m ³ /h	178	211	241	361	470	570	642	
	Speed			3 steps : high, medium, low							
Quantity			1	1	2	2	2	2	2		
Motor			Type Closed induction, B class insulation, winding thermal cut-out								
Standard heat exchanger	Rows	mm	2	3	3	3	3	3	3		
	Stages	mm	10	10	10	10	10	12	12		
	Fin pitch	mm	1.8	1.6	1.6	1.8	1.6	2.1	2.1		
	Face area	m ²	0.086	0.086	0.138	0.191	0.191	0.292	0.292		
	Water volume	l	0.5	0.7	1	1.4	1.4	2.1	2.1		
Air filter			Plastic								
Insulation material			Class 1 self-extinguishing								
Vibration insulation			Rubber ring for fan motor								
Water connections	Std. heat exchanger	inch	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4		
Drain			mm	16	16	16	16	16	16		
Notes			Cooling capacity is based on room temperature 27° CDB, 19° CWB and entering water temperature 7°C, water temperature rise 5K.								
			Heating capacity is based on: room temperature 20° CDB and entering water temperature 50° C, water flow rate as during cooling.								
			Air flow at 0 Pa ESP								

2 Specifications

2-2 TECHNICAL SPECIFICATIONS			FWV-L-M 01CAFN/FV	FWV-L-M 02CAFN/FV	FWV-L-M 03CAFN/FV	FWV-L-M 04CAFN/FV	FWV-L-M 06CAFN/FV	FWV-L-M 08CAFN/FV	FWV-L-M 10CAFN/FV	
Dimensions	Unit - FWV	Height	mm	564	564	564	564	564	564	
		Width	mm	774	774	984	1194	1194	1404	1404
		Depth	mm	226	226	226	226	226	251	251
	Unit - FWL	Height	mm	564	564	564	564	564	564	564
		Width	mm	774	774	984	1194	1194	1404	1404
		Depth	mm	226	226	226	226	226	251	251
	Unit - FWM	Height	mm	535	535	535	535	535	535	535
		Width	mm	584	584	794	1004	1004	1214	1214
		Depth	mm	224	224	224	224	224	249	249
Weight	Machine weight - FWV	kg	20	21	26	32	33	44	44	
	Machine weight - FWL	kg	21	22	28	34	35	46	46	
	Machine weight - FWM	kg	15	16	20	25	25	34	34	
Material	Plastic + sheet metal									
Colour	Plastic and metal RAL9010									
Sound level	Sound power	High	dBA	45	50	47	52	56	61	66
		Medium	dBA	39	44	41	43	49	54	59
		Low	dBA	33	38	33	35	43	47	49
Water flow	Cooling	l/h	251	327	494	745	803	1142	1355	
	Heating	l/h	196	182	286	396	465	694	816	
Water pressure drop	Cooling	kPa	13	13	11	12	14	12	19	
	Heating	kPa	7	8	5	10	10	8	9	
Fan	Type	Centrifugal multi-blade, double suction								
	Air flow rate	High	m ³ /h	307	327	431	690	763	998	1362
		Medium	m ³ /h	225	261	332	490	593	765	1007
		Low	m ³ /h	174	205	238	356	460	565	636
	Speed	3 steps : high, medium, low								
Quantity				1	1	2	2	2	2	2
Motor	Type	Closed induction, B class insulation, winding thermal cut-out								
Standard heat exchanger	Rows	mm	2	3	3	3	3	3	3	
	Stages	mm	10	10	10	10	10	12	12	
	Fin pitch	mm	1.8	1.6	1.6	1.8	1.6	2.1	2.1	
	Face area	m ²	0.086	0.086	0.138	0.191	0.191	0.292	0.292	
	Water volume	l	0.5	0.7	1	1.4	1.4	2.1	2.1	
Additional heat exchanger	Rows	mm	1	1	1	1	1	1	1	
	Stages	mm	8	8	8	8	8	10	10	
	Fin pitch	mm	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
	Face area	m ²	0.068	0.068	0.11	0.152	0.152	0.243	0.243	
	Water volume	l	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	
Air filter	Plastic									
Insulation material	Class 1 self-extinguishing									
Vibration insulation	Rubber ring for fan motor									
Water connections	Std. heat exchanger	inch	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	
Drain	mm		16	16	16	16	16	16	16	
Notes	Rating conditions cooling 4 pipe : air 27									
	Rating conditions heating 4 pipe : air 20									
	Air flow at 0 Pa ESP									

2 Specifications

1
2

2-3 ELECTRICAL SPECIFICATIONS			FWV-L-M 01CATN/TV	FWV-L-M 02CATN/TV	FWV-L-M 03CATN/TV	FWV-L-M 04CATN/TV	FWV-L-M 06CATN/TV	FWV-L-M 08CATN/TV	FWV-L-M 10CATN/TV
Current input	High	A	0.17	0.24	0.25	0.44	0.43	0.80	1.12
	Medium	A	0.13	0.16	0.20	0.29	0.31	0.57	0.79
	Low	A	0.10	0.11	0.14	0.19	0.22	0.40	0.55
Required power supply	V/f/Hz	230/1/50							
Required fuses	A	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	2	
Required wire section	mm ²	1	1	1	1	1	1	1	
Notes		The power consumption for the valve motor is 5W (peak) only during opening							
		For more details concerning conditional connections, see http://www.daikineurope.com , select E-data Books. Finally click on the document title of your choice							

2-3 ELECTRICAL SPECIFICATIONS			FWV-L-M 01CAFN/FV	FWV-L-M 02CAFN/FV	FWV-L-M 03CAFN/FV	FWV-L-M 04CAFN/FV	FWV-L-M 06CAFN/FV	FWV-L-M 08CAFN/FV	FWV-L-M 10CAFN/FV
Current input	High	A	0.17	0.24	0.25	0.44	0.43	0.80	1.12
	Medium	A	0.13	0.16	0.20	0.29	0.31	0.57	0.79
	Low	A	0.10	0.11	0.14	0.19	0.22	0.40	0.55
Required power supply	V/f/Hz	230/1/50							
Required fuses	A	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	2	
Required wire section	mm ²	1	1	1	1	1	1	1	
Notes		The power consumption for the valve motor is 5W (peak) only during opening							
		For more details concerning conditional connections, see http://www.daikineurope.com , select E-data Books. Finally click on the document title of your choice							

Anexo 5 - Ficha técnica fancoils FWD

2 Specifications

2-1 NOMINAL CAPACITY AND NOMINAL INPUT			FWD04AATN	FWD06AATN	FWD08AATN	FWD10AATN	FWD012AATN	FWD016AATN	FWD018AATN	
Power Input	High	W	234	349	443	443	714	1197	1197	
	Medium	W	173	294	336	336	473	966	966	
	Low	W	130	247	261	261	328	704	704	
Cooling capacity	Total capacity	High	kW	3.90	6.20	7.80	8.82	11.90	16.40	18.30
	Sensible capacity	High	kW	3.08	4.65	6.52	7.16	9.36	12.80	14.10
Heating capacity (2-pipe)	High	kW	4.05	7.71	9.43	10.79	14.45	19.81	21.92	

2-1 NOMINAL CAPACITY AND NOMINAL INPUT			FWD04AAFN	FWD06AAFN	FWD08AAFN	FWD10AAFN	FWD012AAFN	FWD016AAFN	FWD018AAFN	
Power Input	High	W	234	349	443	443	714	1197	1197	
	Medium	W	173	294	336	336	473	966	966	
	Low	W	130	247	261	261	328	704	704	
Cooling capacity	Total capacity	High	kW	3.90	6.20	7.80	8.82	11.90	16.40	18.30
	Sensible capacity	High	kW	3.08	4.65	6.52	7.16	9.36	12.80	14.10
Heating capacity (4-pipe)	High	kW	4.49	6.62	9.21	9.21	15.86	21.15	21.15	

2 Specifications

2-2 TECHNICAL SPECIFICATIONS				FWD04AATN	FWD06AATN	FWD08AATN	FWD10AATN	FWD012AATN	FWD016AATN	FWD018AATN
Dimensions	Unit	Height	mm	280	280	280	280	352	352	352
		Width	mm	754	964	1174	1174	1174	1384	1384
		Depth	mm	559	559	559	559	718	718	718
Weight	Machine weight		kg	33	41	47	49	65	77	80
Material				Galvanised sheet metal						
Colour				Not painted (galvanised)						
Sound level	Sound power	High	dBA	66	69	72	72	74	78	78
		Medium	dBA	61	63	67	67	67	73	73
		Low	dBA	54	59	62	62	60	69	69
Water flow	Cooling		l/h	674	1064	1339	1514	2056	2833	3140
	Heating		l/h	674	1064	1339	1514	2056	2833	3140
Water pressure drop	Cooling		kPa	17	24	24	16	26	34	45
	Heating		kPa	14	20	20	13	21	28	37
Fan	Type			Centrifugal multi-blade, double suction						
	Air flow rate	High	m ³ /h	800	1250	1600	1600	2200	3000	3000
	Available pressure	High	Pa	66	58	68	64	97	145	134
	Speed			3 steps : high, medium, low						
Quantity				1	2	2	2	2	2	2
Motor	Type			Closed induction, B class insulation, winding thermal cut-out						
Standard heat exchanger	Rows		mm	3	3	3	4	3	4	5
	Stages		mm	10	10	10	10	14	14	14
	Fin pitch		mm	2.1	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	Face area		m ²	0.138	0.1905	0.243	0.243	0.3402	0.4137	0.4137
	Water volume		l	1.06	1.42	1.79	2.38	2.5	4.02	5.03
Air filter				Acrylic - Filtering class EU2						
Insulation material				Class 1 self-extinguishing						
Vibration insulation				Rubber ring for fan motor						
Water connections	Std. heat exchanger		inch	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1	1
Drain			mm	16	16	16	16	16	16	16
Notes				Rating conditions cooling 2 pipe : air 27						
				Rating conditions heating 2 pipe : air 20						
				Maximum Power input at 0 Pa ESP						
				Sound level at 0 Pa ESP						

2 Specifications

2-2 TECHNICAL SPECIFICATIONS				FWD04AAFN	FWD06AAFN	FWD08AAFN	FWD10AAFN	FWD012AAFN	FWD016AAFN	FWD018AAFN	
Dimensions	Unit	Height	mm	280	280	280	280	352	352	352	
		Width	mm	754	964	1174	1174	1174	1384	1384	
		Depth	mm	559	559	559	559	718	718	718	
Weight	Machine weight	kg	35	43	50	52	71	83	86		
Material			Galvanised sheet metal								
Colour			Not painted (galvanised)								
Sound level	Sound power	High	dBA	66	69	72	72	74	78	78	
		Medium	dBA	61	63	67	67	67	73	73	
		Low	dBA	54	59	62	62	60	69	69	
Water flow	Cooling	l/h	674	1064	1339	1514	2056	2833	3140		
	Heating	l/h	349	581	808	808	1392	1856	1856		
Water pressure drop	Cooling	kPa	17	24	24	16	26	34	45		
	Heating	kPa	9	15	13	13	12	16	16		
Fan	Type			Centrifugal multi-blade, double suction							
	Air flow rate	High	m ³ /h	800	1250	1600	1600	2200	3000	3000	
	Available pressure	High	Pa	63	53	63	59	92	138	128	
	Speed			3 steps : high, medium, low							
	Quantity			1	2	2	2	2	2	2	
Motor	Type			Closed induction, B class insulation, winding thermal cut-out							
Standard heat exchanger	Rows	mm	3	3	3	4	3	4	5		
	Stages	mm	10	10	10	10	14	14	14		
	Fin pitch	mm	2.1	1.8	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		
	Face area	m ²	0.138	0.1905	0.243	0.243	0.3402	0.4137	0.4137		
	Water volume	l	1.06	1.42	1.79	2.38	2.50	4.02	5.03		
Additional heat exchanger	Rows	mm	1	1	1	1	2	2	2		
	Stages	mm	10	10	10	10	12	12	12		
	Fin pitch	mm	1.8	1.8	1.8	1.8	2.1	2.1	2.1		
	Face area	m ²	0.138	0.1905	0.243	0.243	0.3402	0.4137	0.4137		
	Water volume	l	0.35	0.47	0.59	0.59	1.42	1.72	1.72		
Air filter			Acrylic - Filtering class EU2								
Insulation material			Class 1 self-extinguishing								
Vibration insulation			Rubber ring for fan motor								
Water connections	Std. heat exchanger	inch	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1	1		
Drain			mm	16	16	16	16	16	16		
Notes			Rating conditions 4-pipe: air 27°CDB - 19°CWB - entering water 7°C - leaving water 12°C at nominal air flow and ESP								
			Rating conditions 4-pipe: air 20°CDB - entering water 70°C - leaving water 60°C at nominal air flow and ESP								
			Maximum Power input at 0 Pa ESP								
			Sound level at 0 Pa ESP								

2 Specifications

2
2

2-3 ELECTRICAL SPECIFICATIONS			FWD04AATN	FWD06AATN	FWD08AATN	FWD10AATN	FWD12AATN	FWD16AATN	FWD18AATN
Current input	High	A	0.95	1.58	1.97	1.97	3.21	5.37	5.37
	Medium	A	0.74	1.39	1.52	1.52	2.08	4.38	4.38
	Low	A	0.57	1.18	1.20	1.20	1.50	3.26	3.26
Required power supply	V / f / Hz	230/1/50							
Required fuses	A	2	2	2	4	4	6	6	
Required wire section	mm ²	1	1	1.5	1.5	2	2.5	2.5	
Notes	Current input at 0 Pa ESP								
	For more details concerning conditional connections, see http://www.daikineurope.com , select E-data Books. Finally click on the document title of your choice								

2-3 ELECTRICAL SPECIFICATIONS			FWD04AAFN	FWD06AAFN	FWD08AAFN	FWD10AAFN	FWD12AAFN	FWD16AAFN	FWD18AAFN
Current input	High	A	0.95	1.58	1.97	1.97	3.21	5.37	5.37
	Medium	A	0.74	1.39	1.52	1.52	2.08	4.38	4.38
	Low	A	0.57	1.18	1.20	1.20	1.50	3.26	3.26
Required power supply	V / f / Hz	230/1/50							
Required fuses	A	2	2	2	4	4	6	6	
Required wire section	mm ²	1	1	1.5	1.5	2	2.5	2.5	
Notes	Current input at 0 Pa ESP								
	For more details concerning conditional connections, see http://www.daikineurope.com , select E-data Books. Finally click on the document title of your choice								

Anexo 6 - Ficha técnica fancoils FWB

2 Specifications

2-1 NOMINAL CAPACITY AND NOMINAL INPUT			FBW02AT	FWB03AT	FWB04AT	
Power Input	High	W	106	106	106	
	Medium	W	56	56	56	
	Low	W	34	34	34	
Cooling capacity	Total capacity	High	kW	2.61	3.14	3.49
		Medium	kW	2.01	2.42	2.64
		Low	kW	1.34	1.50	1.67
	Sensible capacity	High	kW	1.88	2.16	2.34
		Medium	kW	1.46	1.66	1.77
		Low	kW	0.95	1.02	1.10
Heating capacity (2-pipe)	High	kW	5.47	6.01	6.47	
	Medium	kW	4.32	4.66	4.93	
	Low	kW	2.77	2.91	3.00	
Heating capacity (4-pipe)	High	kW	3.14	3.14	3.14	
	Medium	kW	2.68	2.68	2.68	
	Low	kW	1.95	1.95	1.95	

2-1 NOMINAL CAPACITY AND NOMINAL INPUT			FWB05AT	FWB06AT	FWB07AT	
Power Input	High	W	192	192	192	
	Medium	W	143	143	143	
	Low	W	76	76	76	
Cooling capacity	Total capacity	High	kW	5.08	5.45	6.47
		Medium	kW	3.99	4.12	4.96
		Low	kW	2.12	2.43	2.67
	Sensible capacity	High	kW	3.60	3.87	4.40
		Medium	kW	2.84	2.96	3.37
		Low	kW	1.52	1.67	1.78
Heating capacity (2-pipe)	High	kW	10.31	11.39	12.28	
	Medium	kW	8.20	8.92	9.48	
	Low	kW	4.56	4.77	4.94	
Heating capacity (4-pipe)	High	kW	5.99	5.99	5.99	
	Medium	kW	5.14	5.14	5.14	
	Low	kW	3.38	3.38	3.38	

2-1 NOMINAL CAPACITY AND NOMINAL INPUT			FWB08AT	FWB09AT	FWB10AT	
Power Input	High	W	294	294	294	
	Medium	W	193	193	193	
	Low	W	155	155	155	
Cooling capacity	Total capacity	High	kW	7.57	8.67	10.34
		Medium	kW	5.41	6.08	7.08
		Low	kW	4.18	4.64	5.35
	Sensible capacity	High	kW	5.23	5.96	6.90
		Medium	kW	3.78	4.20	4.72
		Low	kW	2.95	3.21	3.57
Heating capacity (2-pipe)	High	kW	15.05	16.85	18.78	
	Medium	kW	10.94	11.97	12.93	
	Low	kW	8.63	9.29	9.85	
Heating capacity (4-pipe)	High	kW	12.80	12.80	12.80	
	Medium	kW	9.55	9.55	9.55	
	Low	kW	7.67	7.67	7.67	

2 Specifications

3
2

2-2 TECHNICAL SPECIFICATIONS				FBW02AT	FWB03AT	FWB04AT
Dimensions	Unit	Height	mm	239	239	239
		Width	mm	1039	1039	1039
		Depth	mm	609	609	609
	Unit with packing	Height	mm	305	305	305
		Width	mm	1100	1100	1100
		Depth	mm	650	650	650
Weight	Machine weight		kg	23	24	26
	Operation weight		kg	24	26	28
	Gross weight		kg	26	27	29
Material				Galvanised sheet metal		
Sound level	Sound pressure	High	dBA	46.5	46.5	46.5
		Medium	dBA	34.5	34.5	34.5
		Low	dBA	24.5	24.5	24.5
	Sound power	High	dBA	58	58	58
		Medium	dBA	46	46	46
		Low	dBA	36	36	36
Water flow	Cooling		l/h	448	539	598
	Heating		l/h	480	527	567
	Add. heat exchanger		l/h	275	275	275
Water pressure drop	Cooling		kPa	8	14	11
	Heating		kPa	7	10	8
	Add. heat exchanger		kPa	3	3	3
Fan	Type			Centrifugal - forward blades - directly coupled on fan		
	Air flow rate	High	m ³ /h	400	400	400
		Medium	m ³ /h	300	300	300
		Low	m ³ /h	180	180	180
	Available pressure	High	Pa	71	71	71
		Medium	Pa	29	29	29
		Low	Pa	20	20	20
Speed			7 speeds (high = 7, medium = 4, low = 1)			
Quantity			1	1	1	
Motor				Type		
Standard heat exchanger				Closed induction, B class insulation, winding thermal cut-out		
Standard heat exchanger	Rows		mm	3	4	6
	Stages		mm	3	3	4
	Fin pitch		mm	2.1	2.1	2.1
	Face area		m ²	0.15	0.15	0.15
	Water volume		l	1.1	1.5	2.2
Additional heat exchanger	Rows		mm	1	1	1
	Stages		mm	2	2	2
	Fin pitch		mm	1.8	1.8	1.8
	Face area		m ²	0.14	0.14	0.14
	Water volume		l	0.4	0.4	0.4
Air filter				Standard filter class EU2		
Insulation material				Class 1 self-extinguishing		
Vibration insulation				Rubber ring for fan motor		
Water connections	Std. heat exchanger		inch	3/4		
	Add. heat exchanger		inch	3/4		
Drain			mm	16	16	16
Notes				Rating conditions cooling 2 pipe: air 27		
				Rating conditions heating 2 pipe: air 20°CDB - entering water 70°C - leaving water 60°C		
				Sound power level according to ISO3741 - sound pressure calculated at 1.5m distance - Q = 2		

2 Specifications

2-2 TECHNICAL SPECIFICATIONS				FWB05AT	FWB06AT	FWB07AT
Dimensions	Unit	Height	mm	239	239	239
		Width	mm	1389	1389	1389
		Depth	mm	609	609	609
	Unit with packing	Height	mm	305	305	305
		Width	mm	1450	1450	1450
Depth		mm	650	650	650	
Weight	Machine weight		kg	31	33	35
	Operation weight		kg	33	35	38
	Gross weight		kg	35	37	39
Material				Galvanised sheet metal		
Sound level	Sound pressure	High	dBA	48.5	48.5	48.5
		Medium	dBA	40.5	40.5	40.5
		Low	dBA	25.5	25.5	25.5
	Sound power	High	dBA	60	60	60
		Medium	dBA	52	52	52
Low		dBA	37	37	37	
Water flow	Cooling		l/h	873	936	1111
	Heating		l/h	904	999	1077
	Add. heat exchanger		l/h	526	526	526
Water pressure drop	Cooling		kPa	15	8	14
	Heating		kPa	12	7	10
	Add. heat exchanger		kPa	5	5	5
Fan	Type			Centrifugal - forward blades - directly coupled on fan		
	Air flow rate	High	m ³ /h	800	800	800
		Medium	m ³ /h	600	600	600
		Low	m ³ /h	300	300	300
	Available pressure	High	Pa	65	65	65
		Medium	Pa	44	44	44
		Low	Pa	23	23	23
Speed				7 speeds (high = 7, medium = 4, low = 1)		
Quantity				2	2	2
Motor				Closed induction, B class insulation, winding thermal cut-out		
Standard heat exchanger	Rows		mm	3	4	6
	Stages		mm	4	6	6
	Fin pitch		mm	2.1	2.1	2.5
	Face area		m ²	0.22	0.22	0.22
	Water volume		l	1.6	2.1	3.2
Additional heat exchanger	Rows		mm	1	1	1
	Stages		mm	3	3	3
	Fin pitch		mm	1.8	1.8	1.8
	Face area		m ²	0.24	0.24	0.24
	Water volume		l	0.6	0.6	0.6
Air filter				Standard filter class EU2		
Insulation material				Class 1 self-extinguishing		
Vibration insulation				Rubber ring for fan motor		
Water connections	Std. heat exchanger		inch	3/4		
	Add. heat exchanger		inch	3/4		
Drain			mm	16	16	16
Notes				Rating conditions cooling 2 pipe: air 27		
				Rating conditions heating 2 pipe: air 20°CDB - entering water 70°C - leaving water 60°C		
				Sound power level according to ISO3741 - sound pressure calculated at 1.5m distance - Q = 2		

3
2

2 Specifications

3
2

2-2 TECHNICAL SPECIFICATIONS				FWB08AT	FWB09AT	FWB10AT
Dimensions	Unit	Height	mm	239	239	239
		Width	mm	1739	1739	1739
		Depth	mm	609	609	609
	Unit with packing	Height	mm	305	305	305
		Width	mm	1800	1800	1800
		Depth	mm	650	650	650
Weight	Machine weight		kg	43	45	48
	Operation weight		kg	45	48	52
	Gross weight		kg	47	50	54
Material				Galvanised sheet metal		
Sound level	Sound pressure	High	dBA	57.5	57.5	57.5
		Medium	dBA	46.5	46.5	46.5
		Low	dBA	41.5	41.5	41.5
	Sound power	High	dBA	69	69	69
		Medium	dBA	58	58	58
		Low	dBA	53	53	53
Water flow	Cooling		l/h	1299	1488	1774
	Heating		l/h	1319	1479	1647
	Add. heat exchanger		l/h	1123	1123	1123
Water pressure drop	Cooling		kPa	21	21	26
	Heating		kPa	16	15	18
	Add. heat exchanger		kPa	8	8	8
Fan	Type			Centrifugal - forward blades - directly coupled on fan		
	Air flow rate	High	m ³ /h	1200	1200	1200
		Medium	m ³ /h	800	800	800
		Low	m ³ /h	600	600	600
	Available pressure	High	Pa	59	59	59
		Medium	Pa	43	43	43
		Low	Pa	29	29	29
	Speed				7 speeds (high = 7, medium = 4, low = 1)	
Quantity				3	3	3
Motor				Type Closed induction, B class insulation, winding thermal cut-out		
Standard heat exchanger	Rows		mm	3	4	6
	Stages		mm	5	6	6
	Fin pitch		mm	2.1	2.1	2.1
	Face area		m ²	0.29	0.29	0.29
	Water volume		l	2.1	2.8	4.2
Additional heat exchanger	Rows		mm	2	2	2
	Stages		mm	6	6	6
	Fin pitch		mm	2.1	2.1	2.1
	Face area		m ²	0.35	0.35	0.35
	Water volume		l	1.7	1.7	1.7
Air filter				Standard filter class EU2		
Insulation material				Class 1 self-extinguishing		
Vibration insulation				Rubber ring for fan motor		
Water connections	Std. heat exchanger		inch	3/4		
	Add. heat exchanger		inch	1	1	1
Drain			mm	16	16	16
Notes				Rating conditions cooling 2 pipe: air 27		
				Rating conditions heating 2 pipe: air 20°CDB - entering water 70°C - leaving water 60°C		
				Sound power level according to ISO3741 - sound pressure calculated at 1.5m distance - Q = 2		

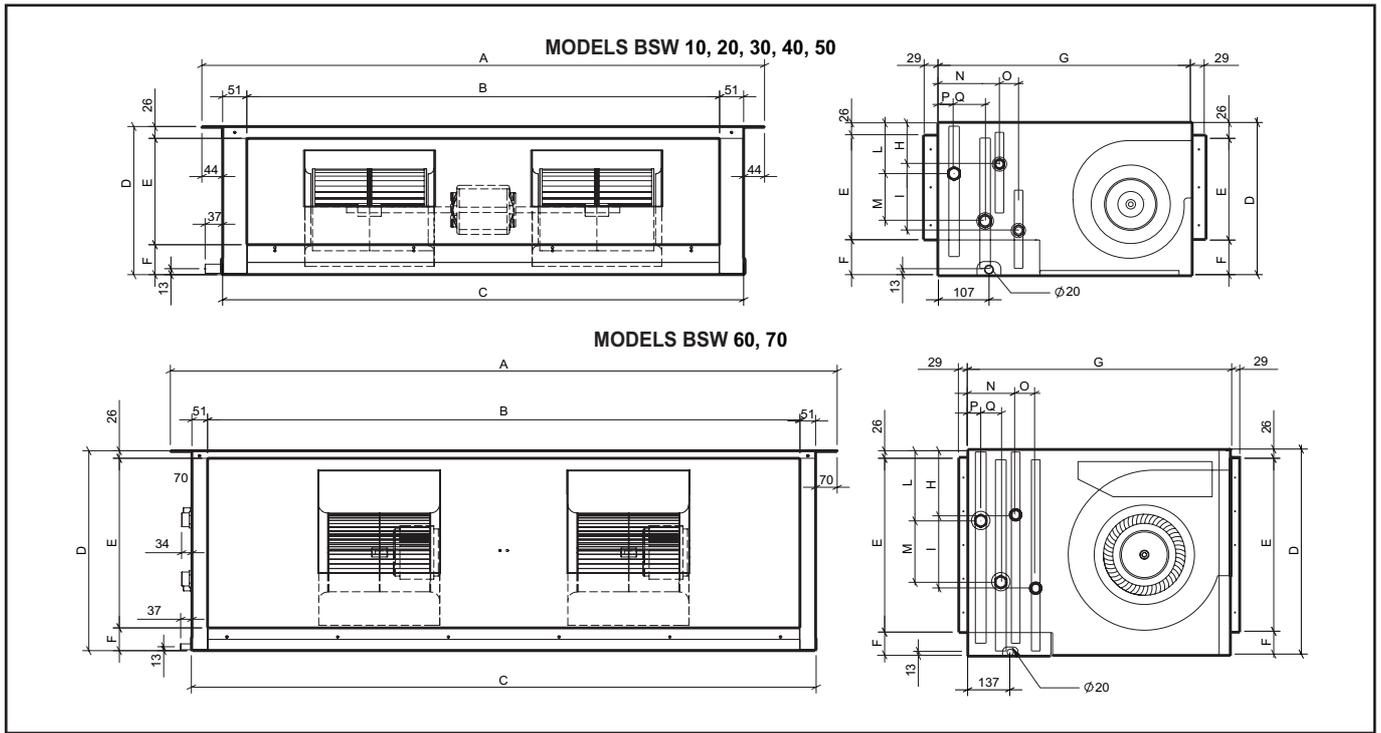
2 Specifications

2-3 ELECTRICAL SPECIFICATIONS			FBW02AT	FBW03AT	FBW04AT
Current input	High	A	0.51	0.51	0.51
	Medium	A	0.30	0.30	0.30
	Low	A	0.20	0.20	0.20
Required power supply		V / f / Hz	230/1/50		
Required fuses		A	1	1	1
Required wire section		mm ²	1.5	1.5	1.5
Electric heater	Power input	kW	2	2	2
	Current	A	8.7	8.7	8.7
	Power supply	V / f / Hz	230/1/50		
Notes			The power consumption for the valve motor is 5W (peak) only during opening		
			For more details concerning conditional connections, see http://www.daikineurope.com , select E-data Books. Finally click on the document title of your choice		

2-3 ELECTRICAL SPECIFICATIONS			FBW05AT	FBW06AT	FBW07AT
Current input	High	A	0.94	0.94	0.94
	Medium	A	0.70	0.70	0.70
	Low	A	0.40	0.40	0.40
Required power supply		V / f / Hz	230/1/50		
Required fuses		A	2	2	2
Required wire section		mm ²	1.5	1.5	1.5
Electric heater	Power input	kW	2.5	2.5	2.5
	Current	A	10.9	10.9	10.9
	Power supply	V / f / Hz	230/1/50		
Notes			The power consumption for the valve motor is 5W (peak) only during opening		
			For more details concerning conditional connections, see http://www.daikineurope.com , select E-data Books. Finally click on the document title of your choice		

2-3 ELECTRICAL SPECIFICATIONS			FBW08AT	FBW09AT	FBW10AT
Current input	High	A	1.28	1.28	1.28
	Medium	A	0.90	0.90	0.90
	Low	A	0.70	0.70	0.70
Required power supply		V / f / Hz	230/1/50		
Required fuses		A	2	2	2
Required wire section		mm ²	1.5	1.5	1.5
Electric heater	Power input	kW	3	3	3
	Current	A	13	13	13
	Power supply	V / f / Hz	230/1/50		
Notes			The power consumption for the valve motor is 5W (peak) only during opening		
			For more details concerning conditional connections, see http://www.daikineurope.com , select E-data Books. Finally click on the document title of your choice		

Anexo 7 - Ficha técnica fancoil alta potencia BSW



GENERAL DIMENSIONS, 4 PIPE SYSTEM INSTALLATION

MODEL		10	20	30	40	50	60	70	
Coil used for cooling	Fans-motor number	n°	1 - 1	2 - 1	2 - 1	2 - 1	1 - 1	2 - 2	
	Rows numer	n°	3	3	3	3	4	4	
	Finned pack lenght	mm	523	873	973	1.213	1.213	1.900	
	Number of pipe per row	n°	11	11	12	12	14	26	
	Fin spacing	mm	2	2	2	2	2	2	
	Number of feeding circuits	n°	3	4	5	6	8	16	26
	Shape	mmxmm	25 x 22						
	Finned pack depth	mm	66	66	66	66	66	88	88
	Frontal surface	m2	0,144	0,240	0,292	0,364	0,425	0,788	1,235
	Total surface of fins	m2	8,128	13,567	16,495	20,564	23,991	59,407	93,053
	Water contents	litri	1,36	2,18	2,63	3,25	3,79	9,38	14,44
	Hydraulic connections(Ø male gas)	Ø	1/2"	1/2"	3/4"	3/4"	1"	1" 1/4	1" 1/2
	Coil used for heating	Rows numer	n°	1	1	1	1	2	2
Finned pack lenght		mm	523	873	973	1.213	1.213	1.900	
Number of pipe per row		n°	11	11	12	12	14	26	
Fin spacing		mm	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	
Number of feeding circuits		n°	1	2	2	3	3	10	16
Shape		mmxmm	25 x 25						
Finned pack depth		mm	25	25	25	25	25	25	25
Frontal surface		m2	0,144	0,240	0,292	0,364	0,425	0,788	1,235
Total surface of fins	m2	2,709	4,522	5,498	6,855	7,997	29,704	46,527	
Water contents	litri	0,45	0,73	0,88	1,08	1,26	4,69	7,22	
Hydraulic connections(Ø male gas)	Ø	1/2"	1/2"	1/2"	1/2"	3/4"	1"	1" 1/4	
Unit general features	A	mm	738	1.088	1.188	1.428	1.428	1.481	2.168
	B	mm	548	898	998	1.238	1.238	1.239	1.926
	C	mm	650	1.000	1.100	1.340	1.340	1.341	2.028
	D	mm	299	299	323	323	373	674	674
	E	mm	232	232	232	232	272	573	573
	F	mm	41	41	65	65	75	75	75
	G	mm	533	533	533	533	533	852	852
	H	mm	96	96	107	107	133	235	235
	I	mm	100	100	100	100	100	200	200
	L	mm	75	75	87	87	113	213	213
	M	mm	140	140	140	140	140	240	240
	N	mm	35	35	35	35	35	42	42
	O	mm	95	95	95	95	95	114	114
	P	mm	35	35	35	35	32	43	43
	Q	mm	40	40	40	40	40	65	65
	Net weight	kg	30	38	44	49	61	130	210

GENERAL TECHNICAL DATA, 4 PIPE INTSALLATION UNI

MODEL			10	20	30	40	50	60	70
A	Total cooling capacity	W	3.604	6.348	8.286	9.545	12.258	24.989	45.563
		Frig/h	3.107	5.473	7.143	8.229	10.568	21.542	39.278
	Sensible cooling capacity	W	3.105	5.333	7.051	8.020	10.564	20.189	37.793
		Frig/h	2.677	4.598	6.079	6.914	9.107	17.404	32.580
B	Heating capacity	W	4.184	6.996	9.152	10.540	13.986	38.831	70.196
		kcal/h	3.607	6.031	7.890	9.086	12.057	33.475	60.514
A	Water flow in cooling	l/h	621	1.095	1.429	1.646	2.114	4.308	7.856
		l/s	0,173	0,304	0,397	0,457	0,587	1,197	2,182
B	Water flow in heating	l/h	361	603	789	909	1.206	3.348	6.051
		l/s	0,100	0,168	0,219	0,252	0,335	0,930	1,681
A	Water pressure drops in cooling	kPa	16	24	28	25	31	27	32
		m.C.A.	1,6	2,4	2,8	2,5	3,1	2,7	3,2
B	Water pressure drops in heating	kPa	27	23	36	21	34	33	36
		m.C.A.	2,7	2,3	3,6	2,1	3,4	3,3	3,6
	Heating capacity	W	2.557	4.275	5.593	6.441	8.547	23.730	42.898
		kcal/h	2.204	3.686	4.822	5.553	7.368	20.457	36.981
C	Water flow	l/h	446	746	976	1.124	1.492	4.141	7.486
		l/s	0,124	0,207	0,271	0,312	0,414	1,150	2,079
	Water pressure drops in heating	kPa	46	39	62	36	58	56	62
		m.C.A.	4,7	4,0	6,3	3,7	5,9	5,8	6,3
E	Air flow	m ³ /h	795	1.352	1.853	2.024	2.852	4.444	8788
		m ³ /s	0,221	0,376	0,515	0,562	0,792	1,234	2,441
	Fan speed	g/min	1.365	1.365	1.205	1.214	1.387	810	832
F	Sound power level	dB(A)	68	69	70	70	73	78	81
G	Motor electrical power	W	162	218	322	340	582	1.320	2.600
		A	0,72	0,97	1,43	1,51	2,58	5,86	11,54

Electrical supply 230V / 1 / 50Hz

Eurovent certified performances – above mentioned technical data are calculate at the following operating conditions:

- Maximum fan speed

- Standard unit without ducts (fancoil operating without external back pressure)

(A) Cooling: Entering water temperature 7°C; leaving water temperature 12°C; entering air temperature 27°C w.b. 19°C d.b.

(B) Heating: Entering water temperature 70°C; leaving water temperature 60°C. entering air temperature 20°C.

(C) Heating : Entering water temperature 50°C ; leaving water temperature 45°C ; entering air room temperature 20°C.

(E) Air flow and fan speed: Fancoil performances with cleaned filter.

(F) Sound Power level: Sound power measured following ISO 23741.

(G) Electrical data referred to the maximum speed.

CORRECTION COEFFICIENT FOR THE DIFFERENT AVAILABLE SPEEDS, 4 PIPE INSTALLATION

MODEL			10	20	30	40	50	60	70
Total cooling capacity	1		0,87 ^{min}	0,73 ^{min}	0,78 ^{min}	0,73 ^{min}	0,68 ^{min}	0,76 ^{min}	0,78 ^{min}
	2		0,96 ^{med}	0,90 ^{med}	0,94 ^{med}	0,93 ^{med}	0,86 ^{med}	0,89 ^{med}	0,90 ^{med}
	3		0,98	0,96	1,00 ^{max}				
	4		1,00 ^{max}	1,00 ^{max}	-	-	-	-	-
Sensible cooling capacity	1		0,86 ^{min}	0,71 ^{min}	0,76 ^{min}	0,72 ^{min}	0,65 ^{min}	0,74 ^{min}	0,76 ^{min}
	2		0,94 ^{med}	0,89 ^{med}	0,94 ^{med}	0,93 ^{med}	0,85 ^{med}	0,87 ^{med}	0,89 ^{med}
	3		0,98	0,96	1,00 ^{max}				
	4		1,00 ^{max}	1,00 ^{max}	-	-	-	-	-
Heating capacity	1		0,89 ^{min}	0,77 ^{min}	0,82 ^{min}	0,78 ^{min}	0,73 ^{min}	0,78 ^{min}	0,80 ^{min}
	2		0,96 ^{med}	0,92 ^{med}	0,95 ^{med}	0,94 ^{med}	0,89 ^{med}	0,90 ^{med}	0,91 ^{med}
	3		0,98	0,97	1,00 ^{max}				
	4		1,00 ^{max}	1,00 ^{max}	-	-	-	-	-
Air flow	1		0,81 ^{min}	0,63 ^{min}	0,69 ^{min}	0,63 ^{min}	0,56 ^{min}	0,69 ^{min}	0,70 ^{min}
	2		0,93 ^{med}	0,85 ^{med}	0,91 ^{med}	0,89 ^{med}	0,80 ^{med}	0,84 ^{med}	0,85 ^{med}
	3		0,97	0,94	1,00 ^{max}				
	4		1,00 ^{max}	1,00 ^{max}	-	-	-	-	-

The curves indicated with min, med, max concern the 3 standard speeds set at the factory.

NOTE: The symbol (-) means that for BSW 30 , 40 , 50 , 60 , 70 models only 3 fan speeds are available. For BSW 10 and BSW 20 models, upon customer request other 3 speeds among the 4 available speeds can be connected.



WORKINGS LIMITS

Maximal entering water temperature	70 °C
Minimal entering water temperature	+ 4 °C
Maximal working pressure	8 bar

Maximal room air temperature	40 °C
Minimal room air temperature	+ 4 °C

Water flow and water pressure drops limit, 3R coil (models BSW 10 , 20 , 30 , 40 , 50) and 4R coil (models BSW 60 , 70)

(Data concern medium water temperature of 9,5°C)

		MODEL BSW						
		10	20	30	40	50	60	70
Minimal water flow	l/h	175	225	275	325	375	825	1.400
Minimal water pressure drop	kPa	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Maximal water flow	l/h	1.300	1.850	2.275	2.700	3.150	6.900	11.575
Maximal water pressure drop	kPa	70,8	71,9	70,0	69,9	70,1	70,4	70,3

Water flow and water pressure drops limit, 1R coil (models BSW 10 , 20 , 30 , 40 , 50) and 2R coil (model BSW 60 , 70)

(Data concern medium water temperature of 65°C)

		MODEL BSW						
		10	20	30	40	50	60	70
Minimal water flow	l/h	75	125	150	200	225	600	1.025
Minimal water pressure drop	kPa	1,2	1,0	1,3	1,0	1,2	1,1	1,0
Maximal water flow	l/h	575	1.050	1.100	1.650	1.725	4.900	8.450
Maximal water pressure drop	kPa	68,5	69,7	70,0	69,2	69,6	70,7	70,2

3 Way valve

Using of 2 or 3 way valves is compulsory when the unit is used for cooling to avoid condensate in the external structure (bearing structure and cabinet). As alternative install a regulating system to stop coil water entering when the fan is off.

Maximal fan static pressure

When the unit is connected with ducts fan air flow is reduced due to the ducting pressure drops. With very high pressure drops fancoil air flow becomes too low and electric motor which is connected to the fan can be damaged. For this reason we recommend static pressures lower than the maximal limit static pressures indicated in the schedule. NOTE: when the fancoil is operating with the maximal operating indicated static pressure value, air flow is half in comparison with the unit without ducts at the same working speed. Definitely the static pressure limit value corresponds to the back pressure ables to halve fancoil air flow (as a consequence the fancoil unit performances like heating & cooling capacity, will be reduced of about 50%).

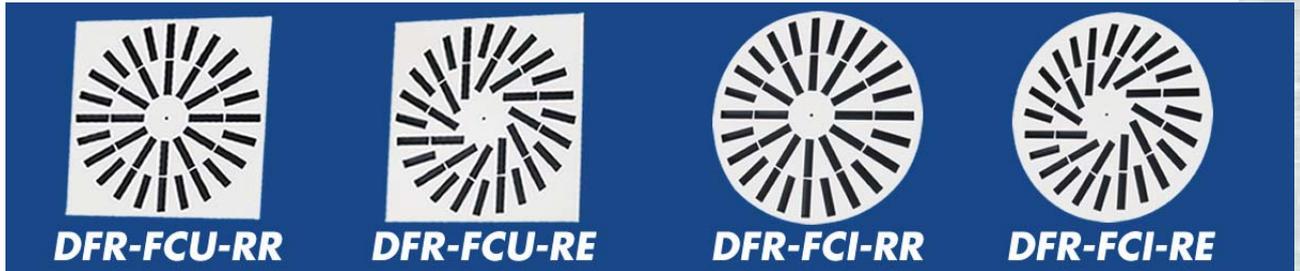
			MODEL BSW						
speeds			10	20	30	40	50	60	70
2 pipe system	Pa	1	90 min	80 min	115 min	105 min	135 min	220 min	220 min
	Pa	2	95 med	95 med	130 med	130 med	180 med	240 med	240 med
	Pa	3	100	100	135 max	135 max	205 max	260 max	260 max
	Pa	4	105 max	105 max	-	-	-	-	-
4 pipe system	Pa	1	75 min	70 min	95 min	90 min	110 min	180 min	180 min
	Pa	2	85 med	80 med	115 med	115 med	155 med	210 med	210 med
	Pa	3	90	85	120 max	120 max	180 max	220 max	220 max
	Pa	4	95 max	90 max	-	-	-	-	-

The curves indicated with min, med, max concern the 3 standard speeds set at the factory.

NOTE: The symbol (-) means that for BSW 30 , 40 , 50 , 60 , 70 models only 3 fan speeds are available. For BSW 10 and BSW 20 models, upon customer request other 3 speeds among the 4 available speeds can be connected.

Anexo 8 - Ficha técnica difusores

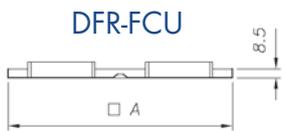
SERIE DFR



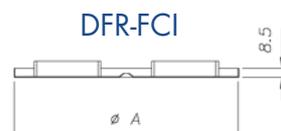
Difusor de flujo rotacional.
 Formato cuadrado o circular.
 Adaptable a techos modulares.
 Ranuras radiales o en espiga.
 Deflectores fijos u orientables en ABS.
 Placa de acero pintado en blanco satinado.

Swirl flow pattern diffuser.
 Square or circular shape.
 For modular ceilings applications.
 Radials or bended slots.
 Deflecting pieces fixed or moving made in ABS.
 Steel plate painted in white satin colour.

Diffuseur à jet tourbillonnaire.
 Format carré ou circulaire.
 Substitution des dalles de faux plafonds.
 Fentes radiales ou inclinées.
 Déflecteurs fixes ou orientables en ABS.
 Tôle d'acier peinte en blanc satiné.

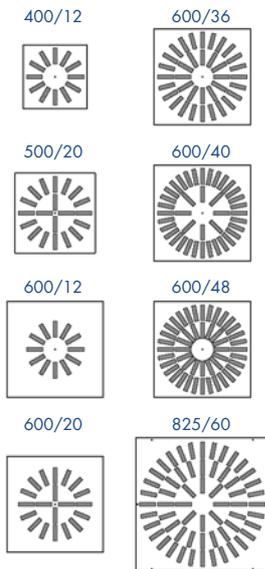


Nominal	400	500	600	825
□A	□395	□495	□595	□825

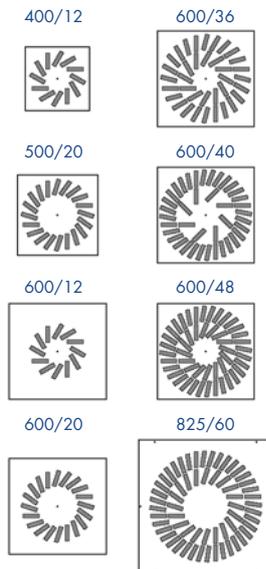


Nominal	400	500	600	800
∅A	∅400	∅500	∅600	∅800
Hueco Hole Ouverture	∅390	∅490	∅590	∅790

DFR-FCU-RR
 Ranuras Radiales
 Radial Slots
 Fentes Radiales



DFR-FCU-RE
 Ranuras Espiga
 Bended Slots
 Fentes Inclinées 15°



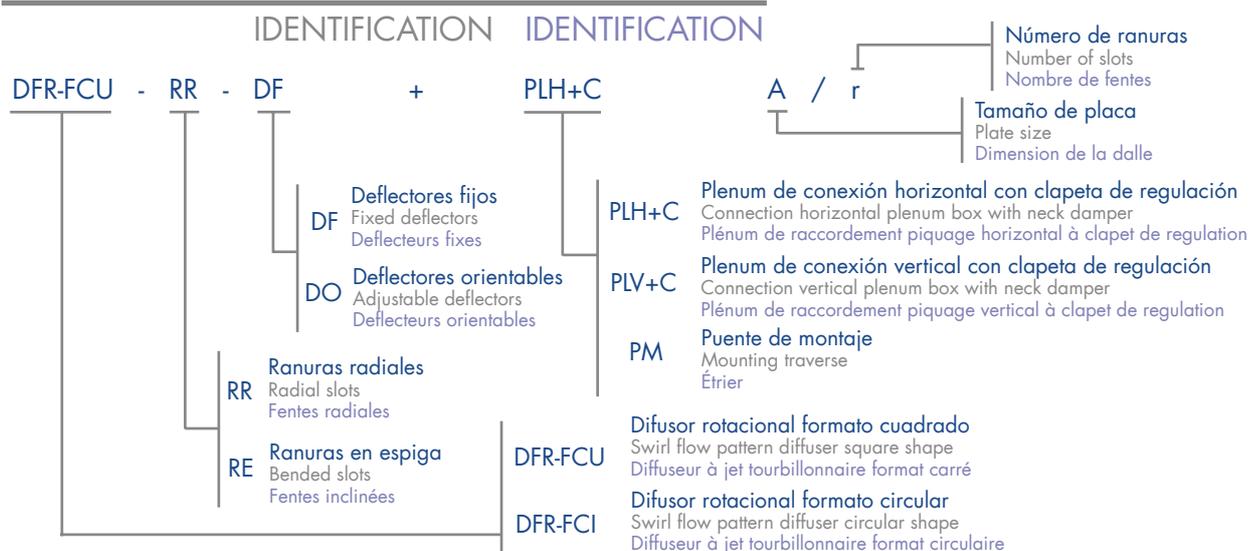
DFR-FCI-RR
 Ranuras Radiales
 Radial Slots
 Fentes Radiales



DFR-FCI-RE
 Ranuras Espiga
 Bended Slots
 Fentes Inclinées 15°



IDENTIFICACIÓN



SERIE DFR

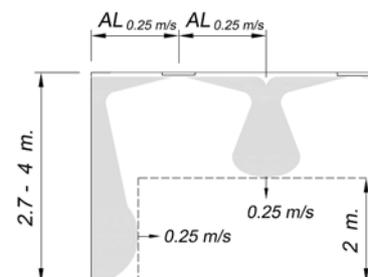
TABLA DE SELECCIÓN

SELECTION TABLE TABLEAU DE SÉLECTION

Ranuras Slots Fentes		12	20	36	40	48	60
Q	Ak	0,010 m ²	0,016 m ²	0,029 m ²	0,032 m ²	0,039 m ²	0,049 m ²
200 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}	5,7 m/s 20 Pa 30 dB(A) 1,1 m	3,4 m/s 7 Pa < 20 dB(A) 0,8 m				
250 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}	7,1 m/s 31 Pa 36 dB(A) 1,4 m	4,3 m/s 11 Pa 25 dB(A) 1,0 m	2,4 m/s 3 Pa < 20 dB(A) 0,8 m			
300 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}	8,6 m/s 44 Pa 41 dB(A) 1,6 m	5,1 m/s 16 Pa 30 dB(A) 1,3 m	2,9 m/s 5 Pa < 20 dB(A) 0,9 m	2,6 m/s 4 Pa < 20 dB(A) 0,9 m		
400 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}	11,4 m/s 78 Pa 48 dB(A) 2,2 m	6,9 m/s 28 Pa 37 dB(A) 1,7 m	3,8 m/s 9 Pa 25 dB(A) 1,2 m	3,4 m/s 7 Pa 22 dB(A) 1,2 m	2,9 m/s 5 Pa < 20 dB(A) 1,1 m	
500 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}		8,6 m/s 44 Pa 43 dB(A) 2,1 m	4,8 m/s 14 Pa 30 dB(A) 1,6 m	4,3 m/s 11 Pa 28 dB(A) 1,5 m	3,6 m/s 8 Pa 24 dB(A) 1,4 m	2,9 m/s 5 Pa < 20 dB(A) 1,2 m
600 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}		10,3 m/s 64 Pa 48 dB(A) 2,5 m	5,7 m/s 20 Pa 35 dB(A) 1,9 m	5,1 m/s 16 Pa 33 dB(A) 1,8 m	4,3 m/s 11 Pa 29 dB(A) 1,6 m	3,4 m/s 7 Pa 24 dB(A) 1,5 m
700 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}			6,7 m/s 27 Pa 39 dB(A) 2,2 m	6,0 m/s 22 Pa 37 dB(A) 2,1 m	5,0 m/s 15 Pa 33 dB(A) 1,9 m	4,0 m/s 10 Pa 28 dB(A) 1,7 m
800 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,255}			7,6 m/s 35 Pa 43 dB(A) 2,5 m	6,9 m/s 28 Pa 40 dB(A) 2,4 m	5,7 m/s 20 Pa 36 dB(A) 2,2 m	4,6 m/s 13 Pa 31 dB(A) 1,9 m
900 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,255}			8,6 m/s 44 Pa 46 dB(A) 2,8 m	7,7 m/s 36 Pa 43 dB(A) 2,7 m	6,4 m/s 25 Pa 39 dB(A) 2,4 m	5,1 m/s 16 Pa 35 dB(A) 2,2 m
1.000 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}				8,6 m/s 44 Pa 46 dB(A) 3,0 m	7,1 m/s 31 Pa 42 dB(A) 2,7 m	5,7 m/s 20 Pa 37 dB(A) 2,4 m
1.100 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}					7,9 m/s 37 Pa 45 dB(A) 3,0 m	6,3 m/s 24 Pa 40 dB(A) 2,7 m
1.200 m ³ /h	Vk ΔP LwA Al _{0,25}					8,6 m/s 44 Pa 47 dB(A) 3,2 m	6,9 m/s 28 Pa 42 dB(A) 2,9 m

< 25 dB(A)
25/35 dB(A)
35/45 dB(A)
> 45 dB(A)

Q	Caudal (m ³ /h)	Airflow (m ³ /h)	Débit (m ³ /h)
ΔP	Pérdida de presión (Pa)	Pressure loss (Pa)	Perte de charge (Pa)
L_w(A)	Potencia sonora (dB(A))	Sound power level (dB(A))	Puissance sonore (dB(A))
V_k	Velocidad efectiva (m/sg)	Effective velocity (m/sg)	Vitesse effective (m/sg)
A_k	Área efectiva (m ²)	Effective area (m ²)	Aire effective (m ²)
Al_{0,25}	Alcance para velocidad max. de 0.25(m/sg)	Throw for max. velocity of 0.25 (m/sg)	Portée pour vitesse max. de 0.25 (m/sg)



La clapeta de regulación del plenum modifica la pérdida de carga y la potencia sonora del difusor según los factores que se detallan en la siguiente tabla:

The neck damper of the plenum box modifies the pressure loss and the sound power level of the diffuser according to the factor that are detailed in the following table:

Le clapet du plenum modifie la perte de charge et la puissance sonore de l'unité suivant les facteurs qui apparaissent ci dessous:

Apertura Clapeta Neck damper opening Ouverture clapet	FΔP	FL _w (A)
100%	x 1	+ 0 dB(A)
50%	x 1,5	+ 2 dB(A)
25%	x 2,5	+ 4 dB(A)

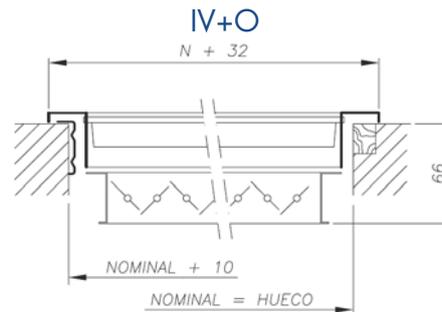
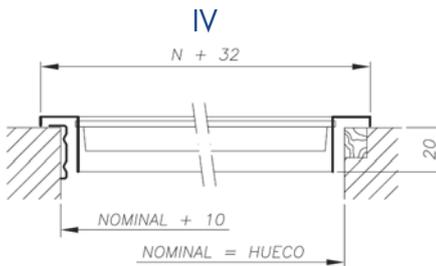
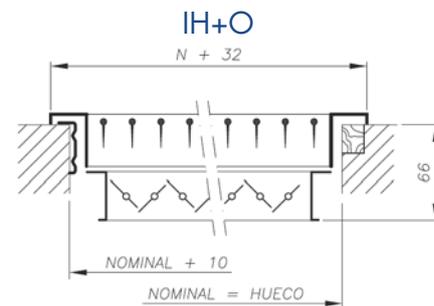
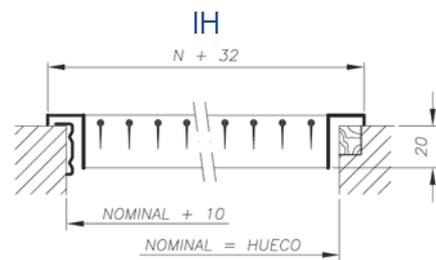
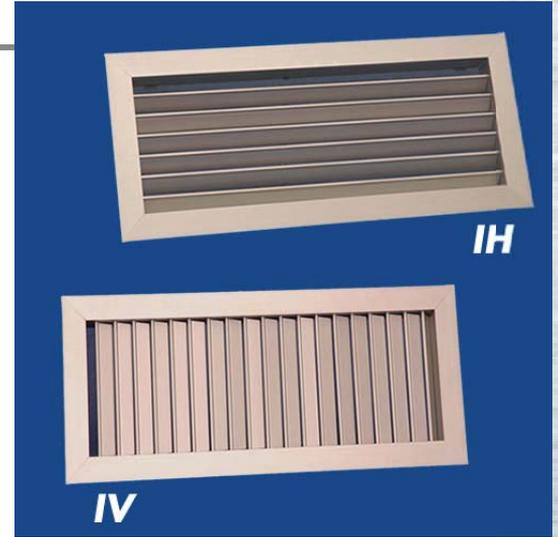
Anexo 9 - Ficha técnica rejillas de impulsión

SERIE I

Rejillas de impulsión simple deflexión.
Lama móvil horizontal o vertical.
Aluminio extruido.
Adecuadas para montaje en pared.

Air supply grilles of single deflection.
Longitudinal or transverse adjustable vanes.
Extruded aluminium.
Suitable for wall mounting.

Grilles de soufflage simple déflexion.
Ailettes mobiles longitudinales ou transversales.
Aluminium extrudé.
Appropriées pour montage en paroi.



IDENTIFICACIÓN

IDENTIFICATION IDENTIFICATION

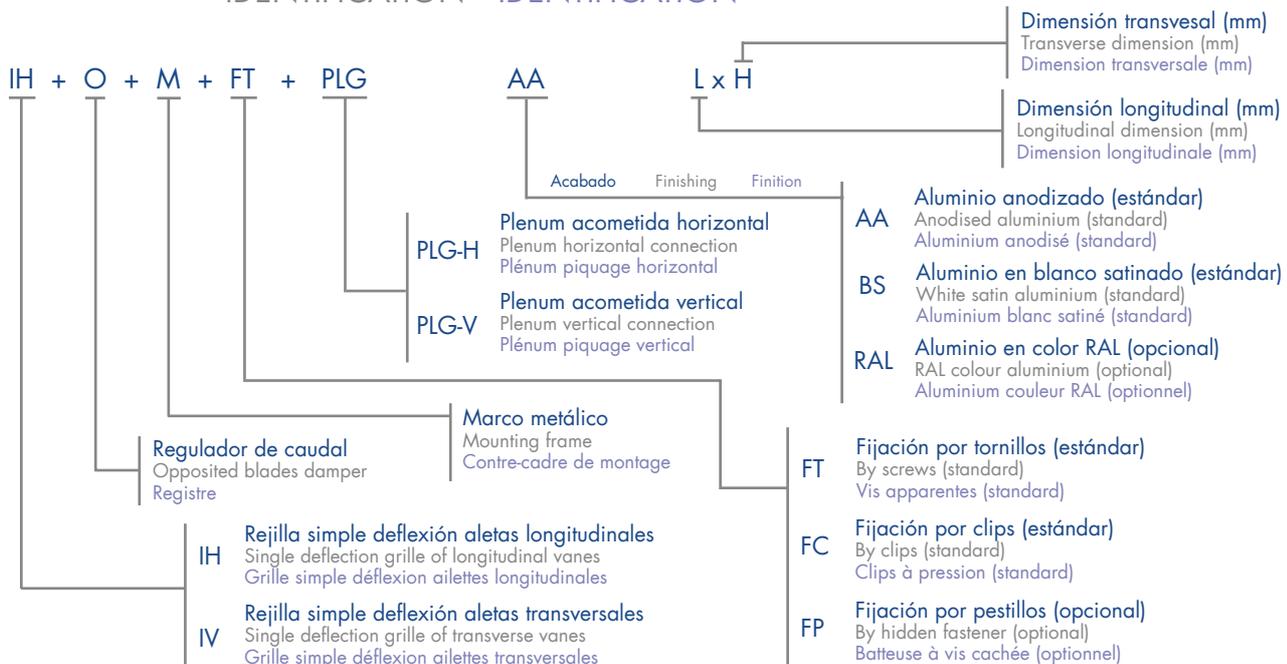


TABLA DE SELECCIÓN

SELECTION TABLE TABLEAU DE SÉLECTION

L x H		200 x 100	300 x 100 200 x 150	400 x 100 200 x 200	300 x 150 500 x 100	600 x 100 400 x 150 300 x 200	500 x 150 800 x 100	400 x 200	600 x 150 300 x 300 1000 x 100	500 x 200 1200 x 200
Q	Ak	0,012 m ²	0,018 m ²	0,024 m ²	0,029 m ²	0,037 m ²	0,050 m ²	0,054 m ²	0,060 m ²	0,068 m ²
100 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}	2,4 m/s 6 Pa < 20 dB(A) 3,6 m								
150 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}	3,6 m/s 13 Pa < 20 dB(A) 5,4 m	2,3 m/s 5 Pa < 20 dB(A) 4,3 m							
200 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}	4,8 m/s 23 Pa 23 dB(A) 7,2 m	3,1 m/s 9 Pa < 20 dB(A) 5,8 m	2,3 m/s 5 Pa < 20 dB(A) 5,0 m						
300 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}	7,2 m/s 51 Pa 35 dB(A) 10,8 m	4,6 m/s 21 Pa 24 dB(A) 8,7 m	3,4 m/s 12 Pa < 20 dB(A) 7,5 m	2,9 m/s 8 Pa < 20 dB(A) 6,8 m					
400 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}	9,5 m/s 91 Pa 42 dB(A) 14,4 m	6,2 m/s 38 Pa 32 dB(A) 11,6 m	4,5 m/s 21 Pa 25 dB(A) 9,9 m	3,8 m/s 15 Pa 21 dB(A) 9,1 m	3,0 m/s 9 Pa < 20 dB(A) 8,1 m				
500 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}	11,9 m/s 142 Pa 48 dB(A) 18,0 m	7,7 m/s 59 Pa 38 dB(A) 14,5 m	5,7 m/s 32 Pa 31 dB(A) 12,4 m	4,8 m/s 23 Pa 27 dB(A) 11,4 m	3,7 m/s 14 Pa 22 dB(A) 10,1 m	2,8 m/s 8 Pa < 20 dB(A) 8,7 m	2,6 m/s 7 Pa < 20 dB(A) 8,3 m		
600 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}	14,3 m/s 205 Pa 53 dB(A) 21,6 m	9,2 m/s 85 Pa 43 dB(A) 17,4 m	6,8 m/s 46 Pa 36 dB(A) 14,9 m	5,7 m/s 33 Pa 32 dB(A) 13,7 m	4,5 m/s 20 Pa 27 dB(A) 12,1 m	3,4 m/s 11 Pa 20 dB(A) 10,5 m	3,1 m/s 9 Pa < 20 dB(A) 10,0 m	2,8 m/s 8 Pa < 20 dB(A) 9,5 m	
800 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}		12,3 m/s 152 Pa 51 dB(A) 23,2 m	9,1 m/s 83 Pa 44 dB(A) 19,9 m	7,6 m/s 59 Pa 40 dB(A) 18,3 m	6,0 m/s 36 Pa 35 dB(A) 16,1 m	4,5 m/s 20 Pa 28 dB(A) 14,0 m	4,1 m/s 17 Pa 26 dB(A) 13,4 m	3,7 m/s 14 Pa 24 dB(A) 12,7 m	3,2 m/s 11 Pa 21 dB(A) 11,9 m
1.000 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}			11,4 m/s 129 Pa 50 dB(A) 24,9 m	9,6 m/s 91 Pa 46 dB(A) 22,8 m	7,5 m/s 56 Pa 41 dB(A) 20,2 m	5,6 m/s 31 Pa 34 dB(A) 17,5 m	5,1 m/s 26 Pa 32 dB(A) 16,7 m	4,6 m/s 21 Pa 30 dB(A) 15,9 m	4,1 m/s 16 Pa 27 dB(A) 14,9 m
1.200 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}					8,9 m/s 80 Pa 46 dB(A) 24,2 m	6,7 m/s 45 Pa 39 dB(A) 20,9 m	6,1 m/s 38 Pa 37 dB(A) 20,0 m	5,6 m/s 31 Pa 35 dB(A) 19,1 m	4,9 m/s 24 Pa 32 dB(A) 17,8 m
1.400 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}						7,8 m/s 61 Pa 43 dB(A) 24,4 m	7,2 m/s 51 Pa 41 dB(A) 23,4 m	6,5 m/s 42 Pa 39 dB(A) 22,2 m	5,7 m/s 32 Pa 36 dB(A) 20,8 m
1.600 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}							8,2 m/s 67 Pa 45 dB(A) 26,7 m	7,4 m/s 55 Pa 43 dB(A) 25,4 m	6,5 m/s 42 Pa 40 dB(A) 23,8 m
1.800 m ³ /h	Vk ΔP LwA X _{0,5}							9,2 m/s 85 Pa 48 dB(A) 30,1 m	8,3 m/s 70 Pa 46 dB(A) 28,6 m	7,3 m/s 53 Pa 43 dB(A) 26,8 m

< 25 dB(A)	25/35 dB(A)	35/45 dB(A)	> 45 dB(A)
------------	-------------	-------------	------------

Apertura Compuerta Blades damper opening Ouverture de registre	FΔP	FL _w (A)
100 %	x 1	+ 0 dB(A)
50 %	x 2	+ 12 dB(A)
25 %	x 5	+ 24 dB(A)

La compuerta de regulación modifica la pérdida de carga y la potencia sonora de la rejilla según los factores de corrección que se detallan en la siguiente tabla:

The damper modifies the pressure loss and the sound power level of the grille according to the factors that are detailed in the following table:

Le registre modifie la perte de charge et la puissance sonore de l'unité suivant les facteurs qui apparaissent ci dessous.

SERIE /

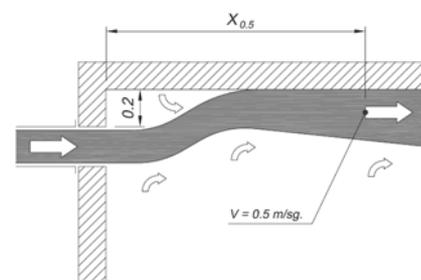
TABLA DE SELECCIÓN

SELECTION TABLE TABLEAU DE SÉLECTION

L x H		800 x 150 600 x 200 400 x 300	1000 x 150 500 x 300 800 x 200	1200 x 150 900 x 200 600 x 300	1000 x 200	1200 x 200 800 x 300 600 x 400	1000 x 300 800 x 400	1200 x 300 1000 x 350 600 x 600	1200 x 400 800 x 600	1000 x 600 1200 x 500
Q	A _k	0,081 m ²	0,101 m ²	0,122 m ²	0,139 m ²	0,168 m ²	0,216 m ²	0,260 m ²	0,352 m ²	0,446 m ²
1.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}	3,4 m/s 12 Pa 23 dB(A) 13,7 m	2,7 m/s 8 Pa < 20 dB(A) 12,2 m							
1.250 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}	4,3 m/s 19 Pa 29 dB(A) 17,1 m	3,4 m/s 12 Pa 24 dB(A) 15,3 m	2,9 m/s 8 Pa < 20 dB(A) 13,9 m	2,5 m/s 6 Pa < 20 dB(A) 13,0 m					
1.500 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}	5,2 m/s 27 Pa 34 dB(A) 20,6 m	4,1 m/s 17 Pa 29 dB(A) 18,3 m	3,4 m/s 12 Pa 25 dB(A) 16,7 m	3,0 m/s 9 Pa 21 dB(A) 15,6 m	2,5 m/s 6 Pa < 20 dB(A) 14,2 m				
1.750 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}	6,0 m/s 36 Pa 38 dB(A) 24,0 m	4,8 m/s 23 Pa 33 dB(A) 21,4 m	4,0 m/s 16 Pa 29 dB(A) 19,5 m	3,5 m/s 12 Pa 26 dB(A) 18,2 m	2,9 m/s 8 Pa 21 dB(A) 16,6 m				
2.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}	6,9 m/s 48 Pa 42 dB(A) 27,4 m	5,5 m/s 30 Pa 37 dB(A) 24,5 m	4,6 m/s 21 Pa 32 dB(A) 22,3 m	4,0 m/s 16 Pa 29 dB(A) 20,8 m	3,3 m/s 11 Pa 25 dB(A) 19,0 m	2,6 m/s 7 Pa < 20 dB(A) 16,7 m			
2.500 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}	8,6 m/s 74 Pa 48 dB(A) 34,3 m	6,9 m/s 47 Pa 43 dB(A) 30,6 m	5,7 m/s 33 Pa 38 dB(A) 27,9 m	5,0 m/s 25 Pa 35 dB(A) 26,0 m	4,1 m/s 17 Pa 31 dB(A) 23,7 m	3,2 m/s 10 Pa 25 dB(A) 20,9 m	2,7 m/s 7 Pa 21 dB(A) 19,1 m		
3.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}		8,2 m/s 68 Pa 48 dB(A) 36,7 m	6,8 m/s 47 Pa 43 dB(A) 33,4 m	6,0 m/s 36 Pa 40 dB(A) 31,2 m	5,0 m/s 25 Pa 36 dB(A) 28,5 m	3,9 m/s 15 Pa 30 dB(A) 25,1 m	3,2 m/s 10 Pa 26 dB(A) 22,9 m	2,4 m/s 6 Pa < 20 dB(A) 19,7 m	
4.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}			9,1 m/s 83 Pa 51 dB(A) 44,6 m	8,0 m/s 63 Pa 48 dB(A) 41,7 m	6,6 m/s 44 Pa 44 dB(A) 38,0 m	5,1 m/s 26 Pa 38 dB(A) 33,5 m	4,3 m/s 18 Pa 34 dB(A) 30,5 m	3,2 m/s 10 Pa 27 dB(A) 26,2 m	2,5 m/s 6 Pa 21 dB(A) 23,3 m
5.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}				10,0 m/s 99 Pa 54 dB(A) 52,1 m	8,3 m/s 68 Pa 50 dB(A) 47,5 m	6,4 m/s 41 Pa 44 dB(A) 41,8 m	5,3 m/s 29 Pa 40 dB(A) 38,1 m	3,9 m/s 16 Pa 33 dB(A) 32,8 m	3,1 m/s 10 Pa 28 dB(A) 29,1 m
6.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}						7,7 m/s 59 Pa 49 dB(A) 50,2 m	6,4 m/s 41 Pa 45 dB(A) 45,7 m	4,7 m/s 22 Pa 38 dB(A) 39,3 m	3,7 m/s 14 Pa 33 dB(A) 34,9 m
7.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}							7,5 m/s 56 Pa 49 dB(A) 53,4 m	5,5 m/s 30 Pa 42 dB(A) 45,9 m	4,4 m/s 19 Pa 37 dB(A) 40,8 m
8.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}								6,3 m/s 40 Pa 46 dB(A) 52,4 m	5,0 m/s 25 Pa 40 dB(A) 46,6 m
10.000 m ³ /h	V _k ΔP L _w (A) X _{0,5}								7,9 m/s 62 Pa 52 dB(A) 65,5 m	6,2 m/s 39 Pa 47 dB(A) 58,2 m

< 25 dB(A)	25/35 dB(A)	35/45 dB(A)	> 45 dB(A)
------------	-------------	-------------	------------

Q	Caudal (m ³ /h)	Airflow (m ³ /h)	Débit (m ³ /h)
ΔP	Pérdida de presión (Pa)	Pressure loss (Pa)	Perte de charge (Pa)
L_w(A)	Potencia sonora (dB(A))	Sound power level (dB(A))	Puissance sonore (dB(A))
V_k	Velocidad efectiva (m/sg)	Effective velocity (m/sg)	Vitesse effective (m/sg)
A_k	Área efectiva (m ²)	Effective area (m ²)	Aire effective (m ²)
X_{0,5}	Alcance para velocidad max. de 0.5 (m/sg)	Throw for max. velocity of 0.5 (m/sg)	Portée pour vitesse max. de 0.5 (m/sg)



SERIE /

Anexo 10 - Ficha técnica rejillas de retorno

TABLA DE SELECCIÓN

SELECTION TABLE TABLEAU DE SÉLECTION

L x H		200 x 100	300 x 100 200 x 150	400 x 100 200 x 200	300 x 150	600 x 100 400 x 150 300 x 200	500 x 150	400 x 200	600 x 150 300 x 300	800 x 150 600 x 200 400 x 300	1200 x 150 900 x 200 600 x 300
Q	A _k	0,008 m ²	0,012 m ²	0,017 m ²	0,020 m ²	0,026 m ²	0,034 m ²	0,038 m ²	0,041 m ²	0,056 m ²	0,084 m ²
100 m ³ /h	V _k	3,4 m/s	2,2 m/s	1,6 m/s	1,4 m/s						
	ΔP	5 Pa	2 Pa	1 Pa	1 Pa						
	L _{wA}	18 dB(A)	< 10 dB(A)	< 10 dB(A)	< 10 dB(A)						
150 m ³ /h	V _k	5,2 m/s	3,3 m/s	2,5 m/s	2,1 m/s	1,6 m/s					
	ΔP	11 Pa	4 Pa	2 Pa	2 Pa	1 Pa					
	L _{wA}	29 dB(A)	19 dB(A)	13 dB(A)	< 10 dB(A)	< 10 dB(A)					
200 m ³ /h	V _k	6,9 m/s	4,4 m/s	3,3 m/s	2,8 m/s	2,2 m/s	1,6 m/s				
	ΔP	19 Pa	8 Pa	4 Pa	3 Pa	2 Pa	1 Pa				
	L _{wA}	36 dB(A)	27 dB(A)	20 dB(A)	17 dB(A)	11 dB(A)	< 10 dB(A)				
300 m ³ /h	V _k	10,3 m/s	6,7 m/s	4,9 m/s	4,1 m/s	3,2 m/s	2,4 m/s	2,2 m/s			
	ΔP	43 Pa	18 Pa	10 Pa	7 Pa	4 Pa	2 Pa	2 Pa			
	L _{wA}	47 dB(A)	37 dB(A)	31 dB(A)	27 dB(A)	22 dB(A)	15 dB(A)	14 dB(A)			
400 m ³ /h	V _k	13,8 m/s	8,9 m/s	6,6 m/s	5,5 m/s	4,3 m/s	3,2 m/s	3,0 m/s	2,7 m/s	2,0 m/s	
	ΔP	76 Pa	32 Pa	17 Pa	12 Pa	7 Pa	4 Pa	4 Pa	3 Pa	2 Pa	
	L _{wA}	54 dB(A)	45 dB(A)	38 dB(A)	35 dB(A)	29 dB(A)	23 dB(A)	21 dB(A)	19 dB(A)	12 dB(A)	
500 m ³ /h	V _k		11,1 m/s	8,2 m/s	6,9 m/s	5,4 m/s	4,0 m/s	3,7 m/s	3,3 m/s	2,5 m/s	
	ΔP		49 Pa	27 Pa	19 Pa	12 Pa	7 Pa	5 Pa	4 Pa	2 Pa	
	L _{wA}		51 dB(A)	44 dB(A)	40 dB(A)	35 dB(A)	29 dB(A)	27 dB(A)	25 dB(A)	18 dB(A)	
600 m ³ /h	V _k			9,9 m/s	8,3 m/s	6,5 m/s	4,9 m/s	4,4 m/s	4,0 m/s	3,0 m/s	2,0 m/s
	ΔP			39 Pa	27 Pa	17 Pa	9 Pa	8 Pa	6 Pa	4 Pa	2 Pa
	L _{wA}			49 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)	34 dB(A)	32 dB(A)	29 dB(A)	23 dB(A)	14 dB(A)
700 m ³ /h	V _k				9,7 m/s	7,5 m/s	5,7 m/s	5,2 m/s	4,7 m/s	3,5 m/s	2,3 m/s
	ΔP				37 Pa	23 Pa	13 Pa	11 Pa	9 Pa	5 Pa	2 Pa
	L _{wA}				49 dB(A)	44 dB(A)	38 dB(A)	36 dB(A)	33 dB(A)	27 dB(A)	18 dB(A)
800 m ³ /h	V _k				11,1 m/s	8,6 m/s	6,5 m/s	5,9 m/s	5,4 m/s	4,0 m/s	2,6 m/s
	ΔP				49 Pa	30 Pa	17 Pa	14 Pa	11 Pa	6 Pa	3 Pa
	L _{wA}				53 dB(A)	47 dB(A)	41 dB(A)	39 dB(A)	37 dB(A)	30 dB(A)	22 dB(A)
900 m ³ /h	V _k					9,7 m/s	7,3 m/s	6,7 m/s	6,0 m/s	4,5 m/s	3,0 m/s
	ΔP					38 Pa	21 Pa	18 Pa	15 Pa	8 Pa	4 Pa
	L _{wA}					50 dB(A)	44 dB(A)	42 dB(A)	40 dB(A)	34 dB(A)	25 dB(A)
1.000 m ³ /h	V _k						8,1 m/s	7,4 m/s	6,7 m/s	5,0 m/s	3,3 m/s
	ΔP						26 Pa	22 Pa	18 Pa	10 Pa	4 Pa
	L _{wA}						47 dB(A)	45 dB(A)	43 dB(A)	36 dB(A)	27 dB(A)
1.500 m ³ /h	V _k							11,1 m/s	10,0 m/s	7,5 m/s	4,9 m/s
	ΔP							49 Pa	40 Pa	22 Pa	10 Pa
	L _{wA}							55 dB(A)	53 dB(A)	47 dB(A)	38 dB(A)
2.000 m ³ /h	V _k									10,0 m/s	6,6 m/s
	ΔP									40 Pa	17 Pa
	L _{wA}									54 dB(A)	45 dB(A)
3.000 m ³ /h	V _k										9,9 m/s
	ΔP										39 Pa
	L _{wA}										56 dB(A)

Q	Caudal (m ³ /h)	Airflow (m ³ /h)	Débit (m ³ /h)
ΔP	Pérdida de presión (Pa)	Pressure loss (Pa)	Perte de charge (Pa)
L_{wA}(A)	Potencia sonora (dB(A))	Sound power level (dB(A))	Puissance sonore (dB(A))
V_k	Velocidad efectiva (m/sg)	Effective velocity (m/sg)	Vitesse effective (m/sg)
A_k	Área efectiva (m ²)	Effective area (m ²)	Aire effective (m ²)

< 25 dB(A)
25/35 dB(A)
35/45 dB(A)
> 45 dB(A)

Apertura Compuerta Blades damper opening / Ouverture de registre	F _{ΔP}	F _{L_{wA}(A)}
100 %	x 1	+ 0 dB(A)
50 %	x 2	+ 7 dB(A)
25 %	x 5	+ 14 dB(A)

La compuerta de regulación modifica la pérdida de carga y la potencia sonora de la rejilla según los factores de corrección que se detallan en la siguiente tabla:

The damper modifies the pressure loss and the sound power level of the grille according to the factors that are detailed in the following table:

Le registre modifie la perte de charge et la puissance sonore de l'unité suivant les facteurs qui apparaissent ci dessous.