



Universidad
Carlos III de Madrid

Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos

PROYECTO FIN DE CARRERA

CLIMATIZACIÓN HOTEL 4* (MADRID)

Autor: **MARIO JIMENEZ GARCIA**

Tutor: **SERGIO SANCHEZ DELGADO**

Leganés, 29 de octubre de 2015



Título: **CLIMATIZACION HOTEL 4* (MADRID)**
Autor: **MARIO JIMENEZ GARCIA**
Director: **SERGIO SANCHEZ DELGADO**

EL TRIBUNAL

Presidente: MATHIEU LEGRAND (Ingeniería Térmica)

Vocal: VICENTE SALAS (Ingeniería Electrónica)

Secretario: EDUARDO CANO (Ingeniería Térmica)

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día 29 de octubre de 2015 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, y en especial a mi mujer, Nuria, la paciencia que han tenido conmigo estos últimos años.



RESUMEN DEL PROYECTO

El objetivo de la climatización es conseguir unas condiciones adecuadas de temperatura, humedad, grado de filtración y circulación de aire dentro de espacios cerrados habitados. Se puede decir que la climatización comprende tres procesos fundamentales como son la **Calefacción, Ventilación y Refrigeración**. Es de esta definición de donde se obtienen las siglas en inglés **HVAC** (Heating, Ventilation and Air Conditioning) conocidas internacionalmente en el sector de la climatización.

La finalidad del siguiente proyecto es dotar a un edificio, con uso de hotel de 4*, de las instalaciones térmicas necesarias para conseguir el grado de confort requerido para su uso como hotel. Para ello se han calculado y diseñado las instalaciones de calefacción, refrigeración y ventilación, así como un sistema de apoyo a la generación de ACS (Agua Caliente Sanitaria). El Proyecto comprende el estudio, análisis, cálculo y diseño de dichas instalaciones dentro del marco de la normativa vigente.

Se ha incluido en el Proyecto el cálculo de la instalación de apoyo al ACS debido a que el sistema elegido para climatizar el hotel es un sistema que permite recuperar energía residual, procedente de un motor de combustión interna, en forma de agua caliente, que puede utilizarse como sistema de apoyo a la producción de Agua Caliente Sanitaria del hotel, mejorando el balance energético del edificio, reduciendo las emisiones de CO₂ y reduciendo el consumo de energía primaria, además de favorecer los costes de explotación. Además, el uso de energía residual según el Código Técnico de Edificación (CTE), permite sustituir parcial o totalmente la instalación de placas solares térmicas, justificación que se adjunta también en el proyecto.



INDICE

1.	INTRODUCCION	7
1.1	CONCEPTOS BASICOS. HISTORIA DEL AIRE ACONDICIONADO	8
1.2	OBJETIVO DEL PROYECTO.....	9
1.3	FASES DE DESARROLLO.....	10
1.4	MEDIOS UTILIZADOS	13
1.5	NORMATIVA Y REGLAMENTACION APLICADA.....	14
2.	MEMORIA PROYECTO	15
2.1.	DESCRIPCION DEL PROYECTO Y ANTECEDENTES	16
2.2.	SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	16
2.3.	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	16
2.4.	DESCRIPCION Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	17
2.4.1.	SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO. CLIMATIZACIÓN	22
2.4.2.	SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO. APOYO ACS.....	25
2.4.3.	EQUIPOS INSTALADOS	27
2.4.4.	COMBUSTIBLE.....	47
2.4.5.	TUBERÍAS	48
2.4.6.	CONDCUTOS	48
2.4.7.	EMISORES	49
2.4.8.	AISLAMIENTO TÉRMICO.....	49
2.5.	EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.....	50
2.5.1.	CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE. CONDICIONES TÉRMICO – AMBIENTALES.....	50
2.5.2.	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	60
2.5.3.	FILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR	63
2.5.4.	EXIGENCIA DE HIGIENE	66
2.6.	EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	67
2.6.1.	GENERACIÓN DE CALOR.....	67
2.6.2.	GENERACIÓN DE FRÍO.....	69
2.6.3.	REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS.....	69
2.6.4.	CONTROL.....	76
2.6.5.	CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS.....	77
2.6.6.	RECUPERACIÓN DE ENERGÍA	78
2.6.7.	APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y RESIDUALES.....	80
2.6.8.	LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL	81



2.7.	CONCLUSIONES	82
3	CALCULOS PROYECTO	83
3.1.	PRINCIPIOS BASICOS CALCULO CARGAS TERMICAS.....	84
3.1.1.	CALCULO CARGAS TERMICAS.....	86
3.1.1.1.	CALCULO CARGAS TERMICAS REFRIGERACION.....	86
3.1.1.1.1.	CARGAS SENSIBLES.....	86
3.1.1.1.2.	CARGAS LATENTES	88
3.1.1.2.	CALCULO CARGAS TERMICAS CALEFACCION	89
3.1.1.2.1.	CARGAS SENSIBLES.....	89
3.1.2.	EJEMPLO DE CALCULO.....	90
3.1.3.	PRESENTACION DE LOS CALCULOS.....	95
3.1.4.	ASIGNACION EQUIPOS EN FUNCION DE LA CARGA SENSIBLE REFRIGERACION.....	141
3.2.	PRINCIPIOS BASICOS CÁLCULO DE CONDUCTOS	142
3.2.1.	PERDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO. TRAMOS RECTOS.....	144
3.2.2.	PERDIDA DE CARGA EN SINGULARIDADES	147
3.2.3.	PERDIDA DE CARGA EN ELEMENTOS DE IMPULSION/TOMA DE AIRE	149
3.2.4.	VELOCIDADES RECOMENDADAS EN LAS REDES DE CONDUCTOS	149
3.2.5.	EJEMPLO DE CALCULO.....	150
3.2.6.	CONCLUSIONES.....	154
3.2.7.	PRESENTACION DE LOS RESULTADOS.....	156
3.3.	CALCULO Y JUSTIFICACION USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO A ACS	209
3.3.1.	EXIGENCIA DE INSTALACION SOLAR TERMICA O JUSTIFICACION DEL USO DE ENERGIA RESIDUAL. CALCULO DE LA DEMANDA DE ACS	212
3.3.2.	ELABORACION DE LA JUSTIFICACION	216
3.3.2.1.	DATOS DE PARTIDA	216
3.3.2.2.	DATOS CLIMATICOS.....	216
3.3.2.3.	TABLAS DE CAPACIDAD DE LAS UNIDADES GHP	217
3.3.2.4.	RENDIMIENTO DEL EQUIPO	218
3.3.2.5.	CÁLCULO DE SCOP Y SEER DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.....	218
3.3.2.6.	CALCULO DEL CALOR DE RECUPERACION DEL MOTOR.....	220
3.3.2.7.	COMPARATIVA GHP VS SISTEMA AUXILIAR DE APOYO CON INSTALACIÓN SOLAR.....	222
3.3.2.8.	CONCLUSIONES	224
3.3.3.	ESTUDIO ENERGETICO DEL EDIFICIO	224
3.3.3.1.	ANALISIS ENERGETICO DEL EDIFICIO.....	227
4.	BIBLIOGRAFIA	228



1. INTRODUCCION



INTRODUCCION PROYECTO INSTALACIONES TERMICAS CLIMATIZACION Y USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO ACS

1.1. CONCEPTOS BASICOS. HISTORIA DEL AIRE ACONDICIONADO

Confort Térmico

Según la RAE (Real Academia Española), confort es “Aquello que produce bienestar y comodidades”. Los seres humanos tienden a buscar este concepto en cualquier situación, bien sea en un ambiente de descanso o relax, o bien en su ambiente laboral.

Los sistemas de aire acondicionado y calefacción contribuyen al confort en diversos ámbitos, dotando al usuario de dichos sistemas de un nivel de bienestar que impiden que los sistemas termorreguladores de nuestro propio cuerpo entren en acción, evitando, por ejemplo, efectos como la sudoración, vasodilatación o vasoconstricción.

El confort higrotérmico es sinónimo de bienestar térmico. Se puede decir que existe confort térmico cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan. Evaluar el confort térmico es una tarea compleja, ya que valorar sensaciones conlleva siempre una importante carga subjetiva. Si bien es cierto que existen algunas variables modificables que influyen en los intercambios térmicos entre el individuo y el ambiente que contribuyen a la sensación de confort, como son la temperatura del aire, de las paredes, de los objetos, la humedad del aire, su velocidad, incluso la actividad física que se realiza o la clase de vestimenta del individuo.

El acondicionamiento del aire es un proceso de tratamiento del aire ambiente de un local cerrado que consiste en regular la temperatura, mediante calefacción o refrigeración, el grado de humedad, que además garantiza la renovación o circulación del aire, incluso su filtrado o purificación.

Historia del Aire Acondicionado

Desde la antigüedad han sido numerosos los sistemas utilizados para encontrar la sensación de confort térmico. Los egipcios utilizaban métodos poco ortodoxos para reducir el calor en el interior de las edificaciones. En el Palacio del Faraón, miles de esclavos desmantelaban las paredes formadas por grandes bloques de piedra y las acarreaban hasta el Desierto del Sáhara. Debido a las temperaturas extremas durante la noche, conseguían de esta manera enfriar los grandes bloques de piedra notablemente. Antes de amanecer volvían a colocar las piedras en su sitio. Con este proceso diario, el Faraón contaba en el interior del Palacio con temperaturas alrededor de los 26° Celsius, mientras que en el exterior se alcanzaban valores cercanos a los 50°C.

Si bien es cierto que en la antigüedad se requerían de miles de esclavos para conseguir acondicionar las edificaciones, en la actualidad se consigue de una manera mucho más sencilla.

Fue **Lord Kelvin**, en 1842 quien introdujo el principio del aire acondicionado con el fin de conseguir ambientes agradables y sanos. Para ello Lord Kelvin creó un circuito frigorífico cerrado (hermético) basado en la absorción del calor a través de un gas refrigerante. Se basó en tres principios básicos:

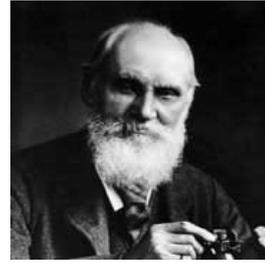


Figura 1.1 Lord Kelvin

- El calor se transmite de la temperatura más alta a la más baja.
- El cambio de estado de líquido a gas absorbe calor.
- La presión y la temperatura están directamente relacionadas.



Figura 1.2 Willis Haviland Carrier

Basado en los conceptos de Lord Kelvin y de un gran número de científicos e inventores más, cuyas aportaciones sirvieron para contar con los sistemas tan avanzados de la actualidad, fue el estadounidense **Willis Haviland Carrier**, en 1902, quien sentó las bases de la refrigeración moderna. Ante la problemática de una imprenta que tenía serias dificultades durante el proceso de impresión debido a los cambios de temperatura y humedad en el interior del taller que alteraban las dimensiones del papel, impidiendo alinearlos para imprimir, Willis Haviland

Carrier, diseñó una máquina capaz de controlar la temperatura y la humedad de la sala, resultando la primera unidad de aire acondicionado de la Historia, la cual fue patentada en el año 1906.

En 1911, W. H. Carrier decidió revelar su Fórmula Racional Psicrométrica Básica a la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. Fórmula que sigue siendo hoy la base de todos los cálculos fundamentales para la industria del aire acondicionado.

Durante sus primeros 20 años de existencia los sistemas de aire acondicionado estuvieron dirigidos a la industria. En 1928 Carrier diseñó la primera unidad enfocada a viviendas y apartamentos, pero, debido a la Gran Depresión de los Estados Unidos, no fue hasta después de la II Guerra Mundial cuando las ventas empezaron para el mercado residencial, continuando hasta el día de hoy.

1.2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del siguiente proyecto es dotar a un edificio de las instalaciones necesarias para su climatización. Para ello se han calculado y diseñado las instalaciones térmicas de calefacción, refrigeración y ventilación, así como un sistema de apoyo a la generación de ACS (Agua Caliente Sanitaria), dentro del marco de la normativa vigente para que sirva de base (aunque con fin didáctico) a una supuesta ejecución de la instalación y al montaje de todos los equipos.

El proyecto se centra en el diseño de tres instalaciones diferenciadas, que se enumeran a continuación, dentro de las cuales existen diferentes apartados.

- A. Calefacción y Refrigeración
 - A.1. Cálculo de Cargas Térmicas
 - A.2. Selección equipos



- A.3. Cálculo y diseño de redes de conductos y difusión
- A.4. Planos calefacción y refrigeración
- A.5. Esquemas frigoríficos
- A.6. Mediciones
- A.7. Presupuesto
- B. Ventilación
 - B.1. Cálculo de necesidades de ventilación
 - B.2. Selección de equipos
 - B.3. Cálculo y diseño de redes de conductos
 - B.4. Planos ventilación
 - B.5. Mediciones
 - B.6. Presupuesto
- C. Apoyo ACS
 - C.1. Cálculo de la demanda de ACS
 - C.2. Estudio energético edificio
 - C.3. Justificación eliminación paneles solares térmicos
 - C.4. Planos instalación apoyo ACS
 - C.5. Mediciones
 - C.6. Presupuesto

Para facilitar la lectura y comprensión del proyecto se divide el mismo en cuatro grandes bloques:
MEMORIA, CALCULOS, MEDICIONES Y PRESUPUESTO, PLANOS

1.3. FASES DE DESARROLLO

El proyecto parte de cero, es decir, que no existía ni siquiera plano alguno de arquitectura del edificio objeto de estudio. Por lo tanto el primer paso consistió en crear un plano de arquitectura sobre el que plantear, diseñar y dibujar las instalaciones de este edificio. El uso del edificio se define como hotel de 4*.

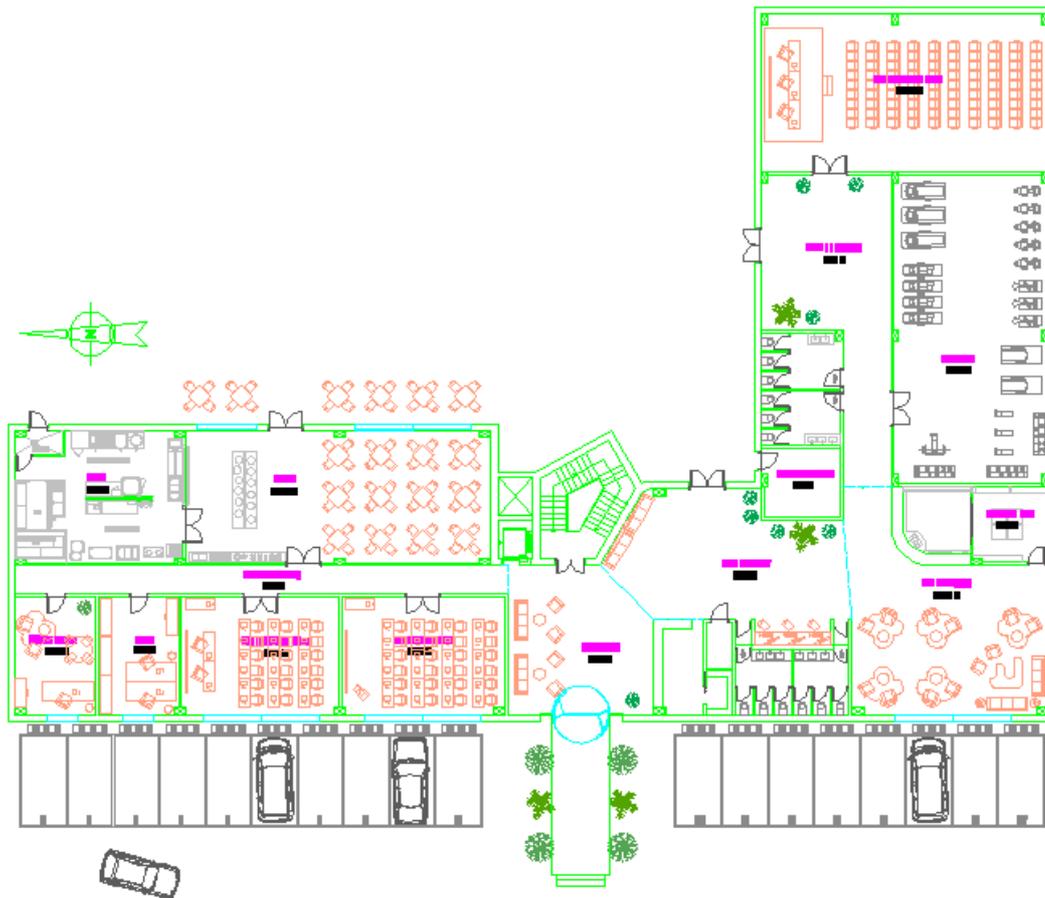


Figura 1.3 Plano arquitectura. Planta Baja del edificio

Una vez desarrollado el plano de arquitectura, el segundo paso era ubicar el edificio dentro de la ciudad de Madrid. Para ello se hizo uso de un mapa de Madrid, utilizando un buscador de Internet, hasta encontrar un edificio de forma similar al dibujado. Después de la búsqueda se decide ubicar el edificio en la Calle Jesús de Aprendiz nº15, en el barrio del Retiro (Madrid).

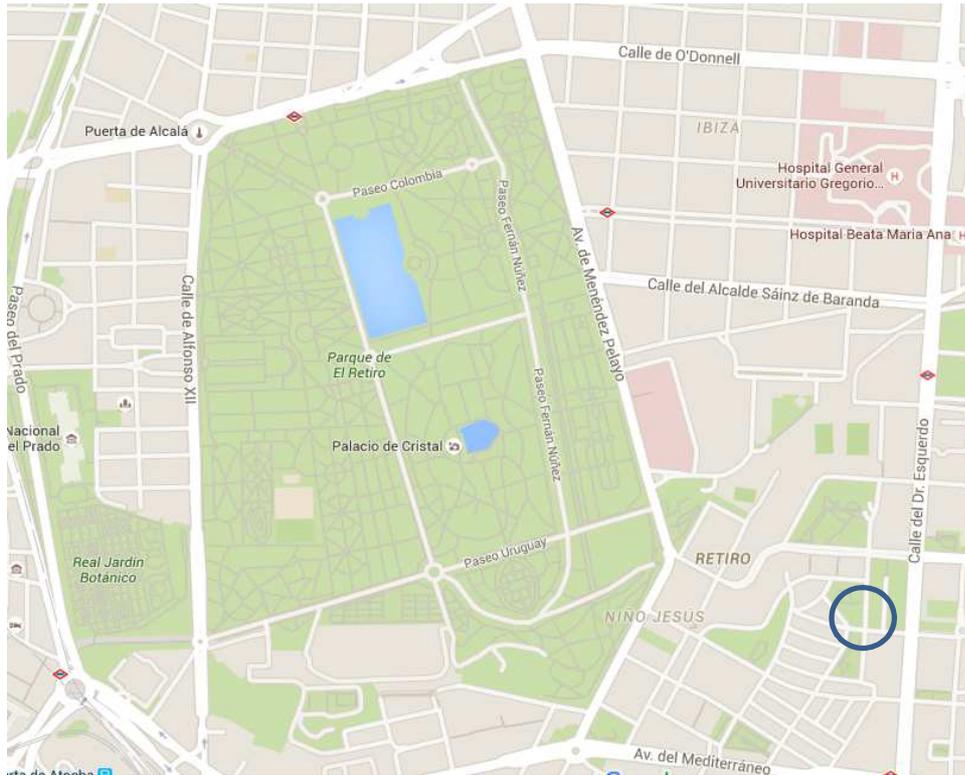


Figura 1.4 Plano general situación edificio

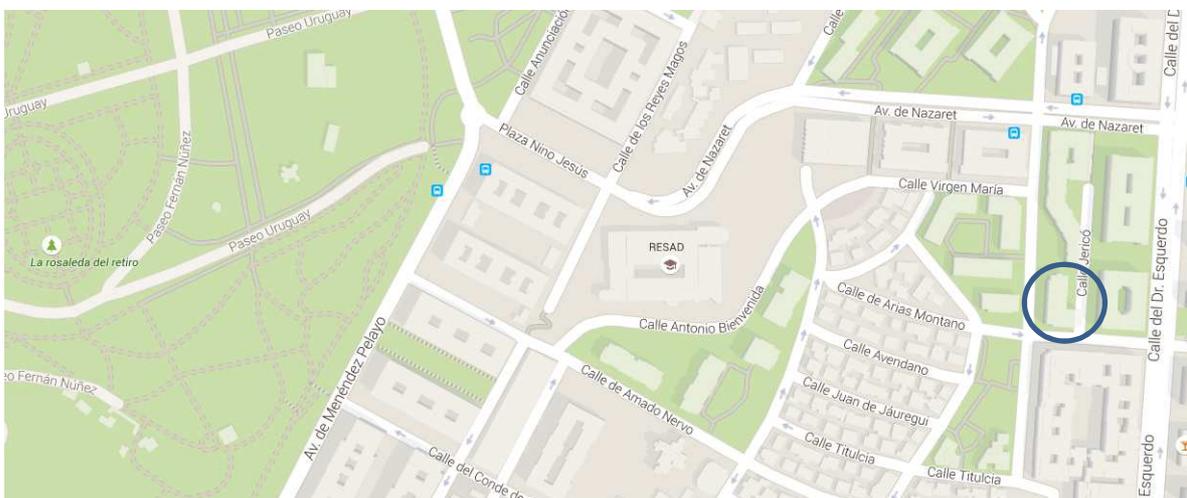


Figura 1.5 Plano ubicación edificio

Una vez ubicado el edificio en el mapa, se confirma la orientación del mismo, quedando orientada su entrada principal, situada en la Calle Jesús Aprendiz, hacia el Oeste.

A partir de aquí se empieza con el planteamiento general de las instalaciones y se barajan diferentes sistemas, hasta decidirse por los finalmente seleccionados.



Como norma general se ha seguido el siguiente esquema para el desarrollo de los diferentes bloques de los que está compuesto el proyecto:

- Planteamiento general de la instalación: el primer paso consiste en conocer cuál es la necesidad real de la instalación, con el fin de seleccionar el sistema que mejor se adapte.
- Cálculo de la instalación: Una vez se tiene claro el planteamiento inicial se procede a realizar el cálculo de las diferentes instalaciones que componen el proyecto.
- Diseño de la instalación: Este proceso consiste en la selección de equipos y sistemas según los resultados obtenidos en el apartado anterior.
- Realización de planos: Después de la selección de equipos el siguiente paso es dibujar la instalación en planos, en formato digital, teniendo especial cuidado en dimensiones, espacio de paso de tubería y escala.
- Redacción de la memoria: Una vez se tiene calculada, diseñada y dibujada la instalación, el último paso consiste en la redacción de la memoria, poniendo especial cuidado en la manera de presentar los resultados, para que la información sea clara, concisa y precisa.

1.4. MEDIOS UTILIZADOS

Mitsusoft (Mitsubishi Electric)

Para el cálculo de cargas térmicas y conductos se han utilizado programas de cálculo, de libre disposición, de un fabricante reconocido en el sector, en este caso el programa Cálculo y Selección para las cargas térmicas y el programa Cálculo de conductos, del paquete Mitsusoft de Mitsubishi Electric v.04.00 de 2010. Para un mejor entendimiento, y teniendo en cuenta el fin didáctico del proyecto, se han realizado cálculos manuales, a modo de ejemplo, tanto de las cargas frigoríficas como de los conductos de climatización de un local concreto. Una vez obtenidos y analizados los resultados manuales, se han comparado con los resultados obtenidos de los diferentes programas, con la finalidad de confirmar el correcto uso, dando validez a los mismos, y mejorando el entendimiento e interpretación.

VRF Designer (Panasonic)

Para el cálculo y medición de tuberías del sistema de Refrigeración/Calefacción se ha utilizado el programa de diseño del fabricante Panasonic, VRF Designer v.7.20 de 2015.

Autocad LT

Los planos del edificio, así como los planos de cada una de las instalaciones, han sido realizados manualmente, salvo los equipos de climatización que han sido cedidos por el fabricante de los mismos, con autorización para su uso. Para su realización se ha utilizado uno de los programas más utilizados en el sector de la edificación (ingeniería y arquitectura), como es el AutoCad LT 2005, con licencia en vigor a fecha de hoy (octubre 2015).

Los planos realizados manualmente son:

- Planos de arquitectura del edificio (incluyendo mobiliario)
- Planos de tuberías de calefacción y refrigeración



- Planos de conductos y difusión de calefacción y refrigeración
- Planos de conductos de ventilación
- Planos de instalación apoyo ACS

1.5. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICADA

Para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta los Reglamentos y Normativas que se exponen a continuación:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT), Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio de 2007, con sus modificaciones del 28 de febrero de 2008 y 11 de diciembre de 2009, así como todas las normas UNE de obligado cumplimiento a las que hace referencia.
- Real Decreto 238/2013 por el que se modifican determinados artículos e Instrucciones Técnicas del RITE RD 1027/2007.
- Código Técnico de la Edificación. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión
- Normas particulares del Ayuntamiento de Madrid.
- Real decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (BOE 8/3/1996).
- Real Decreto 1630/1992 por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 89/106/CEE.
- Directiva del Consejo 93/76/CEE referente a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE).
- Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprobó el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Bibliografía adicional mencionada a lo largo de la redacción del proyecto.



2. MEMORIA PROYECTO



MEMORIA PROYECTO INSTALACIONES TERMICAS CLIMATIZACION Y USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO ACS

2.1. DESCRIPCION DEL PROYECTO Y ANTECEDENTES

El objetivo del presente proyecto es el estudio y descripción de todos los elementos que han de constituir la instalación de climatización (refrigeración, calefacción y ventilación), así como el apoyo a la producción de agua caliente sanitaria en un edificio terciario para su uso como hotel, para que sirva de base a la ejecución de la instalación y al montaje de todos los equipos.

La edificación objeto de proyecto era existente con uso supuesto como viviendas. Se pretende acondicionar el edificio interiormente para uso de hotel, por lo que se diseñan nuevas instalaciones térmicas adecuadas al nuevo uso, a sus horarios, demandas, características de las actividades a realizar y usuarios.

2.2. SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación que se describe en el presente proyecto se encuentra ubicada en:

CALLE JESUS APRENDIZ Nº 15.

C.P.: 28007. MADRID

2.3. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio que nos ocupa está destinado a uso como hotel. Se trata de un edificio a nivel de calle, y se desarrolla en:

- Planta Baja: donde se ubica la recepción y hall principal, cocina, comedor, 2 despachos, bar cafetería, gimnasio, 3 salas de conferencias y cuarto de instalaciones.
- Planta Primera: destinada a albergar 29 habitaciones, 4 de ellas compuestas de dos zonas, dormitorio y salón, o dos dormitorios.
- Cubierta: donde se instalarán los equipos de climatización en exterior. La cubierta cuenta con un casetón donde se instalarán a su vez los equipos de ventilación (dos de ellos). El acceso a cubierta se realiza a través de escalera desde el hall de la planta primera.

En la tabla siguiente puede verse la superficie útil a climatizar de cada uno de los recintos.



Nº	Estancia	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Nº	Estancia	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)
1	Despacho Director - PB	25,80	90,3	24	Habitación 111 - P1	19,00	57,0
2	Oficina - PB	25,40	88,9	25	Habitación 112 - P1	19,20	57,6
3	Sala de Conferencias Madrid - PB	50,00	175,0	26	Habitación 113 - P1	28,00	84,0
4	Sala de Conferencias Avila - PB	52,20	182,7	27	Habitación 114 - P1	28,00	84,0
5	Pasillo N - PB	38,20	133,7	28	Habitación 115 - P1	40,30	120,9
8	Recepción - PB	55,00	192,5	43	Pasillo N - P1	50,40	151,2
9	Hall Principal - PB	77,10	269,9	45	Pasillo S - P1	23,40	70,2
6	Cocina - PB	56,80	198,8	44	Hall - P1	40,80	122,4
7	Comedor - PB	109,20	382,2	29	Habitación 116 - P1	39,80	119,4
10	Bar Cafetería - PB	106,90	374,2	30	Habitación 117 - P1	19,20	57,6
11	Gimnasio - PB	128,70	450,5	31	Habitación 118 - P1	19,00	57,0
12	Pasillo E - PB	41,40	144,9	32	Habitación 119 - P1	19,00	57,0
13	Sala Conferencias España - PB	122,80	429,8	33	Habitación 120 - P1	19,20	57,6
14	Habitación 101 - P1	18,00	54,0	34	Habitación 121 - P1	19,00	57,0
15	Habitación 102 - P1	29,20	87,6	35	Habitación 122 - P1	19,20	57,6
16	Habitación 103 - P1	18,20	54,6	36	Habitación 123 - P1	19,00	57,0
17	Habitación 104 - P1	29,20	87,6	37	Habitación 124 - P1	29,40	88,2
18	Habitación 105 - P1	18,20	54,6	38	Habitación 125 - P1	18,20	54,6
19	Habitación 106 - P1	29,20	87,6	39	Habitación 126 - P1	29,50	88,5
20	Habitación 107 - P1	19,00	57,0	40	Habitación 127 - P1	18,20	54,6
21	Habitación 108 - P1	19,20	57,6	41	Habitación 128 - P1	29,40	88,2
22	Habitación 109 - P1	19,00	57,0	42	Habitación 129 - P1	18,00	54,0
23	Habitación 110 - P1	19,20	57,6	46	Pasillo E - P1	48,20	144,6
TOTALES				TOTALES			
				1721,30 5608,65			

Tabla 2.1 Tabla superficies útiles

2.4. DESCRIPCION Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Con objeto de mantener unas adecuadas condiciones de confort térmico en las distintas dependencias de la actividad que nos ocupa, se diseña una instalación de climatización mediante un sistema de unidades exteriores con tecnología bomba de calor para refrigeración y calefacción, y recuperadores de placas de flujo cruzado para la ventilación.

Desde las unidades interiores seleccionadas de las bombas de calor se distribuirá el aire tratado a las diferentes estancias a través de conductos, cuyas unidades terminales serán difusores y rejillas. El recorrido de las redes y la ubicación de equipos pueden observarse en los planos adjuntos.

Tecnología Bomba de Calor

Una bomba de calor es un sistema capaz de transferir energía térmica de un foco frío a un foco caliente utilizando una cantidad de trabajo relativamente pequeña. La ventaja que poseen estos sistemas frente a otros reside en su capacidad para aprovechar la energía existente en el ambiente (foco frío), en cualquier medio, sea aire, agua o tierra, que permite calefactar las dependencias interiores (foco caliente) con una aportación pequeña de energía. Cuando la transferencia se realiza en sentido inverso, es decir, desde el recinto que requiere frío hacia el ambiente que se encuentra a temperatura superior, la bomba de calor trabaja en modo refrigeración (IDAE, 2012). En el caso que nos ocupa se trata de una bomba de calor del tipo aire-aire, es decir, que la bomba de calor extrae la energía térmica del aire.

Según la temperatura de trabajo el rendimiento de estos sistemas puede variar, en función de la diferencia de temperaturas entre el foco frío y el foco caliente. Este rendimiento denominado COP (Coefficient Of Performance) se define como la razón entre la potencia calorífica o frigorífica suministrada por la bomba de calor y su consumo energético (sea electricidad, combustible o ambas). En términos de refrigeración el rendimiento se denomina EER (Energy Efficiency Ratio) (IDAE, 2012).

A continuación se muestra a nivel esquemático el ciclo de una bomba de calor, tanto en modo calefacción como en modo refrigeración. Así como las diferentes expresiones utilizadas para el cálculo del COP y del EER.

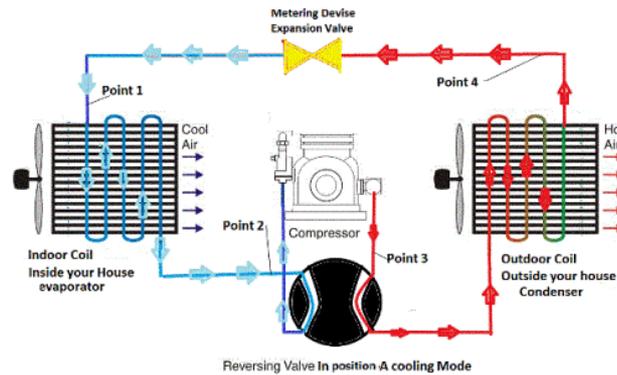


Figura 2.1 Esquema bomba de calor. Modo frío.
(Fuente www.heatpump-reviews.com)

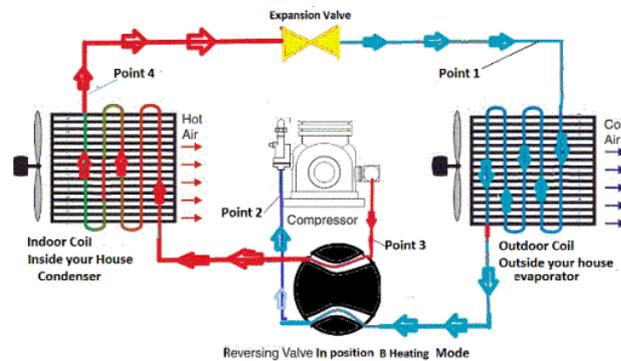


Figura 2.2 Esquema bomba de calor. Modo calor.
(Fuente www.heatpump-reviews.com)

$$COP = \frac{POTENCIA\ TÉRMICA\ kW/h}{CONSUMO\ ENERGÉTICO\ kW/h}$$

Figura 2.3 Expresión del cálculo del COP
(Fuente IDAE)

$$EER = \frac{POTENCIA\ TÉRMICA\ kW/h}{CONSUMO\ ELÉCTRICO\ kW/h}$$

Figura 2.4 Expresión del cálculo del EER
(Fuente IDAE)

En la figura 2.5 puede verse la base física del ciclo de Mollier para gases refrigerantes, medio utilizado por este tipo de sistemas para el transporte de energía.

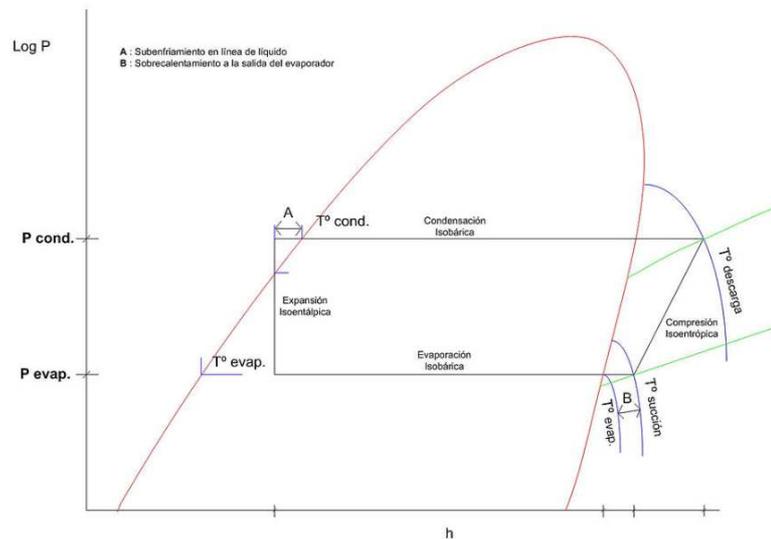


Figura 2.5 Representación esquemática del diagrama de Mollier para gases refrigerantes.
(Fuente Wikipedia)

Básicamente el principio de funcionamiento consta de 4 pasos:

1. **Compresión:** El primer paso consiste en comprimir un gas refrigerante con un compresor. Este proceso provoca un aumento de presión y temperatura en el gas.
2. **Condensación:** El gas comprimido se hace pasar por un intercambiador (denominado condensador) donde el fluido cede calor. Al enfriarse el gas refrigerante comienza a condensar, modificando su estado de gas a líquido., manteniendo su alta presión.
3. **Expansión:** El siguiente paso consiste en hacer pasar el gas refrigerante a través de una válvula de expansión, que provoca un pérdida de presión muy elevada, provocando que el gas se enfríe bruscamente.
4. **Evaporación:** El gas a baja presión y baja temperatura resultante de los procesos anteriores, vuelve a pasar por otro intercambiador, en este caso denominado evaporador, donde el gas absorbe calor y modifica de nuevo su estado de líquido a gas, retornando finalmente de nuevo al compresor para empezar de nuevo el ciclo.

Dependiendo dónde se ubique el evaporador y condensador la bomba de calor trabajará en modo refrigeración o calefacción. Actualmente la gran mayoría de sistemas en el mercado son reversibles, es decir, que permiten, mediante una válvula de 4 vías, invertir dicho ciclo, utilizando el mismo sistema para suministrar calefacción o refrigeración.

Calefacción y Refrigeración

Para la Calefacción y la Refrigeración del edificio se selecciona un sistema Bomba de Calor, tipo VRF (Volumen de Refrigerante Variable, en sus siglas en inglés). Este sistema permite conectar en un mismo sistema frigorífico hasta 64 unidades interiores ubicadas en diferentes estancias a climatizar del edificio, simplificación la instalación y haciéndola más flexible. Cada unidad interior está compuesta de

una batería de refrigerante, de una válvula de expansión y de la parte electrónica. Esta válvula de expansión permite, además de su función en el ciclo térmico, regular la cantidad de gas refrigerante que entra a la batería, ajustando la capacidad de la unidad a la demanda real del local donde está ubicada. Es esto lo que hace de los sistemas VRF uno de los más eficientes del mercado, ideal para instalaciones donde la demanda del edificio varía en función de usos, horarios u ocupación, como por ejemplo un hotel. Para zonas de poco uso (Sala Conferencias España para 90 personas o gimnasio) o uso en un único modo de funcionamiento (cocina, siempre en modo frío) se han seleccionado sistemas bomba de calor partidas independientes del sistema de VRF.

Existen dos gamas diferenciadas de VRF, el sistema VRF Bomba de Calor a 2 tubos, donde todas las unidades interiores funcionan en el mismo modo (frío o calor), seleccionado para las zonas comunes del hotel; y el sistema VRF con Recuperación de Calor a 3 tubos, que es capaz de suministrar calefacción y refrigeración de manera simultánea, es decir, que cada unidad interior puede funcionar en cualquier modo, independientemente del funcionamiento del resto de unidades interiores conectadas al mismo sistema frigorífico, seleccionado para la zona de habitaciones. Este último se denomina con Recuperación de Calor, puesto que la energía recuperada de las unidades interiores que operan en un modo puede ser transferida a una o más unidades interiores que operan en el otro modo, mejorando significativamente la eficiencia del sistema.



Figura 2.6 Esquema sistema VRF 3 tubos con Recuperación de calor.
(Fuente Panasonic)

La particularidad del sistema elegido para este proyecto es que se trata de un sistema mixto que usa unidades exteriores eléctricas y unidades exteriores alimentadas por gas (gas natural). Es decir, que se mezclan tecnologías de VRF con compresores eléctricos, con unidades que accionan estos compresores mediante un motor endotérmico accionado con gas natural.

El sistema de VRF con motor accionado a gas nos permite extraer energía del sistema de refrigeración del motor, en forma de energía residual. Esta energía se obtiene en forma de agua caliente a 75°C de temperatura, la cual puede utilizarse como un sistema de apoyo al ACS (Agua Caliente Sanitaria) del hotel, reduciendo los costes de explotación del sistema, al obtener de manera gratuita un elevado porcentaje del consumo de ACS.

La principal diferencia entre el sistema VRF eléctrico y el VRF con motor endotérmico consiste en que a éste último se le incorpora un intercambiador de placas que permite recuperar la energía del circuito

de refrigeración del motor, para aprovecharla para otros usos, en este caso, para el apoyo al sistema de ACS del hotel.

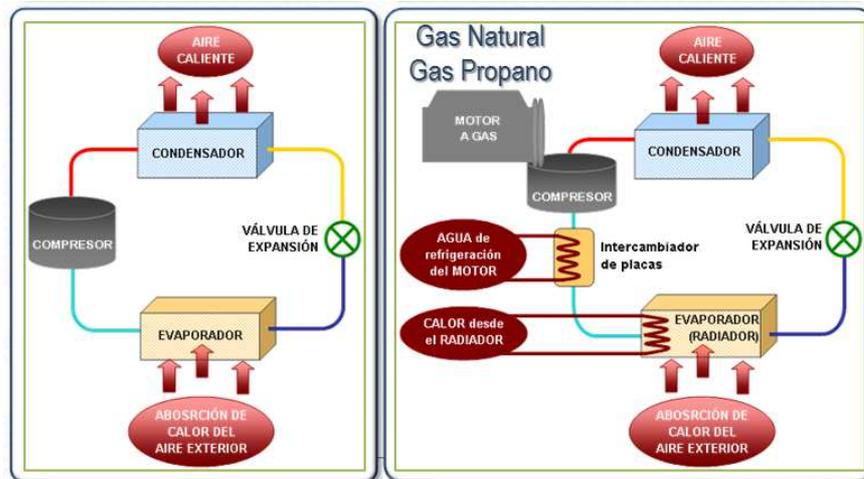


Figura 2.7 Diferencias entre sistema VRF eléctrico vs VRF gas

Además, el uso de energía residual según el CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006) en su apartado HE4, en su versión revisada de septiembre de 2013, permite sustituir parcial o totalmente la instalación de placas solares térmicas mediante documento justificativo; justificación que se adjunta también en el proyecto, ensalzando la selección de este sistema como el más óptimo para la instalación de climatización del edificio objeto de estudio.

Las unidades interiores seleccionadas para climatizar el interior de los espacios del edificio serán unidades de VRF tipo conductos para falso techo en su mayoría, y cassette de 4 vías para estancias menores. La ubicación de todas ellas, así como las tuberías de gas refrigerante, pueden verse en los planos de climatización del hotel que se adjuntan con este proyecto.

Ventilación

La instalación de ventilación se realiza mediante recuperadores de calor con placas de flujo cruzado, siguiendo las exigencias mínimas que marca la normativa aplicable, en este caso el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), en su versión revisada de Septiembre de 2013. Estos recuperadores cuentan con dos ventiladores, uno para la aportación de aire de renovación y otro para la extracción de aire viciado.



Figura 2.8 Imagen de un recuperador de calor de placas de flujo cruzado



La aportación de aire primario se realiza a través de las propias unidades interiores de VRF, consiguiendo reducir la instalación de elementos (menor superficie de conducto y menor número de rejillas), al aportar dicho aire al plenum de retorno de dichas unidades. Mediante esta configuración se consigue a su vez tratar el aire primario, que proviene del recuperador de placas, con la batería de refrigerante de la propia unidad interior de VRF de cada local, introduciendo por la red de conductos de calefacción/refrigeración el aire climatizado, con el fin de conseguir el nivel de confort requerido en el interior del edificio.

La extracción del aire viciado se realiza mediante una red de conductos y rejillas independiente, directamente de las diferentes salas. La ubicación de los recuperadores, así como las dimensiones de la red y su distribución pueden verse en los planos de climatización del hotel que se adjuntan en este proyecto.

2.4.1. SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO. CLIMATIZACIÓN

El sistema de refrigeración/calefacción seleccionado se ha asignado según la actividad de los locales que engloba. Se han diseñado 5 zonas diferenciadas, cada una de las cuales está formada a su vez por 2 o más sistemas.

Se diseñan según la actividad varias zonas diferenciadas, dividiendo en 4 sistemas, uno de los cuales consta a su vez de 3 subsistemas:

- **Zonas comunes del hotel en Planta Baja:** Recepción y Hall Principal, Bar Cafetería, Pasillos, Sala Conferencias Madrid, Sala Conferencias Avila, Comedor, Oficina y Despacho Director.

Para estas zonas se dispondrá una bomba de calor como elemento generador de calor y frío, pero a diferencia del resto de sistemas (que serán eléctricas), en este será una bomba de calor tipo VRF accionada a gas natural con recuperación de calor para agua caliente sanitaria (ACS), sistema volumen de refrigerante variable.

Debido a que estas zonas estarán en funcionamiento durante la mayor parte del horario de día del hotel, siendo este muy amplio, de 7:00 horas a 0:00 horas, se consigue con ello una gran recuperación de energía para el calentamiento de ACS, a pesar de tener el equipo un rendimiento menor que las bombas de calor eléctricas. El resto de sistemas se pondrán en funcionamiento de forma intermitente, con lo que la recuperación no sería tan alta, es por esto que se elige esta zona como la más óptima (debido a su funcionamiento continuo) para obtener una mayor eficiencia en el uso de la recuperación de energía.

Además, la recuperación de calor para ACS de este equipo está disponible tanto en régimen calor como en régimen frío, al tratarse de una bomba de calor con un motor de combustión a gas natural acoplado, y siendo el agua de refrigeración de dicho motor la que a través de un intercambiador de calor interno cede energía al circuito de ACS. Por lo tanto la recuperación de calor estará activa siempre que el equipo generador lo esté, excepto en algunos casos de temperaturas exteriores muy bajas, en los que por seguridad no se recuperará este calor.

De esta forma, tal como se muestra en los cálculos adjuntos, se consigue un porcentaje de cobertura

de ACS superior al exigido con una instalación de Energía Solar Térmica, cumpliendo la IT 1.2.4.6 Aprovechamiento de energías renovables y residuales (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007).

Una vez seleccionado el tipo de generación de calor y frío, se pasa a seleccionar las unidades interiores, que recibirán la energía suministrada por la bomba de calor y tratarán el aire antes de impulsarlo y de distribuir el aire frío (régimen de verano) o caliente (régimen de invierno) a las diferentes estancias.

Las unidades interiores seleccionadas para este sistema serán unidades de VRF del tipo conductos de presión estándar para falso techo, en su mayoría, y cassette de 4 vías las estancias menores (Oficina y Despacho Director). Para ello, una vez obtenidas las cargas térmicas de dichos espacios se ha realizado la selección de la potencia de estas unidades, según el régimen de Refrigeración (más desfavorable en Madrid) y según la carga sensible a vencer en el interior de los locales. La suma de los índices de capacidad de estas unidades, aplicando un factor de simultaneidad de uso del sistema, nos permite obtener la potencia de las unidades exteriores de producción.

Desde la unidad exterior bomba de calor se distribuirán tuberías para línea frigorífica (líquido y gas), con sistema de volumen de refrigerante variable, hasta cada unidad interior, donde el fluido entrará a la batería de refrigerante.

Estas unidades interiores se ubicarán en falso techo, en zonas especialmente pensadas para un cómodo mantenimiento y acceso a todas las partes y componentes de los equipos. Estas unidades se acoplarán a conductos, los cuales distribuirán el aire a las estancias a través de difusores rotacionales y rejillas, existiendo otro conducto (o bien un plenum) de retorno que a través de rejillas recogerá el aire de la estancia y lo impulsará de nuevo a la unidad interior.

Las rejillas y difusores dispondrán de regulación para los caudales de aire recirculado, aporte de aire exterior y aire de extracción, de tal forma que se consiga siempre el modo de funcionamiento en un régimen de equilibrio.

Como se ha explicado anteriormente, en este proyecto las instalaciones de refrigeración/calefacción y la de ventilación van estrechamente ligadas. La aportación de aire primario se realiza a través de las propias unidades interiores de VRF, tratando dicho aire antes de impulsarlo por la red de conductos de difusión. Para esta zona se han seleccionado tres recuperadores que mueven diferente caudal, según las exigencias de la normativa, aunque dos ellos se comparten con otras zonas.

Con respecto a la red de extracción de aire de ventilación, antes de ser expulsado al exterior intercambiará calor con el aire exterior de aporte (de la red de renovación de aire) a través del recuperador de alta eficiencia, consiguiendo un importante ahorro energético. De esta forma, se consigue la renovación de aire adecuada, superior a la exigida según normativa, de la forma más eficiente posible desde el punto de vista energético.

- **Zona habitaciones Planta Primera:** Habitaciones 101 a 129, Pasillos y Hall planta primera.

El acondicionamiento térmico para la planta de habitaciones se diseña con un sistema cuya unidad exterior generadora de calor y frío es una bomba de calor eléctrica con sistema de volumen de

refrigerante variable (VRF) a tres tubos con Recuperación de calor. Con este sistema se consigue que las unidades interiores seleccionadas puedan funcionar en cualquier modo (refrigeración o calefacción) independientemente del resto de unidades del mismo sistema frigorífico al que están conectadas. Se ha dividido la planta en tres sistemas diferentes, para evitar sobrepasar el límite máximo de concentración de gas refrigerante establecido en el RSIF, (Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas (RSIF), 2011), que es de 0,44 kg/m³.

Las unidades interiores son unidades de techo para conductos de baja silueta en las habitaciones y unidades de techo para conductos de presión estándar para los pasillos. Se diseña con unidades de baja silueta puesto que sólo existe falso techo en la parte de entrada a las habitaciones y no se dispone de mucha altura para la instalación de las unidades (las de baja silueta tienen una altura de 200 mm).

Desde la unidad exterior bomba de calor se distribuirán tuberías para línea frigorífica (líquido y gas), con sistema de volumen de refrigerante variable, hasta las cajas de recuperación, una por unidad interior, disponiéndose en las derivaciones a equipos los derivadores específicos suministrados por el fabricante de los equipos.

En esta zona se han seleccionado dos recuperadores de calor, que surgen al dividir la planta de habitaciones en dos partes. El aire primario se impulsa en el falso techo de la entrada a la habitación, diseñado para usarse en forma de plenum. De esta zona la unidad toma una mezcla del aire primario con el aire de retorno de la unidad que se realiza a través de una placa perforada de 600x600 mm que comunica el falso techo con la habitación, donde se instala el filtro de aire, para facilitar el acceso al mantenimiento de las unidades.

La impulsión de aire climatizado se hace a través de rejillas de bajo perfil, dimensionadas para evitar cualquier tipo de ruido en la difusión. La extracción de la ventilación se hace por otra rejilla en cada habitación conectada a la red de extracción de recuperadores de calor como los utilizados en el resto del hotel.

▪ **Zona Sala de Conferencias España y Gimnasio**, de uso no continuado.

Para esta zona se dispondrán equipos tipo “1x1”, formados por una unidad exterior bomba de calor eléctrica, con sistema refrigerante gama semi-industrial de expansión directa (no volumen de refrigerante variable) como elemento generador de calor y frío, conectada con una unidad interior del mismo tipo que las indicadas para sistemas anteriores, tipo conductos para falso techo. Serán dos unidades “1x1” para el gimnasio y otras dos unidades tipo “1x1” para la Sala de Conferencias. Las unidades estarán ubicadas en el falso techo de las estancias que climatizan, teniendo especial cuidado con el espacio para requerido para el mantenimiento de equipos indicado por el fabricante

Desde la unidad exterior bomba de calor se distribuirán tuberías para línea frigorífica (líquido y gas), hasta la unidad interior, donde el fluido entrará a la batería de refrigerante de la unidad.

Estas estancias están diseñadas para un uso intermitente e independiente del resto de sistemas de climatización del hotel, por eso su diseño se realiza con sistema bombas de calor de expansión directa, que son más económicos, aunque de rendimiento algo menor, pero adecuado teniendo en cuenta que su uso es interrumpido.



La sala de conferencias cuenta con un recuperador independiente, mientras que el gimnasio comparte recuperador con la zona de cafetería del hotel.

La impulsión de aire climatizado se hace a través de rejillas en el caso del gimnasio y de difusores en la sala de conferencias, tomando el aire primario mezclado con el aire retorno de la sala del plenum situado en la parte posterior de las unidades interiores. La extracción de la ventilación se hace mediante rejillas en cada sala conectadas a la red de extracción de recuperadores de calor como los utilizados en el resto del hotel.

La red de conductos de la sala dedicada a gimnasio utiliza una red de conductos “vistos” de acero galvanizado, tanto en la impulsión como en el retorno, mientras que en el resto del hotel se utilizan conductos en falso techo con paneles de lana de vidrio.

Puesto que se han seleccionado dos sistemas “1x1” para cada una de las salas, estas se podrían llegar a dividir en un futuro en dos más pequeñas, contando con climatización independiente cada una de ellas, sin necesidad de modificación alguna.

▪ **Zona de Cocina**, de uso continuado en modo refrigeración.

Para esta zona se dispondrán los equipos tipo “1x1”, formados por una unidad exterior bomba de calor eléctrica, conectada con una unidad interior del tipo techo visto. Serán dos unidades “1x1”.

Desde la unidad exterior bomba de calor se distribuirán tuberías para línea frigorífica (líquido y gas), hasta la unidad interior, donde el fluido entrará a la batería de refrigerante de la unidad.

Se han seleccionado sistemas 1x1 independientes para esta zona debido a que el uso de esta sala será en modo frío durante todo el año. Además se ha optado por unidades de techo visto, que tienen un alcance de dardo mayor que otro tipo de unidades, para garantizar una buena distribución del aire, sin recurrir a sistemas con difusión, los cuales no se recomiendan en este tipo de salas debido a la calidad del aire interior, generalmente cargado de partículas y grasa en suspensión. Estas unidades además tienen los filtros en un lugar muy accesible, lo que facilita el mantenimiento, requerido con más frecuencia en este tipo de locales.

La ventilación de la cocina no se ha incluido en el proyecto, puesto que le afecta una normativa específica para ventilación para cocinas industriales, quedando fuera del objetivo principal de este proyecto.

2.4.2. SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO. APOYO ACS

Para cubrir las necesidades de Agua Caliente Sanitaria del hotel se ha diseñado un sistema doble de producción y acumulación:

- Por un lado, un sistema de recuperación de calor para ACS a partir de la unidad exterior de climatización bomba de calor a gas natural, la cual dispone de un intercambiador de calor interno para disipación de calor del circuito de refrigeración de su motor.

Este equipo tiene un funcionamiento continuo durante todo el horario de apertura de la actividad (de 7:00 h a 0:00 h), y exceptuando las ocasiones en las que la temperatura exterior sea menor a 7 °C,

siempre que el equipo esté en funcionamiento su motor lo estará, y por tanto debe ser refrigerado, por lo que la recuperación de calor para ACS estará activa.

El equipo dispone de un intercambiador de calor interno y de tomas exteriores de ida y retorno para conexión de un circuito hidráulico en su parte trasera. Este circuito será de circulación forzada y contará con una bomba electrónica de alta eficiencia de caudal variable (descrita en el correspondiente apartado) para transportar el agua caliente hasta el compensador hidráulico ubicado en el cuarto de instalaciones de Planta Cubierta. Este tipo de bombas adecuan el caudal y la presión de trabajo a las necesidades reales del sistema, ahorrando energía en la distribución.

La potencia de recuperación del equipo según sus especificaciones técnicas es de 30 kW como máximo, y dependerá de la carga a la que trabaje el equipo, total o parcial. Con esta potencia máxima y un uso continuado, se considera que se cubre gran parte de la demanda total de la actividad.

- Por otro lado, para cubrir los casos de no funcionamiento de la bomba de calor a gas, ya sea por inexistencia de demanda térmica, avería o cualquier otro motivo, o puntas de demanda excesivas, se dispondrá un sistema primario de generación de Agua Caliente mediante una caldera de condensación a gas natural, ubicada en el cuarto de instalaciones de Planta Cubierta.

Desde esta caldera, que dará servicio únicamente para ACS, saldrá un circuito, que al igual que el anterior contará con una bomba electrónica de alta eficiencia de caudal variable para transportar el agua caliente igualmente hasta el compensador hidráulico. No se ha entrado en el cálculo y dimensionamiento de la instalación de fontanería, puesto que es otra instalación diferente que no entra dentro del objetivo de este proyecto. Tan solo se menciona que como sistema principal existe una caldera de condensación de gas natural para la generación de ACS, siendo el sistema estudiado el descrito en el punto anterior el sistema de apoyo a la generación de ACS.

Previo al compensador / separador hidráulico, cuya función es dividir en circuito primario y secundario la instalación de producción de ACS, se instalarán colectores de ida y retorno para evitar conflictos en la distribución de caudales de los 2 circuitos distintos de producción.

A partir del separador hidráulico (lado secundario) se dispondrá el circuito secundario de producción de ACS (que a su vez es el circuito primario de los interacumuladores), contando igualmente con su propia bomba electrónica de alta eficiencia de caudal variable, y que transportará el agua caliente desde el compensador hidráulico hasta los interacumuladores dispuestos. Como sucede con la parte de la caldera de condensación tampoco se ha entrado en detalle en este apartado puesto que queda fuera del objetivo de este proyecto.

Se disponen 2 unidades de acumulación, depósitos interacumuladores para instalación vertical en suelo, ubicados en el cuarto de instalaciones de Planta Cubierta, del tipo "tank in tank" de doble envolvente total, con alta producción de ACS. El agua caliente desde el separador hidráulico discurrirá por la envolvente exterior de los depósitos, calentando el agua fría de su interior a través de una envolvente ondulada especialmente diseñada para una alta transmisión de calor con alta eficiencia. Los depósitos están diseñados para su instalación en posición vertical, cumpliendo con las medidas de prevención de la legionella (IDAE, Guía Técnica Agua Caliente Sanitaria Central, 2010).



El motivo de instalar 2 depósitos es disponer de una alta acumulación, mayor que en un sistema de otro tipo, de la misma forma que en una instalación de energía solar térmica se cuenta con un alto volumen de acumulación, para asegurar el aprovechamiento de la energía aportada de forma gratuita por la bomba de calor, cuyo funcionamiento es estable a lo largo de las 17 horas de apertura de la actividad.

Se ha determinado la temperatura de acumulación del sistema en 60 °C. Los equipos estarán igualmente preparados para mantener temperaturas de 70 °C durante periodos prolongados de tiempo, así como para realizar los tratamientos anti-legionella pertinentes a altas temperaturas, según la normativa vigente (Real Decreto 865/2003 sobre Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, 2003).

BOMBAS

El circuito que discurre entre el equipo bomba de calor a gas natural y los colectores de entrada y salida al compensador/separador hidráulico se denomina circuito primario de recuperación ACS GHP, y contará con una bomba de circulación. Esta bomba de circulación es la encargada de hacer llegar el agua caliente desde el generador hasta el separador, para lo que debe aportarle la energía necesaria para vencer las pérdidas que, por rozamiento, experimenta el agua en los generadores, en la red de distribución y en el separador.

Para la elección de la bomba, se parte del caudal de agua necesario y de la caída de presión que experimenta al circular por el circuito. La caída de presión vendrá dada por la red de distribución en el recorrido más desfavorable más la de los elementos adicionales.

Suponiendo el caso más desfavorable de abastecimiento de ACS en periodo punta sin disponer de agua acumulada, se realiza el cálculo de conducciones, caudal y pérdida de carga para este circuito primario.

Se supone para este circuito una longitud máxima mayorada según la ubicación de los equipos.

Se consideran, por otra parte, las pérdidas en otros elementos y accesorios.

Según el resumen de pérdidas y el caudal necesario, se ha seleccionado la bomba.

El circuito que discurre entre la caldera y los colectores de entrada y salida al compensador/separador hidráulico se denomina circuito primario caldera, y contará igualmente con una bomba de circulación, que como se ha comentado queda fuera del objetivo de este proyecto, por lo que solo se menciona.

El circuito que discurre entre el separador hidráulico y los depósitos interacumuladores (abasteciendo a estos de agua caliente de primario), se denomina circuito secundario de producción de ACS, y contará también con una bomba de circulación, que como se ha comentado queda fuera del objetivo de este proyecto, por lo que solo se menciona.

2.4.3. EQUIPOS INSTALADOS

Según la instalación anteriormente descrita, se enumeran a continuación los equipos instalados, indicándose sus principales características.



Las unidades exteriores de climatización se ubican en la Plana Cubierta del edificio, en el exterior, con una dimensión igual a planta primera y planta baja de 1.130 m² aproximadamente, es decir, que se cuenta con suficiente espacio para albergarlas y disponer de adecuados espacios de mantenimiento, tal como se muestra en los planos adjuntos.

Además en la Planta cubierta se cuenta con un casetón para albergar la caldera, los 2 interacumuladores de ACS y 2 recuperadores de calor para el aire de ventilación, que dan servicio a la planta de habitaciones. Este casetón tiene una superficie de 30 m² aproximadamente.

El resto de recuperadores de calor, como se ha indicado anteriormente, se encuentran instalados en el falso techo de diferentes locales, en Planta Baja, uno en falso techo de cocina, otro en el baño del hall principal, otro en falso techo del baño del pasillo Este y el restante en el hall del pasillo.

El resto de unidades interiores se ubican en falso techo o techo de las estancias correspondientes.

Los equipos destinados a producción de Agua Caliente Sanitaria se ubican en el Cuarto de Instalaciones de Planta Cubierta.

EQUIPOS CLIMATIZACIÓN. UNIDADES EXTERIORES

▪ 1 Unidad Bomba de Calor VRF a Gas Natural

PANASONIC U-30GE2E5

GAMA SISTEMA VRF ACCIONADO A GAS

Bomba de calor accionada a gas (unidad exterior) de 30HP de potencia, con flujo de refrigerante variable en sistema partido multisplit, equipada con 2 compresores doble del tipo Rotary Inverter. Preparada para utilizar refrigerante R-410A, con mueble y carcasa fabricada en chapa prelacada color marfil y galvanizada, montada sobre chasis de estructura perfilada del mismo material. Incluye control de desescarche, válvula de expansión electrónica para control de refrigerante y protecciones de seguridad: presostato de alta, termostato interno, resistencia cárter y fusible.

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: U-30GE2E5
- POTENCIA FRIGORÍFICA: 85 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 35 °C E INTERIOR DE 27 °C) (Eurovent Certificación)
- POTENCIA CALORÍFICA STD: 90 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 7 °C E INTERIOR DE 20 °C) (Eurovent Certificación)
- POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA REFRIGERACIÓN: 1,70 kW
- POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA CALEFACCIÓN: 1,45 kW
- CONSUMO DE GAS EN REFRIGERACIÓN: 67,9 kW
- CONSUMO DE GAS EN CALEFACCIÓN STD: 68,10 kW
- CONSUMO DE GAS EN CALEFACCIÓN BAJA TEMPERATURA: 78,00 kW



- CAUDAL DE AIRE: 440 m³/min
 - PRESIÓN ESTÁTICA: 20 Pa
 - PRESIÓN SONORA: 62 dBA
 - REFRIGERANTE (R410A): 11,5 kg
 - RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN FRÍO: -10 °C A 43 °C (DB)
 - RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN CALOR: -21 °C A 15,5 °C (WB)
 - DIMENSIONES: 2273mm X 2026mm X 1000(+80)mm
 - PESO: 840 kg
 - ALIMENTACIÓN: 220 A 240 V 50 Hz
 - MOTOR DE ARRANQUE: 12V DC, 2,0 kW
 - SISTEMA DE REFRIGERACIÓN, VOLUMEN REFRIGERANTE: 26 litros
 - DIÁMETROS DE TUBERÍAS:
 - o GAS REFRIGERANTE: 1 1/4"
 - o LÍQUIDO REFRIGERANTE: 3/4"
 - o TOMA DE GAS: R3/4
 - o SALIDA CONDENSADOS DE LA COMBUSTIÓN: Ø 25 BOQUILLA DE GOMA
- **1 Unidad Bomba de Calor VRF eléctrica con Recuperación de calor a 3 tubos**
- PANASONIC U-8MF2E8
- GAMA SISTEMA VRF ELECTRICO
- Bomba de calor (unidad exterior) de 8HP de potencia con recuperación de calor, con flujo de refrigerante variable en sistema partido multisplit, equipada con 1 compresor del tipo Rotary Inverter y otro del tipo Scroll de velocidad constante. Preparada para utilizar refrigerante R-410A, con mueble y carcasa fabricada en chapa prelacada color marfil y galvanizada, montada sobre chasis de estructura perfilada del mismo material. Incluye control de desescarche, válvula de expansión electrónica para control de refrigerante y protecciones de seguridad: presostato de alta, termostato interno, resistencia cárter y fusible.
- Monitorización del nivel de aceite. Las recogidas no tienen lugar por tiempo acumulado.
 - Lógica inteligente de desescarche en exteriores modulares evitando corrientes de aire frío en unidades interiores.
 - Capacidad de funcionamiento en caso de fallo (motor ventilador, sensores de seguridad, compresor, etc.)
 - Un único bus de comunicación permitiendo la conexión de un control centralizado en cualquier punto del mismo.
 - El sistema permite la instalación de válvulas de corte en previsión de ampliaciones futuras.



- MARCA: PANASONIC
 - MODELO: U-8MF2E8
 - POTENCIA FRIGORÍFICA: 22.4 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 35 °C E INTERIOR DE 27 °C) (Eurovent Certificación)
 - POTENCIA CALORÍFICA STD: 25 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 7 °C E INTERIOR DE 20 °C) (Eurovent Certificación)
 - POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA REFRIGERACIÓN: 4,98 kW
 - POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA CALEFACCIÓN: 5,24 kW
 - CAUDAL DE AIRE: 158 m³/min
 - PRESIÓN ESTÁTICA: 80 Pa
 - PRESIÓN SONORA: 57 dBA
 - REFRIGERANTE (R410A): 8,3 kg
 - RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN FRÍO: -10 °C A 46 °C (DB)
 - RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN CALOR: -20 °C A 18 °C (WB)
 - DIMENSIONES: 1758mm X 1000mm X 930mm
 - PESO: 269 kg
 - ALIMENTACIÓN: 400V 50 Hz
 - DIÁMETROS DE TUBERÍAS:
 - GAS REFRIGERANTE: 3/4"
 - LÍQUIDO REFRIGERANTE: 3/8"
 - DESCARGA: 5/8"
- **2 Unidades Bomba de Calor VRF eléctrica con Recuperación de calor a 3 tubos**

PANASONIC U-10MF2E8

GAMA SISTEMA VRF ELECTRICO

Bomba de calor (unidad exterior) de 10HP de potencia con recuperación de calor, con flujo de refrigerante variable en sistema partido multisplit, equipada con 1 compresor del tipo Rotary Inverter y otro del tipo Scroll de velocidad constante. Preparada para utilizar refrigerante R-410A, con mueble y carcasa fabricada en chapa prelacada color marfil y galvanizada, montada sobre chasis de estructura perfilada del mismo material. Incluye control de desescarche, válvula de expansión electrónica para control de refrigerante y protecciones de seguridad: presostato de alta, termostato interno, resistencia cárter y fusible.



- Monitorización del nivel de aceite. Las recogidas no tienen lugar por tiempo acumulado.
 - Lógica inteligente de desescarche en exteriores modulares evitando corrientes de aire frío en unidades interiores.
 - Capacidad de funcionamiento en caso de fallo (motor ventilador, sensores de seguridad, compresor, etc.)
 - Un único bus de comunicación permitiendo la conexión de un control centralizado en cualquier punto del mismo.
 - El sistema permite la instalación de válvulas de corte en previsión de ampliaciones futuras.
 - MARCA: PANASONIC
 - MODELO: U-10MF2E8
 - POTENCIA FRIGORÍFICA: 28,0 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 35 °C E INTERIOR DE 27 °C) (Eurovent Certificación)
 - POTENCIA CALORÍFICA STD: 31,5 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 7 °C E INTERIOR DE 20 °C) (Eurovent Certificación)
 - POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA REFRIGERACIÓN: 6,83 kW
 - POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA CALEFACCIÓN: 6,92 kW
 - CAUDAL DE AIRE: 178 m³/min
 - PRESIÓN ESTÁTICA: 80 Pa
 - PRESIÓN SONORA: 59 dBA
 - REFRIGERANTE (R410A): 8,5 kg
 - RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN FRÍO: -10 °C A 46 °C (DB)
 - RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN CALOR: -20 °C A 18 °C (WB)
 - DIMENSIONES: 1758mm X 1000mm X 930mm
 - PESO: 269 kg
 - ALIMENTACIÓN: 400V 50 Hz
 - DIÁMETROS DE TUBERÍAS:
 - GAS REFRIGERANTE: 7/8"
 - LÍQUIDO REFRIGERANTE: 3/8"
 - DESCARGA: 3/4"
- **2 sistemas 1x1 Bomba de Calor eléctrica de expansión directa**
- PANASONIC KIT-71PT2E8A formado por unidad exterior modelo U-71PE1E8A + unidad interior modelo S-71PT2E5A.
- GAMA SEMI-INDUSTRIAL
- UNIDAD EXTERIOR modelo U-71PE1E8A



Bomba de calor INVERTER+, con gas refrigerante R-410A Modelo U-71PE1E8A. Posibilidad de conexión a INTESIS HOME para control a través de Smartphone. Posibilidad de conexión a control centralizado de la gama industrial ECOi.

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: U-71PE1E8A
- POTENCIA FRIGORÍFICA: 7,1 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 35 °C E INTERIOR DE 27 °C) (Eurovent Certificación)
- POTENCIA CALORÍFICA STD: 8,0 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 7 °C E INTERIOR DE 20 °C) (Eurovent Certificación)
- POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA REFRIGERACIÓN: 1,93 kW
- POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA CALEFACCIÓN: 1,93 kW
- CAUDAL DE AIRE: 60 m3/min
- PRESIÓN SONORA FRIO/CALOR: 48/50 dBA
- RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN FRÍO: -10 °C A 46 °C (DB)
- RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN CALOR: -20 °C A 24 °C (WB)
- DIMENSIONES: 996mm X 940mm X 340mm
- PESO: 71 kg
- ALIMENTACIÓN: 400V 50 Hz
- DISTANCIA FRIGORIFICA MAXIMA: 50 metros
- DIÁMETROS DE TUBERÍAS:
 - o GAS REFRIGERANTE: 5/8"
 - o LÍQUIDO REFRIGERANTE: 3/8"

UNIDAD INTERIOR DE TECHO modelo S-71 PT2E5A

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-73PT2E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 7,1 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 8 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 1.260 / 1.080 / 930 m3/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 31 / 35 / 39 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 235 x 1.275 x 690 (33) mm



- PESO: 33 kg
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - o CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 9,52 mm (3/8")
 - o CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 15,88 mm (5/8")

▪ **2 sistemas 1x1 Bomba de Calor eléctrica de expansión directa**

PANASONIC KIT-100PF1E8A formado por unidad exterior modelo U-100PE1E8A + unidad interior modelo S-100PF1E5A.

GAMA SEMI-INDUSTRIAL

UNIDAD EXTERIOR modelo U-100PE1E8A

Bomba de calor INVERTER+, con gas refrigerante R-410A Modelo U-100PE1E8A. Posibilidad de conexión a INTESIS HOME para control a través de Smartphone. Posibilidad de conexión a control centralizado de la gama industrial ECOi.

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: U-100PE1E8A
- POTENCIA FRIGORÍFICA: 10 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 35 °C E INTERIOR DE 27 °C) (Eurovent Certificación)
- POTENCIA CALORÍFICA STD: 11,2 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 7 °C E INTERIOR DE 20 °C) (Eurovent Certificación)
- POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA REFRIGERACIÓN: 2,44 kW
- POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA CALEFACCIÓN: 2,60 kW
- CAUDAL DE AIRE: 110 m³/min
- PRESIÓN SONORA FRIO/CALOR: 52/52 dBA
- RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN FRÍO: -10 °C A 46 °C (DB)
- RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN CALOR: -20 °C A 24 °C (WB)
- DIMENSIONES: 1.416mm X 940mm X 340mm
- PESO: 98 kg
- ALIMENTACIÓN: 400V 50 Hz
- DISTANCIA FRIGORIFICA MAXIMA: 75 metros
- DIÁMETROS DE TUBERÍAS:
 - o GAS REFRIGERANTE: 5/8"
 - o LÍQUIDO REFRIGERANTE: 3/8"



UNIDAD INTERIOR DE TECHO modelo S-100 PF1E5A

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-100PF1E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 10 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 11,2 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 1.920 / 1.560 / 1.260 m3/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 31 / 34 / 38 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 1.400 x 700 mm
- PESO: 45 kg
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - o CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 9,52 mm (3/8")
 - o CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 15,88 mm (5/8")

▪ **2 sistemas 1x1 Bomba de Calor eléctrica de expansión directa**

PANASONIC KIT-140PF1E8A formado por unidad exterior modelo U-140PE1E8A + unidad interior modelo S-140PF1E5A.

GAMA SEMI-INDUSTRIAL

UNIDAD EXTERIOR modelo U-140PE1E8A

Bomba de calor INVERTER+, con gas refrigerante R-410A Modelo U-140PE1E8A. Posibilidad de conexión a INTESIS HOME para control a través de Smartphone. Posibilidad de conexión a control centralizado de la gama industrial ECOi.

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: U-140PE1E8A
- POTENCIA FRIGORÍFICA: 14 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 35 °C E INTERIOR DE 27 °C) (Eurovent Certificación)
- POTENCIA CALORÍFICA STD: 16 kW. (CALCULADA CON UNA TEMPERATURA SECA EXTERIOR DE 7 °C E INTERIOR DE 20 °C) (Eurovent Certificación)
- POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA REFRIGERACIÓN: 3,57 kW
- POTENCIA ELÉCTRICA ABSORBIDA CALEFACCIÓN: 3,48 kW
- CAUDAL DE AIRE: 135 m3/min
- PRESIÓN SONORA FRIO/CALOR: 54/55 dBA



- RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN FRÍO: -10 °C A 46 °C (DB)
- RANGO DE FUNCIONAMIENTO EN CALOR: -20 °C A 24 °C (WB)
- DIMENSIONES: 1.416mm X 940mm X 340mm
- PESO: 98 kg
- ALIMENTACIÓN: 400V 50 Hz
- DISTANCIA FRIGORIFICA MAXIMA: 75 metros
- DIÁMETROS DE TUBERÍAS:
 - o GAS REFRIGERANTE: 5/8"
 - o LÍQUIDO REFRIGERANTE: 3/8"

UNIDAD INTERIOR DE TECHO modelo S-140 PF1E5A

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-140PF1E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 14 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 16 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 2.160 / 1.920 / 1.500 m3/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 33 / 36 / 40 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 1.400 x 700 mm
- PESO: 45 kg
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - o CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 9,52 mm (3/8")
 - o CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 15,88 mm (5/8")

EQUIPOS CLIMATIZACIÓN. UNIDADES INTERIORES

RECUPERADOR DE CALOR MARCA "SODECA" SERIE "RECUP" con módulo adiabático

Unidad de Recuperador de calor de muy alto rendimiento de tipo estático y flujos cruzados.

Características generales:

- Intercambiador de placas de aluminio con rendimientos entre 52%-55% con módulo adiabático
- Posibilidad de configuración entre diferentes posiciones de bocas



- Secciones de filtración según RITE, filtros integrados con fácil extracción para mantenimiento con filtros incorporados, calidad F6 y F6+F8.
- Caja en acero galvanizado con aislamiento acústico integrado

Construcción:

- Estructura construida en chapa de acero galvanizado
- Bocas de entrada y salida con junta estanca
- Bocas intercambiables
- Puertas de acceso para facilitar el mantenimiento y la limpieza

▪ **1 Unidad PLANTA BAJA ZONAS COMUNES**

- MODELO: RECUP-40-H-F6+F8-MA
- CAUDAL DE CÁLCULO: 2.640 m³/h
- POTENCIA ABSORBIDA: 2x1.100 W
- EFICIENCIA TERMICA: 55%
- NIVEL SONORO: 46 dB
- PESO: 167 kg

▪ **1 Unidad PLANTA BAJA SALA CONFERENCIAS ESPAÑA**

- MODELO: RECUP-50-H-F6+F8-MA
- CAUDAL DE CÁLCULO: 4.275 m³/h
- POTENCIA ABSORBIDA: 2x1.500 W
- EFICIENCIA TERMICA: 53%
- NIVEL SONORO: 54 dB
- PESO: 182 kg

RECUPERADOR DE CALOR MARCA "SODECA" SERIE "RIS" con módulo adiabático

Unidad de Recuperador de calor de muy alto rendimiento de tipo estático y flujos cruzados.

Características generales:

- Intercambiador de alta eficiencia (54%-75%)
- 2 Filtros de aire de eficacias F6, F7 hechos con bolsas de baja pérdida de carga (F9 a consultar).
- Electrónica para control automático, integrada en modelos 260 a 1900, con controlador UNI incluido.



- Sensores de temperatura de serie en entrada y salida.
- Sensor de humedad en tamaños 1000 a 1900.
- Compuerta bypass incorporada en modelos 1000 a 3000.
- Control automático del bypass en modelos 1000 a 1900.

Construcción:

- Estructura metálica
- Paneles de doble pared, con aislamiento acústico de 30 mm de grosor en 400 y 700, y 50 mm en el resto.
- Bocas de entrada y salida con junta estanca
- Puertas de acceso inferior para facilitar el mantenimiento y la limpieza.

▪ **2 Unidades PLANTA BAJA COMEDOR y PLANTA PRIMERA HABITACIONES 101-115**

- MODELO: RIS-1500-P-S-F7-MA
- CAUDAL DE CÁLCULO: 1.526 m³/h
- POTENCIA ABSORBIDA: 2x373 W
- EFICIENCIA TERMICA: 62%
- NIVEL SONORO: 44 dB
- PESO: 189 kg

▪ **1 Unidad PLANTA BAJA GIMNASIO CAFETERIA**

- MODELO: RIS-1900-P-S-F7-MA
- CAUDAL DE CÁLCULO: 1.706 m³/h
- POTENCIA ABSORBIDA: 2x669 W
- EFICIENCIA TERMICA: 60%
- NIVEL SONORO: 46 dB
- PESO: 290 kg

▪ **1 Unidad PLANTA PLANTA PRIMERA HABITACIONES 116-129**

- MODELO: RIS-1000-P-S-F7-MA
- CAUDAL DE CÁLCULO: 1.526 m³/h
- POTENCIA ABSORBIDA: 2x312 W



- EFICIENCIA TERMICA: 51%
- NIVEL SONORO: 42 dB
- PESO: 113 kg

RESTO DE UNIDADES INTERIORES

▪ **2 Unidad interiores VRF cassette de 4 vías de 60x60**

UD. INTERIOR DE TECHO CASSETTE 4 VÍAS 60x60

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-28MY2E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 2,8 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 3,2 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 558 / 504 / 336 m3/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 25 / 33 / 35 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 288+(31) x 583 (700) x 583 (700) mm
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
- TUBERÍA DESAGÜE: VP-20

▪ **1 Unidad interior VRF conducto de presión estándar**

UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-15MF2E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 1,5 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 1,7 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 840 / 780 / 540 m3/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 70 (10-150) Pa
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 22 / 29 / 33 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 800 x 700 mm



- PESO: 29 kg
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - o CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - o CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
- TUBERÍA DESAGÜE: VP-25

▪ **1 Unidad interior VRF conducto de presión estándar**

UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-22MF2E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 2,2 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 2,5 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 840 / 780 / 540 m³/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 70 (10-150) Pa
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 22 / 29 / 33 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 800 x 700 mm
- PESO: 29 kg
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - o CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - o CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
- TUBERÍA DESAGÜE: VP-25

▪ **2 Unidades interiores VRF conducto de presión estándar**

UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-28MF2E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 2,8 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 3,2 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 840 / 780 / 540 m³/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz



- PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 70 (10-150) Pa
 - PRESIÓN SONORA (L / M / H): 22 / 29 / 33 dB(A)
 - DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 800 x 700 mm
 - PESO: 29 kg
 - CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
 - TUBERÍA DESAGÜE: VP-25
- **1 Unidad interior VRF conducto de presión estándar**

UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-56MF2E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 5,6 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 6,3 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 960 / 900 / 720 m³/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 70 (10-150) Pa
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 25 / 32 / 34 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 800 x 700 mm
- PESO: 29 kg
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
- TUBERÍA DESAGÜE: VP-25

- **1 Unidad interior VRF conducto de presión estándar**

UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-60MF2E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 6,0 kW



- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 7,1 kW
 - CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 1.260 / 1.140 / 900 m³/h
 - ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
 - PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 70 (10-150) Pa
 - PRESIÓN SONORA (L / M / H): 26 / 32 / 35 dB(A)
 - DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 800 x 700 mm
 - PESO: 29 kg
 - CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 9,52 mm (3/8")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 15,88 mm (5/8")
 - TUBERÍA DESAGÜE: VP-25
-
- **1 Unidad interior VRF conducto de presión estándar**
UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO
 - MARCA: PANASONIC
 - MODELO: S-90MF2E5
 - CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 9 kW
 - CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 10 kW
 - CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 1.500 / 1.380 / 1.140 m³/h
 - ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
 - PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 70 (10-150) Pa
 - PRESIÓN SONORA (L / M / H): 28 / 34 / 37 dB(A)
 - DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 1.000 x 700 mm
 - PESO: 34 kg
 - CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 9,52 mm (3/8")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 15,88 mm (5/8")
 - TUBERÍA DESAGÜE: VP-25

- **3 Unidades interiores VRF conducto de presión estándar**

UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO



- MARCA: PANASONIC
 - MODELO: S-106MF2E5
 - CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 10,6 kW
 - CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 11,4 kW
 - CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 1.920 / 1.560 / 1.260 m³/h
 - ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
 - PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 70 (10-150) Pa
 - PRESIÓN SONORA (L / M / H): 31 / 34 / 38 dB(A)
 - DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 1.400 x 700 mm
 - PESO: 46 kg
 - CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 9,52 mm (3/8")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 15,88 mm (5/8")
 - TUBERÍA DESAGÜE: VP-25
- **3 Unidades interiores VRF conducto de presión estándar**
- UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO
- MARCA: PANASONIC
 - MODELO: S-140MF2E5
 - CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 14 kW
 - CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 16 kW
 - CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 2.040 / 1.740 / 1.380 m³/h
 - ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
 - PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 70 (10-150) Pa
 - PRESIÓN SONORA (L / M / H): 32 / 35 / 39 dB(A)
 - DIMENSIONES (AL x AN x PR): 290 x 1.400 x 700 mm
 - PESO: 46 kg
 - CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 9,52 mm (3/8")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 15,88 mm (5/8")
 - TUBERÍA DESAGÜE: VP-25



▪ **2 Unidades interiores VRF conducto de baja silueta**

UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-15MM1E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 1,5 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 1,7 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 480 / 420 / 360 m3/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 10 (30) Pa
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 25 / 27 / 28 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 200 x 750 x 640 mm
- PESO: 19 kg
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
- TUBERÍA DESAGÜE: VP-25

▪ **16 Unidades interiores VRF conducto de baja silueta**

UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO

- MARCA: PANASONIC
- MODELO: S-22MM1E5
- CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 2,2 kW
- CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 2,5 kW
- CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 480 / 420 / 360 m3/h
- ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
- PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 10 (30) Pa
- PRESIÓN SONORA (L / M / H): 25 / 27 / 28 dB(A)
- DIMENSIONES (AL x AN x PR): 200 x 750 x 640 mm
- PESO: 19 kg
- CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")

- CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
- TUBERÍA DESAGÜE: VP-25

- **7 Unidades interiores VRF conducto de baja silueta**
UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO
 - MARCA: PANASONIC
 - MODELO: S-28MM1E5
 - CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 2,8 kW
 - CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 3,2 kW
 - CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 510 / 490 / 390 m3/h
 - ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
 - PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 15 (30) Pa
 - PRESIÓN SONORA (L / M / H): 27 / 29 / 30 dB(A)
 - DIMENSIONES (AL x AN x PR): 200 x 750 x 640 mm
 - PESO: 19 kg
 - CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
 - TUBERÍA DESAGÜE: VP-25

- **1 Unidad interior VRF conducto de baja silueta**
UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO
 - MARCA: PANASONIC
 - MODELO: S-36MM1E5
 - CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 3,6 kW
 - CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 4,2 kW
 - CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 540 / 480 / 420 m3/h
 - ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
 - PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 15 (40) Pa
 - PRESIÓN SONORA (L / M / H): 28 / 30 / 32 dB(A)
 - DIMENSIONES (AL x AN x PR): 200 x 750 x 640 mm



- PESO: 19 kg
 - CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
 - TUBERÍA DESAGÜE: VP-25
-
- **3 Unidades interiores VRF conducto de baja silueta**
- UD. INTERIOR DE TECHO PARA CONDUCTO
- MARCA: PANASONIC
 - MODELO: S-56MM1E5
 - CAPACIDAD FRIGORÍFICA NOMINAL: 5,6 kW
 - CAPACIDAD CALORÍFICA NOMINAL: 6,3 kW
 - CAUDAL DE AIRE (AL / ME / BA): 750 / 690 / 600 m³/h
 - ALIMENTACIÓN: 230V / 1 fase / 50Hz
 - PRESIÓN ESTÁTICA EXTERNA: 15 (40) Pa
 - PRESIÓN SONORA (L / M / H): 31 / 33 / 35 dB(A)
 - DIMENSIONES (AL x AN x PR): 200 x 750 x 640 mm
 - PESO: 19 kg
 - CIRCUITO REFRIGERANTE:
 - CONEXIÓN TUBERÍA LÍQUIDO: 6,35 mm (1/4")
 - CONEXIÓN TUBERÍA GAS: 12,7 mm (1/2")
 - TUBERÍA DESAGÜE: VP-25

En la siguiente tabla puede observarse la agrupación de cada sistema, compuesto de las unidades y exteriores por local, debidamente numerado para una fácil comprensión.

Sistema N°	Unidades Exteriores Modelo	Índ. Pot.	N°	Unidades Interiores Modelo	Índ. Pot.	Estancia	IC Simultaneidad
1	U-30GE2E5	850	1	S-28MY2E5A	28	Despacho Director - PB	113,65%
			1	S-28MY2E5A	28	Oficina - PB	
			1	S-106MF2E5A	106	Sala de Conferencias Madrid - PB	
			1	S-140MF2E5A	140	Sala de Conferencias Avila - PB	
			1	S-22MF2E5A	22	Pasillo N - PB	
			2	S-106MF2E5A	212	Comedor - PB	
			1	S-140MF2E5A	140	Recepción - PB	
			1	S-60MF2E5A	60	Hall Principal - PB	
			1	S-140MF2E5A	140	Bar Cafetería - PB	
2	U-10MF2E8	280	1	S-22MM1E5A	22	Habitación 101 - P1	117,14%
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 102 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 103 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 104 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 105 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 106 - P1	
			1	S-28MM1E5A	28	Habitación 107 - P1	
			1	S-28MM1E5A	28	Habitación 108 - P1	
			1	S-28MM1E5A	28	Habitación 109 - P1	
			1	S-28MM1E5A	28	Habitación 110 - P1	
			1	S-28MM1E5A	28	Habitación 111 - P1	
			1	S-28MM1E5A	28	Habitación 112 - P1	
3	U-10MF2E8	280	1	S-28MF2E5A	28	Pasillo N - P1	113,93%
			1	S-56MF2E5A	56	Habitación 113 - P1	
			1	S-36MF2E5A	36	Habitación 114 - P1	
			1	S-56MF2E5A	56	Habitación 115 - P1	
			1	S-56MF2E5A	56	Habitación 116 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 117 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 118 - P1	
			1	S-56MF2E5A	56	Hall - P1	
4	U-8MF2E8	224	1	S-15MF2E5A	15	Pasillo S - P1	116,96%
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 119 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 120 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 121 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 122 - P1	
			1	S-28MM1E5A	28	Habitación 123 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 124 - P1	
			1	S-15MM1E5A	15	Habitación 125 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 126 - P1	
			1	S-15MM1E5A	15	Habitación 127 - P1	
			1	S-22MM1E5A	22	Habitación 128 - P1	
1	S-22MM1E5A	22	Habitación 129 - P1				
5 - 6	1x1 PACi		2	KIT-71PT2E8A		Cocina - PB	
7 - 8	1x1 PACi		2	KIT-100PF1E8A		Gimnasio - PB	
9 - 10	1x1 PACi		2	KIT-140PF1E8A		Sala Conferencias España - PB	
EXTERIORES		1634	50	INTERIORES	1875		114,75%

Tabla 2.2 Tabla de selección de sistemas por local

EQUIPOS PRODUCCIÓN Y ACUMULACIÓN AGUA CALIENTE SANITARIA.

Para la producción de ACS se empleará un doble sistema:

- Sistema de recuperación de calor para ACS a partir de unidad exterior de climatización bomba de calor a gas natural, que dispone de intercambiador de calor interno para disipación de calor del circuito de refrigeración del motor.
- Sistema primario de apoyo mediante caldera a gas natural.



Sólo se mencionan los elementos de ACS del circuito de apoyo al ACS, puesto que la instalación de ACS queda fuera del objetivo del proyecto.

▪ **1 Unidad SEPARADOR/COMPENSADOR HIDRÁULICO**

Separador hidráulico con cuerpo en acero pintado con resinas epoxi. Con aislamiento.

Conexiones roscadas hembra con enlace.

Incluye válvula de purga de aire dotada de grifo de corte automático y grifo de descarga.

▪ **2 Unidades DEPÓSITO INTERACUMULADOR AGUA CALIENTE SANITARIA**

Depósito interacumulador para instalación vertical en suelo, dimensiones ajustadas para paso por puertas.

Tipo "tank in tank" de doble envolvente total, con alta producción de ACS. Tanque en acero inoxidable. Aislamiento 50 mm de poliuretano rígido. Envolvente en polipropileno.

▪ **1 Unidad BOMBA CIRCUITO PRIMARIO RECUPERACIÓN ACS GHP**

Bomba simple electrónica de alta eficiencia. Bomba circuladora de rotor húmedo para montaje en tubería, apta para aplicaciones de calefacción y climatización (-10 °C / +110 °C) con regulación electrónica integrada para presión diferencial constante/variable, PN 10 bar, con las siguientes características:

- MARCA: WILO
- MODELO: STRATOS 30/1-8 CAN PN10
- CAUDAL DE CÁLCULO: 2,15 m³/h
- PRESIÓN DE CÁLCULO: 6 m.c.a.

2.4.4. COMBUSTIBLE

Tipo de combustible

La alimentación a los distintos equipos se realizará mediante energía eléctrica, excepto para la Bomba de Calor accionada a gas (GHP) y para la Caldera, cuyo combustible será Gas Natural.

Este último combustible es una mezcla de metano, etano, y butano con las siguientes características:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| • Familia | Segunda |
| • Toxicidad | Nula |
| • Poder Calorífico Superior | 9.500 kcal/Nm ³ |
| • Poder Calorífico Inferior | 8.500 kcal/Nm ³ |
| • Densidad relativa al aire | 0,62 - 0,68 |



- Índice de Wobbe (kcal/Nm³) 11.000 - 14.500
- Grado de humedad Seco
- Presencia eventual de condensados Nula
- Presión llave de acometida MPB
- Presión máxima de operación (MOP) MOP ≤ 0,1 bar

Idoneidad del combustible

La fuente de energía utilizada por los distintos equipos es la energía eléctrica, energía para la que han sido diseñados, excepto para la Bomba de Calor accionada a gas y la caldera, cuyo combustible será Gas Natural, combustible para el que han sido diseñados estos últimos equipos.

2.4.5. TUBERÍAS

Líneas frigoríficas

Las conexiones entre unidades exteriores e interiores de climatización se realizarán mediante tubería de cobre deshidratado, tubería para línea frigorífica (líquido y gas) según UNE-EN-12735.1 (UNE-EN-12735.1 Norma para tuberías frigoríficas), aislado adecuadamente con espesor de aislamiento en función al diámetro según RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007).

Circuitos primarios producción ACS

Las conexiones entre elementos generadores y depósitos interacumuladores se realizarán mediante tubería de acero negro sin soldadura DIN 2440, aislado adecuadamente con espesor de aislamiento en función al diámetro según RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007).

Red instalación receptora gas natural

Las tuberías empleadas en esta instalación desde el equipo de regulación y medida, ubicado en la fachada del edificio, hasta los aparatos de consumo serán de acero según norma UNE 60670, excepto los tramos de conexión a aparatos, que se realizarán con tubería de cobre en el caso de la caldera y con conexión flexible de gas de acero inoxidable según UNE 60713-1 y UNE 60713-2 en el caso de la bomba de calor a gas, según recomendaciones del fabricante.

2.4.6. CONDUCTOS

Conductos de impulsión y retorno de aire:

Los conductos que partiendo de cada unidad interior distribuirán el aire a las diferentes estancias discurrirán por falso techo, y serán de las características reflejadas en el Anexo de la Documentación Técnica y en planos adjuntos, de panel rígido de alta densidad de lana de vidrio.

La velocidad inicial máxima del aire en los conductos se fija dependiendo de las estancias, en 5 m/s o 4 m/s, para evitar problemas por ruido.

La velocidad máxima en conductos con difusores o rejillas se fija en consonancia con los elementos



terminales de difusión y retorno instalados, y según las recomendaciones del fabricante de estos, de forma que en función a sus características y diseño, el aire a la salida de ellos se distribuya de manera estable por toda la zona ocupada, y sin crear molestias por corrientes de aire a los usuarios.

Conductos de aportación de aire de renovación:

Los conductos de aportación de aire exterior a los recuperadores discurrirán a través de falso techo, desde las rejillas de toma de aire en fachada (TAEs) hasta cada unidad interior, y serán de las características reflejadas en Anexo de la Documentación Técnica y en planos adjuntos, de panel rígido de alta densidad de lana de vidrio.

La velocidad inicial máxima del aire en estos conductos se fija en 5 m/s, para evitar problemas por ruido.

Conductos de extracción:

Los conductos de extracción de aire discurrirán desde cada unidad interior hasta las rejillas de expulsión en fachada (SAEs), a través de falso techo, y serán de las características reflejadas en Anexo de la Documentación Técnica y en planos adjuntos, de panel rígido de alta densidad de lana de vidrio.

La velocidad inicial máxima del aire en estos conductos se fija en 5 m/s, para evitar problemas por ruido.

Todos los conductos estarán anclados firmemente a los paramentos del edificio mediante soportes metálicos adecuados.

Su recorrido y dimensiones pueden observarse en los planos adjuntos.

2.4.7. EMISORES

Los emisores para calor y frío serán difusores rotacionales y rejillas, cuyas características se indican ampliamente en el apartado “CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE. CONDICIONES TÉRMICO – AMBIENTALES” siguiente, así como en los planos adjuntos, según la dependencia.

2.4.8. AISLAMIENTO TÉRMICO

Los aparatos, equipos y conducciones de las instalaciones de climatización 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, así como para cumplir las condiciones de seguridad destinadas a evitar contactos accidentales con superficies calientes.

Se encuentran descritos en profundidad estos aislamientos en los apartados posteriores “REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS - Aislamiento térmico de redes de tuberías - Aislamiento térmico de redes de conductos” adjuntos.

2.5. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

El RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), contiene una serie de instrucciones técnicas que deben cumplirse para proyectos que engloban la climatización de edificios, es por esto, que resulta importante seleccionar y diseñar dentro de los valores o parámetros que esta normativa indica. En este proyecto la gran mayoría de los valores y elementos están regulados dentro de esta normativa, por lo que resulta necesario realizar una justificación, apartado por apartado de los valores seleccionados dentro de esta normativa. Existen muchos apartados que no aplican directamente a las instalaciones objeto de este proyecto, y por eso solo se mencionan pero no se desarrollan.

2.5.1. CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE. CONDICIONES TÉRMICO – AMBIENTALES.

Según IT 1.1.4.1 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), la exigencia de calidad térmica del ambiente se considerará satisfecha si 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 la turbulencia se mantienen en la zona ocupada dentro de los valores establecidos en dicha IT.

La temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas que ocupen las estancias, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD), distinguiéndose varios casos según estos parámetros, y tomando como válido el cálculo de la temperatura operativa y humedad relativa según el procedimiento indicado en la norma UNE-EN ISO 7730.

En el caso particular que nos ocupa, las condiciones ambientales interiores para conseguir el bienestar térmico pueden obtenerse directamente de la tabla 1.4.1.1 del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), que son los valores definidos para una actividad metabólica sedentaria.

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

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

Tabla 2.3 Tabla Condiciones interiores de diseño (tabla1.4.1.1) Fuente RITE.

En general, para este tipo de establecimientos se mantienen unos parámetros térmicos estrictos para cualquier época del año, que son los siguientes, que además se utilizarán para el cálculo de cargas térmicas:

- Condiciones interiores seleccionadas para el cálculo en verano:
 - Temperatura interior verano: 25 °C.
 - Humedad relativa verano: 50%.
- Condiciones interiores seleccionadas para el cálculo en invierno:
 - Temperatura interior invierno: 21 °C.
 - Humedad relativa invierno: 45%.

Asimismo, se ha tenido en cuenta en la elección de los elementos de difusión y su ubicación las indicaciones de la IT 1.1.4.1.3 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), de forma que la velocidad del aire dentro de la zona ocupada se mantenga dentro de los límites de bienestar, teniendo en cuenta para cada zona la actividad y vestimenta de los usuarios, que como se ha mencionado anteriormente es una actividad metabólica sedentaria.

Para difusión por mezcla, el valor de la velocidad media admisible del aire en la zona ocupada, (V) se calcula de la manera siguiente:

$$V = (t/100) - 0,07 \text{ [m/s]}$$

Ecuación 1 Velocidad media admisible

Para nuestro proyecto, estos valores son $V = 0,13$ m/s en invierno y $V = 0,18$ m/s en verano.

Igualmente se ha tenido en cuenta, según IT 1.1.4.1.4 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007) *Otras condiciones de bienestar*, otros aspectos descritos en la norma UNE-EN-ISO-7730, tales como:

- a) Molestias por corrientes de aire.
- b) Diferencia vertical de la temperatura del aire. Estratificación.
- c) Suelos calientes y fríos.
- d) Asimetría de temperatura radiante.

Los cuales se han valorado de acuerdo a los métodos de cálculo definidos en dicha norma.

Difusión

Puede considerarse la difusión como la técnica que se encarga de estudiar la distribución del aire en los locales, y cuyo fin es que el aire impulsado por los ventiladores y distribuido por los conductos lleguen al local a climatizar en condiciones de confort.

Para alcanzar una sensación de confort, mediante el acondicionamiento de aire, es necesario conseguir uniformidad en la temperatura y casi ausencia de corrientes de aire (CEAC Aire Acondicionado, 2004), es por ello que los valores máximos de velocidad del aire en zona ocupada quedan limitados en la normativa actual. Por este motivo la difusión juega un papel imprescindible en la instalación de climatización de un local.

Es interesante conocer algunas definiciones y valores necesarios para seleccionar correctamente los elementos de difusión, como son la velocidad efectiva, velocidad de salida, alcance y caída.

- **Velocidad efectiva:** velocidad efectiva de salida, medida entre las lamas del difusor o rejilla.
- **Velocidad de salida:** velocidad con la que el aire sale del difusor o rejilla, medida a 30 mm de distancia de la boca de impulsión.
- **Alcance:** distancia desde el punto de impulsión hasta el punto donde la velocidad en el centro de la vena de aire alcanza la velocidad final considerada, generalmente 0,25 m/s.
- **Caída:** distancia vertical entre la salida del aire y el final de su desplazamiento hacia abajo, definido por una velocidad concreta del aire.

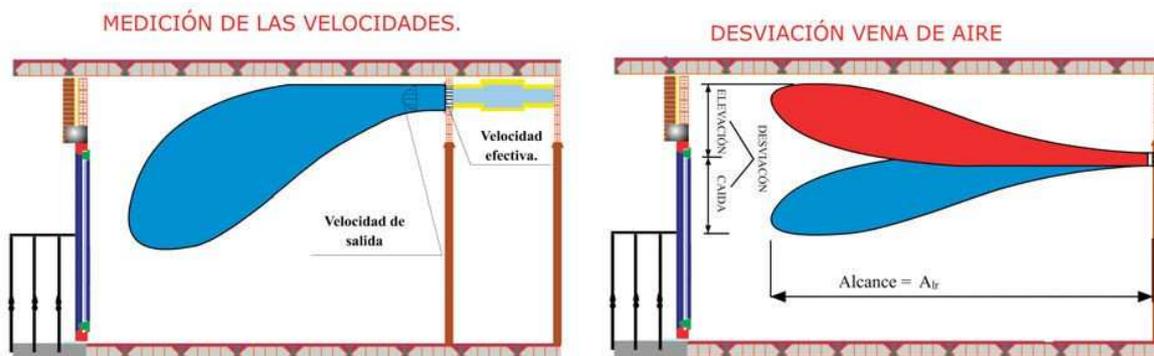


Figura 2.9 Descripción gráfica conceptos básicos difusión (Fuente A/A CEAC)

Rejillas de impulsión	2,5...3,5 m/s
Rejillas de retorno con lamas a 45° con o sin filtro	1,5...2,5 m/s
Rejillas de retorno de retícula	2,5...3,5 m/s
Rejillas de puerta	1,0...1,5 m/s
Rejillas de suelo	1,5...3,0 m/s
Difusores circulares (velocidad en cuello)	2,5...4,0 m/s
Difusores cuadrado (velocidad en cuello)	2,5...4,0 m/s
Difusores lineales	4,0...9,0 m/s
Rejas de toma y expulsión de aire	2,5...5,0 m/s
Rejillas lineales para cortinas de aire	4,0...6,0 m/s

Figura 2.10 Velocidades efectivas recomendadas (Fuente A/A CEAC)

En base a todo lo anterior, se ha realizado el cálculo de conductos y difusión tomando como base velocidades bajas del aire en el inicio de las conducciones, para evitar molestias por ruido y pérdidas de carga excesivas, y en la elección de difusión de los modelos comerciales que garantizan un completo barrido del aire en la zona ocupada con una baja velocidad del aire, por medio de difusores rotacionales o rejillas de distintos modelos según la altura libre de la estancia.

Los difusores de impulsión se eligen con plenum de impulsión, para asegurar un adecuado caudal de aire y una adecuada velocidad de salida en todos ellos.

Por lo general en las estancias los conductos de retorno conectan con un plenum instalado en la parte posterior de las unidades. De esta forma se asegura un correcto barrido de toda la zona ocupada, tanto



en régimen de refrigeración como de calefacción.

Todos los locales climatizados tienen una altura inferior a 4 metros de altura libre, 3 metros de altura en planta primera, con 0,75 metros de altura de falso techo y 3,5 metros de altura en planta baja, con un metro de altura de falso techo. A pesar de que la estratificación con estas alturas no provoca en sensación térmica fuera de los parámetros de confort se han seleccionado difusores rotacionales para un correcto barrido de la zona ocupada, garantizando un nivel de confort elevado.

Los elementos de difusión elegidos, tanto para refrigeración/calefacción como para ventilación, son los que aparecen en las tablas siguientes, para cada estancia del edificio, los cuales pueden observarse también en los planos adjuntos. Además en el Anexo Documentación Técnica aparecen las características técnicas de los mismos.

Nº Estancia	Unidades Interiores		Unidades Interiores Tipo	Unidades Interiores Modelo	Caudal unidad (m3/h)	IMPULSION			Accesorios
	Nº	Gama				Nº Reillas (Difusores)	Modelo Dimensiones	Caudal por Reilla (m3/h)	
1 Despacho Director - PB	1	VRF	Cassette 4 vías 60x60	S-28MY2E5A	576				
2 Oficina - PB	1	VRF	Cassette 4 vías 60x60	S-28MY2E5A	576				
3 Sala de Conferencias Madrid - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-106MF2E5A	1.920	4	DFR-FCU-RE-DO 600/48	480	PLV-FCU+C + flexible Deq
4 Sala de Conferencias Avila - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	2.040	4	DFR-FCU-RE-DO 600/48	510	PLV-FCU+C + flexible Deq
5 Pasillo N - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-22MF2E5A	840	3	DFR-FCU-RE-DO 600/36	280	PLV-FCU+C + flexible Deq
6 Cocina - PB	2	1x1 PACi	Techo	KIT-71PT2E8A	1.260				
7 Comedor - PB	2	VRF	Conductos Presión Std	S-106MF2E5A	1.920	8	DFR-FCU-RE-DO 600/48	480	PLV-FCU+C + flexible Deq
8 Recepción - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	2.040	4	DFR-FCU-RE-DO 600/48	510	PLV-FCU+C + flexible Deq
9 Hall Principal - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-60MF2E5A	1.260	4	DFR-FCU-RE-DO 600/36	315	PLV-FCU+C + flexible Deq
10 Bar Cafetería - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	2.040	4	DFR-FCU-RE-DO 600/48	510	PLV-FCU+C + flexible Deq
11 Gimnasio - PB	2	1x1 PACi	Conductos Presión Std	KIT-100PF1E8A	1.920	8	Cond Ciroular 525x125	480	Reducción 355 a 250 (1) / Codos 45° (2)
12 Pasillo E - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-90MF2E5A	1.500	4	DFR-FCU-RE-DO 600/36	375	PLV-FCU+C + flexible Deq
13 Sala Conferencias España - PB	2	1x1 PACi	Conductos Presión Std	KIT-140PF1E8A	2.160	10	DFR-FCU-RE-DO 600/40	435	PLV-FCU+C + flexible Deq
14 Habitación 101 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
15 Habitación 102 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
16 Habitación 103 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
17 Habitación 104 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
18 Habitación 105 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
19 Habitación 106 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
20 Habitación 107 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	IHV + O 500x150	510	
21 Habitación 108 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	IHV + O 500x150	510	
22 Habitación 109 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	IHV + O 500x150	510	
23 Habitación 110 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	IHV + O 500x150	510	
24 Habitación 111 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	IHV + O 500x150	510	
25 Habitación 112 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	IHV + O 500x150	510	
26 Habitación 113 - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	960	2	IHV + O 500x150	480	
27 Habitación 114 - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-36MF2E5A	840	2	IHV + O 400x150	420	
28 Habitación 115 - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	960	2	IHV + O 500x150	480	
29 Habitación 116 - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	960	2	IHV + O 500x150	480	
30 Habitación 117 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
31 Habitación 118 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
32 Habitación 119 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
33 Habitación 120 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
34 Habitación 121 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
35 Habitación 122 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
36 Habitación 123 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	IHV + O 500x150	510	
37 Habitación 124 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
38 Habitación 125 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-15MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
39 Habitación 126 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
40 Habitación 127 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-15MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
41 Habitación 128 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
42 Habitación 129 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	IHV + O 400x150	480	
43 Pasillo N - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-28MF2E5A	840	3	DFR-FCU-RE-DO 600/36	280	PLV-FCU+C + flexible Deq
44 Hall - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	960	3	DFR-FCU-RE-DO 600/36	320	PLV-FCU+C + flexible Deq
45 Pasillo S - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-15MF2E5A	840	2	DFR-FCU-RE-DO 600/40	420	PLV-FCU+C + flexible Deq
46 Pasillo E - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-28MF2E5A	840	3	DFR-FCU-RE-DO 600/36	280	PLV-FCU+C + flexible Deq
TOTALES	50			INTERIORES					

Tabla 2.4 Tabla de selección de difusores de impulsión por estancia



PROYECTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS
CLIMATIZACIÓN Y USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO ACS

Nº Estancia	Unidades Interiores		Unidades Interiores Tipo	Unidades Interiores Modelo	Caudal unidad (m3/h)	RETORNO			Accesorios
	Nº	Gama				Nº Rejillas (Difusores)	Modelo Dimensiones	Caudal por Rejilla (m3/h)	
1 Despacho Director - PB	1	VRF	Cassette 4 vías 60x60	S-28MY2E5A	576				
2 Oficina - PB	1	VRF	Cassette 4 vías 60x60	S-28MY2E5A	576				
3 Sala de Conferencias Madrid - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-106MF2E5A	1.920	1	20-45 H 900x400	1920	Plenum
4 Sala de Conferencias Avila - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	2.040	1	20-45 H 900x400	2040	Plenum
5 Pasillo N - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-22MF2E5A	840	1	RH 600x300	840	Plenum
6 Cocina - PB	2	1x1 PACi	Techo	KIT-71PT2E8A	1.260				
7 Comedor - PB	2	VRF	Conductos Presión Std	S-106MF2E5A	1.920	2	20-45 H 900x400	1920	Plenum
8 Recepción - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	2.040	1	20-45 H 900x400	2040	Plenum
9 Hall Principal - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-60MF2E5A	1.260	1	20-45 H 750x400	1260	Plenum
10 Bar Cafetería - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	2.040	1	20-45 H 900x400	2040	Plenum
11 Gimnasio - PB	2	1x1 PACi	Conductos Presión Std	KIT-100PF1E8A	1.920	8	Cond Circular 525x125	480	Reducción 355 a 250 (1) / Codos 45° (2) / Plenum
12 Pasillo E - PB	1	VRF	Conductos Presión Std	S-90MF2E5A	1.500	1	20-45 H 750x400	1500	Plenum
13 Sala Conferencias España - PB	2	1x1 PACi	Conductos Presión Std	KIT-140PF1E8A	2.160	2	20-45 H 900x400	2160	Plenum
14 Habitación 101 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
15 Habitación 102 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
16 Habitación 103 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
17 Habitación 104 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
18 Habitación 105 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
19 Habitación 106 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
20 Habitación 107 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	RBP-PAS 600x600	510	Plenum falso techo escayola
21 Habitación 108 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	RBP-PAS 600x600	510	Plenum falso techo escayola
22 Habitación 109 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	RBP-PAS 600x600	510	Plenum falso techo escayola
23 Habitación 110 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	RBP-PAS 600x600	510	Plenum falso techo escayola
24 Habitación 111 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	RBP-PAS 600x600	510	Plenum falso techo escayola
25 Habitación 112 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	RBP-PAS 600x600	510	Plenum falso techo escayola
26 Habitación 113 - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	960	1	RBP-PAS 600x600	960	Plenum falso techo escayola
27 Habitación 114 - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-36MF2E5A	840	1	RH 900x200	840	Conducto Anchura unidad
28 Habitación 115 - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	960	1	RH 900x200	960	Conducto Anchura unidad
29 Habitación 116 - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	960	1	RH 900x200	960	Conducto Anchura unidad
30 Habitación 117 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
31 Habitación 118 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
32 Habitación 119 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
33 Habitación 120 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
34 Habitación 121 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
35 Habitación 122 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
36 Habitación 123 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	510	1	RBP-PAS 600x600	510	Plenum falso techo escayola
37 Habitación 124 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
38 Habitación 125 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-15MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
39 Habitación 126 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
40 Habitación 127 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-15MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
41 Habitación 128 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
42 Habitación 129 - P1	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	480	1	RBP-PAS 600x600	480	Plenum falso techo escayola
43 Pasillo N - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-28MF2E5A	840	1	RH 600x300	840	Plenum
44 Hall - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	960	1	RH 600x300	960	Conducto Anchura unidad
45 Pasillo S - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-15MF2E5A	840	1	RH 600x300	840	Plenum
46 Pasillo E - P1	1	VRF	Conductos Presión Std	S-28MF2E5A	840	1	RH 600x300	840	Plenum
TOTALES	50			INTERIORES					

Tabla 2.5 Tabla de selección de difusores de impulsión por estancia

Como ejemplo de la selección de elementos terminales de difusión para instalación de refrigeración/calefacción se ha seleccionado uno de los locales, que se presenta a continuación:

Local Comedor Planta Baja

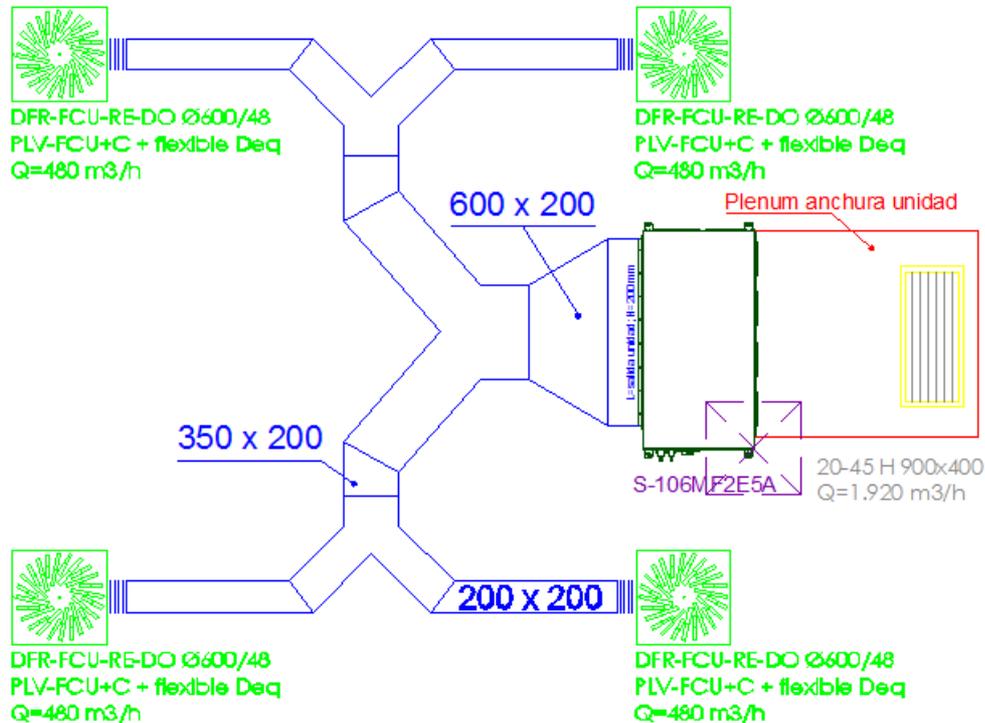


Figura 2.11 Imagen difusión de la unidad en comedor Planta Baja

El caudal impulsado por esta unidad es de 1.920 m³/h, este caudal corresponde a la velocidad más alta de la unidad. La superficie del local es de 109 m², y cuenta con dos unidades como la que aparece en la imagen 5.1.4. En este local se han seleccionado 8 difusores rotacionales (4 por unidad) separados entre sí unos 3,5 metros en el eje longitudinal y vertical respecto de otros difusores o de las paredes. El caudal impulsado por cada difusor, teniendo en cuenta su distribución en el local es de 480 m³/h. Conociendo estos datos se puede proceder a la selección de los mismos según las tablas del fabricante.

Lo primero consiste en elegir el tipo de difusor que se pretende instalar, para este proyecto se elige un difusor rotacional con ranuras en espiga inclinadas 15°, con lo que se logra una mejor difusión debida al barrido del aire al salir del elemento terminal.

Dentro de esta gama se selecciona el modelo con formato cuadrado de 600x600 mm, con plenum de conexión vertical. Esto significa que el aire de impulsión procedente de la unidad interior se conecta desde la parte superior de dicho difusor, mediante un tramo (siempre inferior a 1 metro) de conducto flexible, que a su vez se conecta a la red de conductos de lana de vidrio de la unidad.

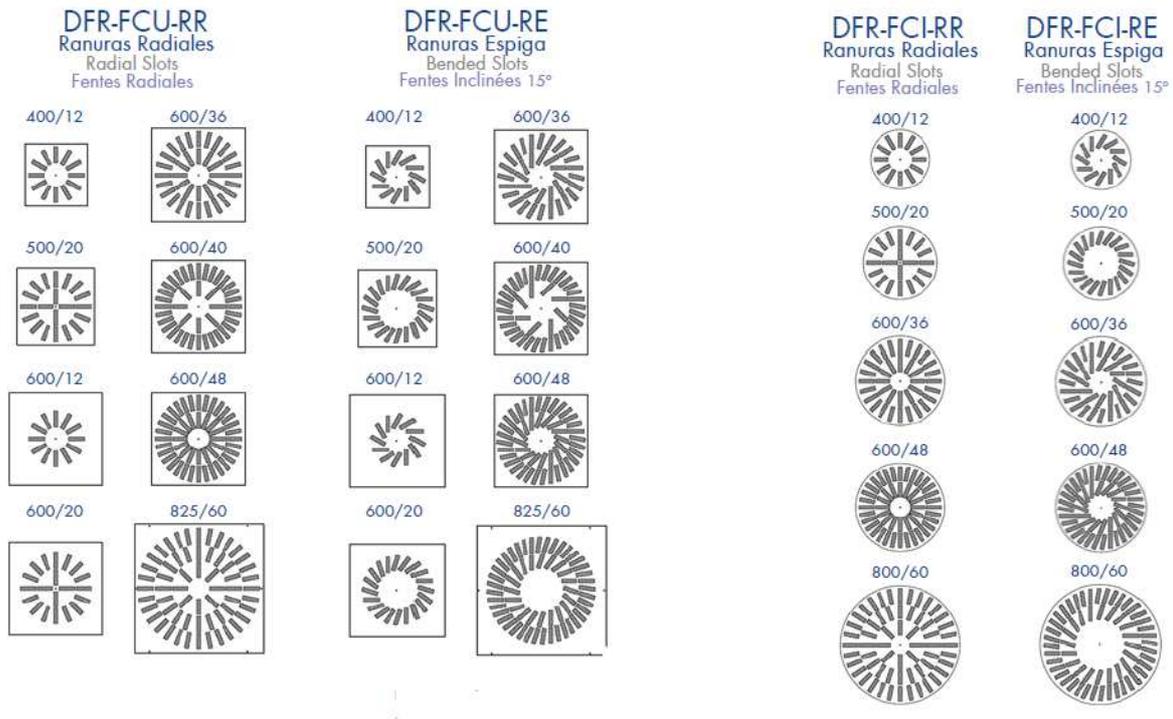


Figura 2.12 Tipos difusores rotacionales



Figura 2.13 Plenum formato cuadrado conexión vertical y horizontal

Una vez elegido el formato de los difusores puede seleccionarse el tamaño del mismo, entrando en la siguiente tabla 2.6 con el caudal que debe impulsar, en el caso que nos ocupa 480 m³/h.

Ranuras	Slots	Fuentes	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

< 25 dB(A)
25/35 dB(A)
35/45 dB(A)
> 45 dB(A)

Tabla 2.6 Tabla selección difusores rotacionales

Como se observa en la tabla 2.6 no aparece el valor 480 m³/h, por lo que se debe ir al paso inmediatamente superior, 500 m³/h. Como norma, en máxima velocidad, que es como se está seleccionando en este caso, el elemento terminal no debe impulsar el aire a más de 3,5 m/s, fundamentalmente por dos motivos, por evitar que la velocidad en zona ocupada sea superior al valor obtenido según la IT 1.1.4.1.3 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007) y por evitar niveles sonoros elevados. Al ser un edificio uso hotel el nivel sonoro es crítico, por lo que se seleccionan elementos con niveles inferiores a 25 dB(A). Los propios fabricantes de rejillas y difusores recomiendan no sobrepasar ciertos valores a la hora de seleccionar los elementos de difusión.

Con las premisas anteriores y los valores de la tabla, se selecciona el modelo DFR-FCU-RE con plenum de conexión vertical modelo PLH-FCU+C. Para este local concreto los difusores serán del tamaño 48 (600x600), que presenta los siguientes valores a tener en cuenta:

- Velocidad efectiva en difusor: 3,6 m/s (dentro del límite marcado)
- Pérdida de carga: 8 Pa (asumible por la unidad, máx. 150 Pa para total de la red)
- Potencia sonora: 24 dB(A) (<25 dB(A))
- Alcance para velocidad máx. en zona ocupada (0,25 m/s): 1,4 metros (lo que significa que a una distancia superior esta velocidad baja y se ajusta a los valores calculados de 0,18 m/s y 0,13 m/s en verano e invierno respectivamente).

Por analizar el conjunto completo, a continuación se muestra la selección de la rejilla de retorno de la unidad, que se encuentra en un plenum fabricado en lana de vidrio con las mismas dimensiones de la toma de aire de la unidad, con ello se consigue reducir la pérdida de carga en el conducto, reduciendo al máximo su nivel sonoro. Esta unidad siempre que esté en funcionamiento recibirá una parte de su

caudal directamente en el plénum proveniente de la instalación de aire primario (aire de renovación), por lo que la rejilla de retorno deberá tomar menos caudal del nominal de la máquina. Por quedarse del lado de la seguridad se dimensiona la rejilla de retorno para que en caso de fallo o no funcionamiento de la instalación de aire primario pudiera trabajar el sistema de frío/calor sin problema alguno, aunque se selecciona la rejilla con unos valores algo más elevados que los de la difusión de impulsión. El motivo es no sobredimensionar los elementos, ya que esto influye directamente en el coste de la instalación.

En este caso el caudal que mueve la unidad es de 1.920 m³/h, y recibe 750 m³/h de la instalación de aire primario. Por lo que realmente la rejilla debe ser capaz de tomar 1.170 m³/h.

Con estos dos caudales, se entra en la tabla de selección del fabricante.

En la tabla 2.8 pueden verse los valores obtenidos al entrar con estos dos caudales diferentes:

Locales	NR dB(A)
Estudios de grabación/televisión	15
Salas de conciertos, quirófanos, bibliotecas, Salas de conferencias, iglesias, residencias,	20
Salas de conferencias, iglesias, residencias, hoteles, oficinas privadas	25-30
Bancos, cafeterías, teatros, escuelas, restaurantes, edificios públicos	35-40
Supermercados, grandes almacenes, gimnasios	45-55

Tabla 2.7 Tabla valores de nivel sonoro recomendados. Fuente Koolair

Caudal = 1.170 m³/h (valores para 1.500 m³/h en la tabla)

- Velocidad efectiva: 2,4 m/s
- Pérdida de carga: 3,2 Pa
- Nivel sonoro: 25 dB(A)

Caudal = 1.920 m³/h (valores para 2.000 m³/h en la tabla)

- Velocidad efectiva: 3,2 m/s
- Pérdida de carga: 5,8 Pa
- Nivel sonoro: 34 dB(A)

Según lo comentado anteriormente, es necesario seleccionar una rejilla de retorno que sea válida para ambas situaciones, lo cual se consigue con una rejilla del tamaño 900x400. Siendo el modelo elegido la rejilla 20-45 H 900x400, rejilla de aluminio con aletas fijas a 45°, con lamas horizontales.



PROYECTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS
CLIMATIZACIÓN Y USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO ACS

C		200 x 100	250 x 100	300 x 100 200 x 150	400 x 100 200 x 200	500 x 100 350 x 150 250 x 200	600 x 100 400 x 150 300 x 200	800 x 150 400 x 200 350 x 250	1000 x 300	1200 x 200 400 x 250 350 x 300	1500 x 150 600 x 200 500 x 250 400 x 300	2000 x 200 600 x 250 500 x 300	2500 x 250 600 x 300 600 x 400	3000 x 300 750 x 400	3500 x 300 900 x 400 700 x 500 600 x 600				
50	13,9	A_e	0,0076	0,0098	0,0121	0,0166	0,0217	0,0288	0,0345	0,0404	0,0416	0,0470	0,0560	0,0721	0,0915	0,1173	0,1492	0,1759	
		V_e	1,8	1,4	1,1	0,8	0,6	0,5											
		P_e NR	3,5 12	2,1 7	1,5	0,8	0,5	0,3											
60	16,7	A_e	2,2	1,7	1,4	1,0	0,8	0,6	0,5										
		V_e	5,0	3,1	2,1	1,1	0,7	0,4	0,3										
		P_e NR	17 12	10 7	7	4	3												
70	19,4	A_e	2,5	2,0	1,6	1,2	0,9	0,8	0,6	0,5									
		V_e	6,8	4,2	2,8	1,5	1,0	0,6	0,4	0,2									
		P_e NR	21 16	11 5	7	4	3												
80	22,2	A_e	2,9	2,3	1,8	1,3	1,0	0,9	0,6	0,6	0,5								
		V_e	8,9	5,5	3,7	2,0	1,3	0,8	0,5	0,3	0,2								
		P_e NR	24 19	15 11	10 7	6	4	3											
90	25,0	A_e	3,3	2,6	2,1	1,5	1,2	1,0	0,7	0,6	0,5								
		V_e	11,3	7,0	4,7	2,5	1,6	1,0	0,6	0,4	0,2	0,2							
		P_e NR	27 22	18 14	12 9	8	6	4	3										
100	27,8	A_e	3,6	2,8	2,3	1,7	1,3	1,1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5						
		V_e	13,9	8,6	5,8	3,1	2,0	1,2	0,8	0,5	0,3	0,3	0,2						
		P_e NR	30 25	21 16	14 10	10 7	7	5	4										
150	41,7	A_e		4,3	3,4	2,5	1,9	1,6	1,2	1,0	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5				
		V_e		19,3	13,1	7,0	4,5	2,8	1,7	1,0	0,7	0,6	0,4	0,2	0,2				
		P_e NR		36 25	25 18	17 12	12 9	9 7	7 5	6 4	5 4	4 3	3 2	2 2	2 2				
200	55,6	A_e			4,6	3,3	2,6	2,2	1,8	1,4	1,3	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5			
		V_e			23,2	12,4	8,1	4,9	3,0	1,8	1,2	1,1	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2		
		P_e NR			39 32	27 22	22 17	17 11	13 7	10 6	8 6	7 6	6 5	5 4	4 3	3 2	2 2		
250	69,4	A_e				4,2	3,2	2,7	2,0	1,7	1,5	1,2	1,0	0,8	0,6	0,5			
		V_e				19,4	12,6	7,7	4,7	2,9	1,9	1,7	1,2	0,7	0,4	0,2	0,2		
		P_e NR				38 33	28 22	22 17	17 13	13 11	11 7	9 7	7 6	6 5	5 4	4 3	3 2	2 2	
300	83,3	A_e					3,8	3,2	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,7	0,6	0,5		
		V_e					18,2	11,0	6,8	4,1	2,8	2,4	1,7	0,9	0,6	0,4	0,2	0,1	
		P_e NR					38 32	27 22	22 17	17 13	14 11	12 9	10 7	8 6	6 5	5 4	4 3	3 2	2 2
400	111,1	A_e						4,3	3,2	2,6	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,8	0,6	0,5	
		V_e						19,6	12,1	7,3	4,9	4,4	3,0	1,7	1,1	0,6	0,4	0,2	
		P_e NR						40 35	29 25	24 20	20 13	15 9	11 7	8 6	6 5	5 4	4 3	3 2	2 2
500	138,9	A_e							4,0	3,4	3,3	3,0	2,5	1,9	1,5	1,2	0,9	0,8	
		V_e							18,9	11,5	7,7	6,8	4,7	2,6	1,7	1,0	0,6	0,4	0,4
		P_e NR							41 35	31 27	29 22	25 17	19 16	15 12	11 9	8 6	6 5	5 4	4 3
600	166,7	A_e								4,1	4,0	3,5	3,0	2,3	1,8	1,4	1,1	0,9	
		V_e								16,5	11,1	9,8	6,8	3,8	2,5	1,4	0,9	0,5	0,5
		P_e NR								40 36	34 30	30 24	24 19	19 13	14 8	10 8	8 6	7 5	6 4
700	194,4	A_e									4,7	4,1	3,5	2,7	2,1	1,7	1,3	1,1	
		V_e									15,1	13,3	9,3	5,2	3,4	1,9	1,2	0,7	0,7
		P_e NR									40 38	34 28	28 23	23 17	17 12	12 8	9 6	7 5	6 4
800	222,2	A_e										4,7	4,0	3,1	2,4	1,9	1,5	1,3	
		V_e											17,4	12,1	6,7	4,4	2,5	1,6	0,9
		P_e NR											42 38	31 27	27 21	21 16	16 10	10 7	9 6
900	250,0	A_e											4,5	3,5	2,7	2,1	1,7	1,4	
		V_e												15,3	8,5	5,6	3,2	2,0	1,2
		P_e NR												41 34	30 24	24 19	19 13	13 9	12 8
1000	277,8	A_e												3,9	3,0	2,4	1,9	1,6	
		V_e												10,5	6,9	4,0	2,5	1,4	1,4
		P_e NR												37 33	27 22	22 16	16 10	15 9	14 8
1500	416,7	A_e													4,6	3,6	2,8	2,4	
		V_e													15,5	8,9	5,6	3,2	
		P_e NR													43 37	32 26	26 19	19 13	18 12
2000	555,6	A_e														4,7	3,8	3,2	
		V_e														15,8	10,0	5,8	
		P_e NR														45 40	34 26	26 19	24 16
3000	833,3	A_e																4,7	
		V_e																13,0	
		P_e NR																44	

Tabla 2.8 Tabla selección rejillas de retorno

2.5.2. CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Siguiendo lo indicado en IT 1.1.4.2 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), el edificio que nos ocupa dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, considerándose válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779 (UNE-EN 13779 Ventilación en edificios no residenciales).

La categoría de calidad del aire interior (IDA) se determina en función del uso del edificio, siendo como mínimo la siguiente según dicho uso:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja)

En el caso que nos ocupa, al estar destinado el edificio a hotel, y contar con dependencias destinadas a distintos tipos de actividades, como por ejemplo gimnasio, sala de conferencias, cafetería, restaurante, existe diversidad de calidad de aire, aunque se utilizarán dos categorías a lo largo del cálculo del caudal de aire necesario de ventilación:

IDA 2 / IDA 3

Empleando el método indirecto de caudal de aire exterior por persona, según IT 1.1.4.2.3 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), los caudales mínimos a tomar cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar son los indicados a continuación:

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

Tabla 2.9 Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona



Para el caso que nos ocupa, por tanto, se toma un caudal mínimo de aire exterior de ventilación/renovación por usuario y según categoría de:

IDA 2: $8 \text{ dm}^3/\text{s} = 45 \text{ m}^3/\text{h}$ por persona

IDA 3: $8 \text{ dm}^3/\text{s} = 28,8 \text{ m}^3/\text{h}$ por persona

Para locales de ocupación humana no permanente como por ejemplo los pasillos, esta normativa obliga a mantener unos niveles de renovación:

IDA 3: $0,55 \text{ dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2) = 1,98 \text{ m}^3/\text{h}$ por m^2 de superficie

Se diseña la instalación en función a la máxima ocupación esperada para cada estancia, realizándose el cálculo de cargas térmicas con los caudales de ventilación exigidos, al igual que el cálculo de conductos para las redes de aporte y extracción.

La ocupación para cada espacio se ha obtenido del Documento Básico SI del CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006) en su apartado SI 3 punto 2. Cálculo de la ocupación.

Los caudales de ventilación, así como la ocupación obtenida, pueden observarse en la tabla 2.10, al igual que en los planos del proyecto.

Nº Estancia	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Ventilac. (m ³ /h)	Renovac. (Renov./h)	IDA	Ocupación nº pax
1 Despacho Director - PB	25,80	90,3	90,0	1,0	IDA 2	2
2 Oficina - PB	25,40	88,9	90,0	1,0	IDA 2	2
3 Sala de Conferencias Madrid - PB	50,00	175,0	900,0	5,1	IDA 2	20
4 Sala de Conferencias Avila - PB	52,20	182,7	1.125,0	6,2	IDA 2	25
5 Pasillo N - PB	38,20	133,7	75,6	0,6	IDA 3 No permanente	
8 Recepción - PB	55,00	192,5	180,0	0,9	IDA 2	4
9 Hall Principal - PB	77,10	269,9	180,0	0,7	IDA 2	4
6 Cocina - PB	56,80	198,8	144,0	0,7	IDA 3	5
7 Comedor - PB	109,20	382,2	1.382,4	3,6	IDA 3	48
10 Bar Cafetería - PB	106,90	374,2	288,0	0,8	IDA 3	10
11 Gimnasio - PB	128,70	450,5	518,4	1,2	IDA 3	18
12 Pasillo E - PB* (hall sala conferencias)	41,40	144,9	900,0	6,2	IDA 2	20
13 Sala Conferencias España - PB	122,80	429,8	4.275,0	9,9	IDA 2	95
14 Habitación 101 - P1	18,00	54,0	57,6	1,1	IDA 3	2
15 Habitación 102 - P1	29,20	87,6	57,6	0,7	IDA 3	2
16 Habitación 103 - P1	18,20	54,6	57,6	1,1	IDA 3	2
17 Habitación 104 - P1	29,20	87,6	57,6	0,7	IDA 3	2
18 Habitación 105 - P1	18,20	54,6	57,6	1,1	IDA 3	2
19 Habitación 106 - P1	29,20	87,6	57,6	0,7	IDA 3	2
20 Habitación 107 - P1	19,00	57,0	57,6	1,0	IDA 3	2
21 Habitación 108 - P1	19,20	57,6	57,6	1,0	IDA 3	2
22 Habitación 109 - P1	19,00	57,0	57,6	1,0	IDA 3	2
23 Habitación 110 - P1	19,20	57,6	57,6	1,0	IDA 3	2
24 Habitación 111 - P1	19,00	57,0	57,6	1,0	IDA 3	2
25 Habitación 112 - P1	19,20	57,6	57,6	1,0	IDA 3	2
26 Habitación 113 - P1	28,00	84,0	115,2	1,4	IDA 3	4
27 Habitación 114 - P1	28,00	84,0	115,2	1,4	IDA 3	4
28 Habitación 115 - P1	40,30	120,9	115,2	1,0	IDA 3	4
43 Pasillo N - P1	50,40	151,2	99,8	0,7	IDA 3 No permanente	
45 Pasillo S - P1	23,40	70,2	46,3	0,7	IDA 3 No permanente	
44 Hall - P1	40,80	122,4	90,0	0,7	IDA 2	2
29 Habitación 116 - P1	39,80	119,4	115,2	1,0	IDA 3	4
30 Habitación 117 - P1	19,20	57,6	57,6	1,0	IDA 3	2
31 Habitación 118 - P1	19,00	57,0	57,6	1,0	IDA 3	2
32 Habitación 119 - P1	19,00	57,0	57,6	1,0	IDA 3	2
33 Habitación 120 - P1	19,20	57,6	57,6	1,0	IDA 3	2
34 Habitación 121 - P1	19,00	57,0	57,6	1,0	IDA 3	2
35 Habitación 122 - P1	19,20	57,6	57,6	1,0	IDA 3	2
36 Habitación 123 - P1	19,00	57,0	57,6	1,0	IDA 3	2
37 Habitación 124 - P1	29,40	88,2	57,6	0,7	IDA 3	2
38 Habitación 125 - P1	18,20	54,6	57,6	1,1	IDA 3	2
39 Habitación 126 - P1	29,50	88,5	57,6	0,7	IDA 3	2
40 Habitación 127 - P1	18,20	54,6	57,6	1,1	IDA 3	2
41 Habitación 128 - P1	29,40	88,2	57,6	0,7	IDA 3	2
42 Habitación 129 - P1	18,00	54,0	57,6	1,1	IDA 3	2
46 Pasillo E - P1	48,20	144,6	95,4	0,7	IDA 3 No permanente	
TOTALES	1721,30	5.608,7	10.148,4	1,8		

Tabla 2.10 Caudales de ventilación por estancia según categoría IDA

2.5.3. FILTRACIÓN DEL AIRE EXTERIOR

Según IT 1.1.4.2.4 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), el aire exterior de ventilación se introducirá debidamente filtrado en los edificios.

La calidad del aire exterior (ODA) se clasificará de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).
- ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P).

En el caso que nos ocupa, al ubicarse la actividad en el centro del municipio de Madrid, se considera que el aire exterior es ODA 2, pese a que está en las cercanías de uno de los pulmones verdes de la Comunidad de Madrid, el aire presenta una elevada concentración de partículas. Estos valores pueden verse en la página web del Ayto. de Madrid (www.madrid.org).

Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la siguiente tabla:

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

Tabla 2.11 Selección de las secciones de filtrado necesarias según IDA y ODA

En el caso que nos ocupa, por tanto, serán necesarias dos secciones diferentes de filtración de clase: F5 + F7 o F6 + F8.

Se seguirán igualmente las siguientes recomendaciones según la misma IT 1.1.4.2.4:

- Se emplearán prefiltros para mantener limpios los componentes de las unidades de ventilación y tratamiento de aire, así como para alargar la vida útil de los filtros finales. Los prefiltros se instalarán en la entrada del aire exterior a la unidad de tratamiento, así como en la entrada del aire de retorno.
- Los filtros finales se instalarán después de la sección de tratamiento y, cuando los locales sean especialmente sensibles a la suciedad (locales en los que haya que evitar la contaminación por mezcla de partículas, como quirófanos o salas limpias, etc.), después del ventilador de impulsión, procurando que la distribución de aire sobre la sección de filtros sea uniforme.



- En todas las secciones de filtración, salvo las situadas en tomas de aire exterior, se garantizarán las condiciones de funcionamiento en seco (no saturado).
- Las secciones de filtros de la clase G4 o menor para las categorías del aire interior IDA 1, IDA 2 e IDA 3 solo se admitirán como secciones adicionales a las indicadas en la tabla anterior.
- Los aparatos de recuperación de calor deben estar siempre protegidos con una sección de filtros, cuya clase será la recomendada por el fabricante del recuperador; de no existir recomendación serán como mínimo de clase F6.

A continuación se muestra la asignación de recuperadores con las secciones de filtrado necesarias según la calidad de aire interior (IDA) y la calidad de aire exterior (ODA):



PROYECTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS
CLIMATIZACIÓN Y USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO ACS

Nº Estancia	Número Sistema	Caudal Ventil requerido (m ³ /h)	Marca Modelo	Eficiencia	IDA / ODA Filtros
1 Despacho Director - PB	1	2.640,6	SODECA RECUP-40-H-F6+F8-MA* *MA: módulo Adiabático	60%	IDA 2 / ODA 2 F6 + F8
2 Oficina - PB	1				
3 Sala de Conferencias Madrid - PB	1				
4 Sala de Conferencias Avila - PB	1				
5 Pasillo N - PB	1				
8 Recepción - PB	1	1.526,4	SODECA RIS-1500-P-S-F7-MA* *MA: módulo Adiabático	62%	IDA 3 / ODA 2 F5 + F7
9 Hall Principal - PB	1				
6 Cocina - PB	2	1.706,4	SODECA RIS-1900-P-S-F7-MA* *MA: módulo Adiabático	60%	IDA 3 / ODA 2 F5 + F7
7 Comedor - PB	2				
10 Bar Cafetería - PB	3				
11 Gimnasio - PB	3	4.275,0	SODECA RECUP-50-H-F6+F8-MA* *MA: módulo Adiabático	59%	IDA 2 / ODA 2 F6 + F8
12 Pasillo E - PB	3				
14 Habitación 101 - P1	5	1.272,9	SODECA RIS-1500-P-S-F7-MA* *MA: módulo Adiabático	62%	IDA 3 / ODA 2 F5 + F7
15 Habitación 102 - P1	5				
16 Habitación 103 - P1	5				
17 Habitación 104 - P1	5				
18 Habitación 105 - P1	5				
19 Habitación 106 - P1	5				
20 Habitación 107 - P1	5				
21 Habitación 108 - P1	5				
22 Habitación 109 - P1	5				
23 Habitación 110 - P1	5				
24 Habitación 111 - P1	5				
25 Habitación 112 - P1	5				
26 Habitación 113 - P1	5				
27 Habitación 114 - P1	5				
28 Habitación 115 - P1	5				
43 Pasillo N - P1	5				
45 Pasillo S - P1	5				
44 Hall - P1	5				
29 Habitación 116 - P1	6				
30 Habitación 117 - P1	6				
31 Habitación 118 - P1	6				
32 Habitación 119 - P1	6				
33 Habitación 120 - P1	6				
34 Habitación 121 - P1	6				
35 Habitación 122 - P1	6				
36 Habitación 123 - P1	6				
37 Habitación 124 - P1	6				
38 Habitación 125 - P1	6				
39 Habitación 126 - P1	6				
40 Habitación 127 - P1	6				
41 Habitación 128 - P1	6				
42 Habitación 129 - P1	6				
46 Pasillo E - P1	6				
TOTALES					

Tabla 2.12 Asignación de recuperadores en función del nivel de filtrado y calidad de aire



2.5.4. EXIGENCIA DE HIGIENE

Según puede observarse en el apartado de SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO. PRODUCCIÓN Y ACUMULACIÓN DE ACS de la presente memoria, en las instalaciones de preparación de agua caliente para usos sanitarios se cumplirá con la legislación vigente higiénico-sanitaria para la prevención y control de la legionelosis.

Los sistemas, equipos y componentes elegidos en el presente proyecto que deban ser sometidos a tratamientos de choque térmico se han diseñado para poder efectuar y soportar los mismos.

Los interacumuladores, valvulería, tuberías, etc, que forman parte de la instalación están fabricados con materiales que permiten las temperaturas de choque térmico durante los tiempos exigidos.

Igualmente, la caldera seleccionada como energía primaria para ACS, es capaz de conseguir la temperatura deseada para choque térmico en la instalación de ACS.

Todos los materiales empleados en el circuito resistirán la acción agresiva del agua sometida a tratamiento de choque químico.

La preparación de agua caliente para usos sanitarios se realiza a partir de agua fría con calidad sanitaria de red, no existiendo mezcla directa de agua fría con condensado o vapor procedente de calderas.

Las redes de conductos diseñadas estarán equipadas con aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-ENV 12097 (UNE-ENV 12097 Ventilación de edificios. Conductos, 1998) para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

Los elementos instalados en las redes de conductos son desmontables y tienen aperturas de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.

Los falsos techos tendrán registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

En el caso concreto que nos ocupa, todos los equipos y elementos instalados son accesibles.

2.6. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La selección de los equipos de producción de calor o frío que utilizan energías convencionales, se ha realizado de manera que la potencia que suministran dichas unidades se ajusta todo lo posible a la demanda máxima simultánea de las distintas partes de la actividad, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.

Para ello, se ha dividido la instalación en varios sistemas y subsistemas, como se ha indicado en el apartado SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO, eligiéndose el sistema más conveniente para cada una de las zonas, de acuerdo a sus características de horarios y demandas, y fraccionando la potencia de la instalación desde el punto de vista del máximo ahorro energético.

La demanda máxima simultánea de las distintas zonas de la actividad se obtiene del CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS adjunto, en el cual se han considerado las ganancias o pérdidas por redes y elementos.

En dicho CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS se han estudiado 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, la cual se ha realizado a partir de los resultados de dicho cálculo, para cada zona de la actividad.

El caudal del fluido portador en los generadores podrá variar para adaptarse a la carga térmica instantánea, entre los límites mínimo y máximo establecidos por el fabricante. Para ello se han diseñado sistemas con volumen de refrigerante variable, en los que el caudal y presión del refrigerante va cambiando continuamente en función de las señales desde el sistema de control.

Cuando se interrumpa el funcionamiento de un generador, se darán las señales correspondientes desde el sistema de control para interrumpir también el funcionamiento de los equipos accesorios directamente relacionados con el mismo, salvo aquellos que, por razones de seguridad o explotación, lo requiriesen.

2.6.1. GENERACIÓN DE CALOR

Requisitos mínimos de rendimientos energéticos de los generadores de calor

Siguiendo las indicaciones de IT 1.2.4.1.2.1 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), las prestaciones energéticas de los generadores de calor a instalar se muestran en el apartado EQUIPOS INSTALADOS.

Las bombas de calor deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Los equipos de hasta 12 kW de potencia útil nominal, deberán llevar incorporados los valores de etiquetado energético (COP/SCOP) correspondientes a la normativa europea en vigor.

Los equipos instalados en el presente caso cumplen este requisito.

- Aquellos equipos de potencia útil nominal superior a 12 kW deberán llevar incorporados los valores



de etiquetado energético (COP/SCOP) determinados por la normativa europea en vigor, cuando exista la misma, o por entidades de certificación europea.

Los equipos instalados en el presente caso cumplen este requisito.

- Los fabricantes aportaran las tablas de funcionamiento de los equipos a distintas temperaturas, al objeto de facilitar la evaluación y rendimiento energético de la instalación.

Se dispone de estos datos y se ha hecho uso de ellos para el diseño de la instalación.

- La temperatura del agua a la salida de las plantas deberá ser mantenida constante al variar la carga, salvo excepciones que se justificaran.

No es de aplicación, al utilizar las bombas de calor elegidas refrigerante como fluido caloportador.

- Se procurará que la potencia máxima en los equipos se obtenga con el salto máximo de temperaturas de entrada y salida establecido por el fabricante, de modo que el caudal del fluido caloportador sea mínimo para dicha potencia máxima. Esta situación se puede mantener en carga parcial si se disponen de bombas de caudal variable que permitan regular el caudal para el salto térmico.

En los equipos instalados se adecua el caudal y presión del refrigerante a la demanda en cada momento.

- El resto de generadores de calor para los que anteriormente no se han establecido requisitos específicos de rendimiento, deberán cumplir con los requisitos fijados por la normativa europea en vigor.

Los equipos a instalar disponen de certificados de cumplimiento de todos los requisitos fijados por la normativa europea.

Fraccionamiento de potencia

En el proyecto que nos ocupa se han previsto los generadores necesarios en número, potencia y tipos adecuados, según el perfil de la carga térmica prevista. Como se ha explicado anteriormente en el apartado SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO, se ha dividido la instalación en varios sistemas y subsistemas, cada uno de los cuales ha sido adaptado específicamente a las zonas a servir.

Para zonas de uso continuo durante todo el horario el sistema es de volumen de refrigerante variable (VRF) accionado a gas, mediante 1 generador de calor y frío.

Para zonas de uso discontinuo pero sin horarios pre-establecidos, caso de las habitaciones del hotel, en las que no se sabe a priori las horas de funcionamiento, se eligen sistemas de volumen de refrigerante variable (VRF) eléctricas con recuperación de calor, con un generador propio de potencia adecuada a la carga de cada estancia.

Para zonas de uso esporádico en las que no se conoce su uso a priori, caso la Sala de Conferencias España o el Gimnasio, se elige un sistema de expansión directa que se adaptará a la demanda, cuya potencia se ha calculado para tener alto rendimiento cuando esté en uso.

2.6.2. GENERACIÓN DE FRÍO

Los equipos seleccionados adecuarán el caudal y presión del refrigerante a la demanda real de la instalación, contando con un altísimo rendimiento tanto a carga total como a carga parcial.

Se ha previsto la instalación de varias unidades exteriores según el tipo y funcionamiento real de las distintas dependencias a cubrir, de tal manera que la variación de la demanda se cubrirá con una gran eficiencia, próxima a la máxima que ofrecen los generadores elegidos.

No se da en caso en la instalación proyectada, al disponer del número indicado anteriormente de generadores, distribuidos de la forma diseñada, en que el límite inferior de la demanda pueda ser menor que el límite inferior de parcialización de los equipos, por lo que no es necesario instalar un sistema diseñado para cubrir esa demanda durante su tiempo de duración a lo largo de un día. Tampoco es necesario disponer un sistema adicional para limitar la punta de demanda máxima diaria.

Los condensadores de la maquinaria frigorífica (enfriada por aire) se han dimensionado para una temperatura seca exterior igual a la del nivel percentil más exigente más 3 °C.

Los equipos estarán dotados de un sistema de control de la presión de condensación, salvo cuando se tenga la seguridad de que nunca funcionará con temperaturas exteriores menores que el límite mínimo que indique el fabricante.

Dado que los equipos son reversibles, la temperatura mínima de diseño será la húmeda del nivel percentil más exigente menos 2 °C.

2.6.3. REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Aislamiento térmico de redes de tuberías

Según IT 1.2.4.2 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico cuando contengan:

- Fluidos refrigerados con temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurren.
- Fluidos con temperatura mayor que 40 °C cuando están instalados en locales no calefactados, entre los que se deben considerar pasillos, galerías, patinillos, aparcamientos, salas de máquinas, falsos techos y suelos técnicos, entendiéndose excluidas las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

En el caso que nos ocupa, todos los elementos estarán aislados como mínimo con los espesores indicados en las tablas que se muestran a continuación.



Cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. En la realización de la estanquidad de las juntas se evitará el paso del agua de lluvia.

Se realizará de esta forma en los tramos de tuberías que quedan al exterior en Planta Cubierta, lugar de ubicación de las unidades exteriores de climatización.

Los equipos, componentes y tuberías, que se suministren aislados de fábrica, deben cumplir con su normativa específica en materia de aislamiento o la que determine el fabricante. En particular, todas las superficies frías de los equipos frigoríficos estarán aisladas térmicamente con el espesor determinado por el fabricante.

Los equipos a instalar, sean unidades de climatización, depósitos para agua caliente sanitaria, caldera, etc., vendrán aislados de fábrica con los espesores correspondientes.

Para evitar condensaciones intersticiales se instalarán los aislamientos con una adecuada barrera al paso del vapor; teniendo en cuenta que la resistencia total será mayor que $50 \text{ MPa}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s/g}$.

En la parte de la instalación que nos ocupa en la que circulan fluidos no sujetos a cambio de estado, es decir, en las partes en las que el fluido caloportador es agua, las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia máxima que transporta.

Cálculo de los espesores mínimos de aislamiento a instalar según IT 1.2.4.2.1.2 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007) Procedimiento simplificado.

En el procedimiento simplificado los espesores mínimos de aislamientos térmicos, expresados en mm, en función del diámetro exterior de la tubería sin aislar y de la temperatura del fluido en la red y para un material con conductividad térmica de referencia a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ de $0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ serán como mínimo los indicados en las siguientes tablas:

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido ($^\circ\text{C}$)		
	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 2.13 Espesores mínimos aislamiento (mm) que transportan fluidos calientes por interior 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
$140 < D$	45	50	60

Tabla 2.14 Espesores mínimos aislamiento (mm) que transportan fluidos calientes por exterior edificios

Tabla 1.2.4.2.5 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de circuitos frigoríficos para climatización (*) en función del recorrido de las tuberías.		
Diámetro exterior (mm)	Interior edificios (mm)	Exterior edificios (mm)
$D \leq 13$	10	15
$13 < D < 26$	15	20
$26 < D < 35$	20	25
$35 < D < 90$	30	40
$D > 90$	40	50

(*) Excluidos los procesos de frío industrial. Si el recorrido exterior de la tubería es superior a 25 m, se deberá aumentar estos espesores al espesor comercial inmediatamente superior, con un aumento en ningún caso inferior a 5 mm.

Tabla 2.15 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de circuitos frigoríficos para climatización (*)

Solo se han tenido en cuenta fluidos calientes para la recuperación de la unidad de VRF a gas y aislamiento para tuberías de climatización, que son las que aplican en este proyecto.

Se tendrán en cuenta asimismo las siguientes consideraciones:

- Los espesores mínimos de aislamiento de equipos, aparatos y depósitos deben ser iguales o mayores que los indicados en las tablas anteriores para las tuberías de diámetro exterior mayor que 140 mm.
- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que tengan un funcionamiento continuo, como redes de agua caliente sanitaria, deben ser los indicados en las tablas anteriores aumentados en 5 mm.
- Los espesores mínimos de aislamiento de las redes de tuberías que conduzcan, alternativamente, fluidos calientes y fríos 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 espesores mínimos de aislamiento de los accesorios de la red, como válvulas, filtros, etc., serán los mismos que los de la tubería en que estén instalados.
- El espesor mínimo de aislamiento de las tuberías de diámetro exterior menor o igual que 25 mm y de longitud menor que 10 m, contada a partir de la conexión a la red general de tuberías hasta la unidad terminal, y que estén empotradas en tabiques y suelos o instaladas en canaletas interiores, será de 10 mm, evitando, en cualquier caso, la formación de condensaciones.
- En las conexiones de equipos de refrigeración domésticos o equipos de energía solar, espacios reducidos de curvas y juntas, se permitirá una reducción de 10 mm sobre los espesores mínimos.
- Cuando se utilicen materiales de conductividad térmica distinta a $\lambda_{ref} = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ a $10 \text{ }^\circ\text{C}$, se considera válida la determinación del espesor mínimo aplicando las siguientes ecuaciones:

para superficies planas (ecuación 1):

$$d = d_{ref} \frac{\lambda}{\lambda_{ref}}$$

Ecuación 2 Espesor mínimo para superficies plana

para superficies de sección circular (ecuación 2):

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

Ecuación 3 Espesor mínimo para superficies plana

donde:

λ_{ref} : conductividad térmica de referencia, igual a $0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ a $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

λ : conductividad térmica del material empleado, en $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$

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

d : espesor mínimo del material empleado, en mm.

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

\ln : logaritmo neperiano (base 2,7183...).

EXP : significa el número neperiano elevado a la expresión entre paréntesis.

En cualquier caso se evitará la formación de condensaciones superficiales e intersticiales en instalaciones de frío y redes de agua fría sanitaria.

Aislamiento térmico de redes de conductos

Según IT 1.2.4.2.2 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4 % de la potencia que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones. El conducto elegido ISOVER CLIMAVER PLUS R cuenta de serie con este aislamiento, al estar fabricado con lana de vidrio con barrera de vapor y estanco.

Sus características térmicas son las siguientes:

Aislamiento Térmico

Propiedades	Valores	
Conductividad Térmica (λ_D)	10°C	0,032
	20°C	0,033
	40°C	0,036
	60°C	0,038
		W / (m·k)

Tabla 2.16 Aislamiento Térmico conducto CLIMAVER PLUS R

Cuando la potencia útil nominal a instalar de generación de calor o frío sea menor o igual que 70 kW son válidos los espesores mínimos de aislamiento para conductos y accesorios de la red de impulsión de aire que se indican a continuación:

- Para un material con conductividad térmica de referencia a 10 °C de 0,040 W/(m.K), serán los siguientes:
 - En interiores 30 mm.
 - En exteriores 50 mm.
- Para materiales de conductividad térmica distinta de la anterior, se considera válida la determinación del espesor mínimo aplicando las ecuaciones indicadas en el apartado anterior (ecuaciones 1 y 2).
- El espesor mínimo de aislamiento de ramales finales de conductos de longitud menor de 5 metros se podrá reducir a 13 mm si existe impedimento físico demostrable de espacio.

Para potencias mayores que 70 kW deberá justificarse documentalmente que las pérdidas no son mayores que las obtenidas con los espesores indicados anteriormente.

Las redes de retorno se aislarán cuando discurren por el exterior del edificio y, en interiores, cuando el aire esté a temperatura menor que la de rocío del ambiente o cuando el conducto pase a través de locales no acondicionados.

En el caso que nos ocupa las redes de impulsión y retorno no requieren aislamiento adicional.

A efectos de aislamiento térmico, los aparcamientos se equiparán al ambiente exterior.

Los conductos de tomas de aire exterior se aislarán con el nivel necesario para evitar la formación de condensaciones.

Cuando los conductos estén instalados al exterior, la terminación final del aislamiento deberá poseer la protección suficiente contra la intemperie. Se prestará especial cuidado en la realización de la estanquidad de las juntas al paso del agua de lluvia.

Los componentes que vengan aislados de fábrica tendrán el nivel de aislamiento indicado por la respectiva normativa o determinado por el fabricante.

En el caso que nos ocupa, se cumplirá todo lo especificado anteriormente. Los conductos a instalar para redes de impulsión de aire, retorno de aire, aporte de aire de renovación y extracción de aire viciado vendrán aislados por el fabricante y cumplirán la normativa correspondiente, siendo sus características las siguientes:

Conducto de lana mineral Isover Climaver Plus R, constituido por un panel de lana de vidrio de alta densidad, revestido por ambas caras por aluminio (exterior: aluminio + malla de refuerzo + kraft; interior: aluminio + kraft), y con el canto macho rebordeado por el complejo interior del conducto y con un velo de vidrio en cada cara del panel para otorgar mayor rigidez, de 25mm de espesor, cumpliendo la norma UNE EN 13403 productos aislantes térmicos para equipos en edificación e instalaciones industriales; productos manufacturados de lana mineral (MW), con una conductividad térmica de 0,032 a 0,038 W / (MK), clase de reacción al fuego BS1D0, valor de coeficiente de absorción acústica entre 0,20 y 0,50, clase de estanquidad D y con marcas guía MTR exteriormente.

Estanquidad de redes de conductos

Los conductos instalados serán estancos para evitar las fugas de aire. La estanquidad de la red de conductos se determinará mediante la siguiente ecuación:

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

Ecuación 4 Estanquidad de la red de conductos

en la que:

f representa las fugas de aire, en dm³/(s·m²)

p es la presión estática, en Pa

c es un coeficiente que define la clase de estanquidad

Se definen las siguientes cuatro clases de estanquidad:



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

Tabla 2.17 Clases de estanquidad

Las redes de conductos tendrán una estanquidad correspondiente a la clase B o superior, según la aplicación.

Caídas de presión en componentes

Las caídas de presión máximas admisibles serán las indicadas a continuación:

- Baterías de calentamiento: 40 Pa.
- Baterías de refrigeración en seco: 60 Pa.
- Baterías de refrigeración y deshumectación: 120 Pa.
- Atenuadores acústicos: 60 Pa.
- Unidades terminales de aire: 40 Pa.
- Rejillas de retorno de aire: 20 Pa.

Al ser algunas de las caídas de presión función de las prestaciones del componente, se podrán superar esos valores.

Las baterías de refrigeración y deshumectación deben ser diseñadas con una velocidad frontal tal que no origine arrastre de gotas de agua. Se prohíbe el uso de separadores de gotas, salvo en casos especiales que deben justificarse.

En el caso que nos ocupa se cumplirá lo especificado, habiéndose diseñado las baterías por el fabricante cumpliendo las anteriores indicaciones.

Eficiencia energética de los equipos

La selección de los equipos de propulsión de los fluidos portadores se ha realizado de forma que su rendimiento sea máximo en las condiciones calculadas de funcionamiento, desde el punto de vista de eficiencia energética.

Los rendimientos mínimos de los motores eléctricos serán los establecidos en el Reglamento (CE) nº 640/2009 de la Comisión, de 22 de julio de 2009, por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos. La eficiencia deberá ser medida de acuerdo a la norma UNE-EN 60034-2.

Redes de tuberías

Los trazados de los circuitos de tuberías de los fluidos portadores han sido diseñados, tal como se



indica en el apartado SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO anterior, y tal y como se muestra en los planos adjuntos, en el número y forma más conveniente desde el punto de vista energético y de operatividad del sistema en uso, teniendo en cuenta las particularidades de la instalación proyectada, en cuanto a tipo de sistema y subsistema, horario de funcionamiento de cada subsistema, longitud del circuito y tipo de unidades terminales servidas.

En el caso que nos ocupa, las redes de refrigerante están directamente equilibradas por tratarse de un sistema de volumen de refrigerante variable, en el que se han seguido las indicaciones dadas por el fabricante de equipos con respecto a las redes de tuberías de líquido y gas (distancias máximas, diámetros, derivadores, etc.).

2.6.4. CONTROL

Según IT 1.2.4.3.1, la instalación térmica diseñada estará dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica.

Se dispondrá en la instalación que nos ocupa de un Sistema de Control Centralizado (Pantalla Táctil PANASONIC modelo CZ-256ESMC2) que gestionará de forma eficiente todos los elementos. Para su diseño se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones de la IT referida anteriormente:

- El empleo de controles de tipo todo-nada estará limitado a las siguientes aplicaciones:
 - Límites de seguridad de temperatura y presión.
 - Regulación de velocidad de ventiladores de unidades terminales.
 - Control de la emisión térmica de generadores de instalaciones individuales.
 - Control de la temperatura de ambientes servidos por aparatos unitarios, de potencia térmica menor a 70 kW.
 - Control del funcionamiento de la ventilación de salas de máquinas.
- El rearme automático de los dispositivos de seguridad no se permite en general.
- Los sistemas formados por diferentes subsistemas deben disponer de los dispositivos necesarios para dejar fuera de servicio cada uno de estos en función del régimen de ocupación, sin que se vea afectado el resto de las instalaciones.

Todos los subsistemas que forman parte de la instalación proyectada cumplen estos requisitos, habiendo sido de hecho diseñados para lograr esta independización.

Sistema de Control Centralizado

En la instalación que nos ocupa se ha diseñado un sistema de control centralizado teniendo en cuenta los condicionantes particulares de la actividad de hotel en general y del edificio que nos ocupa en particular.

Al existir zonas con actividades diferenciadas, se pretende gestionar independientemente cada zona

representativa. El fabricante de equipos cuenta en su catálogo con un sistema de control total de los equipos terminales, que permite modificar los parámetros de cada unidad interior desde un punto centralizado. El control elegido es la Pantalla Táctil CZ-256ESMC2.

2.6.5. CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS

Para dar cumplimiento a IT 1.2.4.4 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007) se dispondrán los dispositivos de medición necesarios:

- Las instalaciones térmicas de potencia útil nominal mayor que 70 kW, en régimen de refrigeración o calefacción, dispondrán de dispositivos que permitan efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

Se dispondrán para ello, por un lado, un contador de energía eléctrica en el interior del Cuadro General de Mando y protección eléctrico, ubicado en la zona de Recepción. Este contador se dispondrá en este cuadro con anterioridad a todas las derivaciones de los circuitos de climatización, y de tal manera que aguas abajo de él no exista ninguna derivación a circuito no correspondiente a la instalación de climatización.

Por otro lado, se dispondrán contadores de gas natural.

- Las bombas y ventiladores de potencia eléctrica del motor mayor que 20 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar las horas de funcionamiento del equipo.

No se disponen en esta instalación bombas o ventiladores en ese rango de potencias eléctricas.

- Se dispondrán dispositivos para la medición de la energía térmica generada o demandada en centrales de potencia útil nominal mayor que 70 kW, en refrigeración o calefacción. Este dispositivo se podrá emplear también para modular la producción de energía térmica en función de la demanda.
- Las instalaciones térmicas de potencia útil nominal en refrigeración mayor que 70 kW dispondrán de un dispositivo que permita medir y registrar el consumo de energía eléctrica de la central frigorífica de forma diferenciada de la medición del consumo de energía del resto de equipos del sistema de acondicionamiento.
- Los generadores de calor y de frío de potencia útil nominal mayor que 70 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

Estos 3 últimos requerimientos, correspondientes a la instalación de climatización con sistema caudal de refrigerante variable, se resolverán con la instalación del sistema de control centralizado, un controlador inteligente (pantalla táctil) diseñado y fabricado por el mismo fabricante de las unidades de climatización, modelo CZ-256ESMC2, que se ubicará en la zona de Recepción. Este sistema es capaz de realizar el cálculo de la distribución de aire acondicionado, por lo que realiza la medición de la energía térmica generada y demandada. Asimismo permite medir y registrar el consumo de energía eléctrica de forma diferenciada, y permite registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

2.6.6. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

Recuperación de calor del aire de extracción.

Según IT 1.2.4.5.2 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos sea superior a 0,5 m³/s, se recuperará energía del aire expulsado.

Según la selección de los equipos recuperadores de calor de placas de flujo cruzado, éstos cuentan con un recuperador de calor de alta eficiencia y un módulo de enfriamiento adiabático (MA).

Los caudales de aire de estas unidades son los siguientes:

UR1 – SODECA RECUP-40-H-F6+F8-MA: 2.640 m³/h

UR2 – SODECA RIS-1500-P-S-F7-MA: 1.526 m³/h

UR3 – SODECA RIS-1900-P-S-F7-MA: 1.706 m³/h

UR4 – SODECA RECUP-50-H-F6+F8-MA: 4.275 m³/h

UR5 – SODECA RIS-1500-P-S-F7-MA: 1.272 m³/h

UR6 – SODECA RIS-1000-P-S-F7-MA: 959 m³/h

Estos caudales son los totales de los equipos, que impulsan al interior de las correspondientes estancias. Pese a que no todos los equipos superan el límite mínimo exigido, se entiende que debe contemplarse la instalación como una sola, por lo que se requiere contar con la eficiencia mínima de cada recuperador para los valores que aparecen en la siguiente tabla 2.18.

Las eficiencias mínimas en calor sensible sobre el aire exterior (%) y las pérdidas de presión máximas (Pa) en función del caudal de aire exterior (m³/s) y de las horas anuales de funcionamiento del sistema deben ser como mínimo las indicadas en la siguiente tabla:

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m ³ /s)									
	> 0,5 ... 1,5		> 1,5 ... 3,0		> 3,0 ... 6,0		> 6,0...12		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤ 2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000 ... 4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000 ... 6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

Tabla 2.18 Eficiencia de la recuperación

En este proyecto las horas de funcionamiento anuales son 4.653 horas, que corresponden a 17 horas



diarias con un factor de simultaneidad por uso y horario del 25%. A continuación se estudia cada recuperador por separado.

UR1 – SODECA RECUP-40-H-F6+F8-MA: 2.640 m³/h – Eficiencia 60%

UR2 – SODECA RIS-1500-P-S-F7-MA: 1.526 m³/h – Eficiencia 62%

UR3 – SODECA RIS-1900-P-S-F7-MA: 1.706 m³/h – Eficiencia 60%

UR4 – SODECA RECUP-50-H-F6+F8-MA: 4.275 m³/h – Eficiencia 59%

UR5 – SODECA RIS-1500-P-S-F7-MA: 1.272 m³/h – Eficiencia 62%

UR6 – SODECA RIS-1000-P-S-F7-MA: 959 m³/h – Eficiencia 51%

Según los datos facilitados por el fabricante, los equipos tienen la eficiencia mínima que se ha descrito anteriormente. Considerando estos valores mínimos y comparándolo con los mínimos obligatorios indicados en la tabla anterior, se comprueba para todos los equipos instalados que se cumplen las condiciones exigidas.

Estratificación

Como se ha indicado anteriormente en el apartado CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE. CONDICIONES TÉRMICO – AMBIENTALES, la difusión se ha estudiado para cada local, y se evitará la estratificación del aire que podría ocurrir en las zonas de más altura del edificio, concretamente en Planta Baja, eligiendo para dichas zonas difusores rotacionales, aunque como se comentaba no se tienen alturas donde pueda aparecer este fenómeno de manera agresiva.

Zonificación

Como se ha indicado anteriormente en el apartado SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO, se ha dividido la instalación en varios subsistemas de acuerdo con los requerimientos de la actividad de hotel en particular, horarios de apertura, tipo de actividad en cada zona, etc, desde el punto de vista de la máxima eficiencia energética, cumpliendo lo dispuesto en la IT 1.2.4.5.4 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007):

- La zonificación de un sistema de climatización será adoptada a efectos de obtener un elevado bienestar y ahorro de energía.
- Cada sistema se dividirá en subsistemas, teniendo en cuenta la compartimentación de los espacios interiores, orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.



2.6.7. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y RESIDUALES.

Contribución de calor renovable o residual para la producción térmica del edificio. COBERTURA AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE FUENTES DE ENERGÍA RESIDUALES

Según IT 1.2.4.6 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), será necesario disponer de un sistema de aprovechamiento de calor renovable o residual, con las siguientes indicaciones:

- En los edificios nuevos o sometidos a reforma, con previsión de demanda térmica, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirán mediante la incorporación de sistemas de aprovechamiento de calor renovable o residual.
- Estos sistemas se diseñaran para alcanzar los objetivos de ahorro de energía primaria y emisiones de CO₂ establecidos en el CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006). En la selección y diseño de la solución se tendrán en consideración los criterios de balance de energía y rentabilidad económica.
- La determinación de los coeficientes de paso de la producción de CO₂ y de energía primaria, se realizarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 2 de la IT 1.2.2 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007).
- Las fuentes de calor renovable y residual pueden estar integradas en la propia generación térmica del edificio o ser accesibles a través de una red de distribución de energía térmica de distrito.

Para cumplir con estas especificaciones, como se ha indicado en el apartado SISTEMA DE INSTALACIÓN EMPLEADO, se diseña el siguiente sistema:

Para cubrir las demandas energéticas de calor y frío en las zonas comunes de Planta Baja se dispondrá una bomba de calor como elemento generador, pero a diferencia del resto de sistemas (que serán eléctricos), en este será una bomba de calor tipo VRF accionada a gas natural con recuperación de calor para agua caliente sanitaria (ACS), sistema volumen de refrigerante variable.

Dicho equipo funciona a través de un motor de combustión a gas natural, el cual necesita ser refrigerado. El agua procedente de la refrigeración de dicho motor, en vez de desecharse, se conduce a un intercambiador de calor que intercambia calor con los acumuladores instalados para agua caliente sanitaria (ACS).

De este modo, se aprovecha esta energía residual para calentar el agua sanitaria, del mismo modo que se consigue en una instalación de energía solar térmica.

Se ha seleccionado como accionado a gas el equipo de esta zona porque es la de mayor carga y la que estará en funcionamiento durante todo el horario de apertura, consiguiendo con ello la máxima recuperación de energía para el calentamiento de ACS, que no se pierde al disponer de acumuladores para su almacenamiento.

De esta forma, tal como se muestra en los cálculos adjuntos, se consigue un porcentaje de cobertura de ACS superior al exigido con una instalación de Energía Solar Térmica, cumpliendo la IT 1.2.4.6 Aprovechamiento de energías renovables y residuales (Reglamento de Instalaciones Térmicas en



Edificios (RITE), 2007).

Para calcular la energía total anual necesaria para ACS, se parte del tipo de edificio en el que se está calculando la demanda, en el caso de este proyecto, hotel 4*, con 29 habitaciones, 4 de ellas tipo suite con 4 pax, por lo tanto la ocupación total es:

Ocupación: (24 hab dobles x 2 pax) + 4 suite x 4 pax) = 64 personas

Con esta ocupación máxima, y según “CTE DB HE Ahorro de Energía Sección HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006), se considera una demanda de 55 litros de agua a 60 °C al día por usuario para uso hotel, por lo que obtenemos un valor total de demanda diaria de 3.500 litros/día a 60 °C, valor de partida para el cálculo de cobertura de ACS.

En los cálculos adjuntos “CÁLCULOS ESTUDIO ENERGÉTICO COBERTURA AGUA CALIENTE SANITARIA CTE” puede observarse el porcentaje de cobertura anual obtenido con el equipo bomba de calor a gas natural, superior al mínimo exigido en el CTE “CTE DB HE Ahorro de Energía Sección HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006) con una instalación de Energía Solar Térmica, cumpliendo por tanto lo especificado en IT 1.2.4.6 (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007).

Para ello el trámite oficial sería presentar ante el Organismo Competente (Dirección General de Industria, Energía y Minas) un estudio justificativo según se especifica en la sección HE4 del CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006) mediante el siguiente texto:

“Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia que se deberá considerar como auxiliar de apoyo para la demanda comparada.”

2.6.8. LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL

No existe en el presente caso utilización de energía eléctrica directa por «efecto Joule» para la producción de calefacción.

Los locales no habitables no se climatizarán en el caso que nos ocupa. En el caso que nos ocupa se cumplen las siguientes indicaciones:

No se mantienen las condiciones termo-higrométricas de una zona térmica mediante:

- procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento; o
- la acción simultánea de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos;

Queda prohibida la utilización de combustibles sólidos de origen fósil en las instalaciones térmicas de los edificios a partir del 1 de enero de 2012.

No aplica al caso que nos ocupa, al no utilizar este tipo de combustibles.



2.7. CONCLUSIONES

Con todo lo anteriormente expuesto y resto de documentación que compone el presente Proyecto, cálculos, planos, mediciones y presupuesto, la instalación queda suficientemente definida para su ejecución por empresa instaladora autorizada y su legalización, y que la misma podrá ser autorizada por los Organismos Oficiales competentes y registrada en la Dirección General de Industria, Energía y Minas.



3. CALCULOS PROYECTO



BASES CALCULO CARGAS TERMICAS CLIMATIZACION Y USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO ACS

3.1. PRINCIPIOS BASICOS CALCULO CARGAS TERMICAS

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort y sanitarias (conservación de la salud y prevención de enfermedades). Para conseguirlo debe instalarse un equipo acondicionador de capacidad adecuada y mantener su control durante todo el año. La potencia de dichos equipos se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real o efectiva. Generalmente, es imposible medir las cargas reales máxima o parcial en un espacio dado, por lo que es preciso hacer un cálculo estimativo de dichas cargas.

Para una estimación realista de las cargas de refrigeración y calefacción es requisito fundamental el estudio riguroso de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado. Forman parte de este estudio numerosos aspectos físicos (orientación del edificio, uso del local, dimensiones, puertas y ventanas, ocupantes, iluminación, equipos informáticos o similares, ventilación y tipo de funcionamiento). (Manual de Aire Acondicionado Carrier, 2009).

Condiciones de Proyecto

Se denominan condiciones de proyecto las que tomamos como fijas y constantes a lo largo del mismo. Estas a su vez se dividen en condiciones exteriores e interiores. Las condiciones exteriores afectan a la situación geográfica del edificio objeto de estudio, y pueden obtenerse del documento del IDAE para ello (Guía Técnica Condiciones climáticas exteriores de proyecto, IDAE, 2010).

Respecto a las condiciones interiores, según se ha comentado en el apartado 5.1. CALIDAD TÉRMICA DEL AMBIENTE. CONDICIONES TÉRMICO – AMBIENTALES, el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007) marca los valores dentro de los cuales ha de realizarse la estimación de cargas térmicas.

A continuación se muestran ambas condiciones, que serán las aplicadas en el cálculo de cargas térmicas de este proyecto:

- Condiciones interiores seleccionadas para el cálculo en verano:
 - Temperatura interior verano: 25 °C.
 - Humedad relativa verano: 50%.
- Condiciones interiores seleccionadas para el cálculo en invierno:
 - Temperatura interior invierno: 21 °C.
 - Humedad relativa verano: 45%.

Provincia	Estación	Indicativo
Madrid	Madrid (Retiro)	3195

UBICACIÓN: AISLADO

Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
667	40°24'40"	03°40'41"W	87.600 (1998-2007)	(4) 14.600 (1998-2007)		

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS _{99,6} (°C)	TS ₉₉ (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-6,1	-0,8	0,3	8,9	69	35,6

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS _{0,4} (°C)	THC _{0,4} (°C)	TS ₁ (°C)	THC ₁ (°C)	TS ₂ (°C)	THC ₂ (°C)	OMDR (°C)
38,6	34,8	21,4	33,6	21,1	32,2	20,7	13,9

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH _{0,4} (°C)	TSC _{0,4} (°C)	TH ₁ (°C)	TSC ₁ (°C)	TH ₂ (°C)	TSC ₂ (°C)
22,2	33,3	21,4	33,0	20,8	32,4

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD ₁₅ (°C)	GD ₂₀	GDR ₂₀	RADH (kWh/m ² día)	TTERR (°C)
Enero	6,0	7,3	280	434	0	2,2	
Febrero	7,8	9,3	206	346	0	3,1	
Marzo	10,9	12,5	143	284	1	4,3	
Abril	12,6	14,3	103	227	6	5,4	
Mayo	17,0	18,6	41	128	35	6,3	
Junio	23,2	25,0	3	28	123	7,6	
Julio	25,4	27,2	1	11	177	7,6	
Agosto	24,8	26,5	0	12	160	6,7	
Septiembre	20,5	22,4	6	49	65	5,1	
Octubre	14,9	16,6	50	167	7	3,2	
Noviembre	9,0	10,4	181	329	0	2,2	
Diciembre	6,3	7,5	270	425	0	1,7	

Rosa de los vientos: velocidad media 2,27 m/s

Figura 3.1 Tabla condiciones exteriores. Fuente IDAE

Para elegir los valores más aproximados en la realidad hemos recurrido al mapa de situación del edificio, encontrándose este en las inmediaciones del Parque del Retiro, zona de la que se obtienen datos en la citada Guía Técnica (Guía Técnica Condiciones climáticas exteriores de proyecto, IDAE, 2010).

Análisis de Cargas

Debe estimarse la carga de refrigeración o calefacción de un recinto para poder dimensionar correctamente la instalación: potencia de los equipos, conductos de aire, tuberías, sistemas de control, etc. Se debe poner extremo cuidado en tener en cuenta todas las cargas, tanto interiores como exteriores, régimen de funcionamiento y utilización del recinto que debe climatizarse.

Las cargas exteriores que deben definirse son:

- Radiación solar que entra a través de cerramientos (opacos y traslúcidos)
- Temperatura del aire exterior (transmisión)
- Previsión del vapor de agua
- Aire exterior necesario para la ventilación

Las cargas interiores son:

- Personas
- Iluminación
- Aparatos electrónicos y equipos informáticos
- Tuberías de conducción de fluidos
- Diversas fuentes de calor

Para el cálculo de la carga de refrigeración de un recinto, se deben tener en cuenta todas las cargas debidas a fuentes interiores y fuentes exteriores, diferenciando claramente las cargas sensible, latente y total. Sin embargo, en el cálculo de la carga de calefacción solamente suele tenerse en cuenta las cargas de calor sensible debidas a fuentes exteriores.

Carga sensible y carga latente (CEAC Aire Acondicionado, 2004)

Carga sensible: considerada aquella que va a originar un aumento de temperatura del aire.

Carga latente: considerada aquella que va a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente (contenido de agua en el aire).

3.1.1. CALCULO CARGAS TERMICAS

3.1.1.1. CALCULO CARGAS TERMICAS REFRIGERACION

3.1.1.1.1. CARGAS SENSIBLES

Carga sensible por radiación solar

La expresión que se utiliza para su cálculo es la siguiente:

$$Q = S \times R \times f$$

Ecuación 5 Cálculo carga por radiación solar. Fuente CEAC Aire Acondicionado

Q es la carga térmica por radiación solar que atraviesa los vidrios (kcal/h)

S es la superficie expuesta a radiación (m²)

R es la radiación solar que atraviesa un vidrio sencillo (kcal/h·m²). Datos tabulados según latitud

f es el producto de todos los factores de corrección en función del tipo de vidrio, sombras, etc.

Carga sensible por transmisión a través de cerramientos traslúcidos

La expresión que se utiliza para su cálculo es la siguiente. Es importante mencionar que en este apartado solo se tiene en cuenta la carga por transmisión:

$$Q = K \times S \times \Delta t$$

Ecuación 6 Cálculo carga transmisión cerramientos traslúcidos. Fuente CEAC Aire Acondicionado

Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)

K es el coeficiente de transmisión del cerramiento considerado (kcal/h m² °C)

S es la superficie del cerramiento (m²)

Δt es la diferencia de temperaturas entre sus caras, exterior e interior (°C)

Carga sensible por transmisión a través de cerramientos opacos

La expresión que se utiliza para su cálculo es la siguiente:

$$Q = K \times S \times \Delta T$$

Ecuación 7 Cálculo carga transmisión cerramientos opacos. Fuente CEAC Aire Acondicionado

Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)

K es el coeficiente de transmisión del cerramiento considerado (kcal/h m² °C)

S es la superficie del cerramiento (m²)

ΔT es la diferencia de temperaturas, corregida según la orientación del muro y su peso (°C)

(Manual de Aire Acondicionado Carrier, 2009)

Carga sensible por ventilación o infiltración de aire exterior

La expresión que se utiliza para el cálculo de la carga sensible de ventilación es:

$$Q = V \times 0,29 \times \Delta t$$

Ecuación 8 Cálculo carga sensible por ventilación. Fuente CEAC Aire Acondicionado

Q es la carga térmica por ventilación o infiltración (kcal/h)

V es el caudal de aire infiltrado o de ventilación (m³/h)

0,29 es el valor del calor específico del aire (kcal/m³°C)

Δt es la diferencia de temperatura entre la temperatura exterior e interior (°C)

Carga sensible por ocupación de local

Esta carga hace referencia al calor sensible que desprende una persona, depende de su actividad y sus valores están recogidos en tablas. A continuación se muestra una de ellas obtenida del manual CEAC (CEAC Aire Acondicionado, 2004).

ACTIVIDAD REALIZADA	28 °C		27 °C		26 °C		24 °C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo. Escuela.	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero. Instituto.	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista, actividad ligera.	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pie. Tienda.	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea. Banco.	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario.	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero taller.	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina.	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila.	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso.	115	250	120	250	125	245	130	230

Tabla.3.1 Tabla calor emitido por las personas en W. Fuente CEAC

Carga sensible por iluminación de local o resto de elementos o máquinas

Esta carga hace referencia al calor sensible que desprende una lámpara. Si la iluminación es incandescente se toma directamente la potencia eléctrica de iluminación en W, si es fluorescente, además hay que multiplicar este valor por el factor 1,25.

$$Q = P (W) \times 0,86$$

Ecuación 9 Cálculo de la carga sensible iluminación incandescente. Fuente CEAC

$$Q = 1,25 \times P (W) \times 0,86$$

Ecuación 10 Cálculo de la carga sensible iluminación fluorescente. Fuente CEAC

Q es la carga térmica por iluminación (kcal/h)

P es la potencia de la iluminación (W)

*En el caso de existir otras máquinas en el local (ejemplo equipos informáticos, electrónicos, etc) se considerará que todo el calor que aportan se convierte en carga sensible. Muchos fabricantes en su etiquetado marcan el calor disipado por sus equipos. Si se conoce el valor se utilizará la misma expresión de la Ecuación 5.

3.1.1.1.2. CARGAS LATENTES

Carga latente por ventilación o infiltración de aire exterior

La expresión que se utiliza para el cálculo de la carga sensible de ventilación es:

$$Q = V \times 0,72 \times \Delta w$$

Ecuación 11 Cálculo carga latente por ventilación. Fuente CEAC Aire Acondicionado

Q es la carga térmica por ventilación o infiltración (kcal/h)

V es el caudal de aire infiltrado o de ventilación (m³/h)

0,72 es el resultado de multiplicar la densidad del aire (1,2 kg/m³) por el calor latente de vaporización del agua (0,6 kcal/g)

Δw es la diferencia de humedad absoluta entre el exterior e interior (gw/kg)

Carga latente por ocupación de local

Esta carga hace referencia al calor latente que desprende una persona, depende de su actividad y sus valores están recogidos en tablas. En el apartado de **Calor sensible por ocupación de local** se muestra una de las tablas obtenida del manual CEAC (CEAC Aire Acondicionado, 2004).

3.1.1.2. CALCULO CARGAS TERMICAS CALEFACCION

3.1.1.2.1. CARGAS SENSIBLES

Carga sensible por transmisión a través de cerramientos

La expresión que se utiliza para su cálculo es la siguiente.

$$Q = C_o \times C_i \times K \times S \times (t_{int} - t_{ext})$$

Ecuación 12 Cálculo carga transmisión cerramientos traslúcidos. Fuente CEAC Calefacción

Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)

C_o es el coeficiente de orientación del muro

C_i es el coeficiente de intermitencia de la instalación

K es el coeficiente de transmisión del cerramiento considerado (kcal/h m² °C)

S es la superficie del cerramiento (m²)

t interior es la temperatura de proyecto (condición interior)

t exterior es la temperatura exterior (condición exterior) o del local no calefactado (CEAC Manual de Calefacción, 2000)

Coefficientes C_o y C_i

El coeficiente de orientación C_o es un factor de seguridad que se aplica según su orientación, al no tener en cuenta la presencia de radiación solar ni de los vientos. Son válidos los siguientes valores aplicados según la orientación. Estos valores se aplican solo en modo calefacción:

- Incremento por orientación norte 20 (%); Co = 1,2
- Incremento por orientación noreste 15 (%); Co = 1,15
- Incremento por orientación este 10 (%); Co = 1,1
- Incremento por orientación sureste 5 (%); Co = 1,05
- Incremento por orientación sur 0 (%); Co = 1,0
- Incremento por orientación suroeste 5 (%); Co = 1,05
- Incremento por orientación oeste 10 (%); Co = 1,1
- Incremento por orientación noroeste 15 (%); Co = 1,15

(CEAC Manual de Calefacción, 2000)

El coeficiente de intermitencia (Ci) de la instalación es otro factor de seguridad. Es válido aplicar un factor de 1,10 como coeficiente de seguridad. (CEAC Manual de Calefacción, 2000)

Carga sensible por ventilación o infiltración de aire exterior

La expresión que se utiliza para el cálculo de la carga sensible de ventilación es:

$$Q = V \times N \times 0,29 \times (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})$$

Ecuación 13 Cálculo carga sensible por ventilación. Fuente CEAC Aire Acondicionado

Q es la carga térmica por ventilación o infiltración (kcal/h)

V es el volumen del local a calefactar (m³)

N es el número de renovaciones hora (ren/h)

0,29 es el valor del calor específico del aire (kcal/m³°C)

t interior es la temperatura de proyecto (condición interior)

t exterior es la temperatura exterior (condición exterior)

Según se ha comentado en el apartado **CALIDAD DE AIRE INTERIOR**, el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007) expone el método de cálculo de las necesidades mínimas de ventilación, de donde se puede obtener mediante la aplicación de los cálculos correctos el caudal de ventilación en verano e invierno.

3.1.2. EJEMPLO DE CALCULO

Antes de presentar los resultados obtenidos mediante el software utilizado para el cálculo de cargas térmicas, realizados con el software "Cálculo y Selección" del paquete de programas Mitsusoft de Mitsubishi Electric, se procede a realizar un cálculo aplicando las expresiones anteriormente mencionadas en el apartado de **CALCULO DE CARGAS TERMICAS**. Para ello se ha seleccionado uno de los locales del edificio objeto de estudio y se ha procedido al cálculo de manera manual de las cargas de refrigeración sensible. Una vez obtenidos dichos resultados se comparan con los obtenidos con el software para su comprobación y aprobación de los mismos.

Local Sala de Conferencias Madrid



Figura 3.2 Local seleccionado para cálculo de cargas de manera manual

Las características del mismo son las siguientes:

- Dimensiones: 8,15 x 6,15 (50,12 menos dos pilares = 50 m²)
- Altura: 3,5 m
- Ocupación: 20 personas
- Caudal de ventilación: 900 m³/h
- Superficie exterior: orientación Oeste 29 m²
- Superficie acristalada: orientación Oeste 7,2 m²
- Superficie con local no climatizado: 0 m²
- Calor cedido por componentes electrónicos: 462 W
- Iluminación: Fluorescente 750 W
- Condiciones interiores para verano: Interior 25°C / Exterior 35°C

Con todos estos valores aplicamos las expresiones mencionadas en el apartado anterior.



Carga sensible por radiación solar

La expresión que se utiliza para su cálculo es la siguiente:

$$Q = S \times R \times f$$

Aplicando la expresión se obtiene:

$$Q_{\text{rad (sensible)}} = 7,2 \times 444 \times 0,35 = \underline{1.118,88 \text{ kcal/h}}$$

El factor de corrección se obtiene de la cantidad de radiación que deja pasar una cortina veneciana en interior.

El valor de la radiación solar se obtiene de la siguiente tabla (Manual de Aire Acondicionado Carrier, 2009):

Radiación solar sobre cristal sencillo a 40° latitud N. en el mes de agosto

HORA SOLAR	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Maxima
E	227	398	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13	0	0	444
N	19	21	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	0	0	65
NE	184	276	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13	0	0	284
NO	8	21	32	35	38	38	38	38	70	179	284	344	287	123	25	344
O	8	21	32	35	38	38	38	116	265	390	444	436	320	145	25	444
S	8	21	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13	7	0	187
SE	130	284	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13	0	0	339
SO	8	21	32	35	58	40	113	222	298	339	322	260	146	35	7	339
HORIZONTAL	24	127	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	55	25	631

Tabla 3.2 Tabla de radiación solar para cristal sencillo a 40° latitud N

Madrid se encuentra en la latitud Latitud: 40° 24' 30" según AEMET (AEMET Agencia Estatal de Meteorología).

Carga sensible por transmisión a través de cerramientos traslúcidos y opacos

La expresión que se utiliza para su cálculo es la siguiente.

$$Q = K \times S \times \Delta t$$

$$Q = K \times S \times \Delta T$$

Aplicando las expresiones se obtiene:

$$\begin{aligned} Q_{\text{trans (sensible) muros}} &= 0,6 \times 29 \times (35^\circ - 25^\circ) = 174 \text{ kcal/h} \\ Q_{\text{trans (sensible) techo entre pisos}} &= 1 \times 50 \times (35^\circ - 25^\circ) = 500 \text{ kcal/h} \\ Q_{\text{trans (sensible) venatnas}} &= 3 \times 7,2 \times (35^\circ - 25^\circ) = 216 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{trans (sensible) TOTAL}} = \underline{890 \text{ kcal/h}}$$

Los valores de los cerramientos (K), al ser un edificio existente, se han tomado los valores mínimos exigibles que marca la normativa de construcción CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006)



en su apartado HE Documento básico para ahorro de energía, para las condiciones de Madrid, que pertenecen a la zona D3. Aparecen en W, en las expresiones se han introducido en kcal/m²C.

D.2.15 ZONA CLIMÁTICA D3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	U_{Mlim}: 0,66 W/m² K
Transmitancia límite de suelos	U_{Slim}: 0,49 W/m² K
Transmitancia límite de cubiertas	U_{Clim}: 0,38 W/m² K
Factor solar modificado límite de lucernarios	F_{Llim}: 0,28

% de huecos	Transmitancia límite de huecos U _{Hlim} W/m ² K				Factor solar modificado límite de huecos F _{Hlim}					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5	2,9	3,5	3,5	-	-	-	0,54	-	0,57
de 31 a 40	2,2	2,6	3,4	3,4	-	-	-	0,42	0,58	0,45
de 41 a 50	2,1	2,5	3,2	3,2	0,50	-	0,53	0,35	0,49	0,37
de 51 a 60	1,9	2,3	3,0	3,0	0,42	0,61	0,46	0,30	0,43	0,32

Tabla 3.3 Parámetros característicos de la envolvente

Carga sensible por ventilación o infiltración de aire exterior

La expresión que se utiliza para el cálculo de la carga sensible de ventilación es:

$$Q = V \times 0,29 \times \Delta t$$

Aplicando la expresión se obtiene:

$$Q_{vent} (\text{sensible}) = 900 \times 0,29 \times 10 = \underline{2.610 \text{ kcal/h}}$$

Carga sensible por ocupación de local

Según la tabla para una actividad sentado uso ligero, corresponden unos 55 W de calor sensible por personas.

$$Q_{ocup} (\text{sensible}) = 20 \times 55 = \underline{1.100 \text{ kcal/h}}$$

Carga sensible por iluminación de local o resto de elementos o máquinas

Si es fluorescente, además hay que multiplicar este valor por el factor 1,25.

$$Q = 1,25 \times P (W) \times 0,86$$

Aplicando la expresión se obtiene:

$$Q_{lum} (\text{sensible}) = 600 \times 1,25 = \underline{750 \text{ kcal/h}}$$



Para el resto de equipos informáticos:

$$Q_{\text{equip (sensible)}} = 462 \text{ W} = \underline{397,32 \text{ kcal/h}}$$

Mediante estos resultados se llega a la siguiente conclusión:

$$Q_{\text{total (sensible)}} = \underline{6.866,2 \text{ kcal/h}}$$

En el cálculo de la carga sensible de manera manual no se han aplicado factores de seguridad.

Comparando estos resultados con los obtenidos mediante software puede observarse que son muy similares (Calor sensible obtenido mediante software de cálculo = 6.543,3 kcal/h), lo que permite confirmar que los resultados que se obtendrán para la carga térmica del edificio de estudio serán bastante fiables, teniendo en cuenta los valores de partida.

A continuación se presentan todos los resultados para los cálculos de cargas térmicas, local a local. Comentar que en los resultados adjuntos se han tenido en cuenta, para su cálculo, las cargas favorables, es decir, el calor de personas, iluminación, ventilación, etc. Esto no afecta a los resultados en refrigeración, solo a los de calefacción. Pese a ello, se ha realizado el mismo cálculo sin tenerlas en cuenta, para garantizar que en cualquier caso las unidades seleccionadas serán capaces de vencer la carga térmica del local.

Debido a la ubicación y características del edificio, se confirma que la selección de equipos ha de realizarse para el ciclo de refrigeración, puesto que es mucho más desfavorable que el ciclo de calefacción. Para ello es necesario acudir a las tablas de capacidad del fabricante seleccionado y comprobar en las condiciones de proyecto la capacidad sensible de los equipos, seleccionando la unidad y modelo que sea capaz de vencer esa carga sensible en modo refrigeración. Al final de los cálculos se adjunta la tabla de selección de unidades interiores para todos los locales. También pueden verse los modelos y su ubicación en los planos de climatización adjuntados en el proyecto.



3.1.3. PRESENTACION DE LOS CALCULOS

Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Despacho Director - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m ²]	26
------------------------------	----

Altura [m]	3,50
------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	22,8	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		0,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	16,0	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Techo	25,8	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Sentado, trabajo muy ligero 120 W, 60% FCS

Iluminación	[W]
Fluorescente	240
Incandescente	0

Otros	[W]
Latente	0
Sensible	251

Caudal ventilación [m ³ /h] (*)	90
--	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

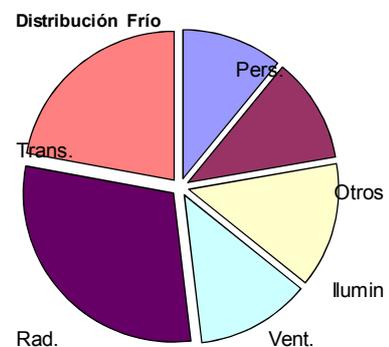
Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	241,8	1.751,7	1.993,6	88%
Calor	-	908,8	908,8	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	86,7	0,0	0,0
Sensible	130,0	226,7	270,9

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	155,16	0,00	0,00
Sensible	90,25	593,71	440,20



Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	149,4	1.357,1	-597,7

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Oficina - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	25
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		0,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	15,1	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Techo	25,4	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Sentado, trabajo muy ligero 120 W, 60% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	240
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	351

Caudal ventilación [m³/h] (*)	90
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

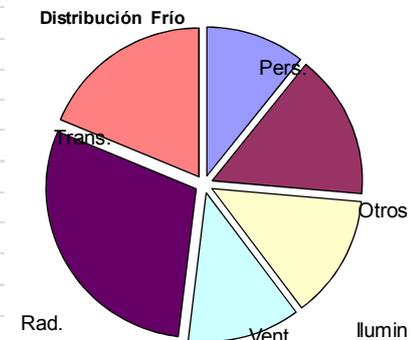
Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	241,8	1.780,3	2.022,1	88%
Calor	-	452,9	452,9	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	86,7	0,0	0,0
Sensible	130,0	317,0	270,9
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	155,16	0,00	0,00
Sensible	90,25	593,71	378,41

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	149,4	987,2	-683,7



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Sala de Conferencias Madrid - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	50
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		0,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	29,0	0,6	Oeste	7,2	3,0	100%	60%			
Techo	50,0	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	20
Actividad	Sentado, trabajo muy ligero 120 W, 60% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	750
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	462

Caudal ventilación [m³/h] (*)	900
---	-----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

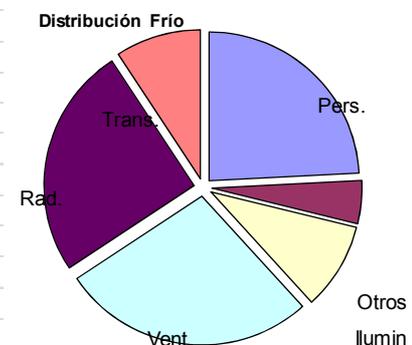
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	2.418,5	6.543,3	8.961,7	73%
Calor	-	1.194,9	1.194,9	

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	866,9	0,0	0,0
Sensible	1.300,3	417,2	846,6
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	1.551,58	0,00	0,00
Sensible	902,51	2.249,86	826,83

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	1.494,4	2.142,4	-2.442,0



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Sala de Conferencias Avila - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	52
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		0,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	29,8	0,6	Oeste	7,2	3,0	100%	60%			
Techo	52,2	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	25
Actividad	Sentado, trabajo muy ligero 120 W, 60% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	783
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	362

Caudal ventilación [m³/h] (*)	1.125
---	-------

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

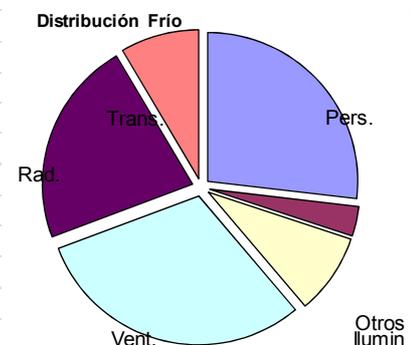
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	3.023,1	7.067,0	10.090,1	70%
Calor	-	1.377,2	1.377,2	

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	1.083,6	0,0	0,0
Sensible	1.625,4	326,9	883,8
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	1.939,47	0,00	0,00
Sensible	1.128,14	2.249,86	852,91

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	1.868,0	2.210,2	-2.701,0



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Pasillo N - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	38	Altura [m]	3,50
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	5,8	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		0,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Techo	38,2	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	0	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	De pie, trabajo ligero (caminando) 150 W, 55% FCS	Fluorescente	573	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	76	Incandescente	0	Sensible	0

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

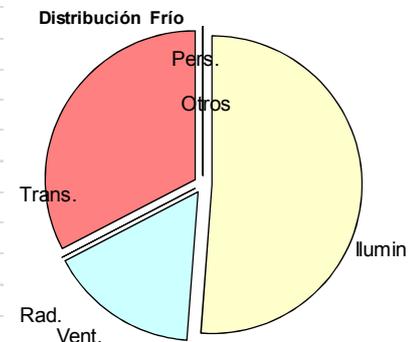
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 15 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	124,4	1.139,4	1.263,7	90%
Calor	-	564,1	564,1	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	0,0	0,0	0,0
Sensible	0,0	0,0	646,8
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	124,38	0,00	0,00
Sensible	79,80	0,00	412,79

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	125,5	1.054,5	-616,0



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Cocina - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	57
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	25,6	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		0,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	32,4	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Techo	56,8	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	5
Actividad	De pie, trabajo pesado (marcha intensa) 440 W, 36%

Iluminación [W]	
Fluorescente	852
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	3.919
Sensible	4.309

Caudal ventilación [m³/h] (*)	144
---	-----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

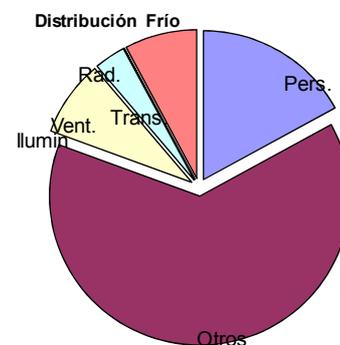
Hora/Mes a las 14 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	5.058,5	6.622,9	11.681,4	57%
Calor	-	0,0	0,0	

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	1.271,4	3.538,9	0,0
Sensible	715,2	3.891,0	961,7

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	248,25	0,00	0,00
Sensible	144,40	0,00	910,61

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	239,1	5.063,7	-5.302,8



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Comedor - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	109
-----------------------------------	-----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		17,2	1,0
Sur	8,9	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	56,7	0,6	Este	7,2	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Techo	109,2	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	48
Actividad	Sentado, trabajo ligero 139 W, 50% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	1.638
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	1.779
Sensible	2.738

Caudal ventilación [m³/h] (*)	1.382
---	-------

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

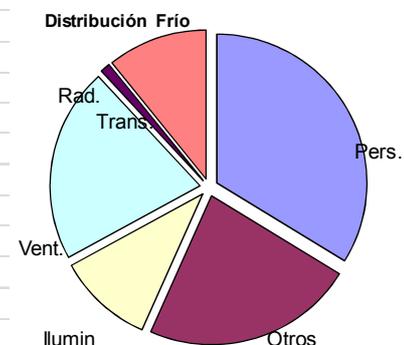
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 14 h(solar), mes de Agosto

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	7.002,1	10.834,1	17.836,2	61%
Calor	-	0,0	0,0	

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	3.012,4	1.606,4	0,0
Sensible	3.012,4	2.472,4	1.848,9
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	2.383,23	0,00	0,00
Sensible	1.386,25	192,56	1.921,60

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	2.295,5	4.689,0	-6.984,5



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Recepción - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	55
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		33,7	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	41,3	0,6	Oeste	8,1	3,0	100%	60%			
Techo	55,0	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	4	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	De pie, trabajo ligero (sin movimiento) 139 W, 45% FC	Fluorescente	825	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	180	Incandescente	0	Sensible	2.980

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

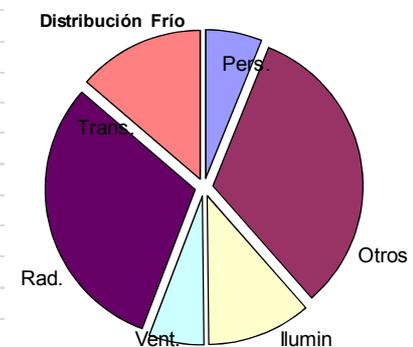
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 16 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	586,5	7.690,3	8.276,7	93%
Calor	-	0,0	0,0	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	276,1	0,0	0,0
Sensible	225,9	2.690,9	931,2
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	310,32	0,00	0,00
Sensible	180,50	2.531,09	1.130,61

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	298,9	3.366,0	-3.664,8



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Hall Principal - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	77
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		68,8	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	21,8	0,6	Este	4,1	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Techo	77,1	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	4
Actividad	Sentado, trabajo ligero 139W, 50% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	1.157
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	300

Caudal ventilación [m³/h] (*)	180
---	-----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

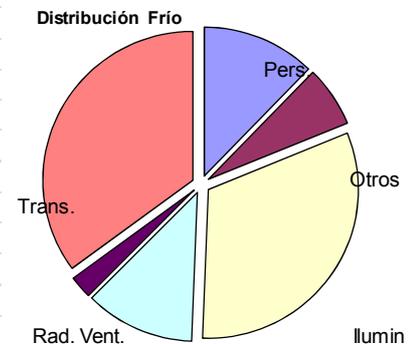
Hora/Mes a las 15 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	547,2	3.558,7	4.105,9	87%
Calor	-	1.959,4	1.959,4	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	251,0	0,0	0,0
Sensible	251,0	270,9	1.305,4
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	296,14	0,00	0,00
Sensible	190,00	100,99	1.440,40

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	298,9	3.400,8	-1.740,3



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Bar Cafetería - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	107
-----------------------------------	-----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		23,8	1,0
Sur	43,1	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	36,9	0,6	Oeste	7,2	3,0	100%	60%			
Techo	106,9	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	10
Actividad	Sentado, trabajo ligero 139 W, 50% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	1.604
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	407

Caudal ventilación [m³/h] (*)	288
---	-----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

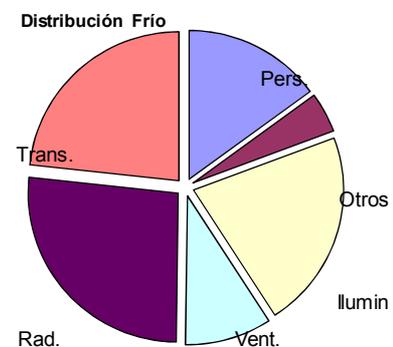
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Agosto

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	1.124,1	7.275,1	8.399,2	87%
Calor	-	2.464,0	2.464,0	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	627,6	0,0	0,0
Sensible	627,6	367,5	1.810,0
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	496,51	0,00	0,00
Sensible	288,80	2.224,52	1.956,70



Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	478,2	4.657,2	-2.671,5

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Gimnasio - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	129
-----------------------------------	-----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,0	1,0
Sur	57,1	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Techo	128,7	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	18
Actividad	Esfuerzo máximo y continuado 585 W, 30% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	1.931
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	0

Caudal ventilación [m³/h] (*)	518
---	-----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

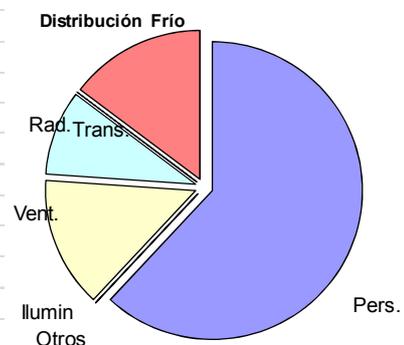
Hora/Mes a las 15 h(solar), mes de Diciembre

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	7.549,7	7.809,4	15.359,2	51%
Calor	-	368,8	368,8	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	6.656,0	0,0	0,0
Sensible	2.852,6	0,0	2.179,1
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	893,71	0,00	0,00
Sensible	519,85	0,00	2.257,97

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	860,8	4.300,0	-4.792,0



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Pasillo E - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	41	Altura [m]	3,50
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	29,1	0,6	Norte	4,1	3,0	100%	60%		43,4	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Techo	41,4	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	20	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	De pie, trabajo ligero (sin movimiento) 139 W, 45% FC	Fluorescente	621	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	900	Incandescente	0	Sensible	0

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

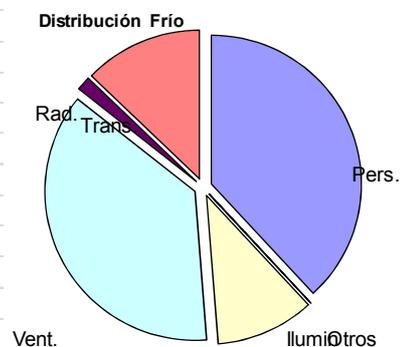
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 15 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	2.861,4	3.723,7	6.585,1	57%
Calor	-	2.038,1	2.038,1	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	1.380,7	0,0	0,0
Sensible	1.129,7	0,0	701,0
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	1.480,71	0,00	0,00
Sensible	950,01	100,99	842,10

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	1.494,4	2.287,1	-1.743,4



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Sala Conferencias España - PB

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	123
-----------------------------------	-----

Altura [m]	3,50
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	30,2	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		0,0	1,0
Sur	30,2	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	54,6	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Techo	122,8	1,0	Horizontal	0,0						

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	95
Actividad	Sentado, trabajo ligero 139W, 50% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	1.842
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	462

Caudal ventilación [m³/h] (*)	4.275
---	-------

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

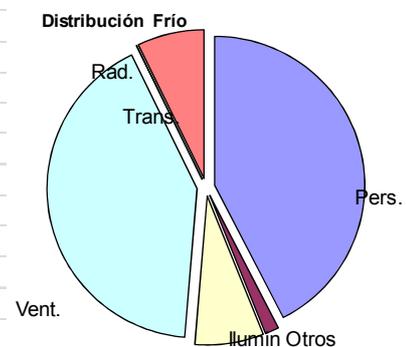
Hora/Mes a las 14 h(solar), mes de Agosto

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	13.332,1	14.764,8	28.096,9	53%
Calor	-	3.895,5	3.895,5	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Frio			
Latente	5.962,1	0,0	0,0
Sensible	5.962,1	417,2	2.079,2
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	7.370,00	0,00	0,00
Sensible	4.286,92	0,00	2.019,47

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Calor			
Sensible	7.098,6	4.852,5	-8.055,6



(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 101 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	18	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		28,6	1,0
Sur	7,6	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	11,2	0,6	Este	1,9	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	18,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	270	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 8 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	--------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	138,3	1.296,2	1.434,5	90%
Calor	-	673,7	673,7	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	304,8
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	92,88	0,00	0,00
Sensible	9,73	593,71	116,51

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.126,9	-548,8

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 102 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	29
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Noroeste	0,0	0,6	Noroeste	0,0	3,0	100%	60%		16,1	1,0
Sureste	9,7	0,6	Sureste	1,9	3,0	100%	60%			
Noreste	7,3	0,6	Noreste	0,0	3,0	100%	60%			
Suroeste	0,0	0,6	Suroeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	29,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	438
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 12 h(solar), mes de Diciembre

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	148,1	1.615,4	1.763,4	92%
Calor	-	534,3	534,3	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	494,4

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	102,61	0,00	0,00
Sensible	40,74	415,87	392,85

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.168,1	-729,4

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 103 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	18	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	10,6	0,6	Este	1,9	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	18,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	273	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 8 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	--------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	138,3	1.273,6	1.411,9	90%
Calor	-	365,3	365,3	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	308,1
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	92,88	0,00	0,00
Sensible	9,73	593,71	90,45

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	821,7	-552,1

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 104 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	29
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Noroeste	0,0	0,6	Noroeste	0,0	3,0	100%	60%		16,1	1,0
Sureste	9,7	0,6	Sureste	1,9	3,0	100%	60%			
Noreste	7,3	0,6	Noreste	0,0	3,0	100%	60%			
Suroeste	0,0	0,6	Suroeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	29,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	438
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 12 h(solar), mes de Diciembre

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	148,1	1.615,4	1.763,4	92%
Calor	-	534,3	534,3	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	494,4

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	102,61	0,00	0,00
Sensible	40,74	415,87	392,85

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.168,1	-729,4

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 105 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	18
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	10,6	0,6	Este	1,9	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	18,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	273
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 8 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	138,3	1.273,6	1.411,9	90%
Calor	-	365,3	365,3	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	308,1

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	92,88	0,00	0,00
Sensible	9,73	593,71	90,45

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	821,7	-552,1

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)		
Nº Oferta:	Octubre 2015		
Local:	Habitación 106 - P1		
CONDICIONES DE CÁLCULO			
Localidad:	Madrid		
Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	
Verano	35	42	
Invierno	-1	55	
Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)	
Verano	25	50	
Invierno	21	45	
DATOS DEL LOCAL			
Superficie [m²]	29		Altura [m] 3,00
Pared ext.	S* [m²]	k	Vidrio
Norte	21,0	0,6	Norte
Sur	0,0	0,6	Sur
Este	9,7	0,6	Este
Oeste	0,0	0,6	Oeste
Tejado ext.	29,2	0,3	Horizontal
			S [m²]
			k
			fs
			fps
			Pared int.
			S [m²]
			k
			k = [kcal/h·m²·°C]
			(S*) incluyendo ventanas
Nº Personas	2		
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS		
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58		
Iluminación [W]			
Fluorescente	438		
Incandescente	0		
Otros [W]			
Latente	0		
Sensible	203		
(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica			
RESULTADOS			
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24		Hora/Mes a las 8 h(solar), mes de Julio	
Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]
Frio	138,3	1.504,6	1.642,9
Calor	-	742,3	742,3
			FCS 92%
Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	494,4
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	92,88	0,00	0,00
Sensible	9,73	593,71	135,21
Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.376,1	-729,4
(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables			

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 107 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	11,4	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	13,0	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	285
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 17 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	139,9	1.680,6	1.820,5	92%
Calor	-	579,4	579,4	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	321,7

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	94,48	0,00	0,00
Sensible	54,11	583,02	450,29

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.048,7	-565,0

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 108 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	12,9	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	288
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	144,7	1.654,2	1.799,0	92%
Calor	-	405,6	405,6	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	325,1

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	99,30	0,00	0,00
Sensible	57,76	593,71	406,17

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	878,2	-568,2

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 109 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	12,4	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	285
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	144,7	1.646,0	1.790,7	92%
Calor	-	397,2	397,2	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	321,7

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	99,30	0,00	0,00
Sensible	57,76	593,71	401,27

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	866,5	-565,0

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 110 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	12,9	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	288
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	144,7	1.654,2	1.799,0	92%
Calor	-	405,6	405,6	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	325,1
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	99,30	0,00	0,00
Sensible	57,76	593,71	406,17

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	878,2	-568,2

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 111 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	12,4	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	285	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 16 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	144,7	1.646,0	1.790,7	92%
Calor	-	397,2	397,2	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	321,7

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	99,30	0,00	0,00
Sensible	57,76	593,71	401,27

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	866,5	-565,0

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 112 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	12,9	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	288
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	144,7	1.654,2	1.799,0	92%
Calor	-	405,6	405,6	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	325,1

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	99,30	0,00	0,00
Sensible	57,76	593,71	406,17

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	878,2	-568,2

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 113 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	28	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		26,6	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	24,9	0,6	Oeste	3,8	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	28,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	4	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	420	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	115	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 16 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	289,5	2.816,1	3.105,6	91%
Calor	-	909,1	909,1	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	90,9	0,0	0,0
Sensible	176,4	183,3	474,1
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	198,60	0,00	0,00
Sensible	115,52	1.187,43	679,37

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	191,3	1.511,9	-794,1

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 114 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	28
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		29,2	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	12,4	0,6	Oeste	1,9	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	28,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	4
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	420
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	115
---	-----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 16 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	289,5	2.123,8	2.413,2	88%
Calor	-	636,9	636,9	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	90,9	0,0	0,0
Sensible	176,4	183,3	474,1
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	198,60	0,00	0,00
Sensible	115,52	593,71	580,72

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	191,3	1.239,7	-794,1

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 115 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	40	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		20,0	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	24,9	0,6	Oeste	3,8	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	40,3	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	4	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	605	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	115	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 16 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	289,5	3.133,8	3.423,3	92%
Calor	-	876,3	876,3	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	90,9	0,0	0,0
Sensible	176,4	183,3	682,3
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	198,60	0,00	0,00
Sensible	115,52	1.187,43	788,78

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	191,3	1.677,4	-992,4

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 116 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	40	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		20,0	1,0
Sur	19,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	25,2	0,6	Oeste	3,8	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	39,8	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	4	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	597	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	115	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 17 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	279,8	3.261,7	3.541,6	92%
Calor	-	1.167,2	1.167,2	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	90,9	0,0	0,0
Sensible	176,4	183,3	673,9
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	188,96	0,00	0,00
Sensible	108,23	1.166,03	953,89

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	191,3	1.960,2	-984,4

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)		
Nº Oferta:	Octubre 2015		
Local:	Habitación 117 - P1		
CONDICIONES DE CÁLCULO			
Localidad:	Madrid		
Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	
Verano	35	42	
Invierno	-1	55	
Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)	
Verano	25	50	
Invierno	21	45	
DATOS DEL LOCAL			
Superficie [m²]	19		Altura [m] 3,00
Pared ext.	S* [m²]	k	Vidrio
Norte	0,0	0,6	Norte
Sur	12,4	0,6	Sur
Este	0,0	0,6	Este
Oeste	0,0	0,6	Oeste
Tejado ext.	19,2	0,3	Horizontal
			S [m²]
			k
			fs
			fps
			Pared int.
			S [m²]
			k
			14,1
			1,0
			k = [kcal/h·m²·°C]
			(S*) incluyendo ventanas
Nº Personas	2		
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS		
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58		
Iluminación [W]			Otros [W]
Fluorescente	288		Latente
Incandescente	0		Sensible
			0
			203
(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica			
RESULTADOS			
Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24		Hora/Mes a las 13 h(solar), mes de Diciembre	
Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]
Frio	146,6	1.502,7	1.649,3
Calor	-	398,0	398,0
			FCS
			91%
Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	325,1
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	101,20	0,00	0,00
Sensible	47,73	572,32	286,03
Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	870,6	-568,2
(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables			

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 118 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	12,4	0,6	Sur	1,9	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	285	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 13 h(solar), mes de Diciembre
--	-----------------	-------------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	146,6	1.498,1	1.644,7	91%
Calor	-	397,2	397,2	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	321,7
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	101,20	0,00	0,00
Sensible	47,73	572,32	284,82

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	866,5	-565,0

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 119 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	12,4	0,6	Sur	1,9	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	285
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 13 h(solar), mes de Diciembre

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	146,6	1.498,1	1.644,7	91%
Calor	-	397,2	397,2	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	321,7

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	101,20	0,00	0,00
Sensible	47,73	572,32	284,82

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	866,5	-565,0

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 120 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	12,5	0,6	Sur	1,9	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	288	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 13 h(solar), mes de Diciembre
--	-----------------	-------------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	146,6	1.503,3	1.649,9	91%
Calor	-	399,6	399,6	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	325,1
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	101,20	0,00	0,00
Sensible	47,73	572,32	286,65

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	872,1	-568,2

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 121 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	12,5	0,6	Sur	1,9	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	285
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 13 h(solar), mes de Diciembre

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	146,6	1.498,7	1.645,3	91%
Calor	-	398,7	398,7	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	321,7

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	101,20	0,00	0,00
Sensible	47,73	572,32	285,44

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	868,0	-565,0

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 122 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	12,5	0,6	Sur	1,9	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	288
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 13 h(solar), mes de Diciembre

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	146,6	1.503,3	1.649,9	91%
Calor	-	399,6	399,6	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	325,1
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	101,20	0,00	0,00
Sensible	47,73	572,32	286,65

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	872,1	-568,2

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 123 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	19
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		14,1	1,0
Sur	12,5	0,6	Sur	1,9	3,0	100%	60%			
Este	19,5	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	19,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	285
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 13 h(solar), mes de Diciembre

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	146,6	1.637,6	1.784,3	92%
Calor	-	694,7	694,7	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	321,7

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	101,20	0,00	0,00
Sensible	47,73	572,32	424,39

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.164,1	-565,0

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 124 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	29
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	10,7	0,6	Norte	1,9	3,0	100%	60%		15,2	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	27,8	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	29,4	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	441
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 18 h(solar), mes de Junio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	141,2	1.611,1	1.752,3	92%
Calor	-	850,1	850,1	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	497,8
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	95,78	0,00	0,00
Sensible	47,42	115,00	679,36

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.487,1	-732,7

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 125 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	18
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	10,6	0,6	Norte	1,9	3,0	100%	60%		14,4	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	18,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	273
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 18 h(solar), mes de Junio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	141,2	1.103,2	1.244,4	89%
Calor	-	370,4	370,4	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	308,1
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	95,78	0,00	0,00
Sensible	47,42	115,00	361,14

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	826,8	-552,1

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 126 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	30
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	10,7	0,6	Norte	1,9	3,0	100%	60%		16,2	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	5,6	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	29,5	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	443
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 18 h(solar), mes de Junio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	141,2	1.482,2	1.623,4	91%
Calor	-	526,2	526,2	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	499,5
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	95,78	0,00	0,00
Sensible	47,42	115,00	548,76

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.164,8	-734,3

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 127 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	18	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	10,6	0,6	Norte	1,9	3,0	100%	60%		14,4	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	18,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	273	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 18 h(solar), mes de Junio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	141,2	1.103,2	1.244,4	89%
Calor	-	370,4	370,4	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	308,1
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	95,78	0,00	0,00
Sensible	47,42	115,00	361,14

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	826,8	-552,1

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 128 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	29	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	10,7	0,6	Norte	1,9	3,0	100%	60%		16,2	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	5,6	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	29,4	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS	Fluorescente	441	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	58	Incandescente	0	Sensible	203

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 18 h(solar), mes de Junio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	141,2	1.479,2	1.620,4	91%
Calor	-	525,8	525,8	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	497,8
Ventilación Radiación Transmisión			
	[kCal/h]	[kCal/h]	[kCal/h]
Latente	95,78	0,00	0,00
Sensible	47,42	115,00	547,47

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	1.162,8	-732,7

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Habitación 129 - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	18
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	10,4	0,6	Norte	1,9	3,0	100%	60%		28,6	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	18,0	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Tumbado durmiendo 74W, 66% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	270
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	203

Caudal ventilación [m³/h] (*)	58
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 18 h(solar), mes de Junio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	141,2	1.154,9	1.296,2	89%
Calor	-	546,2	546,2	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	45,4	0,0	0,0
Sensible	88,2	183,3	304,8

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	95,78	0,00	0,00
Sensible	47,42	115,00	416,24

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	95,6	999,4	-548,8

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Pasillo N - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	50
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	5,4	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		104,9	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	50,4	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	0
Actividad	De pie, trabajo ligero (caminando) 150 W, 55% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	756
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	0

Caudal ventilación [m³/h] (*)	100
---	-----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 15 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	164,2	2.081,8	2.246,0	93%
Calor	-	1.782,1	1.782,1	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	0,0	0,0	0,0
Sensible	0,0	0,0	853,3
	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	164,19	0,00	0,00
Sensible	105,35	0,00	1.123,09

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	165,7	2.429,1	-812,7

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Hall - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	41
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		43,4	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	17,7	0,6	Este	7,2	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	40,8	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]

(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	2
Actividad	Sentado, trabajo ligero 139 W, 50% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	612
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	0

Caudal ventilación [m³/h] (*)	90
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 8 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	270,6	3.281,8	3.552,5	92%
Calor	-	1.452,7	1.452,7	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	125,5	0,0	0,0
Sensible	125,5	0,0	690,8

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	145,12	0,00	0,00
Sensible	15,20	2.249,86	200,46

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	149,4	2.080,7	-777,4

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Pasillo S - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)	Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42	Verano	25	50
Invierno	-1	55	Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	23	Altura [m]	3,00
-----------------------------------	----	-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		36,1	1,0
Sur	5,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	0,0	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	23,4	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	0	Iluminación [W]		Otros [W]	
Actividad	De pie, trabajo ligero (caminando) 150 W, 55% FCS	Fluorescente	351	Latente	0
Caudal ventilación [m³/h] (*)	46	Incandescente	0	Sensible	0

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24	Hora/Mes	a las 16 h(solar), mes de Julio
--	-----------------	---------------------------------

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	79,8	926,2	1.006,0	92%
Calor	-	705,7	705,7	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	0,0	0,0	0,0
Sensible	0,0	0,0	396,2

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	79,82	0,00	0,00
Sensible	46,43	0,00	483,57

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	76,9	1.006,2	-377,3

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



Ref. Obra:	Hotel 4* CI de Jesús Aprendiz (Madrid)
Nº Oferta:	Octubre 2015
Local:	Pasillo E - P1

CONDICIONES DE CÁLCULO

Localidad:	Madrid
-------------------	--------

Condiciones exteriores	T (°C)	H.R. (%)
Verano	35	42
Invierno	-1	55

Condiciones confort	T (°C)	H.R. (%)
Verano	25	50
Invierno	21	45

DATOS DEL LOCAL

Superficie [m²]	48
-----------------------------------	----

Altura [m]	3,00
-------------------	------

Pared ext.	S* [m ²]	k	Vidrio	S [m ²]	k	fs	fps	Pared int.	S [m ²]	k
Norte	0,0	0,6	Norte	0,0	3,0	100%	60%		98,2	1,0
Sur	0,0	0,6	Sur	0,0	3,0	100%	60%			
Este	5,4	0,6	Este	0,0	3,0	100%	60%			
Oeste	0,0	0,6	Oeste	0,0	3,0	100%	60%			
Tejado ext.	48,2	0,3	Horizontal	0,0	3,0	100%	60%			

k = [kcal/h·m²·°C]
(S*) incluyendo ventanas

Nº Personas	0
Actividad	De pie, trabajo ligero (caminando) 150 W, 55% FCS

Iluminación [W]	
Fluorescente	723
Incandescente	0

Otros [W]	
Latente	0
Sensible	0

Caudal ventilación [m³/h] (*)	95
---	----

(*) La entrada de aire exterior al local está tratada mediante un equipo de recuperación entálpica

RESULTADOS

Cálculo para mes de Junio a mes de Diciembre, de hora(solar) 6 a 24

Hora/Mes a las 15 h(solar), mes de Julio

Cargas térmicas	Latente [kCal/h]	Sensible [kCal/h]	Total [kCal/h]	FCS
Frio	157,0	2.012,2	2.169,1	93%
Calor	-	1.681,0	1.681,0	

Se recomienda seleccionar la unidad por potencia sensible.

Distribución Frio	Personas [kCal/h]	Otros [kCal/h]	Iluminación [kCal/h]
Latente	0,0	0,0	0,0
Sensible	0,0	0,0	816,1

	Ventilación [kCal/h]	Radiación [kCal/h]	Transmisión [kCal/h]
Latente	156,96	0,00	0,00
Sensible	100,70	0,00	1.095,39

Distribución Calor	Ventilación [kCal/h]	Transm. [kCal/h]	Otros [kCal/h]
Sensible	158,4	2.299,8	-777,2

(*) En los cálculos se han considerado cargas favorables



3.1.4. ASIGNACION EQUIPOS EN FUNCION DE LA CARGA SENSIBLE REFRIGERACION

Nº Estancia	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Pot. Frig (Kcal/h)	Carga Frig. (Kcal/h·m ²)	Pot. Cal (Kcal/h)	Carga Cal. (Kcal/h·m ²)	Pot. Frig Sensible KW	Pot. Frig Total KW	Unidades Interiores Nº	Gama	Unidades Interiores Tipo	Unidades Interiores Modelo	Ind. Pot.
1 Despacho Director - PB	25,80	90,3	1.993,6	77,3	906,8	35,2	2,04	2,32	1	VRF	Cassette 4 vías 60x60	S-28MY2E5A	28
2 Oficina - PB	25,40	88,9	2.022,1	79,6	452,9	17,8	2,07	2,35	1	VRF	Cassette 4 vías 60x60	S-28MY2E5A	28
3 Sala de Conferencias Madrid - PB	50,00	175,0	8.961,7	179,2	1.194,9	23,9	7,61	10,42	1	VRF	Conductos Presión Std	S-106MF2E5A	106
4 Sala de Conferencias Avila - PB	52,20	182,7	10.090,1	193,3	1.377,2	26,4	8,22	11,73	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	140
5 Pasillo N - PB	38,20	133,7	1.263,7	33,1	564,1	14,8	1,32	1,47	1	VRF	Conductos Presión Std	S-22MF2E5A	22
6 Cocina - PB	56,80	198,8	11.681,4	205,7	0,0	0,0	7,70	13,58	2	1x1 PACi	Techo	KIT-71PT2E8A	
7 Comedor - PB	109,20	382,2	17.836,2	163,3	0,0	0,0	12,60	20,74	2	VRF	Conductos Presión Std	S-106MF2E5A	212
8 Recepción - PB	55,00	192,5	8.276,7	150,5	0,0	0,0	8,94	9,62	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	140
9 Hall Principal - PB	77,10	269,9	4.105,9	53,3	1.959,4	25,4	4,14	4,77	1	VRF	Conductos Presión Std	S-60MF2E5A	60
10 Bar Cafetería - PB	106,90	374,2	8.399,2	78,6	2.464,0	23,0	8,46	9,77	1	VRF	Conductos Presión Std	S-140MF2E5A	140
11 Gimnasio - PB	128,70	450,5	15.359,2	119,3	368,8	2,9	9,08	17,86	2	1x1 PACi	Conductos Presión Std	KIT-100PF1E8A	
12 Pasillo E - PB	41,40	144,9	6.585,1	159,1	2.038,1	49,2	4,33	7,66	1	VRF	Conductos Presión Std	S-90MF2E5A	90
13 Sala Conferencias España - PB	122,80	429,8	28.096,9	228,8	3.895,5	31,7	17,17	32,67	2	1x1 PACi	Conductos Presión Std	KIT-140PF1E8A	
14 Habitación 101 - P1	18,00	54,0	1.434,5	79,7	673,7	37,4	1,51	1,67	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
15 Habitación 102 - P1	29,20	87,6	1.763,4	60,4	534,3	18,3	1,88	2,05	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
16 Habitación 103 - P1	18,20	54,6	1.411,9	77,6	365,3	20,1	1,48	1,64	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
17 Habitación 104 - P1	29,20	87,6	1.763,4	60,4	534,3	18,3	1,88	2,05	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
18 Habitación 105 - P1	18,20	54,6	1.411,9	77,6	365,3	20,1	1,48	1,64	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
19 Habitación 106 - P1	29,20	87,6	1.642,9	56,3	742,3	25,4	1,75	1,91	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
20 Habitación 107 - P1	19,00	57,0	1.820,5	95,8	579,4	30,5	1,95	2,12	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	28
21 Habitación 108 - P1	19,20	57,6	1.799,0	93,7	405,6	21,1	1,92	2,09	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	28
22 Habitación 109 - P1	19,00	57,0	1.790,7	94,2	397,2	20,9	1,91	2,08	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	28
23 Habitación 110 - P1	19,20	57,6	1.799,0	93,7	405,6	21,1	1,92	2,09	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	28
24 Habitación 111 - P1	19,00	57,0	1.790,7	94,2	397,2	20,9	1,91	2,08	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	28
25 Habitación 112 - P1	19,20	57,6	1.799,0	93,7	405,6	21,1	1,92	2,09	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	28
26 Habitación 113 - P1	28,00	84,0	3.105,6	110,9	909,1	32,5	3,27	3,61	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	56
27 Habitación 114 - P1	28,00	84,0	2.413,2	86,2	636,9	22,7	2,47	2,81	1	VRF	Conductos Presión Std	S-36MF2E5A	36
28 Habitación 115 - P1	40,30	120,9	3.423,3	84,9	876,3	21,7	3,64	3,98	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	56
29 Habitación 116 - P1	39,80	119,4	3.541,6	89,0	1.167,2	29,3	3,79	4,12	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	56
30 Habitación 117 - P1	19,20	57,6	1.649,3	85,9	398,0	20,7	1,75	1,92	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
31 Habitación 118 - P1	19,00	57,0	1.644,7	86,6	397,2	20,9	1,74	1,91	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
32 Habitación 119 - P1	19,00	57,0	1.644,7	86,6	397,2	20,9	1,74	1,91	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
33 Habitación 120 - P1	19,20	57,6	1.649,9	85,9	399,6	20,8	1,75	1,92	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
34 Habitación 121 - P1	19,00	57,0	1.645,3	86,6	398,7	21,0	1,74	1,91	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
35 Habitación 122 - P1	19,20	57,6	1.649,9	85,9	399,6	20,8	1,75	1,92	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
36 Habitación 123 - P1	19,00	57,0	1.784,3	93,9	694,7	36,6	1,90	2,07	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-28MM1E5A	28
37 Habitación 124 - P1	29,40	88,2	1.752,3	59,6	850,1	28,9	1,87	2,04	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
38 Habitación 125 - P1	18,20	54,6	1.244,4	68,4	370,4	20,4	1,28	1,45	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-15MM1E5A	15
39 Habitación 126 - P1	29,50	88,5	1.623,4	55,0	526,2	17,8	1,72	1,89	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
40 Habitación 127 - P1	18,20	54,6	1.244,4	68,4	370,4	20,4	1,28	1,45	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-15MM1E5A	15
41 Habitación 128 - P1	29,40	88,2	1.620,4	55,1	525,8	17,9	1,72	1,88	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
42 Habitación 129 - P1	18,00	54,0	1.296,2	72,0	546,2	30,3	1,34	1,51	1	VRF	Conductos Baja Silueta	S-22MM1E5A	22
43 Pasillo N - P1	50,40	151,2	2.246,0	44,6	1.782,1	35,4	2,42	2,61	1	VRF	Conductos Presión Std	S-28MF2E5A	28
44 Hall - P1	40,80	122,4	3.552,5	87,1	1.452,7	35,6	3,82	4,13	1	VRF	Conductos Presión Std	S-56MF2E5A	56
45 Pasillo S - P1	23,40	70,2	1.006,0	43,0	705,7	30,2	1,08	1,17	1	VRF	Conductos Presión Std	S-15MF2E5A	15
46 Pasillo E - P1	48,20	144,6	2.169,1	45,0	1.681,0	34,9	2,34	2,52	1	VRF	Conductos Presión Std	S-28MF2E5A	28
TOTALES	1721,30	5.608,7	186.805,3	108,5	36.514,4	21,2	159,64	217,22	50		INTERIORES	1875	

Tabla 3.4 Asignación unidades interiores según potencia sensible

BASES CALCULO DE CONDUCTOS CLIMATIZACION Y USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO ACS

3.2. PRINCIPIOS BASICOS CÁLCULO DE CONDUCTOS

El correcto dimensionamiento de la red de conductos y la adecuada disposición y selección de difusores en una instalación de climatización es fundamental, ya que si realizamos una buena evaluación de las cargas térmicas de un proyecto, elegimos apropiadamente el sistema de climatización, su regulación y la necesaria máquina de producción de calor y / o frío, pero ejecutamos un incorrecto reparto del fluido que compensa las cargas del local, no habremos conseguido el confort de las personas que ocupan los distintos locales a climatizar. En definitiva, no sólo es únicamente primordial “fabricar” la cantidad de aire necesaria y en condiciones térmicas adecuadas para nuestra instalación, sino que también es fundamental repartirlo allí donde se necesita. El éxito de una instalación de climatización puede repartirse en un 30% de la estimación correcta de cargas, un 30% en la selección del sistema, máquinas y control, un 30% en el dimensionamiento de conductos, ubicación y selección de difusores y un 10% en el resto del equipamiento (DTIE 5.01 Cálculo de Conductos ATECYR, 2000).

Para una correcta distribución del aire se debe exigir:

- a) Aspectos a tener en cuenta para la selección y ubicación de los difusores de cada local:
 - Caudal de aire requerido
 - Su proyección o alcance
 - Su nivel de ruido
- b) El dimensionamiento de la red de conductos deberá:
 - Conseguir un buen reparto de aire por todos los difusores
 - Trabajar con caídas de presión adecuadas a la máquina y a los ventiladores seleccionados
 - Cumplir con las características del inmueble
 - Conseguir una óptima relación entre costes y mantenimiento

Clasificación de los conductos

El aire climatizado o de ventilación que se genera o produce en un equipo ha de distribuirse a los distintos locales, habitaciones o cualquiera de los locales climatizados, para ello se utilizan básicamente 2 tipos de conductos:

- Rectangulares (Fibra o lana de vidrio)
- Circulares (Acero galvanizado)

En el proyecto objeto de estudio se han utilizado ambos tipo de conductos para poder mostrar las diferentes aplicaciones de cada uno de ellos, En general se han utilizado conductos rectangulares (en sus diferentes modalidades) a excepción de la zona del gimnasio que se ha optado por un conducto del tipo circular tanto en el tramo de impulsión de las unidades interiores a los difusores, como en su retorno.

El diseño general de una red de difusión de aire es la de un gran conducto del cual van saliendo ramificaciones que van dando servicio a cada una de las zonas del local, o directamente a los locales o estancias a climatizar, por este motivo a medida que nos vamos alejando de la unidad productora (frio / calor) el caudal va disminuyendo y por consiguiente las dimensiones de los conductos se van reduciendo en cada tramo.

El diseño de la red de conductos debe de realizarse de forma correcta ya que de lo contrario podría originar que por una derivación o ramal pase más o menos caudal del previsto (dando mayor o menor potencia frigorífica/calorífica de la necesaria) o que el aire llegue a un recinto a una velocidad más alta de lo debido originando niveles sonoros molestos.

Los conductos circulares llevan el aire a una velocidad mayor, por lo que las dimensiones son menores. Los conductos rectangulares llevan el aire a una velocidad menor, pero permiten una mayor adaptación en las dimensiones (ancho y alto) y poder salvar obstáculos o intersecciones con otras instalaciones.

Existe otra clasificación de los conductos atendiendo a la velocidad del aire que circula por ellos:

- a) Alta velocidad: cuando la velocidad del aire que circula por el interior es mayor a 10m/s
- b) Baja velocidad: cuando la velocidad del aire que circula por el interior es menor a 10m/s

Es frecuente que los conductos de alta velocidad sean circulares. Los de baja velocidad pueden ser circulares o rectangulares.

Un concepto muy importante a tener en cuenta para el cálculo de conductos es el de “diámetro equivalente”, ya que aunque un conducto sea rectangular, es muy útil establecer una comparación con una tubería circular equivalente al conducto rectangular. El conducto circular, de sección circular equivalente, se define como aquel conducto que tiene la misma longitud, el mismo caudal y la misma pérdida de carga por rozamiento que el conducto rectangular.

El diámetro equivalente se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_{eq} = 1,3 \cdot \frac{(W \cdot H)^{0,625}}{(W + H)^{0,250}}$$

Ecuación 14 Ecuación para el cálculo del diámetro equivalente. Fuente DTIE

W es la anchura del conducto rectangular

H es la altura del conducto rectangular

Para obtener el diámetro equivalente a partir de la altura y la anchura también puede utilizarse la siguiente tabla:

TABLA 7₀ - DIÁMETROS EQUIVALENTES DE CONDUCTOS RECTANGULARES

Medidas del conducto	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000
100	109	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	133	144	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	152	189	219	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	169	210	244	272	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	183	229	266	299	328	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
350	195	245	286	322	354	383	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	207	260	303	340	378	409	437	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
450	217	274	321	363	400	433	464	492	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	227	287	337	381	420	455	488	518	547	—	—	—	—	—	—	—	—
550	236	299	352	398	439	477	511	543	573	601	—	—	—	—	—	—	—
600	245	310	365	414	457	496	533	567	598	628	656	—	—	—	—	—	—
650	253	321	378	429	474	515	552	589	622	653	683	711	—	—	—	—	—
700	261	331	391	443	490	533	573	610	644	677	708	737	765	—	—	—	—
750	268	341	402	457	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820	—	—	—
800	275	350	414	470	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	—	—
900	—	367	435	494	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	954	—
1000	—	384	454	517	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	1007	1039
1100	—	399	472	538	598	652	703	751	795	836	876	914	951	988	1022	1056	1089
1200	—	413	490	558	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1030	1066	1103	1136
1300	—	—	506	577	642	703	757	808	857	904	948	990	1031	1069	1107	1147	1184
1400	—	—	522	595	662	724	781	835	886	934	980	1024	1066	1107	1146	1186	1220
1500	—	—	536	612	681	745	805	860	913	963	1011	1057	1100	1143	1183	1224	1259
1600	—	—	550	629	700	766	827	885	939	991	1041	1088	1133	1177	1219	1261	1298
1700	—	—	—	644	718	785	849	908	964	1018	1069	1118	1164	1209	1253	1298	1335
1800	—	—	—	660	735	804	869	930	988	1043	1096	1146	1195	1241	1286	1331	1369
1900	—	—	—	674	751	823	889	952	1012	1068	1122	1174	1224	1271	1318	1365	1403
2000	—	—	—	688	767	840	908	973	1034	1092	1147	1200	1252	1301	1348	1396	1435
2100	—	—	—	—	782	857	927	993	1055	1115	1172	1226	1279	1329	1378	1427	1468
2200	—	—	—	—	797	874	945	1013	1076	1137	1195	1253	1308	1358	1408	1458	1500
2300	—	—	—	—	812	890	963	1031	1097	1159	1218	1275	1330	1383	1434	1485	1528
2400	—	—	—	—	824	905	980	1050	1116	1180	1241	1299	1355	1409	1461	1513	1556
2500	—	—	—	—	—	920	996	1068	1136	1200	1262	1322	1379	1434	1488	1541	1585
2600	—	—	—	—	—	935	1012	1085	1154	1220	1283	1344	1402	1458	1513	1567	1611
2700	—	—	—	—	—	950	1028	1102	1173	1240	1304	1366	1425	1482	1538	1594	1648
2800	—	—	—	—	—	964	1043	1119	1190	1259	1324	1387	1447	1506	1562	1617	1671
2900	—	—	—	—	—	—	1058	1135	1208	1277	1344	1408	1469	1529	1586	1644	1698
3000	—	—	—	—	—	—	1076	1154	1228	1299	1366	1431	1494	1555	1613	1672	1725

Tabla 3.5 Tabla para cálculo del diámetro equivalente. Fuente Manual A/A Carrier

3.2.1. PERDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO. TRAMOS RECTOS

Cuando el aire circula por un conducto, existen pérdidas de energía por rozamiento (las cuales finalmente se convierten en calor), lo que se traduce hablando en términos de presión en una pérdida de presión total del sistema. Por este motivo el objetivo de los cálculos es asegurar que la presión estática del ventilador del equipo sea capaz de vencer la pérdida de carga generada en el tramo de conducto más desfavorable.

La energía total por unidad de tiempo de una corriente fluida en un sistema abierto se establece como la suma de su energía interna, su flujo de trabajo, su energía potencial y su energía cinética, por el flujo másico circulante (Ecuación de Bernoulli, (DTIE 5.01 Cálculo de Conductos ATECYR, 2000)).

En un conducto de aire acondicionado se puede asumir que no varía la energía cinética del fluido, ya que al circular por el mismo no varía apreciablemente su temperatura ni su fase. Si no existieran

pérdidas de presión se obtendría que la energía se mantiene constante a lo largo de un mismo conducto, pero cuando un fluido circula por una tubería existen pérdidas de energía por rozamiento, como se ha comentado anteriormente. Así aplicando la ecuación de Bernoulli entre dos puntos se puede afirmar que:

$$P_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} + \gamma z_1 = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} + \gamma z_2$$

Ecuación 15 Ecuación de Bernoulli en términos de presión. Fuente DTIE 5.01

Resultando de la expresión anterior la base para el cálculo de la pérdida de carga por rozamiento.

La pérdida de presión por circular un fluido a través de una tubería la estableció Darcy Weisbach y Colebrook mediante la ecuación:

$$\Delta P_f = f \cdot \frac{L}{Dh} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

Ecuación 16 Ecuación para la pérdida de carga por rozamiento Darcy Weisbach y Colebrook. Fuente DTIE 5.01

Aplicando la ecuación de Blasius,

$$f = 0,173 \cdot \alpha \cdot Re^{-0,18} \cdot Dh^{-0,04}$$

Ecuación 17 Ecuación de Blasius. Fuente DTIE 5.01

se obtiene la ecuación para el aire húmedo de la pérdida de carga por metro, expresada en Pa:

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14,1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1,82}}{Dh^{1,22}}$$

Ecuación 18 Ecuación de la pérdida de carga para el aire húmedo. Fuente DTIE 5.01

Esta ecuación es válida para temperaturas comprendidas entre 10 °C y 40 °C, presiones inferiores a la correspondiente a una altitud de 1000 metros y humedades relativas comprendidas entre 0% y 90%, siendo:

ΔP_f : las pérdidas de presión por rozamiento en Pa

f el factor de fricción adimensional

Dh el diámetro hidráulico en m

v la velocidad del aire en m/s

Re el número de Reynolds (adimensional)

L: Longitud total en m

α : Factor que depende del material del conducto (adimensional)

El factor de fricción (f) depende del régimen de circulación (número de Reynolds), y de la rugosidad relativa del material con la que están fabricadas las conducciones o tuberías, ambos aspectos relacionados con el diámetro hidráulico (D_h).

En las redes de aire acondicionado, las velocidades son mayores de 2 m/s, siendo los diámetros hidráulicos mayores que 0,15 metros, lo que proporciona al aire un número de Reynolds mayor de 2000, obteniendo siempre regímenes turbulentos.

Además, el factor de fricción depende de la rugosidad del material (absoluta), que es el producto de la rugosidad relativa por su diámetro hidráulico, por lo que fijado un material, este factor sólo depende del número de Reynolds y del diámetro hidráulico.

Los materiales utilizados en las conducciones de aire acondicionado, con indicación de su rugosidad absoluta y su correspondiente valor medio de α , serían los que aparecen en la tabla 3.6.

Material	Rugosidad absoluta (λ , en mm)	Valor medio de α (adimen.)
Acero inoxidable	0,05	0,835
Chapa galvanizada	0,14	0,9
Desarrollo de gráficos	0,31	1
Fibra de vidrio	0,58	1,125
Ladrillo enfoscado cemento	3,25	1,8

Tabla 3.6 Valores de rugosidad absoluta y α para distintos materiales. Fuente DTIE 5.01

En la siguiente figura 3.3 se muestran los valores del factor de fricción (f) en función de la rugosidad relativa del material y su número de Reynolds (Diagrama de Moody).

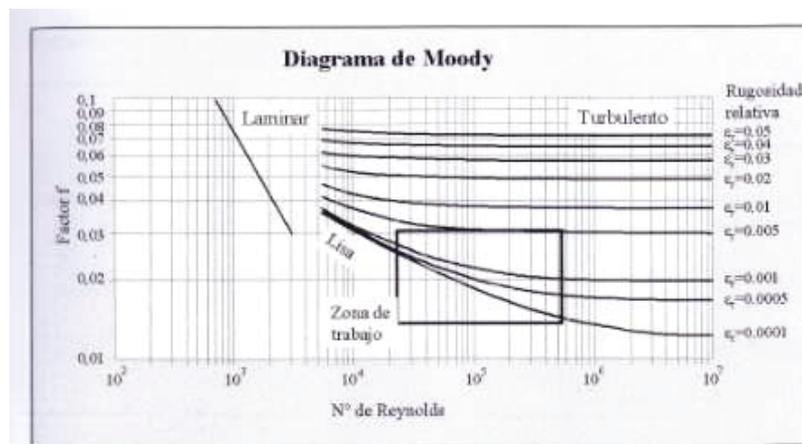


Figura 3.3 Diagrama de Moody. Fuente DTIE 5.01

Para conductos cilíndricos el caudal volumétrico Q (m³/s) se expresa como:

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

Ecuación 19 Expresión para el cálculo del caudal volumétrico

Además el diámetro hidráulico coincide con el diámetro de la conducción, por lo que la ecuación de la pérdida de carga de presión por metro se puede expresar en función del caudal y de su diámetro

equivalente, mediante la siguiente expresión:

$$P_A - P_B = \alpha \cdot 21,89 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{Q^{1,82}}{D^{4,86}}$$

Ecuación 20 Expresión para la pérdida de carga de presión por metro

α : Factor que depende del material del conducto (adimensional)

L: Longitud del tramo de conducto en m

Q es el caudal que circula por el conducto

D es el diámetro de conducto circular o diámetro equivalente del conducto rectangular en m

Siendo la Ecuación 20 la expresión utilizada normalmente para el cálculo de la pérdida carga por metro en el dimensionamiento de conductos.

3.2.2. PERDIDA DE CARGA EN SINGULARIDADES

A parte de existir una pérdida de carga debida al rozamiento del aire en los tramos rectos de los conductos, existe también la llamada pérdida de carga debida a los accidentes o accesorios. Llamamos “accidente” a cualquier elemento o alteración que produzca una modificación en la velocidad o trayectoria del aire. Los principales son:

- Curvas o cambios de dirección
- Contracciones o estrechamientos (disminución de la sección)
- Ampliaciones o ensanchamientos (aumento de la sección)
- Derivaciones

Esta modificación provoca una pérdida de energía en el aire, proporcional a su energía cinética. Mediante la siguiente expresión se puede calcular la pérdida de carga o presión en las singularidades:

$$\Delta P = C \frac{\rho v^2}{2} = 9,63 \cdot C \frac{v^2}{16}$$

Ecuación 21 Ecuación para la pérdida de carga en las singularidades

ΔP_s es la pérdida de presión en singularidades en Pa

C es el coeficiente de pérdida dinámica (adimensional)

V es la velocidad en m/s

ρ es la densidad del aire húmedo en kg/m³

Los coeficientes C de pérdida de carga dinámica están tabulados para los distintos tipos de accesorios normalmente utilizados en las redes de conductos.

Angulo de la derivación	Relación entre la velocidad en la derivación y la velocidad en el conducto principal						
	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2	3
90°	6,5	3,1	2	1,5	0,95	0,74	0,62
60°	5	2,2	1,3	0,77	0,47	0,47	0,58
45°	3,5	1,3	0,64	0,43	0,40	0,45	0,54

Tabla 3.7 Valores para el coeficiente C en función de los diferentes accesorios

Existen gráficos y tablas para calcular las pérdidas de carga adicionales generadas por estas singularidades. En muchas ocasiones se suele utilizar lo que se conoce como “Longitud equivalente del accesorio”, que no es más que estimar la longitud de conducto rectilíneo que nos produjera la misma pérdida de carga que el accesorio.

En cualquier caso puede utilizarse la siguiente expresión para su cálculo, igualmente válida, que se obtiene de igualar la ecuación para la pérdida de carga para el aire húmedo (Ecuación 5) con la ecuación de la pérdida de carga en las singularidades (Ecuación 6). Finalmente obteniendo:

$$L = C \cdot D_H^{1,22} \frac{V^{0,18}}{\alpha \cdot 23,427 \cdot 10^{-3}}$$

Ecuación 22a Cálculo de la longitud equivalente en accesorios

Donde suponiendo que la dependencia de la velocidad es pequeña, y la incidencia del material escasa, puede simplificarse a:

$$L = C \cdot D_H^{1,22} \frac{6^{0,18}}{23,427 \cdot 10^{-3}} = 60 \cdot C \cdot D_H^{1,22}$$

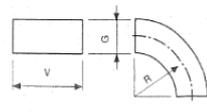
Ecuación 22b Simplificación para el cálculo de la longitud equivalente

Para calcular con exactitud la pérdida de carga que producen los codos o curvas pueden utilizarse el método de la tablas para cada accesorio, método más rápido que el cálculo manual, e igualmente aceptado.

A modo de ejemplo, teniendo en cuenta la amplia variedad de ellos que existen, se muestra en la siguiente un ejemplo (tabla 3.8) de los valores de la pérdida de carga según la longitud equivalente, en un codo a 90°.

R: Radio de la curva

L: Longitud equivalente



V G	R G	L G
0,25	0,5	25
	0,75	12
	1,00	7
0,50	0,50	40
	0,75	16
	1,00	9
1,00	0,50	4
	0,75	50
	1,00	21
2,00	0,75	11
	1,00	4,5
	1,50	
4,00	0,50	55
	0,75	30
	1,00	13
	1,50	5
	0,50	65
	0,75	45
	1,00	17
	1,50	6

Tabla 3.8 Longitud equivalente para curvas a 90°

3.2.3. PERDIDA DE CARGA EN ELEMENTOS DE IMPULSION/TOMA DE AIRE

No hay que olvidar que los elementos de difusión del local se comportan como accesorios y por tanto generan una pérdida de carga que será en función del caudal de aire que impulsan, o lo que es lo mismo, de la velocidad en la sección de entrada al difusor. En cualquier caso, conociendo este valor es sencillo recurrir a las tablas de los fabricantes, quienes disponen de tablas de todos los modelos donde obtener valores de alcance, velocidad e incluso nivel sonoro en función del caudal impulsado.

De todas maneras, si se pretendiera realizar el cálculo de la pérdida de carga de manera manual es posible utilizar la Ecuación 8 para su cálculo.

3.2.4. VELOCIDADES RECOMENDADAS EN LAS REDES DE CONDUCTOS

No es propiamente un método de cálculo, si no el uso de valores comúnmente utilizados en el cálculo de redes de conductos, asegurando unos valores de confort a efectos de ruido en los conductos y consumos energéticos.

Los valores de la siguiente tabla 3.9, muestran valores de las velocidades máximas aconsejables dependiendo del tipo de aplicación. Se han dividido los conductos en tramos principales (que salen de la unidad de impulsión de aire y derivan en subtramos) y conductos derivados, que van a los elementos de difusión.

APLICACIÓN	CONDUCTOS DE IMPULSIÓN		CONDUCTOS DE RETORNO	
	PRINCIPAL	DERIVADO	PRINCIPAL	DERIVADO
RESIDENCIA	5	3	4	3
AUDITORIOS	6,5	5	5,5	4
DORMITORIOS	7,5	6	6,5	5
OFICINAS	9	7	7	6
BANCOS/RESTAURANTES	9	7	7,5	6
COMERCIOS/CAFETERÍAS	10	8	8	6
INDUSTRIA	15	11	9	7,5

Tabla 3.9 Tabla de velocidades de salida recomendadas según el tipo de edificio Fuente DTIE 5.01

En el caso que nos ocupa, siendo éste un hotel, puede asimilarse los valores a una residencia, por lo que se tomará la velocidad de impulsión de los ventiladores el valor de 5 m/s, y en tramos derivados se irá con velocidades no superiores a 3 m/s.

3.2.5. EJEMPLO DE CALCULO

A modo de ejemplo a continuación se exponen los resultados del cálculo de carga de la red de conductos de una unidad interior instalada en el local comedor de Planta Baja, calculada de manera manual, aplicando las ecuaciones y las tablas necesarias.

El circuito de impulsión se ha calculado usando las ecuaciones del cálculo de la pérdida de carga por rozamiento, Ecuaciones 6 y 7, mientras que la pérdida de carga en accidentes y accesorios se ha

calculado con el método de la longitud equivalente, utilizando las tablas que aparecen en la DTIE (DTIE 5.01 Cálculo de Conductos ATECYR, 2000).

Existen cinco métodos diferentes de cálculo de conductos, cada uno con sus diferentes matices, que son los siguientes:

- Método de reducción de la velocidad
- Método de la pérdida de carga constantes en toda la instalación
- Método de igual pérdida de carga en cada rama
- Método de la recuperación estática
- Método "T"

En el caso que referido, siendo la más recomendada para instalaciones de baja velocidad, se ha seleccionado el Método de la reducción de la velocidad, es decir, que sabiendo los caudales que deben salir por cada boca (dato que nos proporciona el fabricante de equipos o recuperadores), y conociendo la propuesta de distribución (marcada por el número y los modelos de difusores y caudales máximos admitidos para un correcto nivel sonoro) se puede estimar el caudal que debe circular por cada uno de los tramos que componen la instalación, y en función de esto dimensionar los conductos teniendo en cuenta la velocidad máxima admisible o recomendada.

Local Comedor Planta Baja

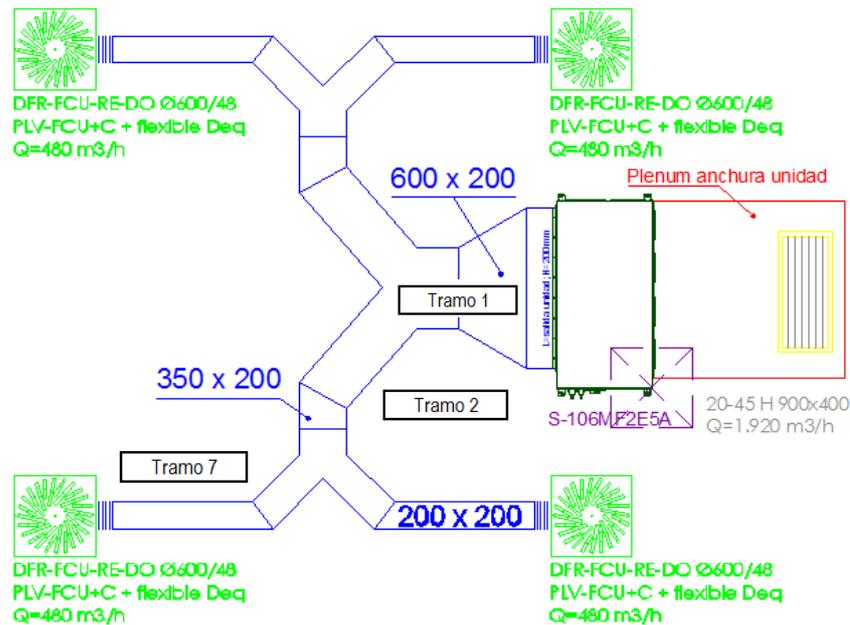


Figura 3.4 Local seleccionado para ejemplo de cálculo de conductos

A la hora de calcular la pérdida de carga máxima en un red de conductos, ésta ha de calcularse en tramo más desfavorable (habitualmente el más alejado). En el caso del proyecto que se está estudiando se ha intentado siempre que ha sido posible realizar redes de conductos equilibradas, es decir, con la misma pérdida de carga en los diferentes caminos desde la impulsión del aire hasta su boca de difusión. Esta manera de ejecutar las redes de conductos suele ser menos interesante económicamente, ya que se utiliza una mayor superficie de conductos, pero técnicamente es la mejor equilibra las presiones y los caudales en la red. En este caso el tramo 1,2,7 de la figura 3.4 es exactamente igual que el resto de tramos, y por tanto tienen la misma pérdida de carga.

Los elementos que componen el tramo de conducto objeto de estudio, se enumeran a continuación:

- Tres tramos rectos de 2 metros de longitud (longitud algo mayorada)
- Dos pantalones que reducen el caudal a la mitad
- Dos codos de 45°
- Difusor rotacional

Los resultados obtenidos para los tramos de conductos rectos son los siguientes:

TRAMO	CAUDAL (m3/h)	VELOCIDAD (m/s)	SECCION (m2)	ALTO (A) (m)	ANCHO (B) (m)	De (m)	LONGITUD (m)	AP.unit (Pa/m)	AP.tramo (Pa)
1	1920	4,44	0,12	0,200	0,600	0,365	2,0	1,05	2,09
2	960	3,81	0,07	0,200	0,350	0,286	2,0	0,97	1,93
7	480	3,33	0,04	0,200	0,200	0,219	2,0	1,02	2,04

Tabla 3.10 Tabla con resultados obtenidos de manera manual

Se han utilizado las ecuaciones anteriormente mencionadas, Ecuaciones 6 y 7; y la tabla 1.2 para el valor de α según el tipo de material, fibra de vidrio, 1,125.

Para el cálculo de la velocidad se ha utilizado la ecuación del gasto másico, que es la siguiente:

$$Q = v \cdot S$$

Ecuación 23 Ecuación del gasto másico

S es la sección del conducto en m

Q es el caudal de aire que circula por el conducto en m³/h

v es la velocidad del aire en m/s

Otro método directo para el cálculo de la pérdida de carga por tramo recto es con las tablas suministradas por el fabricante de los conductos. En el caso del presente proyecto se trata de un conducto marca ISOVER CLIMAVER PLUS R.

Gráfico de rozamiento para CLIMAVER PLUS R y CLIMAVER NETO

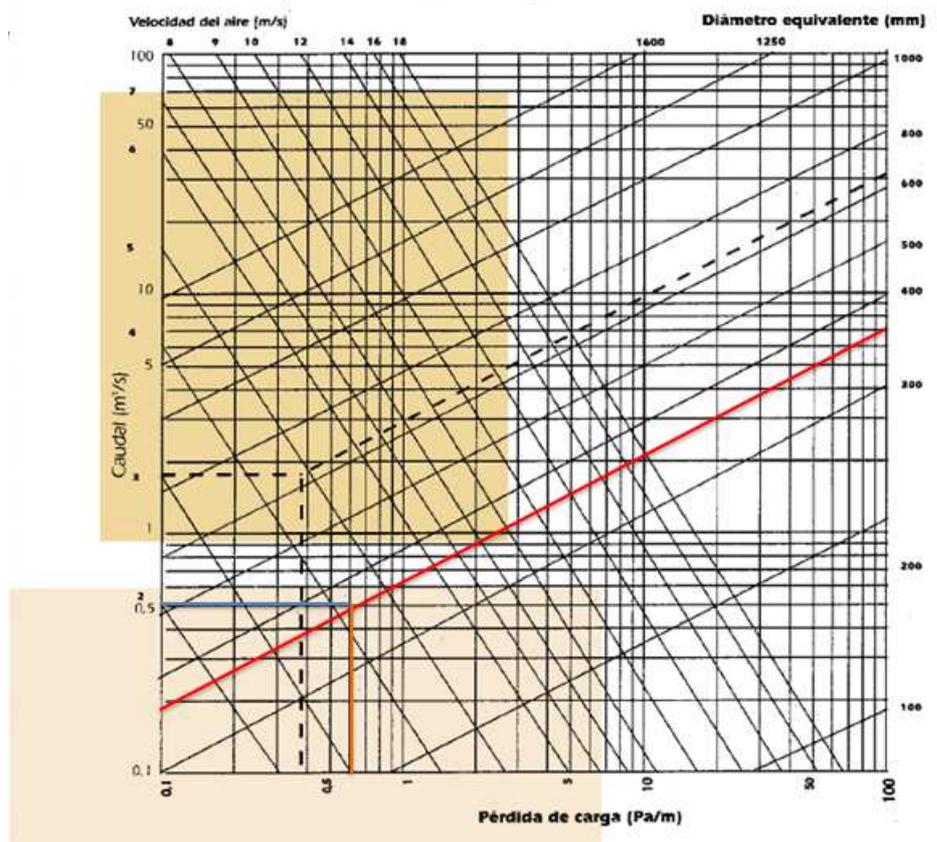


Figura 3.5 Gráfico para cálculo de pérdida de carga conducto recto ISOVER

Los valores para entrar en la tabla son el diámetro equivalente (365 mm) y el caudal (1.920 m³/s), obteniendo una pérdida de carga por tramo recto de aproximadamente 0,6 Pa/m en el tramo 1.

Estos valores cuadran si se tiene en cuenta que este modelo de conducto de lana de vidrio de ISOVER



CLIMAVER PLUS R, reduce un 40% las pérdidas de carga, al estar diseñado su superficie de revestimiento interior para asimilarla a la de un conducto de chapa galvanizada. Este sistema permite incluso reducir un 40% la pérdida de carga por fricción respecto a conductos de lana de vidrio de otros fabricante. Los cálculos anteriormente realizados se han calculado con los valores estándar que marca el DITE (DTIE 5.01 Cálculo de Conductos ATECYR, 2000).

Además, se ha calculado mediante las tablas o ecuaciones correspondientes las pérdidas de carga en los diferentes accidentes y accesorios utilizados. Obteniendo los siguientes valores:

En el caso de los pantalones divergentes, se usa la tabla que aparece en el DTIE (DTIE 5.01 Cálculo de Conductos ATECYR, 2000). Para obtener el valor de C directamente de la tabla se requieren conocer las velocidad anteriores y posteriores al tramo, una vez se conocen, se calcula la relación siguiente, VD1 (velocidad en derivación) / VC (velocidad de entrada a accesorio) = 0,85 (tramo 1). Con este valor se entra en la tabla para pantalón a 45°, obteniendo un valor para C (Coeficiente de pérdida dinámica) de 0,29. Con el valor del coeficiente y la velocidad de entrada al accesorio se puede calcular la pérdida de carga mediante la Ecuación 8, resultando:

$$\Delta P_1 = 9,63 \times 0,29 \times (4,442 / 16) = \underline{3,44 \text{ Pa}}$$

Se realiza el mismo cálculo para el pantalón del tramo 2 (C=0,29), obteniendo:

$$\Delta P_2 = 9,63 \times 0,29 \times (3,812 / 16) = \underline{2,53 \text{ Pa}}$$

De igual manera se calcula la pérdida de carga para codos de 45°C. El valor de C utilizado es de C=0,365, obtenido de la tabla correspondiente a codo biselado rectangular a 45°C en el DTIE (DTIE 5.01 Cálculo de Conductos ATECYR, 2000).

$$\Delta P_3 = 9,63 \times 0,365 \times (3,812 / 16) = \underline{3,18 \text{ Pa}}$$

$$\Delta P_4 = 9,63 \times 0,388 \times (3,332 / 16) = \underline{2,58 \text{ Pa}}$$

En el caso del difusor es el fabricante quien te ofrece unas tablas de selección según caudal y dimensiones, de donde se obtiene directamente el valor de la pérdida de carga y la velocidad de salida del aire, así como el nivel sonoro. En el caso del difusor seleccionado (Airflow Serie DFR), la pérdida de carga es la siguiente:

$$\Delta P_5 = \underline{7,5 \text{ Pa}}$$

La pérdida total del tramo recto de conducto es:

$$\Delta P_6 (\text{suma tramo 1, 2 y 7}) = \underline{6,06 \text{ Pa}}$$

Sumando todos los tramos, accesorios y elementos de difusión se obtiene la pérdida total del conducto de impulsión de la unidad seleccionada:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 = \underline{25,29 \text{ Pa}}$$

Los cálculos obtenidos mediante el software son:

CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	2,00	200	600	1920	5,49	1,353
2	2,00	200	350	960	4,44	1,210
3	2,00	200	350	960	4,44	1,210
4	2,00	200	200	480	3,55	1,064
5	2,00	200	200	480	3,55	1,064
6	2,00	200	200	480	3,55	1,064
7	2,00	200	200	480	3,55	1,064

Tabla 3.11 Tabla resultados cálculo conductos zona comedor mediante software

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 7	12,11	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 6	12,11	0,00
1/ 3/ 5	12,11	0,00
1/ 3/ 4	12,11	0,00

Tabla 3.12 Tabla resultado pérdida de carga máxima por tramo

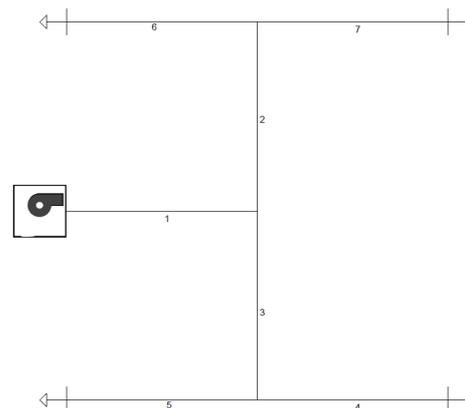


Figura 3.6 Red de conductos local comedor

3.2.6. CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos en el cálculo mediante el software “paquete Mitsusoft” de Mitsubishi Electric y los obtenidos mediante el cálculo por las ecuaciones correspondientes se obtiene un diferencial, esto es debido a que el software no incluye la pérdida de carga que generan los elementos de difusión, ya que el software sólo calcula la pérdida de carga en tramos rectos. Además, en los tramos rectos se observa un diferencial de un 15% de media (mayor en los resultados del software) que corresponde al margen de seguridad que aplica el propio programa, debido a que se trata de un programa de libre distribución usado por los proyectistas y de este modo obtener resultados en el lado de la seguridad.

En cualquier caso la máxima pérdida de carga que se obtiene en los cálculos proporcionados por el software o calculados manualmente están por debajo de los 30 Pa. Todas las unidades seleccionadas



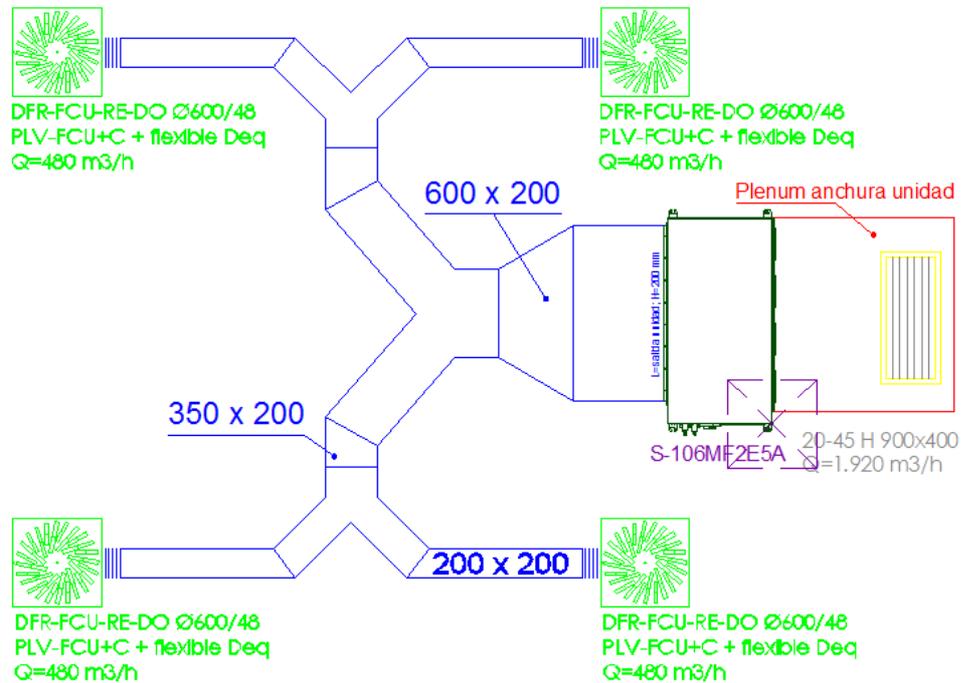
para este proyecto (que no son habitaciones) tienen una presión disponible de 150 Pa, lo que garantiza un correcto comportamiento del aire en la red de conductos.

En las habitaciones dichas unidades tienen una presión disponible menor, al ser de baja silueta (entre 10 y 40 Pa), pero en estos locales la red de conductos es mínima y la pérdida de carga vendrá provocada por los elementos de difusión, que se han sobredimensionado para que generen la mínima pérdida de carga posible, y con ello el menor nivel sonoro, con el fin de conseguir las mejores condiciones de confort posible al tratarse de un edificio con uso de hotel, donde prima el bienestar de los clientes.

Otro tema diferente es la red de conductos de ventilación. En ella se ha intentado no superar la velocidad en conducto de 5 m/s para mantener igualmente la sensación de confort en el interior del edificio. Los recuperadores de calor seleccionados para este proyecto tienen unas presiones disponibles de más de 300 Pa, lo que asegura presión suficiente en la red de conductos de ventilación para suministrar el aire en unas condiciones ideales.

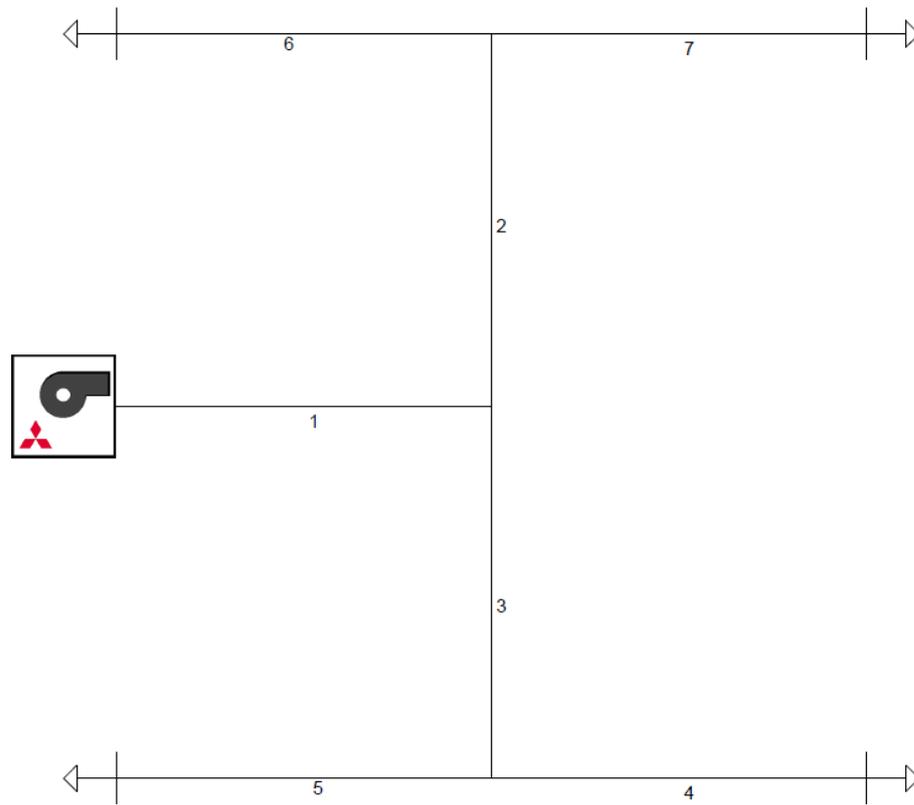
3.2.7. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

Sala de conferencias Madrid (Planta Baja)



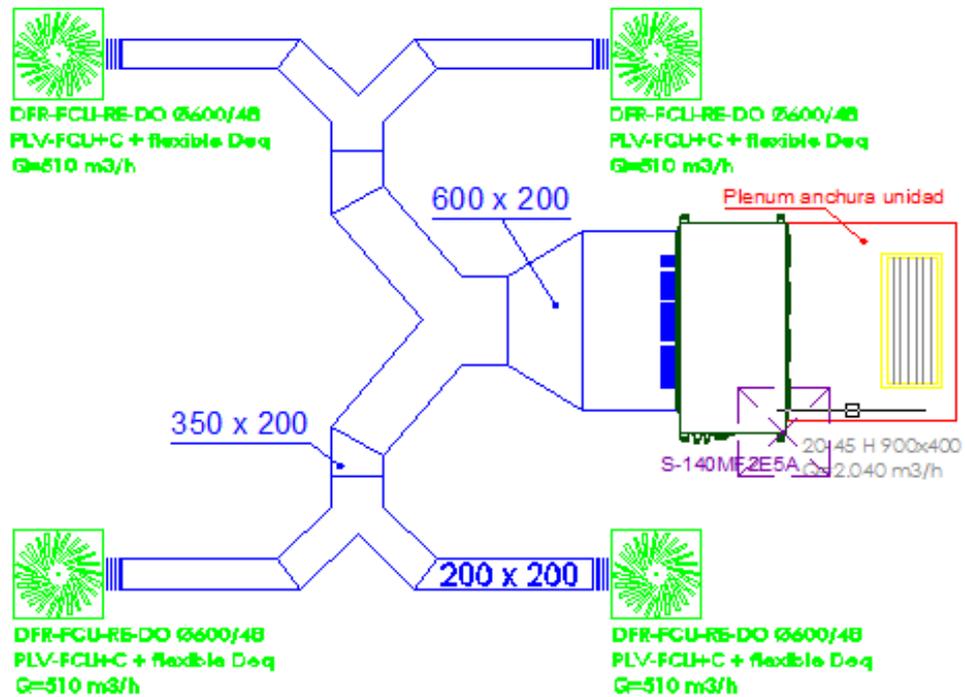
CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	2,00	200	600	1920	5,49	1,353
2	2,00	200	350	960	4,44	1,210
3	2,00	200	350	960	4,44	1,210
4	2,00	200	200	480	3,55	1,064
5	2,00	200	200	480	3,55	1,064
6	2,00	200	200	480	3,55	1,064
7	2,00	200	200	480	3,55	1,064

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 7	12,11	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 6	12,11	0,00
1/ 3/ 5	12,11	0,00
1/ 3/ 4	12,11	0,00



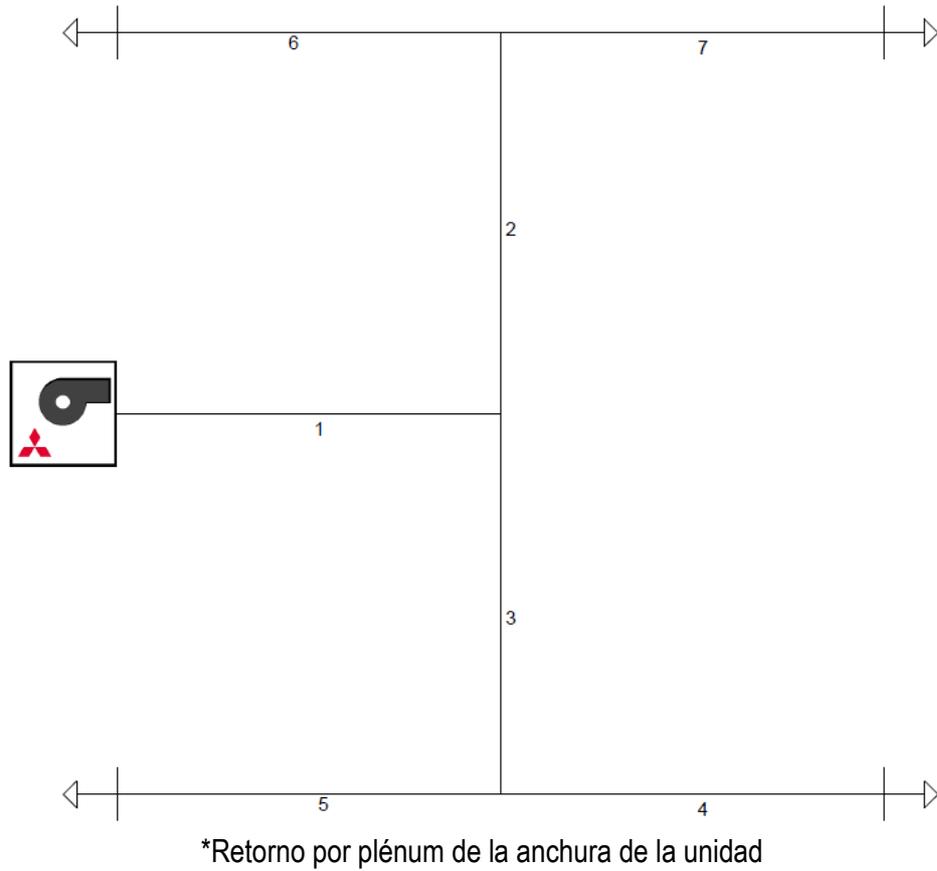
*Retorno por plenum de la anchura de la unidad

Sala de conferencias Avila (Planta Baja)

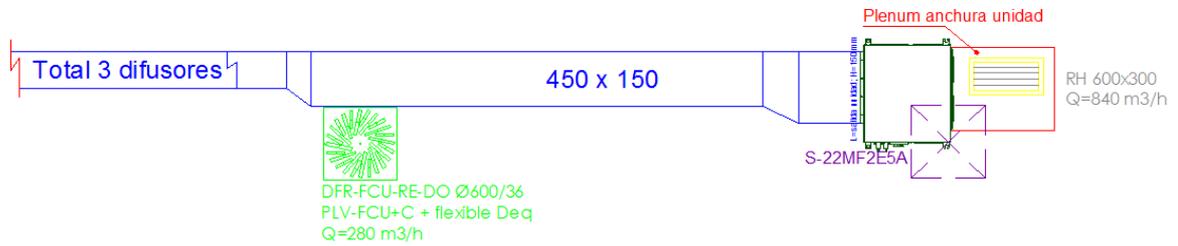


CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	2,00	200	600	2040	5,41	1,249
2	2,00	200	350	1020	4,40	1,138
3	2,00	200	350	1020	4,40	1,138
4	2,00	200	200	510	3,77	1,197
5	2,00	200	200	510	3,77	1,197
6	2,00	200	200	510	3,77	1,197
7	2,00	200	200	510	3,77	1,197

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 7	12,22	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 6	12,22	0,00
1/ 3/ 5	12,22	0,00
1/ 3/ 4	12,22	0,00

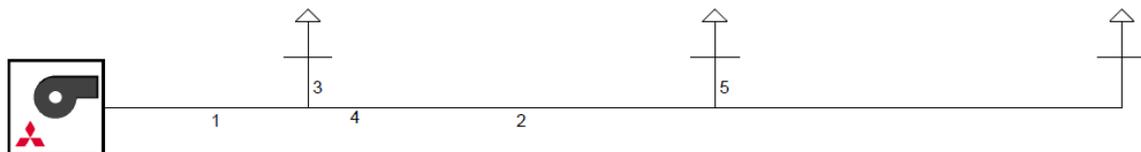


Pasillo N (Planta Baja)



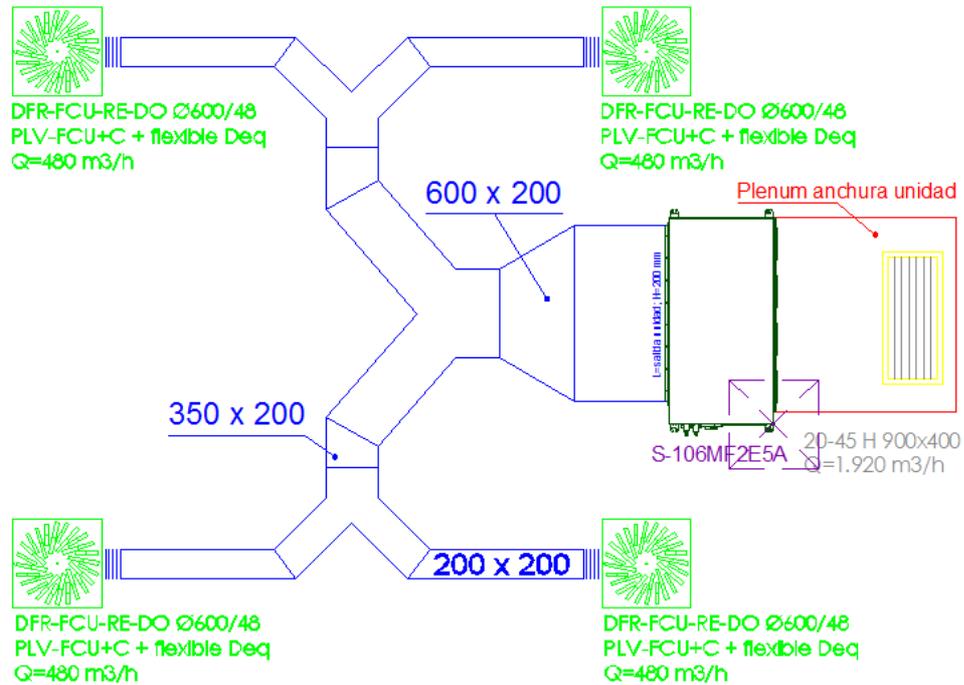
CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	4,00	150	450	840	4,65	1,490
2	8,00	150	300	560	4,11	1,406
3	1,00	150	200	280	3,16	1,118
4	9,00	150	200	280	3,16	1,118
5	1,00	150	200	280	3,16	1,118

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 5	19,96	7,52
1/ 2/ 4	27,47	MÁXIMA(referencia)
1/ 3	8,23	19,24



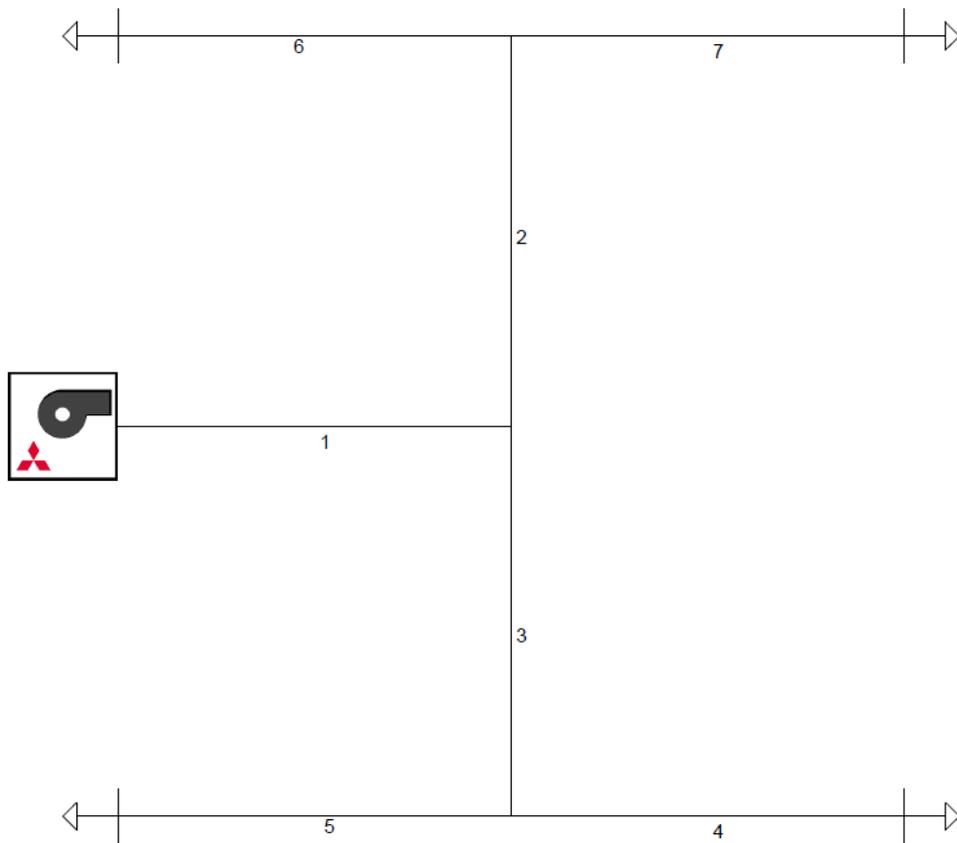
*Retorno por plénum de la anchura de la unidad

Comedor (x2) (Planta Baja)



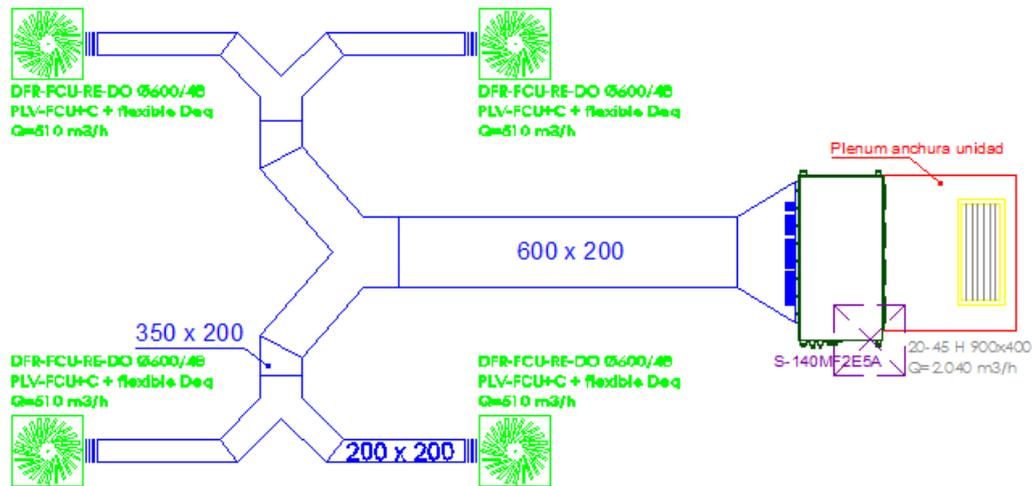
CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	2,00	200	600	1920	5,49	1,353
2	2,00	200	350	960	4,44	1,210
3	2,00	200	350	960	4,44	1,210
4	2,00	200	200	480	3,55	1,064
5	2,00	200	200	480	3,55	1,064
6	2,00	200	200	480	3,55	1,064
7	2,00	200	200	480	3,55	1,064

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 7	12,11	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 6	12,11	0,00
1/ 3/ 5	12,11	0,00
1/ 3/ 4	12,11	0,00



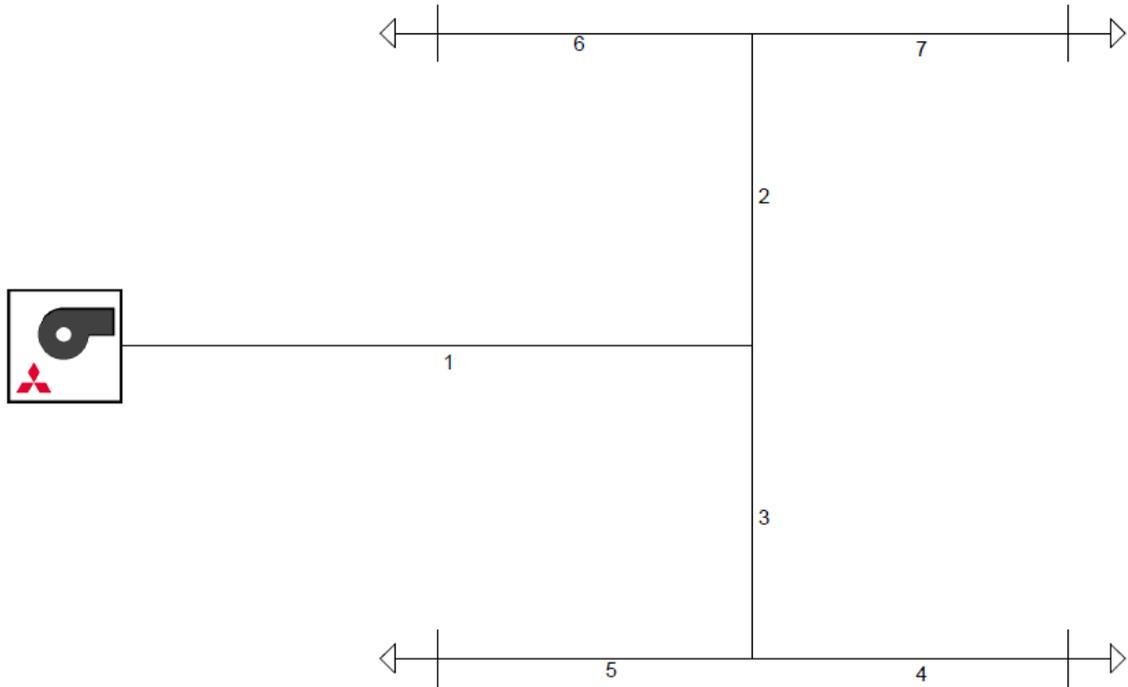
*Retorno por plénium de la anchura de la unidad

Recepción (Planta Baja)



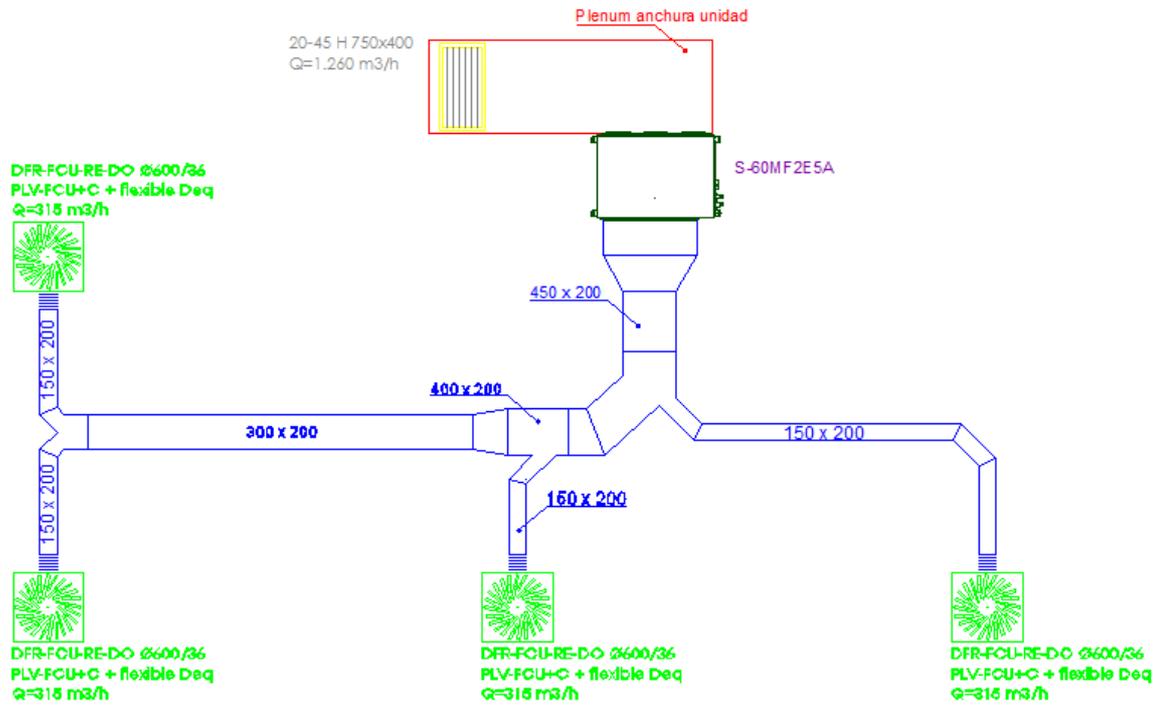
CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	4,00	200	600	2040	5,41	1,249
2	2,00	200	350	1020	4,40	1,138
3	2,00	200	350	1020	4,40	1,138
4	2,00	200	200	510	3,77	1,197
5	2,00	200	200	510	3,77	1,197
6	2,00	200	200	510	3,77	1,197
7	2,00	200	200	510	3,77	1,197

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 7	14,72	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 6	14,72	0,00
1/ 3/ 5	14,72	0,00
1/ 3/ 4	14,72	0,00



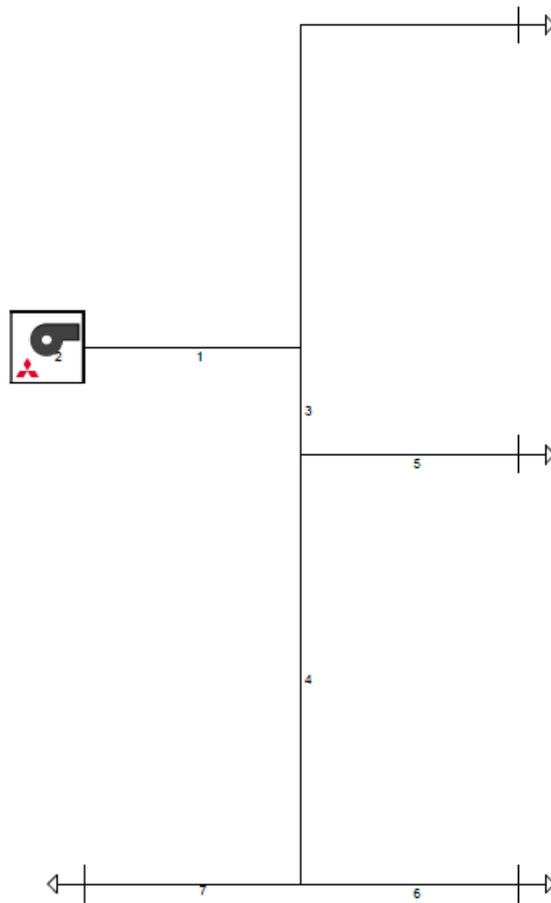
*Retorno por plénum de la anchura de la unidad

Hall Principal (Planta Baja)



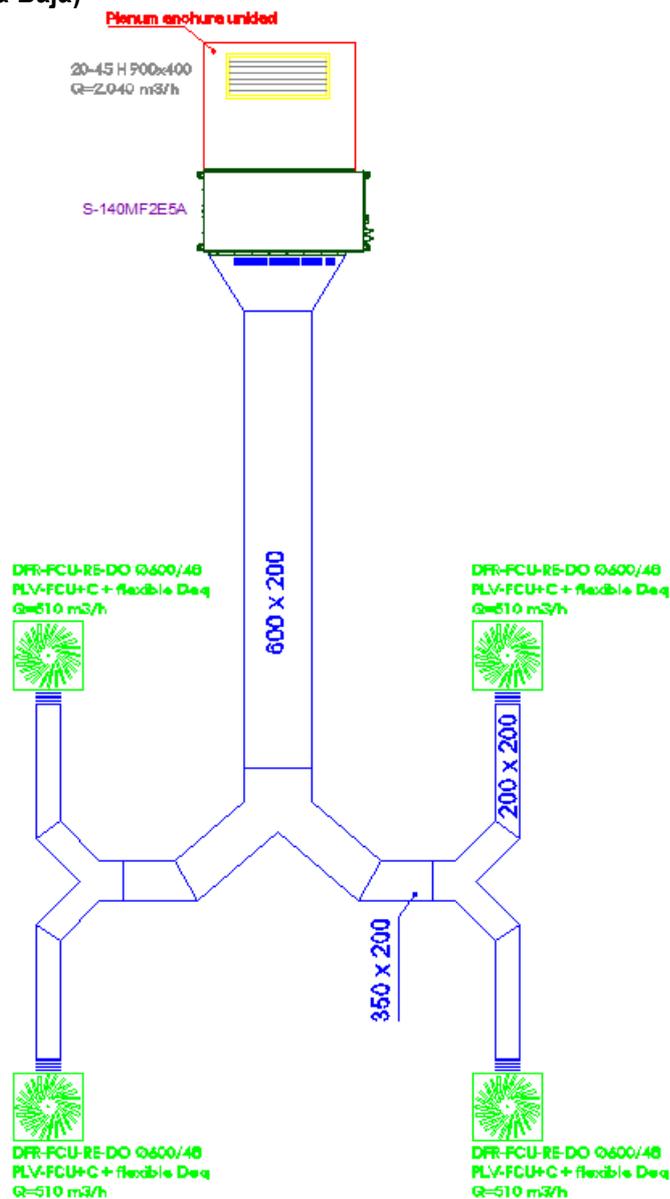
CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	2,00	200	450	1260	4,31	0,945
2	5,00	200	150	315	3,12	1,003
3	1,00	200	400	945	3,82	0,831
4	4,00	200	300	630	3,41	0,804
5	2,00	200	150	315	3,12	1,003
6	2,00	200	150	315	3,12	1,003
7	2,00	200	150	315	3,12	1,003

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 3/ 4/ 7	11,66	MÁXIMA(referencia)
1/ 3/ 4/ 6	11,66	0,00
1/ 3/ 5	8,10	3,55
1/ 2	8,38	3,28



*Retorno por plénum de la anchura de la unidad

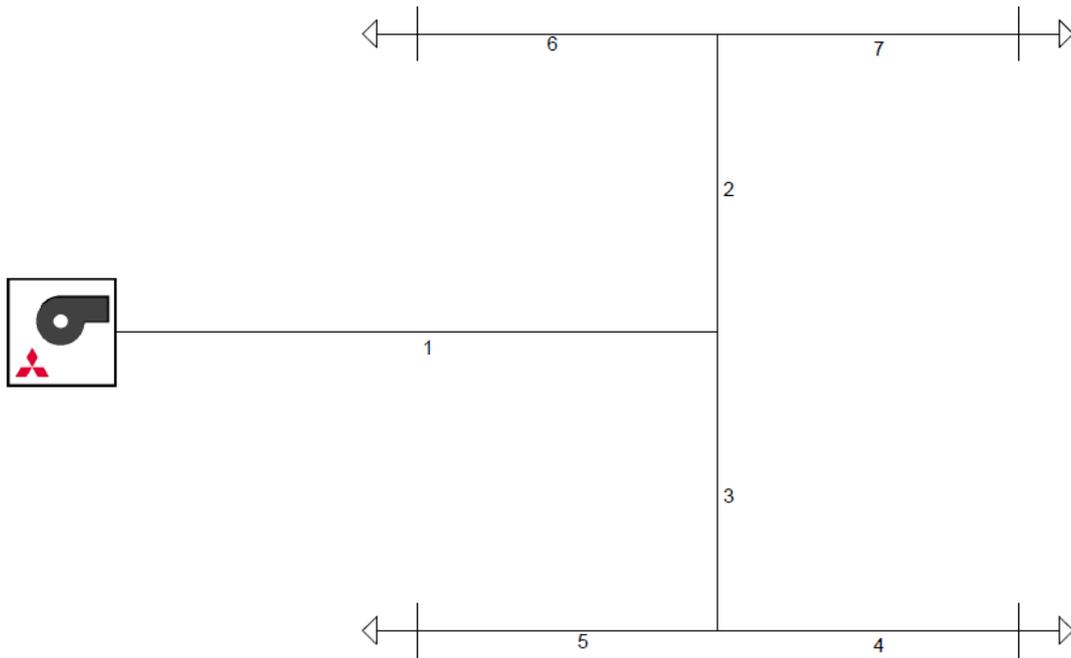
Bar / Cafetería (Planta Baja)



CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	4,00	200	600	2040	5,41	1,249
2	2,00	200	350	1020	4,40	1,138
3	2,00	200	350	1020	4,40	1,138
4	2,00	200	200	510	3,77	1,197
5	2,00	200	200	510	3,77	1,197
6	2,00	200	200	510	3,77	1,197
7	2,00	200	200	510	3,77	1,197



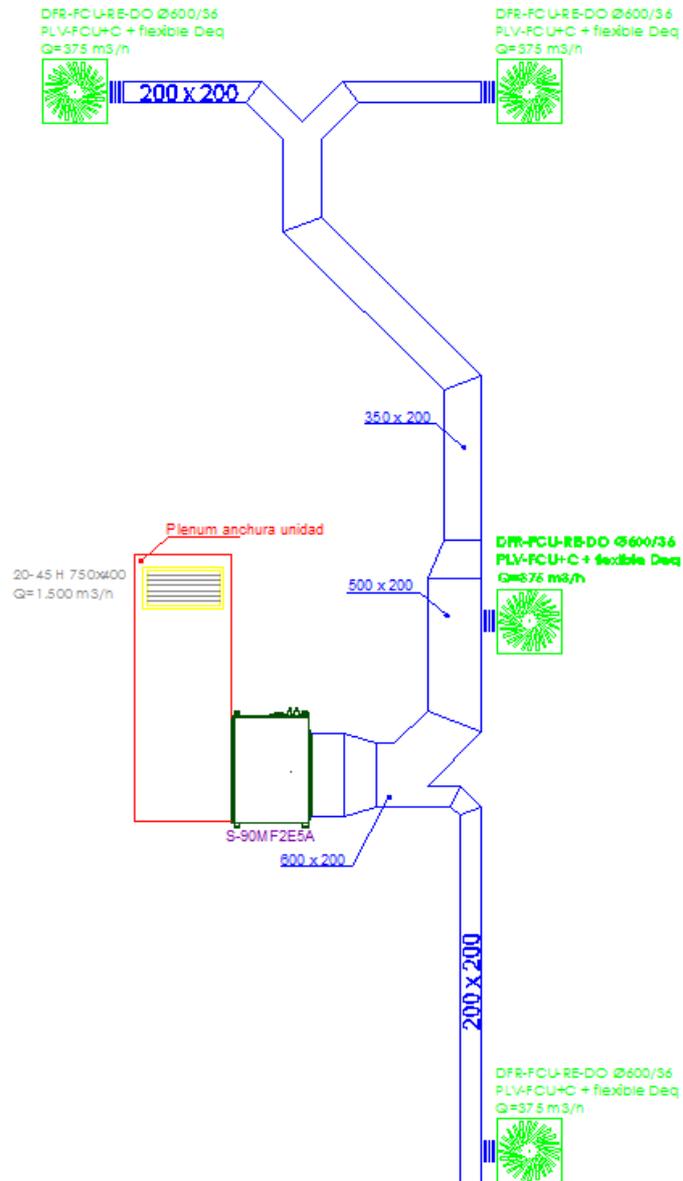
TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 7	14,72	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 6	14,72	0,00
1/ 3/ 5	14,72	0,00
1/ 3/ 4	14,72	0,00



*Retorno por plenum de la anchura de la unidad



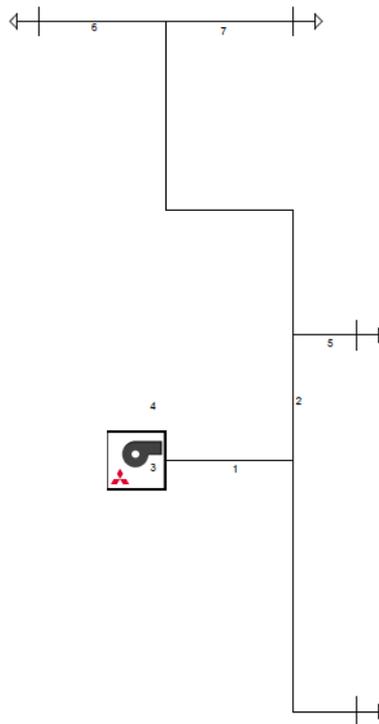
Pasillo E (Planta Baja)





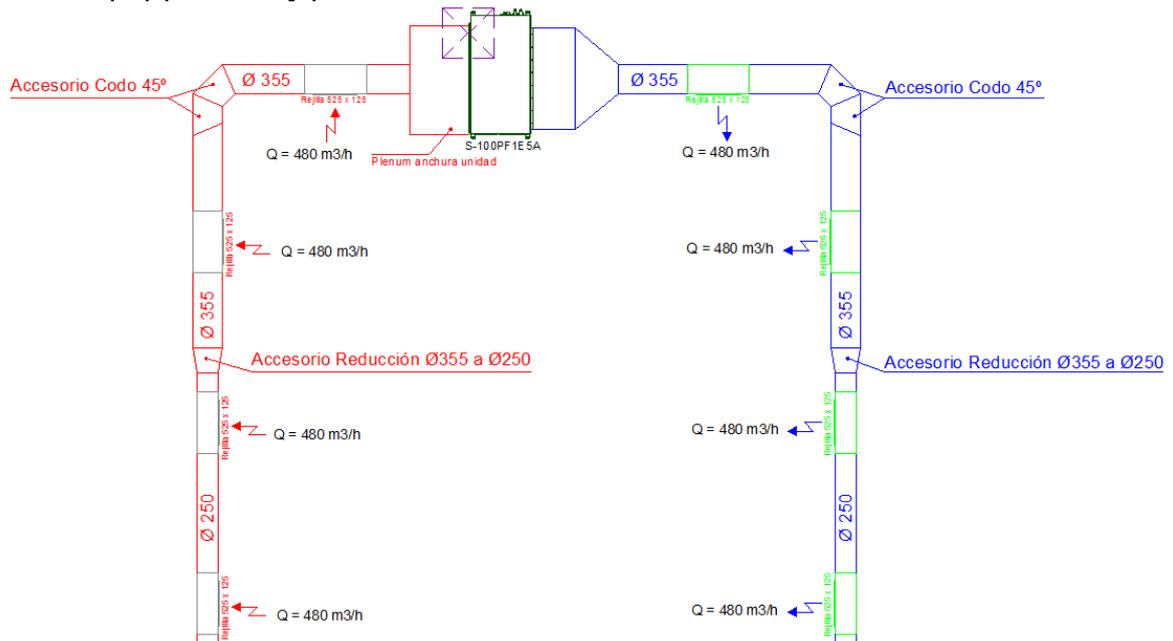
CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	2,00	200	600	1500	3,98	0,685
2	2,00	200	500	1125	3,67	0,668
3	5,00	200	200	375	2,77	0,660
4	7,00	200	350	750	3,23	0,626
5	1,00	200	200	375	2,77	0,660
6	2,00	200	200	375	2,77	0,660
7	2,00	200	200	375	2,77	0,660

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1/ 2/ 4/ 7	11,64	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 4/ 6	11,64	0,00
1/ 2/ 5	6,12	5,52
1/ 3	5,83	5,81



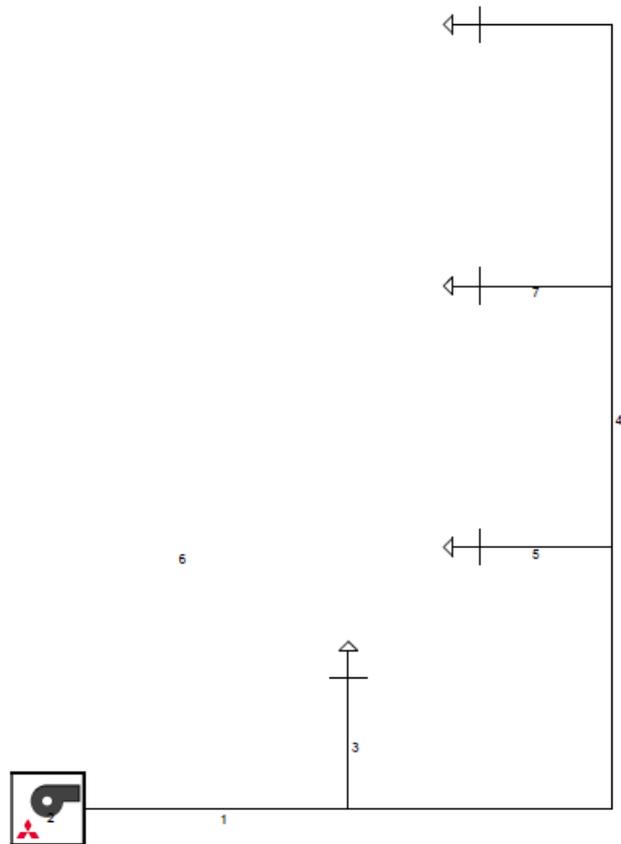
*Retorno por plénium de la anchura de la unidad

Gimnasio (x2) (Planta Baja)



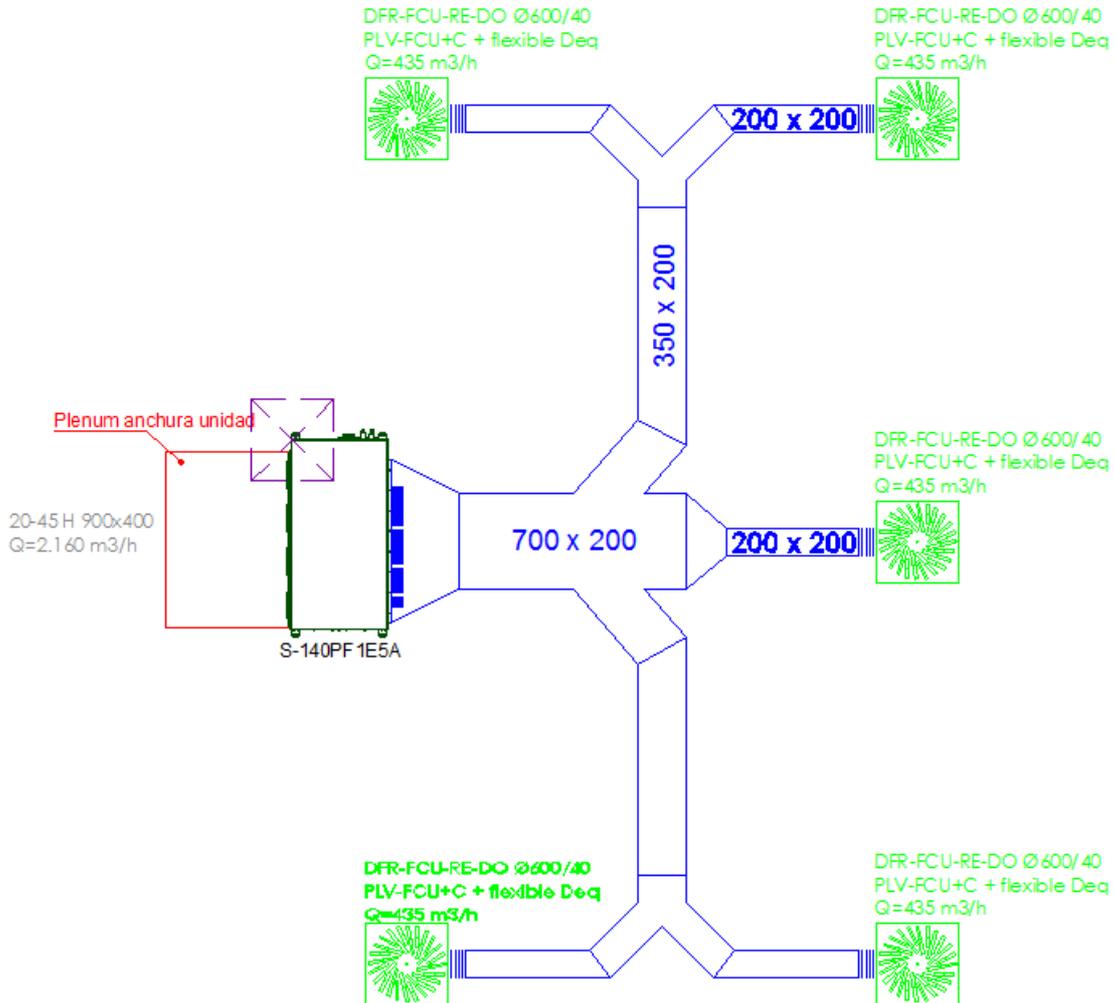
CODIGO	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	2,00	350	1920	5,54	1,385
2	4,00	325	1440	4,82	1,159
3	1,00	225	480	3,35	0,917
4	2,00	275	960	4,49	1,249
5	1,00	225	480	3,35	0,917
6	3,00	225	480	3,35	0,917
7	1,00	225	480	3,35	0,917

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 4/ 7	12,75	0,26
1/ 2/ 4/ 6	13,00	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 5	9,51	3,49
1/ 3	4,93	8,07



*Misma distribución de conductos para impulsión y retorno

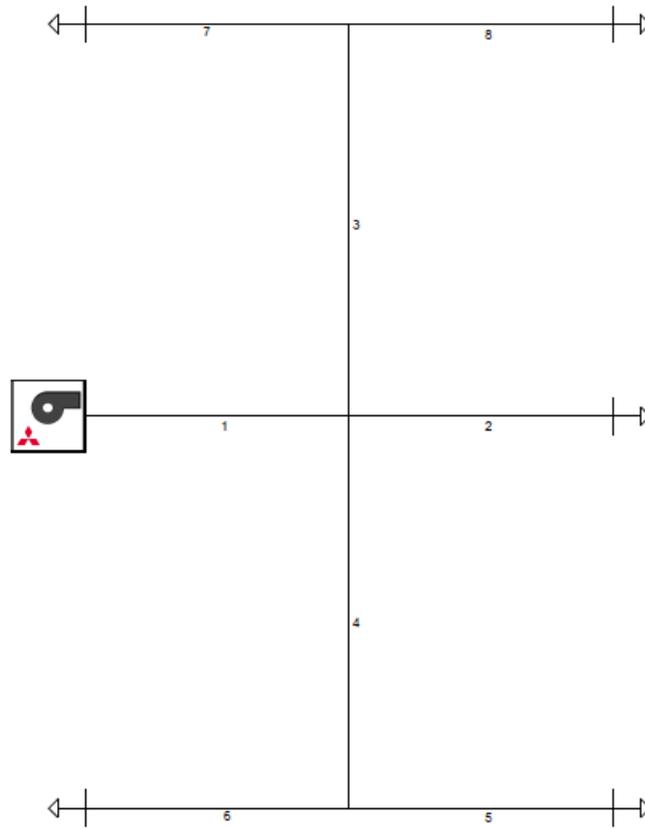
Sala de Conferencias España (x2) (Planta Baja)



CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	2,00	200	700	2160	5,01	0,987
2	2,00	200	200	432	3,20	0,867
3	3,00	200	350	864	3,99	0,985
4	3,00	200	350	864	3,99	0,985
5	2,00	200	200	432	3,20	0,867
6	2,00	200	200	432	3,20	0,867
7	2,00	200	200	432	3,20	0,867
8	2,00	200	200	432	3,20	0,867

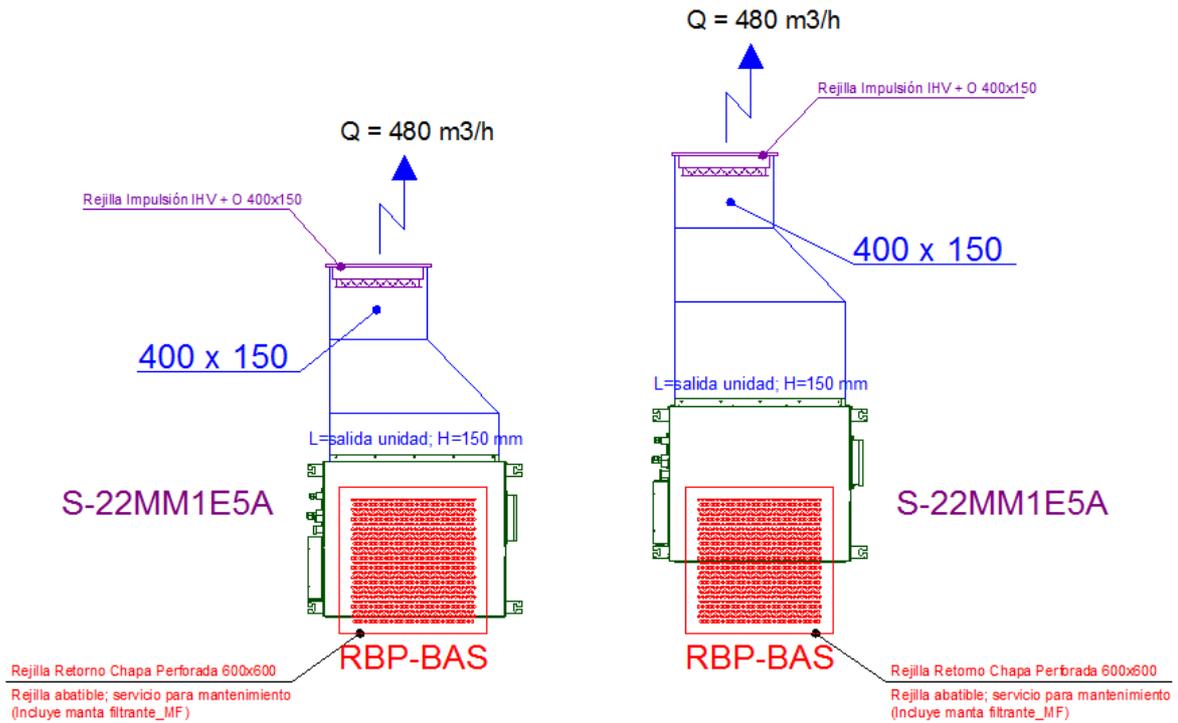


TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 3/ 8	10,20	MÁXIMA(referencia)
1/ 3/ 7	10,20	0,00
1/ 4/ 6	10,20	0,00
1/ 4/ 5	10,20	0,00
1/ 2	3,71	6,50



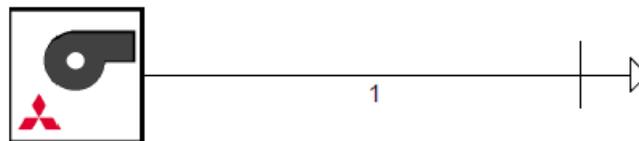
*Retorno por plénium de la anchura de la unidad

Habitaciones 101-106 (Planta Primera)



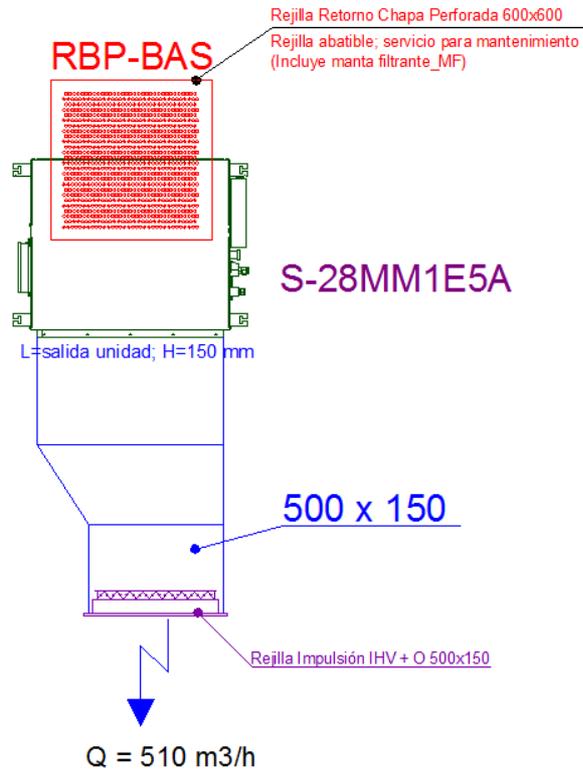
TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1	0,43	MÁXIMA(referencia)

CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	1,00	150	400	480	2,51	0,434



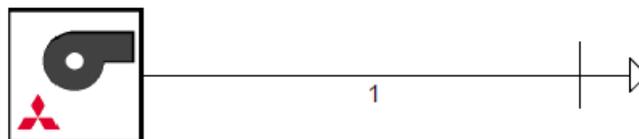
*Retorno por plénum en falso techo

Habitaciones 107-112 (Planta Primera)



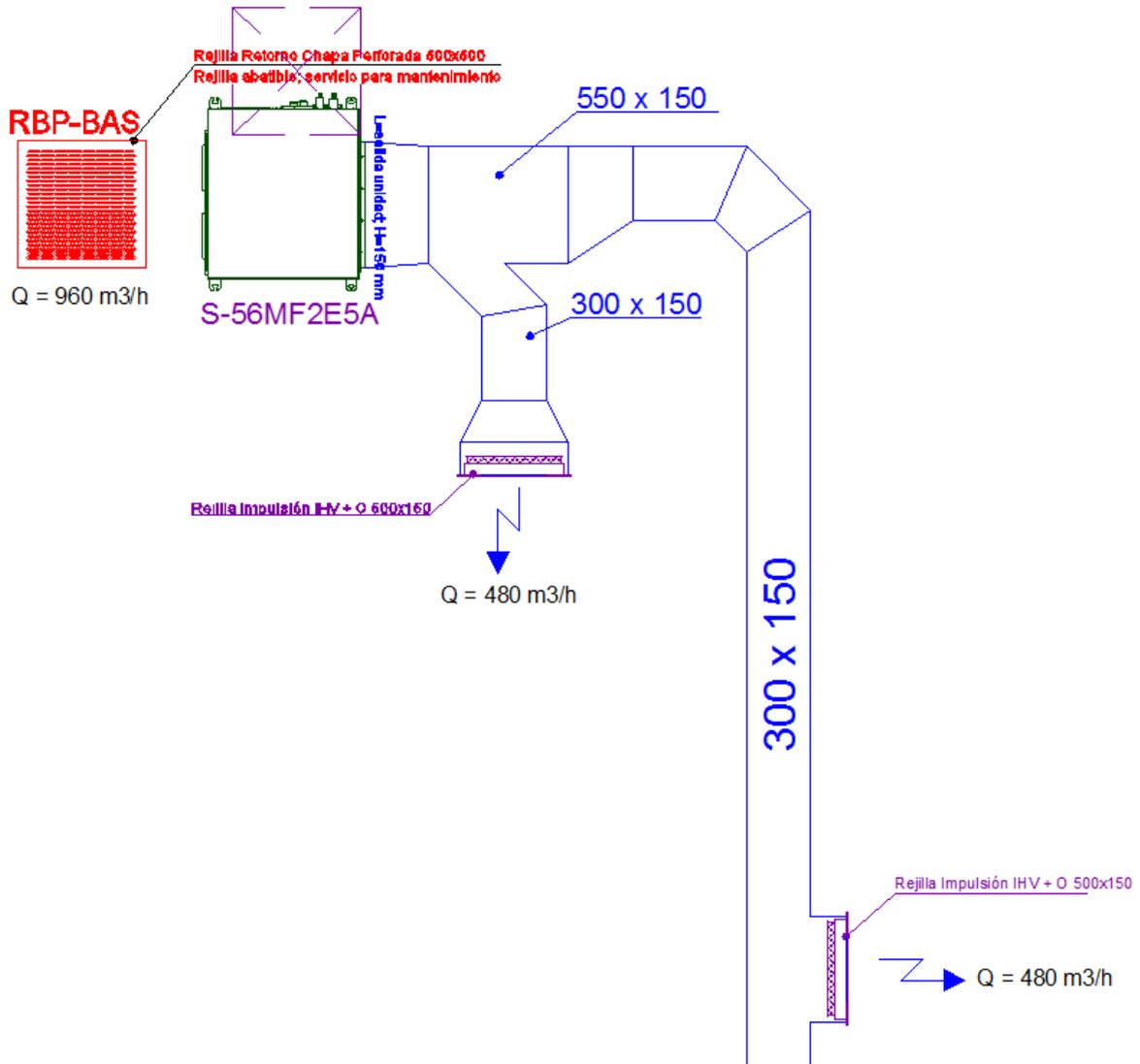
CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m³/h)	(m/s)	(Pa/m)
1	1,00	150	500	510	2,40	0,374

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1	0,37	MÁXIMA(referencia)



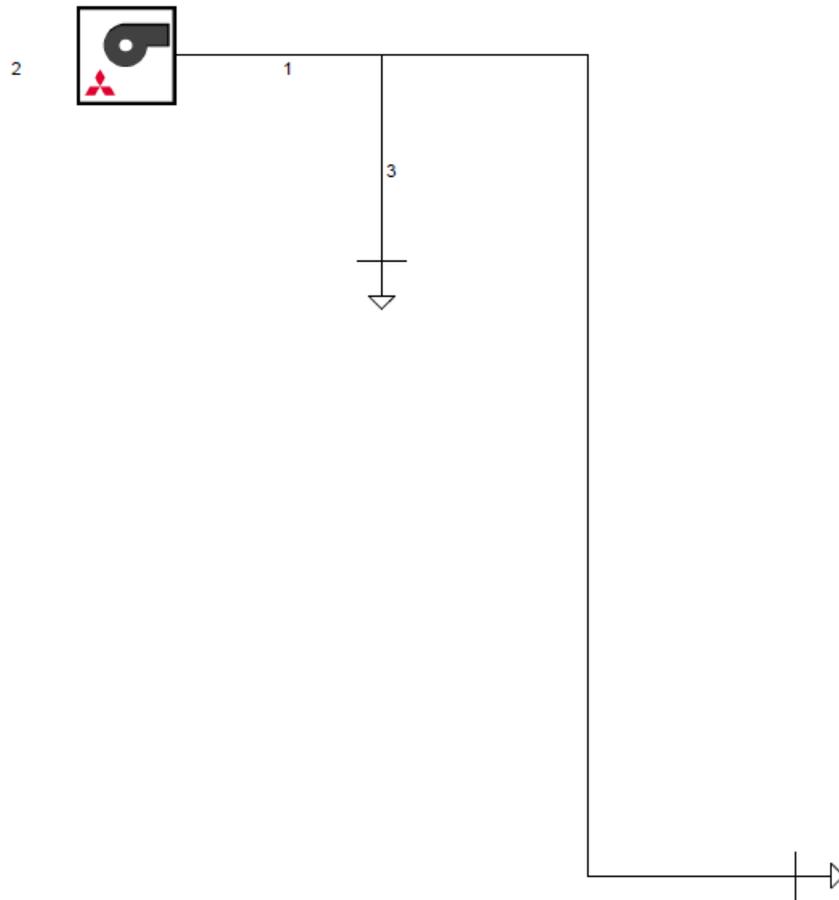
*Retorno por plénum en falso techo

Habitación 113 (Planta Primera)



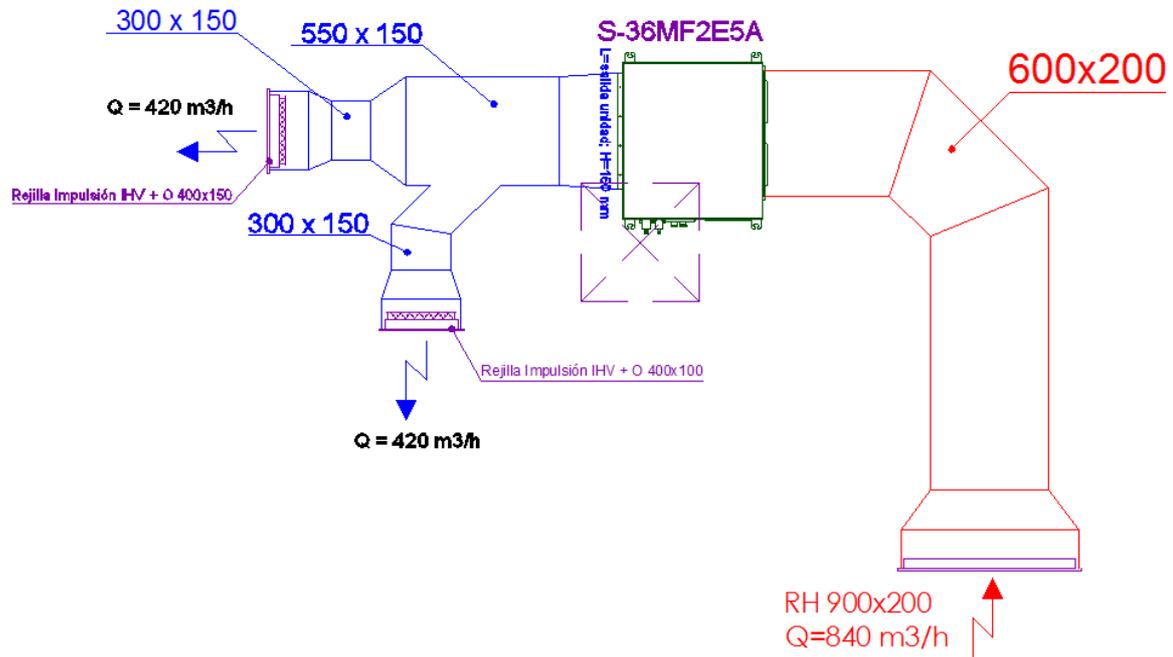
CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	1,00	150	550	960	3,96	0,654
2	6,00	150	300	480	3,25	0,621
3	1,00	150	300	480	3,25	0,621

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/3	2,92	1,55
1/2	4,47	MÁXIMA(referencia)



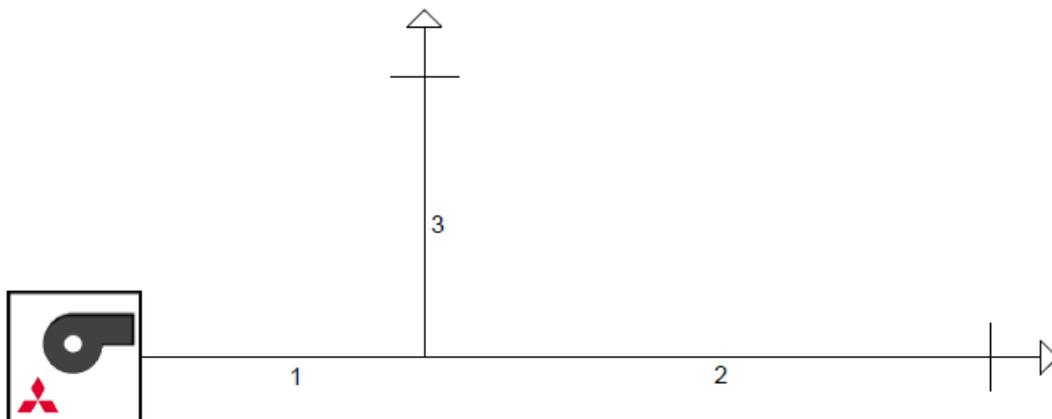
*Retorno por plénum de la anchura de la unidad

Habitaciones 114-116 (Planta Primera)



CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	1,00	150	550	840	3,46	0,512
2	2,00	150	300	420	2,84	0,487
3	1,00	150	300	420	2,84	0,487

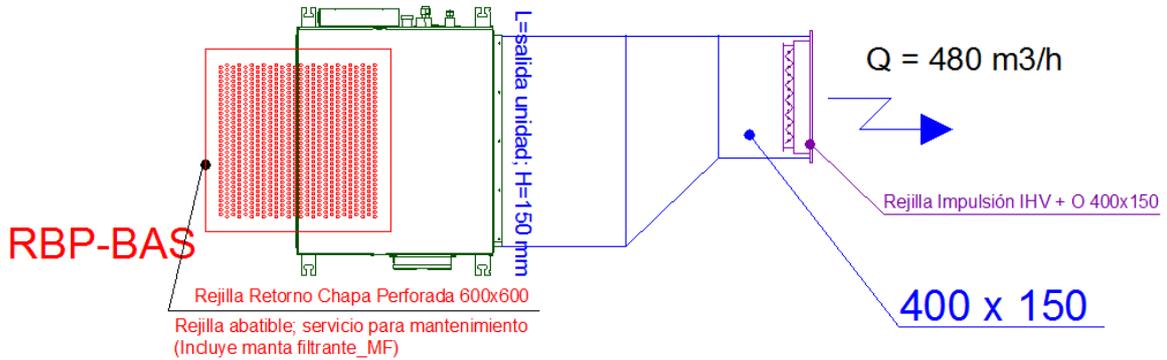
TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/3	2,26	MÁXIMA(referencia)
1/2	1,56	0,70



*Retorno por plenum de la anchura de la unidad

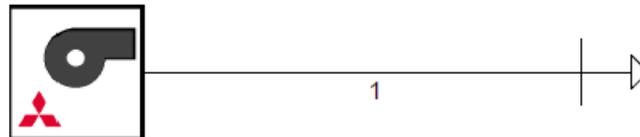
Habitaciones 117-123 (Planta Primera)

S-22MM1E5A



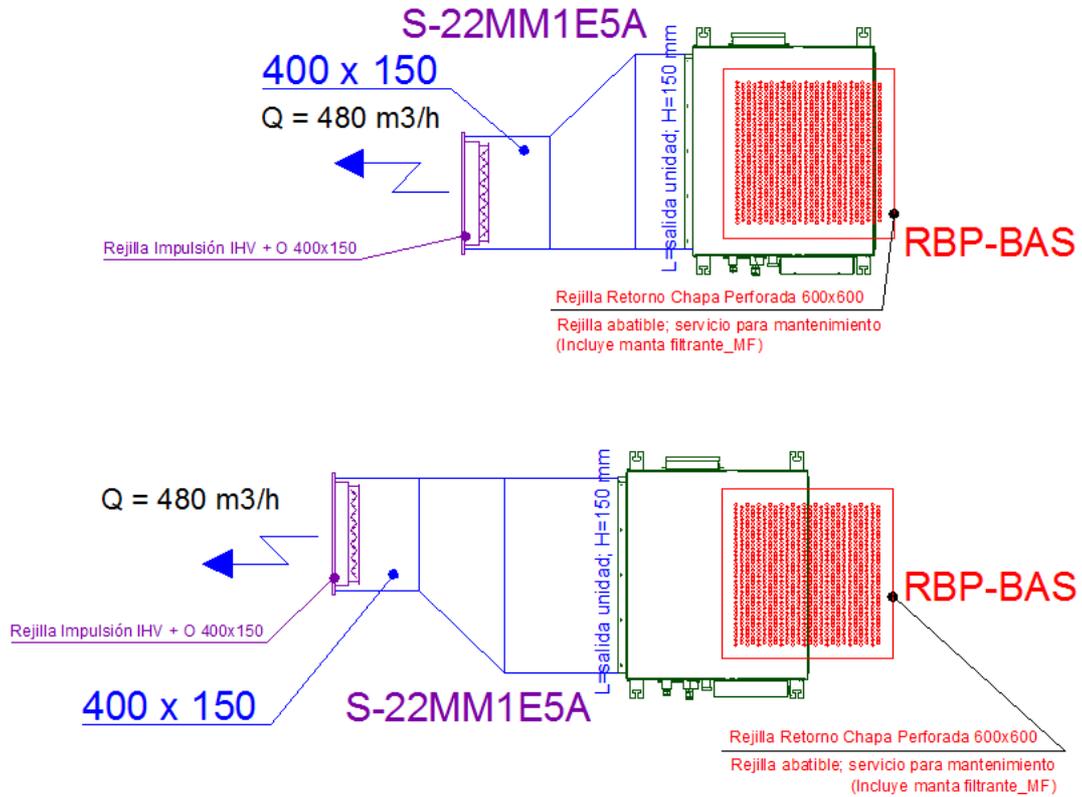
CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	1,00	150	400	480	2,51	0,434

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1	0,43	MÁXIMA(referencia)



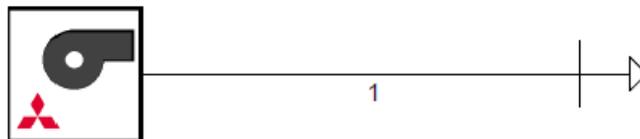
*Retorno por plénium en falso techo

Habitaciones 124-129 (Planta Primera)



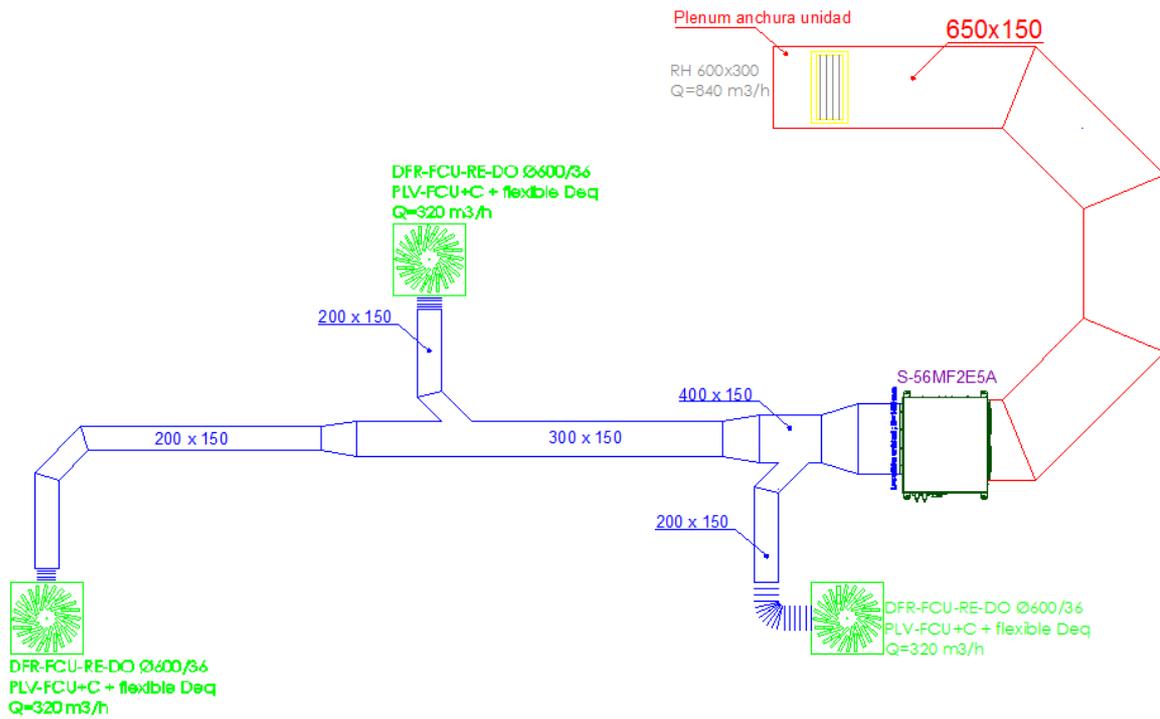
CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m³/h)	(m/s)	(Pa/m)
1	1,00	150	400	480	2,51	0,434

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1	0,43	MÁXIMA(referencia)



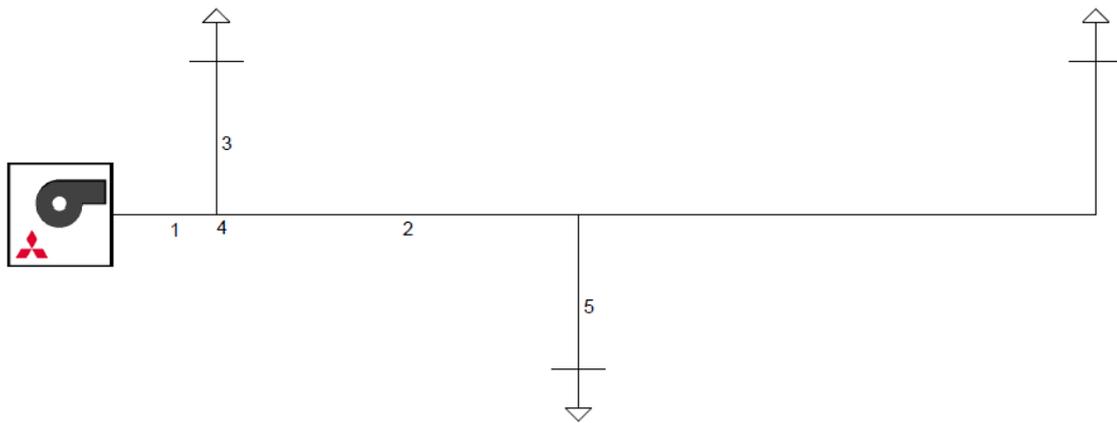
*Retorno por plenum en falso techo

Hall (Planta Primera)



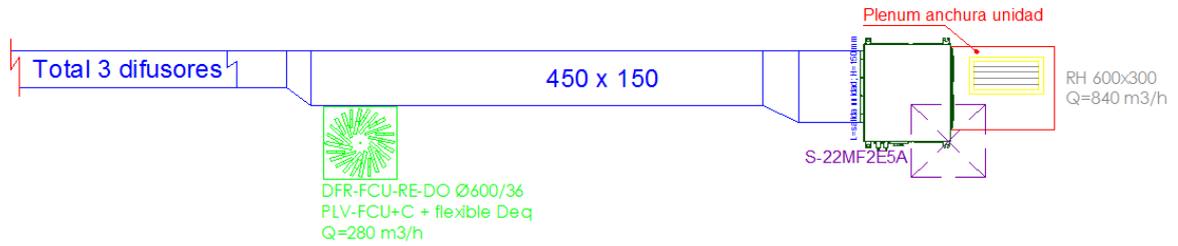
CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	1,00	150	450	960	5,02	1,667
2	3,50	150	300	640	4,34	1,481
3	1,50	150	200	320	3,61	1,448
4	6,50	150	200	320	3,61	1,448
5	1,50	150	200	320	3,61	1,448

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1/ 2/ 5	11,16	5,31
1/ 2/ 4	16,47	MÁXIMA(referencia)
1/ 3	5,08	11,39



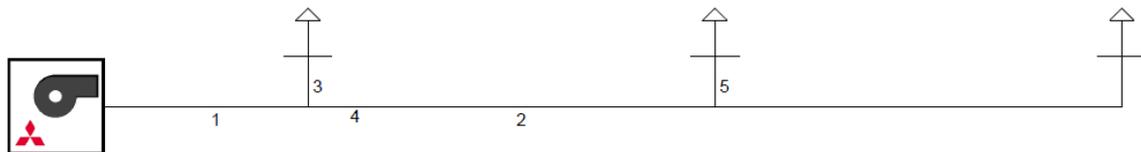
*Retorno por conducto de dimensiones igual a la anchura de la unidad

Pasillo N (Planta Primera)



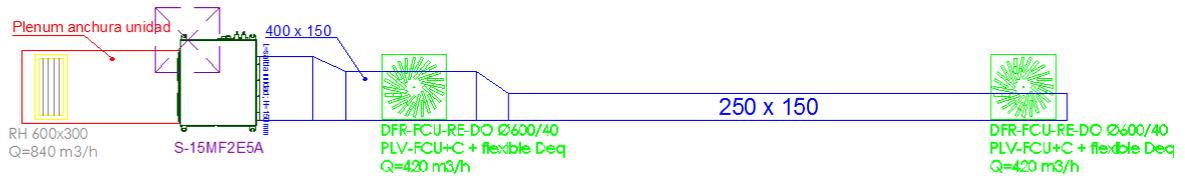
CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	4,00	150	450	840	4,65	1,490
2	8,00	150	300	560	4,11	1,406
3	1,00	150	200	280	3,16	1,118
4	9,00	150	200	280	3,16	1,118
5	1,00	150	200	280	3,16	1,118

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 5	19,96	7,52
1/ 2/ 4	27,47	MÁXIMA(referencia)
1/ 3	8,23	19,24



*Retorno por plénum de la anchura de la unidad

Pasillo S (Planta Primera)



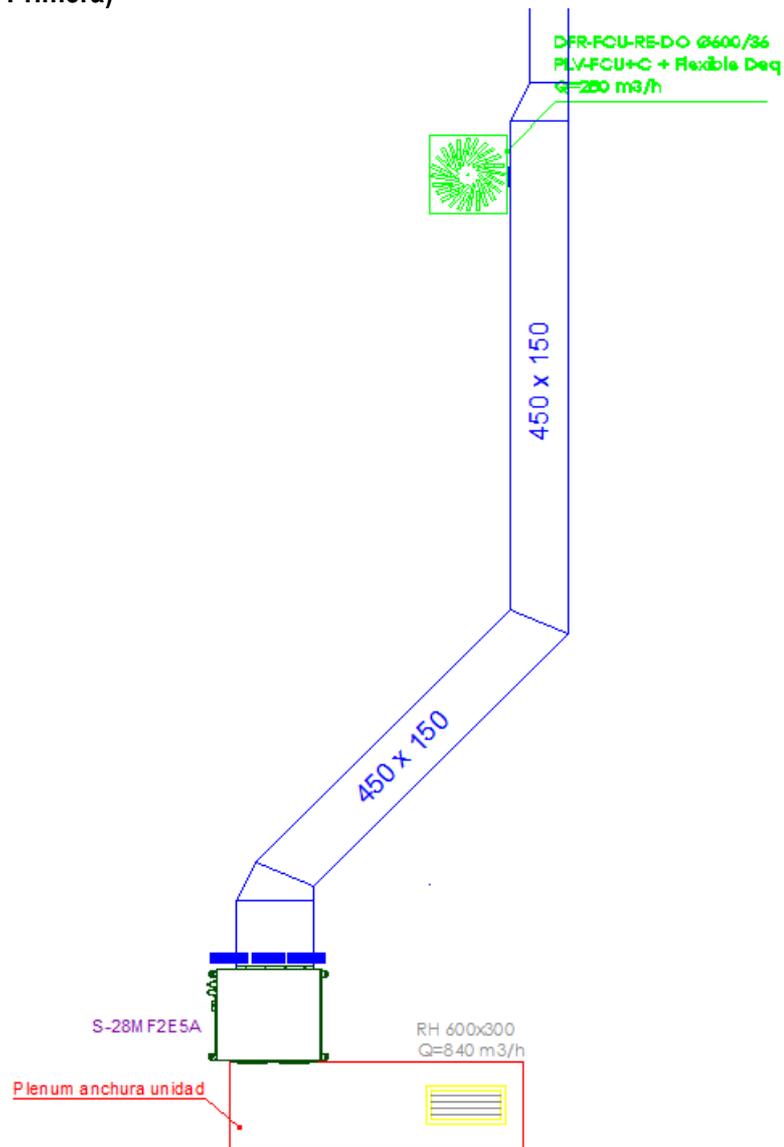
CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	1,50	150	450	840	3,96	0,981
2	7,50	150	250	420	3,37	1,012
3	1,00	150	250	420	3,37	1,012

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1/3	4,25	4,88
1/2	9,13	MÁXIMA(referencia)



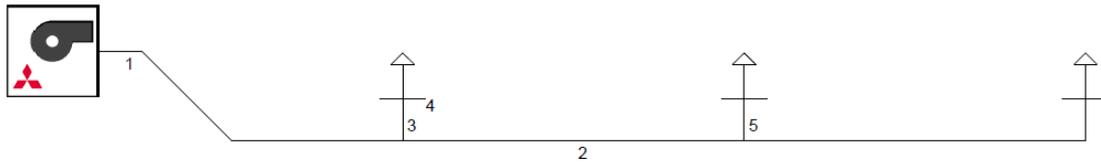
*Retorno por plénum de la anchura de la unidad

Pasillo E (Planta Primera)



CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	8,00	150	400	840	4,65	1,490
2	8,00	150	300	560	4,11	1,406
3	1,00	150	200	280	3,16	1,118
4	9,00	150	200	280	3,16	1,118
5	1,00	150	200	280	3,16	1,118

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 5	25,92	7,52
1/ 2/ 4	33,44	MÁXIMA(referencia)
1/3	14,19	19,24



*Retorno por plénium de la anchura de la unidad

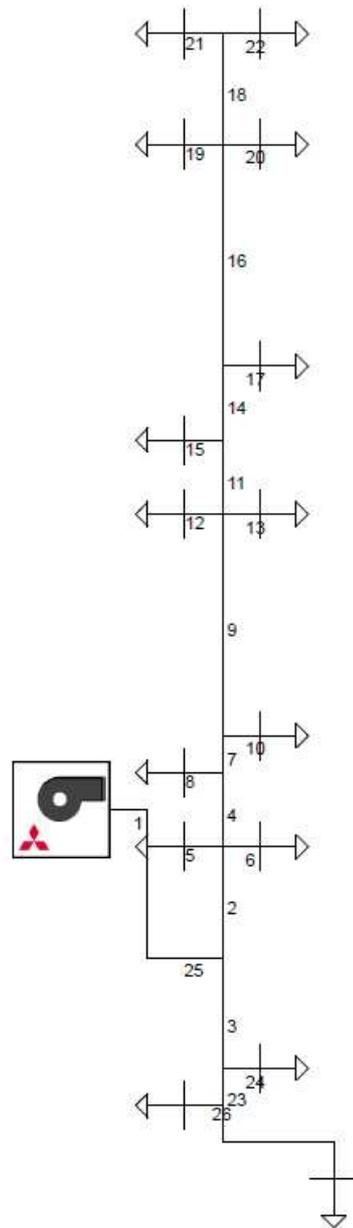


RIS 1000 Ventilación habitaciones (Impulsión)

CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	7,00	150	450	969	4,80	1,477
2	3,00	150	350	696	4,38	1,443
3	3,00	150	150	273	3,59	1,581
4	2,00	150	300	580	4,26	1,505
5	1,00	150	50	58	2,46	1,651
6	1,00	150	50	58	2,46	1,651
7	1,00	150	250	522	4,19	1,544
8	1,00	150	50	58	2,46	1,651
9	6,00	150	250	464	3,72	1,228
10	1,00	150	50	58	2,46	1,651
11	2,00	150	200	348	3,45	1,217
12	1,00	150	50	58	2,46	1,651
13	1,00	150	50	58	2,46	1,651
14	2,00	150	175	290	3,27	1,196
15	1,00	150	50	58	2,46	1,651
16	6,00	150	150	232	3,05	1,153
17	1,00	150	50	58	2,46	1,651
18	3,00	150	100	116	2,31	0,888
19	1,00	150	50	58	2,46	1,651
20	1,00	150	50	58	2,46	1,651
21	1,00	150	50	58	2,46	1,651
22	1,00	150	50	58	2,46	1,651
23	1,00	150	125	215	3,40	1,605
24	1,00	150	50	58	2,46	1,651
25	5,00	150	100	115	2,29	0,874
26	1,00	150	75	100	2,71	1,475



TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 3/ 23/ 26	21,18	30,56
1/ 3/ 23/ 25	23,15	28,59
1/ 3/ 24	18,99	32,74
1/ 2/ 4/ 7/ 9/ 11/ 14/ 16/ 18/ 22	51,73	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 4/ 7/ 9/ 11/ 14/ 16/ 18/ 21	51,73	0,00
1/ 2/ 4/ 7/ 9/ 11/ 14/ 16/ 20	47,33	4,41
1/ 2/ 4/ 7/ 9/ 11/ 14/ 16/ 19	47,69	4,05
1/ 2/ 4/ 7/ 9/ 11/ 14/ 17	40,28	11,45
1/ 2/ 4/ 7/ 9/ 11/ 15	37,49	14,25
1/ 2/ 4/ 7/ 9/ 13	34,07	17,66
1/ 2/ 4/ 7/ 9/ 12	34,56	17,17
1/ 2/ 4/ 7/ 10	26,35	25,39
1/ 2/ 4/ 8	23,67	28,07
1/ 2/ 6	19,21	32,53
1/ 2/ 5	19,73	32,01



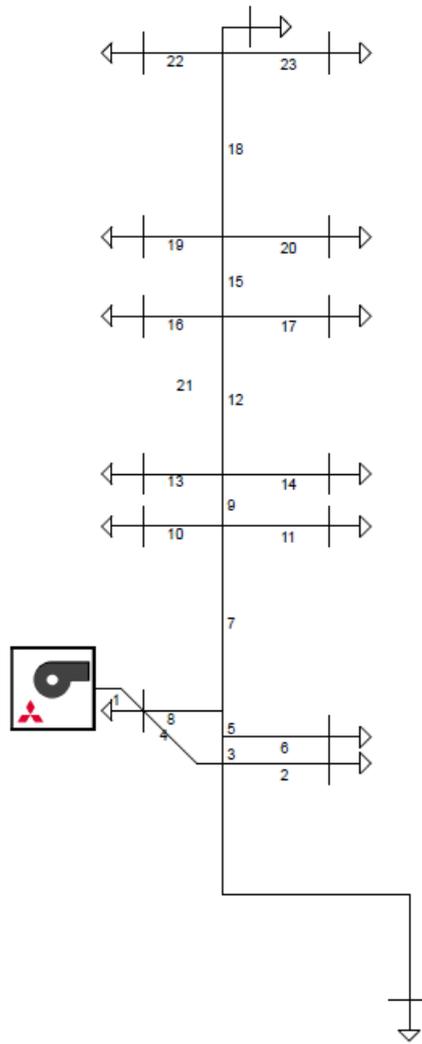


RIS 1000 Ventilación habitaciones (Retorno)

CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m³/h)	(m/s)	(Pa/m)
1	6,00	150	450	969	4,80	1,477
2	4,00	150	50	58	2,46	1,651
3	1,00	150	400	796	4,41	1,342
4	16,00	150	100	115	2,29	0,874
5	1,00	150	350	738	4,35	1,359
6	4,00	150	50	58	2,46	1,651
7	7,00	150	350	680	4,28	1,379
8	3,00	150	50	58	2,46	1,651
9	2,00	150	300	564	4,14	1,425
10	3,00	150	50	58	2,46	1,651
11	4,00	150	50	58	2,46	1,651
12	6,00	150	250	448	3,97	1,484
13	3,00	150	50	58	2,46	1,651
14	4,00	150	50	58	2,46	1,651
15	3,00	150	175	332	3,75	1,555
16	3,00	150	50	58	2,46	1,651
17	4,00	150	50	58	2,46	1,651
18	7,00	150	150	216	2,84	1,005
19	3,00	150	50	58	2,46	1,651
20	4,00	150	50	58	2,46	1,651
21	2,00	150	75	100	2,71	1,475
22	3,00	150	50	58	2,46	1,651
23	4,00	150	50	58	2,46	1,651



TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 12/ 15/ 18/ 23	52,68	MÁXIMA(referencia)
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 12/ 15/ 18/ 22	51,02	1,65
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 12/ 15/ 18/ 21	48,63	4,04
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 12/ 15/ 20	45,55	7,12
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 12/ 15/ 19	43,90	8,77
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 12/ 17	41,08	11,60
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 12/ 16	39,43	13,25
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 14	32,20	20,47
1/ 3/ 5/ 7/ 9/ 13	30,55	22,13
1/ 3/ 5/ 7/ 11	29,35	23,32
1/ 3/ 5/ 7/ 10	27,70	24,97
1/ 3/ 5/ 8	18,02	34,65
1/ 3/ 6	18,29	34,39
1/ 4	23,27	29,40
1/ 2	15,47	37,21





RIS 1500 Ventilación Comedor (Impulsión)

CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	1,00	250	500	1525	3,90	0,644
2	17,00	250	300	763	3,28	0,645
3	2,00	250	300	763	3,28	0,645

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/3	3,61	8,07
1/2	11,68	MÁXIMA(referencia)





RIS 1500 Ventilación Comedor (Retorno)

CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	9,00	250	500	1525	3,90	0,644
2	15,00	250	300	763	3,28	0,645
3	1,00	250	300	763	3,28	0,645

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/3	8,12	7,43
1/2	15,55	MÁXIMA(referencia)

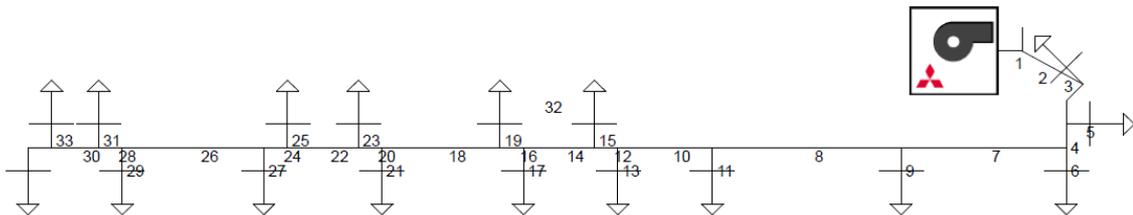




RIS 1500 Habitaciones (Impulsión)

CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	9,00	150	550	1231	4,87	1,318
2	2,00	150	550	1141	4,70	1,261
3	1,00	150	75	90	2,44	1,205
4	1,00	150	500	1041	4,68	1,320
5	1,00	150	75	100	2,71	1,475
6	1,00	150	100	115	2,29	0,874
7	7,00	150	450	926	4,36	1,187
8	8,00	150	400	811	4,24	1,199
9	1,00	150	100	115	2,29	0,874
10	4,00	150	350	696	4,10	1,213
11	1,00	150	100	115	2,29	0,874
12	1,00	150	350	638	4,02	1,218
13	1,00	150	50	58	2,46	1,651
14	3,00	150	300	580	3,93	1,222
15	1,00	150	50	58	2,46	1,651
16	1,00	150	300	522	3,83	1,226
17	1,00	150	50	58	2,46	1,651
18	5,00	150	250	464	3,72	1,228
19	1,00	150	50	58	2,46	1,651
20	1,00	150	250	406	3,60	1,226
21	1,00	150	50	58	2,46	1,651
22	3,00	150	200	348	3,45	1,217
23	1,00	150	50	58	2,46	1,651
24	1,00	150	175	290	3,27	1,196
25	1,00	150	50	58	2,46	1,651
26	6,00	150	150	232	3,05	1,153
27	1,00	150	50	58	2,46	1,651
28	1,00	150	125	174	2,75	1,066
29	1,00	150	50	58	2,46	1,651
30	2,00	150	100	116	2,31	0,888
31	1,00	150	50	58	2,46	1,651
32	2,00	150	50	58	2,46	1,651
33	1,00	150	50	58	2,46	1,651

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 26/ 28/ 30/ 33	70,34	1,07
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 26/ 28/ 30/ 32	71,42	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 26/ 28/ 31	68,47	2,95
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 26/ 29	67,21	4,21
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 27	60,21	11,20
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 25	59,14	12,27
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 23	55,49	15,93
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 21	54,26	17,16
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 19	48,11	23,31
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 14/ 17	46,87	24,54
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 12/ 15	43,18	28,23
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 10/ 13	41,94	29,47
1/ 2/ 4/ 7/ 8/ 11	36,03	35,39
1/ 2/ 4/ 7/ 9	26,57	44,84
1/ 2/ 4/ 6	16,94	54,47
1/ 2/ 5	16,53	54,89
1/ 3	13,58	57,84

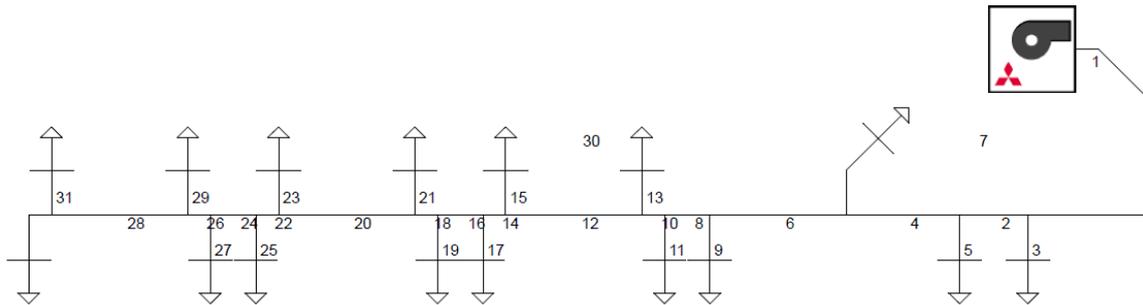




RIS 1500 Habitaciones (Retorno)

CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	12,00	150	550	1221	5,03	1,439
2	3,00	150	500	1106	4,75	1,323
3	2,00	150	100	115	2,29	0,874
4	5,00	150	450	991	4,67	1,355
5	2,00	150	100	115	2,29	0,874
6	6,00	150	400	811	4,49	1,392
7	4,00	150	125	180	2,85	1,138
8	2,00	150	350	696	4,38	1,443
9	2,00	150	100	115	2,29	0,874
10	1,00	150	300	638	4,32	1,472
11	2,00	150	50	58	2,46	1,651
12	6,00	150	300	580	3,93	1,222
13	2,00	150	50	58	2,46	1,651
14	1,00	150	300	522	3,83	1,226
15	2,00	150	50	58	2,46	1,651
16	2,00	150	250	464	3,72	1,228
17	2,00	150	50	58	2,46	1,651
18	1,00	150	250	406	3,60	1,226
19	2,00	150	50	58	2,46	1,651
20	6,00	150	200	348	3,45	1,217
21	2,00	150	50	58	2,46	1,651
22	1,00	150	175	290	3,27	1,196
23	2,00	150	50	58	2,46	1,651
24	2,00	150	150	232	3,05	1,153
25	2,00	150	50	58	2,46	1,651
26	1,00	150	125	174	2,75	1,066
27	2,00	150	50	58	2,46	1,651
28	6,00	150	100	116	2,31	0,888
29	2,00	150	50	58	2,46	1,651
30	3,00	150	50	58	2,46	1,651
31	2,00	150	50	58	2,46	1,651

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 26/ 28/ 31	74,48	1,07
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 26/ 28/ 30	75,55	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 26/ 29	69,05	6,50
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 24/ 27	67,79	7,76
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 22/ 25	65,41	10,14
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 20/ 23	64,34	11,21
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 18/ 21	57,03	18,52
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 16/ 19	55,80	19,75
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 14/ 17	53,34	22,21
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 12/ 15	52,10	23,45
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10/ 13	44,71	30,84
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 11	43,22	32,33
1/ 2/ 4/ 6/ 9	38,49	37,06
1/ 2/ 4/ 7	33,05	42,50
1/ 2/ 5	23,48	52,07
1/ 3	19,47	56,08

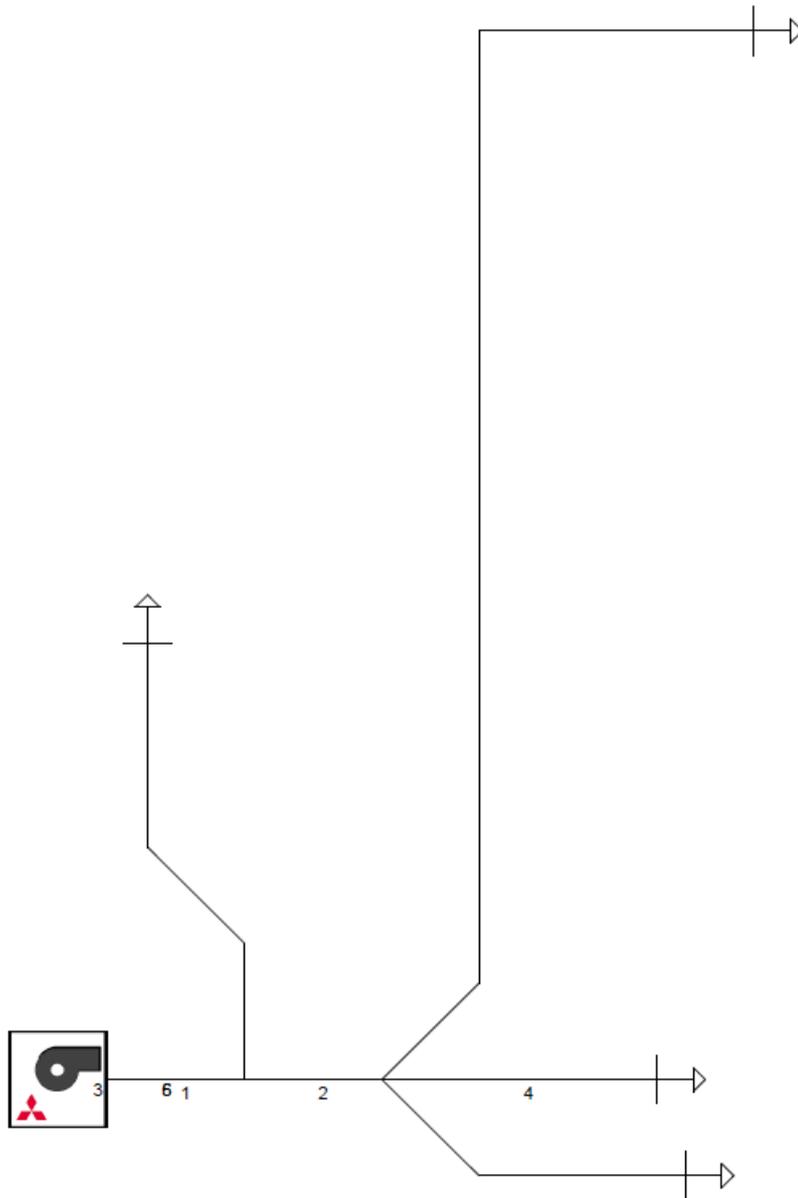




RIS 1900 Gimnasio y Bar Cafetería (Impulsión)

CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	2,00	200	550	1708	4,84	1,050
2	2,00	200	350	808	3,83	0,922
3	7,00	200	350	900	3,88	0,890
4	4,00	200	150	260	2,54	0,664
5	20,00	200	150	260	2,54	0,664
6	5,00	200	150	288	2,81	0,809

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1/ 2/ 6	8,51	9,18
1/ 2/ 5	17,70	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 4	6,76	10,93
1/ 3	10,84	6,86

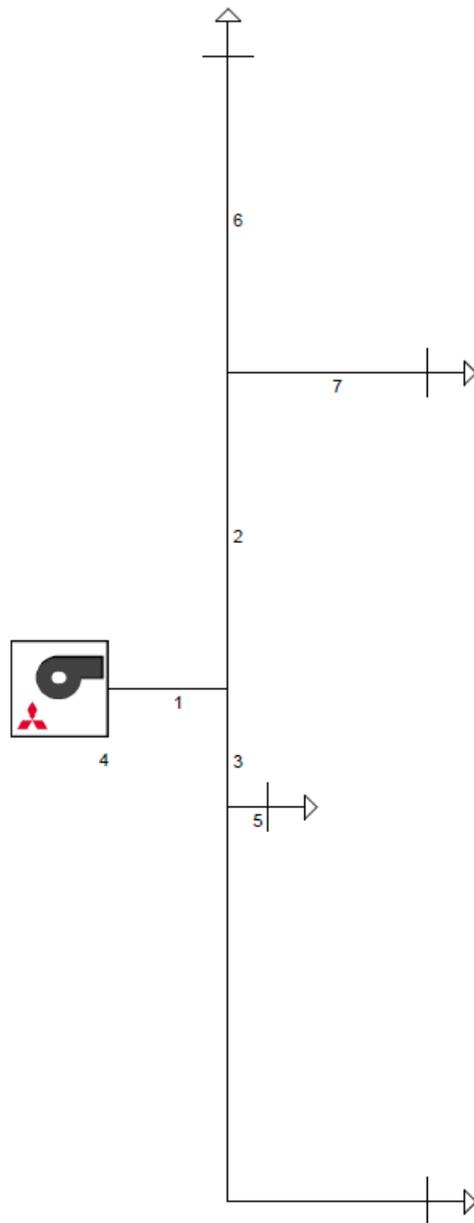




RIS 1900 Gimnasio y Bar Cafetería (Retorno)

CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	3,00	200	550	1708	4,89	1,076
2	8,00	200	350	970	4,18	1,032
3	3,00	200	300	738	4,00	1,094
4	15,00	150	200	288	2,86	0,844
5	1,00	200	200	450	3,33	0,939
6	8,00	200	200	450	3,33	0,939
7	5,00	200	250	520	3,42	0,918

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1/ 2/ 7	20,71	1,03
1/ 2/ 6	21,74	MÁXIMA(referencia)
1/ 3/ 5	12,19	9,55
1/ 3/ 4	21,73	0,01

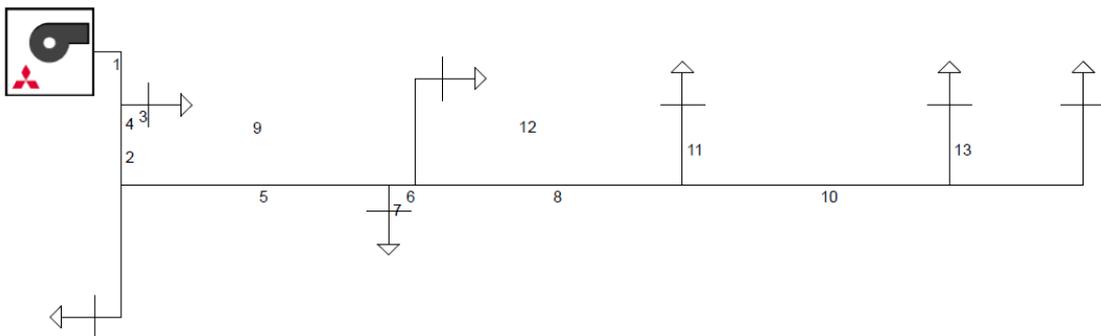




RECUP 40 Recepción, Hall Principal y Salas Conferencias Madrid y Avila (Impulsión)

CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	3,00	250	750	2640	4,48	0,478
2	3,00	250	750	2460	4,30	0,451
3	1,00	150	175	180	2,24	0,463
4	6,00	150	175	180	2,24	0,463
5	10,00	250	700	2280	4,24	0,458
6	1,00	250	700	2205	4,24	0,467
7	1,00	250	75	75	1,29	0,212
8	10,00	250	400	1080	3,44	0,434
9	5,00	250	400	1125	3,59	0,467
10	10,00	150	175	180	2,24	0,463
11	3,00	250	350	900	3,29	0,434
12	8,00	150	125	90	1,55	0,292
13	3,00	150	125	90	1,55	0,292

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 5/ 6/ 8/ 10/ 13	19,53	1,14
1/ 2/ 5/ 6/ 8/ 10/ 12	20,67	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 5/ 6/ 8/ 11	15,37	5,30
1/ 2/ 5/ 6/ 9	13,46	7,21
1/ 2/ 5/ 7	8,93	11,74
1/ 2/ 4	5,85	14,82
1/ 3	2,33	18,34

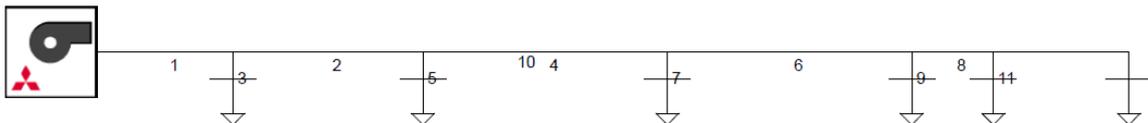




RECUP 40 Recepción, Hall Principal y Salas Conferencias Madrid y Avila (Retorno)

CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m³/h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	5,00	250	750	2645	4,49	0,653
2	7,00	250	700	2425	4,37	0,645
3	1,00	250	125	220	2,15	0,482
4	9,00	250	650	2205	4,24	0,635
5	1,00	250	125	220	2,15	0,482
6	9,00	250	400	1080	3,44	0,583
7	1,00	250	400	1125	3,59	0,632
8	3,00	250	100	180	2,24	0,615
9	1,00	250	350	900	3,29	0,584
10	6,00	250	75	90	1,55	0,375
11	1,00	250	75	90	1,55	0,375

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 11	21,64	1,56
1/ 2/ 4/ 6/ 8/ 10	23,20	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 4/ 6/ 9	20,05	3,15
1/ 2/ 4/ 7	16,24	6,96
1/ 2/ 5	8,69	14,51
1/ 3	4,14	19,05

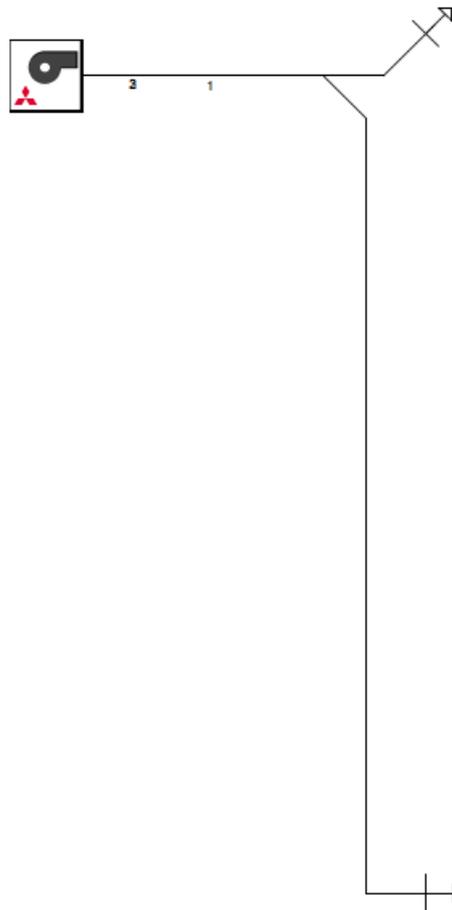




RECUP 50 Sala Conferencias España (Impulsión)

CODIGO	LONGITUD (m)	ALTURA (mm)	ANCHURA (mm)	CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	P.CARGA (Pa/m)
1	4,00	400	750	4275	4,46	0,475
2	2,00	375	450	2138	3,72	0,462
3	15,00	375	450	2138	3,72	0,462

TRAYECTORIA	P.CARGA (Pa)	DESCARGA (Pa)
1/3	9,90	MÁXIMA(referencia)
1/2	2,93	6,97

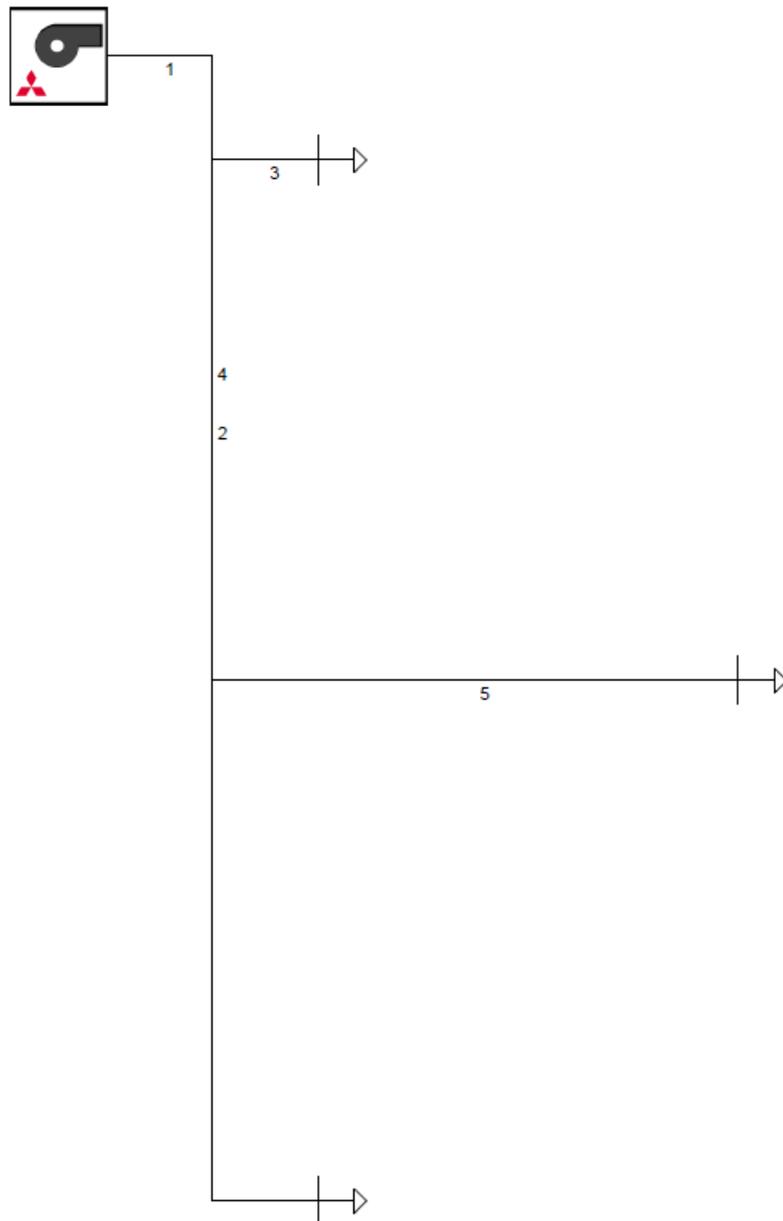




RECUP 50 Sala Conferencias España (Retorno)

CODIGO	LONGITUD	ALTURA	ANCHURA	CAUDAL	VELOCIDAD	P.CARGA
	(m)	(mm)	(mm)	(m ³ /h)	(m/s)	(Pa/m)
1	2,00	400	750	4275	4,32	0,438
2	5,00	400	550	2850	3,86	0,422
3	1,00	400	325	1425	3,25	0,422
4	6,00	400	325	1425	3,25	0,422
5	5,00	400	325	1425	3,25	0,422

TRAYECTORIA	P.CARGA	DESCARGA
	(Pa)	(Pa)
1/ 2/ 5	6,81	MÁXIMA(referencia)
1/ 2/ 4	5,65	1,15
1/ 3	2,30	4,50





CALCULO USO ENERGIA RESIDUAL Y ESTUDIO ENERGETICO COBERTURA Y JUSTIFICACION AGUA CALIENTE SANITARIA (CTE)

3.3. CALCULO Y JUSTIFICACION USO ENERGIA RESIDUAL COMO APOYO ACS

En la descripción del sistema de climatización seleccionado se ha explicado brevemente la tecnología bomba de calor, así como dos de sus versiones (VRF eléctrico y VRF con motor accionado a gas). Se han introducido brevemente las ventajas de los sistemas VRF, así como la diferencia entre sistemas bomba de calor VRF a 2 tubos y VRF a 3 tubos con recuperación de calor. También se han expuesto las características de la bomba de calor VRF a 2 tubos con motor accionado a gas (conocida también por sus siglas en inglés GHP), que a continuación se desarrollan.

El sistema GHP dará servicio de calefacción y refrigeración a las zonas comunes del hotel, Recepción, Hall Principal, Bar Cafetería, Pasillos, Salas de conferencias (Madrid y Avila), Comedor, Oficina y Despacho del Director. Debido a que estas zonas son las que previsiblemente estarán un mayor número de horas en funcionamiento a lo largo del año, se ha decidido conectar su climatización a la bomba de calor a gas; ya que este tipo de sistemas, siempre que estén en funcionamiento, permiten recuperar energía en forma de agua caliente, que puede utilizarse de apoyo para el Agua Caliente Sanitaria (ACS) del hotel. El horario de estas salas será continuado durante el horario de apertura de la zona recepción (de 07:00 a 0:00 horas), excepto las salas de conferencias cuyo funcionamiento será de manera eventual. Aun así, el resto de zonas garantizan que la unidad se encuentra en funcionamiento, pudiendo hacerse uso de la energía recuperada.

Las unidades VRF con motor accionado a gas (GHP) se diferencian básicamente en dos aspectos de las unidades VRF eléctricas:

- Las unidades GHP llevan incorporado un intercambiador de placas en el circuito de refrigeración del motor, donde se lleva a cabo el intercambio de energía.
- Hasta -21°C la unidad no realiza ciclos de desescarche. Este proceso se lleva a cabo cuando la temperatura exterior baja, provocando que la humedad del ambiente condense en la batería de la unidad exterior formando una capa de hielo, que impide el correcto funcionamiento de la unidad, provocando una pérdida acusada de rendimiento. La unidad GHP impide que se forme esta capa, gracias a una válvula de 3 vías que permite llevar el agua caliente recuperada a una doble batería que lleva incorporada en la unidad exterior, que se acciona cuando la temperatura exterior baja de $+5^{\circ}\text{C}$, momento en el cual deja de recuperar la energía de apoyo al ACS, para enviar el agua de refrigeración a la mencionada batería, subiendo la temperatura de ésta y evitando la formación de escarcha. Proceso que evita la pérdida de rendimiento y, lo que es más importante, manteniendo el suministro de calefacción en el interior del edificio.

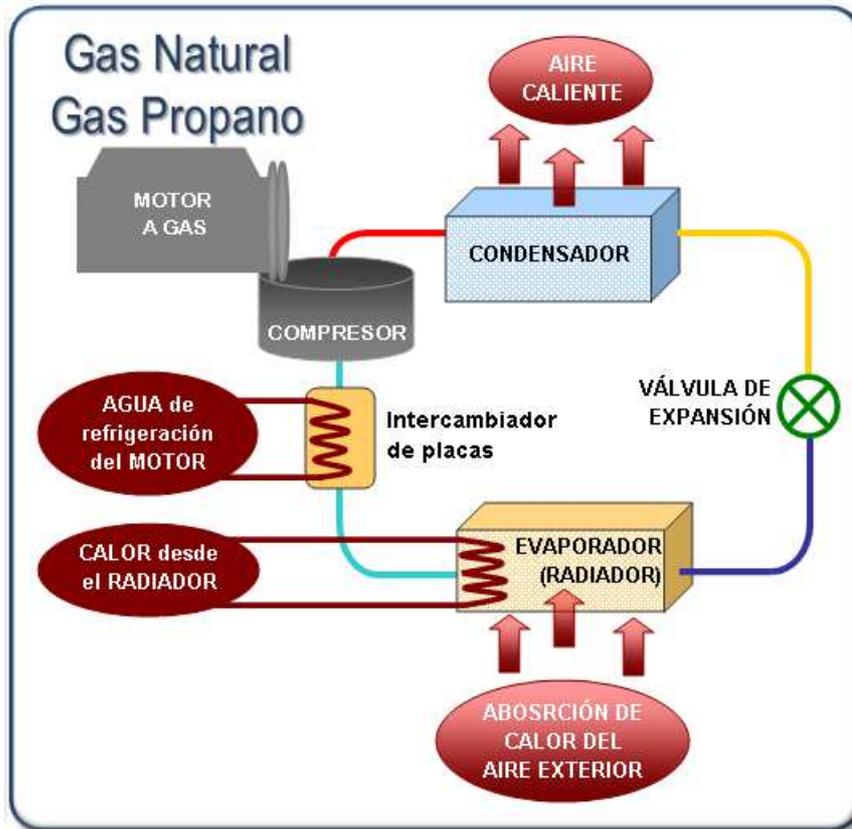


Figura 3.7 Esquema sistema GHP (refrigeración y radiador). Fuente Panasonic

En el caso del fabricante seleccionado, se permite la combinación de sistemas eléctricos y de gas, utilizando el mismo tipo de unidades interiores, controles, tuberías y accesorios, lo que permite diseñar una instalación mixta con VRF eléctrico y gas, obteniendo las mejores prestaciones del producto para cada zona del edificio a climatizar.

En la siguiente figura 3.8 se muestra una imagen de la unidad GHP señalando los componentes principales. En la imagen se puede apreciar que las dimensiones de la unidad son ligeramente superiores si las comparamos con un sistema de la misma potencia en eléctrico. Esto es debido a que si no se hace uso del calor de recuperación del motor es necesario evacuar dicha energía a través de los ventiladores superiores de la unidad, y para ello se requiere mover un gran volumen de aire.

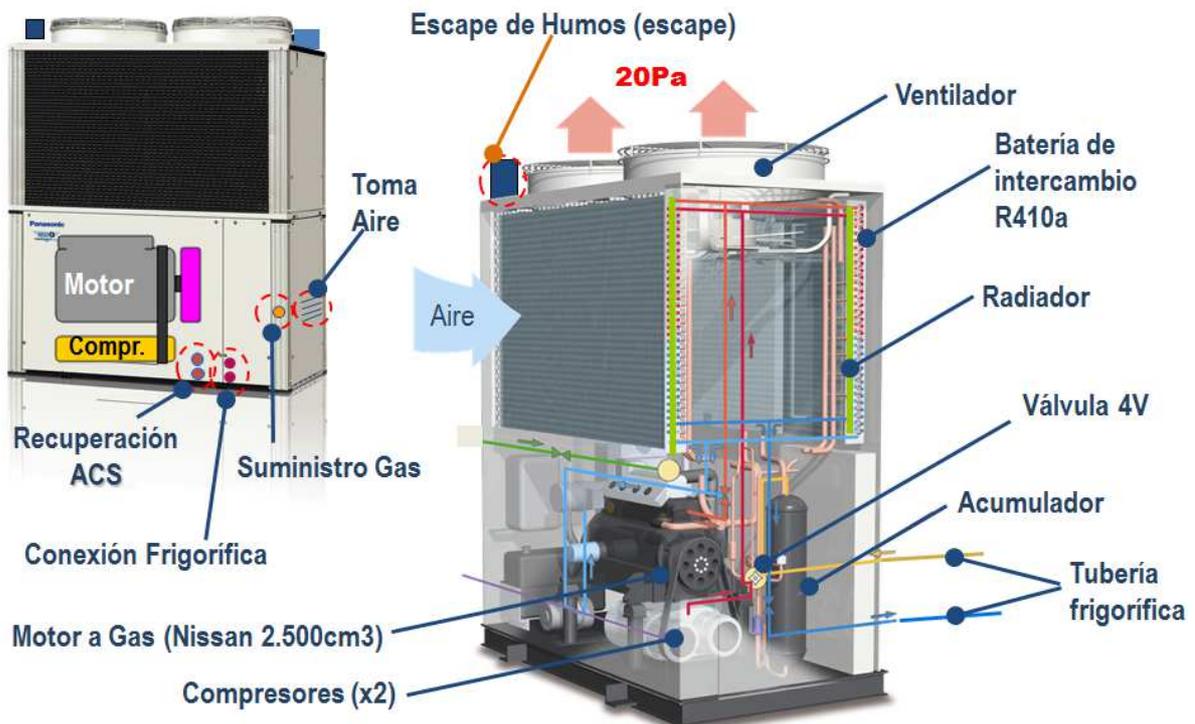


Figura 3.8 Principales componentes Bomba de Calor a Gas (GHP). Fuente Panasonic

El sistema de recuperación de energía se compone de un sistema tubular de fluidos a contracorriente, que cruza el flujo del circuito del radiador con el de los gases de escape, que se reducen de 600°C a unos 80°C-100°C., absorbiendo el agua dicha energía, que es trasladada al intercambiador de placas para poder extraerla de la unidad a una temperatura de 75°C. El producto de los gases de combustión es evacuado mediante una chimenea que se encuentra en la parte superior de la unidad.

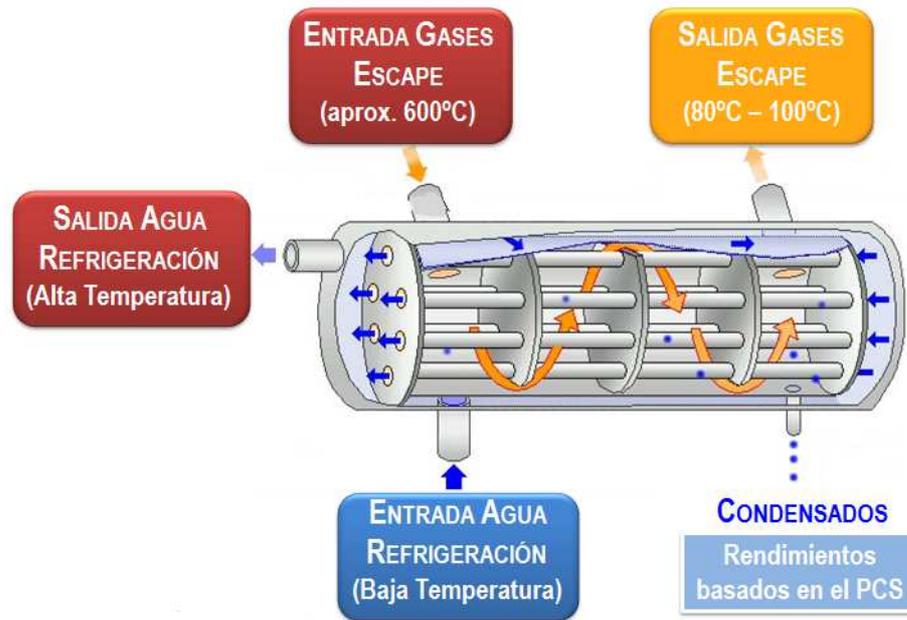


Figura 3.9 Esquema sistema de recuperación de energía de los gases de escape. Fuente Panasonic

Durante el desarrollo del proyecto se ha hablado de que esta energía recuperada en la unidad GHP se pretende utilizar como sistema de apoyo al ACS del edificio, en el caso del presente proyecto un hotel de 4* situado en Madrid. En la siguiente figura 3.10 se presenta un esquema sencillo del concepto general del sistema.

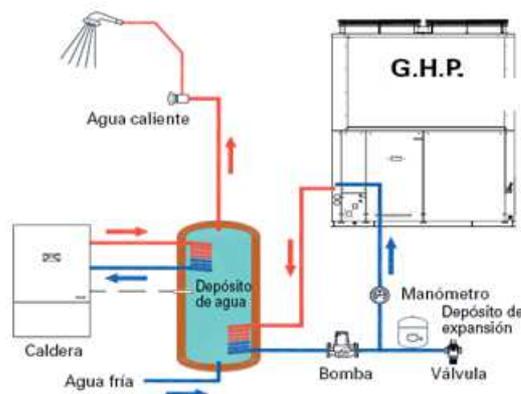


Figura 3.10 Esquema sencillo sistema recuperación ACS. Fuente Panasonic

3.3.1. EXIGENCIA DE INSTALACION SOLAR TERMICA O JUSTIFICACION DEL USO DE ENERGIA RESIDUAL. CALCULO DE LA DEMANDA DE ACS

El CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006) en su apartado HE4 Contribución solar mínima,



establece la exigencia de la instalación de un sistema de paneles solares térmicos en función de la zona climática y de la demanda de ACS del edificio. Esta sección es de aplicación a edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/d, como es el caso de estudio.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Tabla 3.13 Contribución solar mínima anual para ACS en %. Fuente CTE HE4

En la tabla anterior se muestra la contribución solar mínima para ACS, en %. El edificio se encuentra en Madrid, que corresponde a la zona IV (según el Documento de Apoyo al Documento Básico del propio CTE).

Para el cálculo de la demanda de ACS, el CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006), también establece la forma de cálculo. Se trata de una forma rápida de cálculo válida cuya función es la de determinar la fracción solar mínima a abastecer mediante la aplicación de la citada tabla.

En la tabla siguiente se muestra la demanda de referencia a 60°C por uso del edificio.

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 3.14 Demanda de referencia para cálculo de la demanda de ACS a 60°C

Al ser un hotel de 4* la demanda se establece en 55 litros por persona/día. El hotel cuenta con 29 habitaciones dobles, 4 de las cuales son tipo suite, con una ocupación máxima de 4 personas. Lo que resulta:

$$\text{Demanda (60°C)} = [(25 \text{ habit} \times 2 \text{ personas}) + (4 \text{ suite} \times 4 \text{ personas})] \times 55 \text{ litros/persona}$$

$$\text{Demanda ACS Total} = \underline{3.630 \text{ litros de ACS a 60°C}}$$

Según el valor de la demanda de ACS (3.630 litros) y la zona climática en la que se encuentra el edificio (Madrid) se establece que la cobertura solar de ACS mínima es del 50%.

En la Sección HE 4 del CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006), en su apartado 2.2.1, el punto 4 indica que la contribución solar mínima para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables,

procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio; bien realizada en el propio edificio o bien a través de la conexión a una red de climatización urbana.

Del párrafo anterior se puede concluir que el elemento que recupera la energía térmica pertenece a la propia instalación térmica del edificio, para resolver la duda se acude al RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), que en este tipo de instalaciones prevalece sobre la norma de construcción.

El RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), en su apartado IT 1.2.4.6.1. Contribución de calor renovable o residual para la producción térmica del edificio, en el punto 4, resuelve la duda indicando que las fuentes de calor renovable y residual pueden estar integradas en la propia generación térmica del edificio o ser accesibles a través de una red de distribución de energía térmica de distrito.

Una vez aclaradas las divergencias entre ambas normativas vigentes se procede a conocer el método de justificación para la eliminación de la instalación o reducción de paneles solares térmicos, dependiendo de la cantidad de energía recuperada. Si se cubre el porcentaje mínimo exigido se podrá eliminar la instalación, tal y como marca la normativa.

El CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006), en su Sección HE 4, apartado 2.2.1, punto 5 especifica que para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia que se deberá considerar como auxiliar de apoyo para la demanda comparada. Este sistema de referencia auxiliar de apoyo será una caldera de gas natural con rendimiento 0,92, según especifica la propia Dirección General de Industria.

Además, se comprueba lo que especifica el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007) para confirmar la correcta elaboración del informe justificativo necesario. Esta normativa especifica en su apartado IT 1.2.4.6.1, punto 2 y 3 lo siguiente:

Punto 2. Estos sistemas se diseñarán para alcanzar los objetivos de ahorro de energía primaria y emisiones de CO₂ establecidos en el Código Técnico de la Edificación. En la selección y diseño de la solución se tendrán en consideración los criterios de balance de energía y rentabilidad económica.

Punto 3. La determinación de los coeficientes de paso de la producción de CO₂ y de energía primaria, se realizarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 2 de la IT1.2.2.

Una vez comprobado el procedimiento justificativo es necesario conocer los valores de los coeficientes de paso, siguiendo lo establecido en el punto anterior.

Dichos valores resultan ser los siguientes, obtenidos según la nota informativa del 5 de marzo de 2012, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid:

- a) 0,370 kg de CO₂ emitidos por cada kWh eléctrico entregado en el punto de consumo
- b) 2,31 kWh de energía primaria consumida por cada kWh eléctrico entregado en el punto de consumo



En dicha nota informativa se especifica que estos son los valores a emplear en las justificaciones documentales, en aplicación de la IT 1.2.2 del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), 2007), en tanto que dicha normativa no establezca expresamente aquellos que se deben tener en cuenta. En la fecha de redacción de este proyecto siguen siendo válidos los mostrados en el comunicado de la Dirección General del Industria.

El órgano competente, quien debe aprobar la solicitud es la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid.

3.3.2. ELABORACION DE LA JUSTIFICACION

Una vez recopilada toda la información se está en disposición de desarrollar la justificación para el órgano competente. Para ello se requieren además otros datos del proyecto, calculados en los apartados anteriores, o conocidos debido a la descripción del edificio. Además se requieren los datos de rendimiento de los equipos según el fabricante, para conocer la capacidad de la unidad exterior función de las condiciones exteriores, y respecto del porcentaje de carga (capacidad) a la que está trabajando el sistema según la demanda del edificio.

3.3.2.1. DATOS DE PARTIDA

Ubicación: Calle Jesús de Aprendiz 15 (Madrid)

Zona Climática (CTE): D3

Modelo de la unidad seleccionada: U-30GE2E5

Potencia frigorífica de la unidad seleccionada: 85 kW

Potencia calorífica de la unidad seleccionada: 95 kW

3.3.2.2. DATOS CLIMATICOS

Datos obtenidos en la página web oficial del CTE (www.codigotecnico.org), del archivo Datos Climáticos.MET Península.

Invierno T ^a exterior < 16°C		Verano T ^a exterior > 26°C	
T ^a exterior °C	nº horas	T ^a exterior °C	nº horas
16	304	26	163
15	320	27	163
14	290	28	134
13	331	29	122
12	365	30	108
11	392	31	102
10	394	32	67
9	421	33	43
8	428	34	21
7	364	35	13
6	386	36	3
5	374	37	1
4	343	38	0
3	256	39	0
2	187		
1	142		
0	92		
-1	54		
-2	51		
-3	20		
-4	10		
-5	1		
-6	0		
-7	0		

Tabla 3.15 Recuento de horas por temperatura exterior invierno/verano. Fuente CTE

Para el recuento de horas se ha contemplado un rango de temperaturas exteriores según la época del año. Para el cálculo de la energía consumida se contempla que se activa la refrigeración cuando la temperatura exterior es superior a 26°C y en la época invernal se activa la calefacción cuando la temperatura exterior es menor de 16°C. El resto del rango de temperaturas se entiende que el edificio no requiere ni calefacción ni refrigeración, puesto que se supone que es una época intermedia.

3.3.2.3. TABLAS DE CAPACIDAD DE LAS UNIDADES GHP

En los Anexos de este proyecto se presentan las tablas de capacidad para calefacción y refrigeración que suministra el fabricante de equipos para la unidad modelo U-30GE2E5.

3.3.2.4. RENDIMIENTO DEL EQUIPO

Considerando las tablas de capacidad se pueden obtener los diferentes rendimientos de los equipos en función de las diferentes temperaturas exteriores y según el porcentaje de carga a la que trabaja el equipo. Este valor servirá para poder calcular los diferentes rendimientos estacionales necesarios para conocer el consumo de los equipos a lo largo del año.

30HP		Capacidad (27°C DB/19°C WB condiciones interiores / 35°C condiciones exteriores)							
EER		30 HP							
Tª (°C) DB		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
25		1,35	1,42	1,51	1,65	1,86	2,20	1,99	1,62
27		1,33	1,40	1,49	1,63	1,84	2,17	1,96	1,59
29		1,31	1,38	1,47	1,60	1,81	2,14	1,93	1,56
31		1,29	1,36	1,45	1,58	1,78	2,11	1,90	1,54
33		1,27	1,34	1,43	1,55	1,75	2,07	1,87	1,51
35		1,25	1,32	1,40	1,53	1,73	2,04	1,83	1,48
37		1,19	1,26	1,32	1,46	1,65	1,95	1,75	1,41
39		1,05	1,17	1,18	1,36	1,53	1,80	1,61	1,29
COP		30 HP							
Tª (°C) DB		100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%
-7		0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80
-5		0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80
-3		0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80
0		1,03	1,06	1,09	1,13	1,20	1,29	1,40	0,80
3		1,14	1,19	1,22	1,27	1,34	1,45	1,58	0,80
5		1,24	1,28	1,31	1,37	1,44	1,61	1,82	0,80
7		1,34	1,38	1,42	1,48	1,57	1,68	1,80	0,80
9		1,36	1,41	1,45	1,50	1,59	1,71	1,83	0,80
11		1,38	1,42	1,48	1,52	1,59	1,74	1,87	0,80
13		1,39	1,48	1,50	1,53	1,61	1,75	1,84	0,80

Tabla 3.16 Cálculo de los rendimientos nominales en frío y calor de la unidad U-30GE2E5

3.3.2.5. CÁLCULO DE SCOP Y SEER DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

A continuación se presentan los cálculos de los rendimientos estacionales (SCOP y SEER). Para obtener datos de consumo lo más parecidos a la realidad es necesario conocer el rendimiento de los equipos en función de dos parámetros, la temperatura exterior y el porcentaje de demanda que requiere la instalación. Relacionando estos valores con el número de horas que la unidad funciona durante el año es posible obtener valores para dichos rendimientos de la unidad en modo frío y modo calor.

SCOP: Coeficiente de Rendimiento Estacional (Calor)

SEER: Factor de Eficiencia Energética Estacional (Frío)

Fuente AFEC (AFEC (Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización))



Para su cálculo se parte de una premisa inicial, la potencia máxima requerida por el proyecto objeto de estudio. Esta potencia se requerirá en la instalación cuando la temperatura exterior se la más extrema (invierno o verano). A partir de estos valores se puede sacar el porcentaje de carga de la unidad durante el año (potencia entregada) y por tanto su consumo de energía. La relación entre dichos valores corresponde al valor del SCOP o SEER.

SCOP

Tª exterior °C	nº horas	COP	Carga %	Capacidad entregada / h kW	Capacidad entregada kW	Consumo energía kWh
16	304	0,80	22,2%	21,11	6.418	8.022
15	320	0,97	25,9%	24,63	7.881	8.153
14	290	1,13	29,6%	28,15	8.163	7.203
13	331	1,30	33,3%	31,67	10.482	8.063
12	365	1,47	37,0%	35,19	12.843	8.756
11	392	1,63	40,7%	38,70	15.172	9.289
10	394	1,80	44,4%	42,22	16.636	9.242
9	421	1,73	48,1%	45,74	19.257	11.146
8	428	1,66	51,9%	49,26	21.083	12.737
7	364	1,58	55,6%	52,78	19.211	12.136
6	386	1,51	59,3%	56,30	21.730	14.385
5	374	1,44	63,0%	59,81	22.371	15.554
4	343	1,37	66,7%	63,33	21.723	15.867
3	256	1,30	70,4%	66,85	17.114	13.165
2	187	1,23	74,1%	70,37	13.159	10.692
1	142	1,16	77,8%	73,89	10.492	9.032
0	92	1,09	81,5%	77,41	7.121	6.519
-1	54	1,07	85,2%	80,93	4.370	4.103
-2	51	1,04	88,9%	84,44	4.307	4.150
-3	20	1,01	92,6%	87,96	1.759	1.741
-4	10	0,98	96,3%	91,48	915	931
-5	1	0,96	100,0%	95,00	95	99
-6	0	0,93				
-7	0	0,90				

Total horas	5.525
--------------------	--------------

Total kW	262.302	Total kWh	190.985
-----------------	----------------	------------------	----------------

$$\text{SCOP net} = 262.302 / 190.985 = \underline{1,37}$$

Tabla 3.17 Cálculo SCOP estacional unidad GHP

Estos datos están calculados para la ciudad de Madrid, y la potencia y consumo corresponden a la unidad GHP VRF con motor accionado a gas modelo U-30GE2E5 de Panasonic.



SEER

Tª exterior °C	nº horas	COP	Carga %	Capacidad entregada / h kW	Capacidad entregada kW	Consumo energía kWh	
26	163	1,62	15,4%	13,08	2.132	1.317	
27	163	1,70	23,1%	19,62	3.197	1.884	
28	134	1,78	30,8%	26,15	3.505	1.973	
29	122	1,85	38,5%	32,69	3.988	2.150	
30	108	1,93	46,2%	39,23	4.237	2.191	
31	102	1,81	53,8%	45,77	4.668	2.578	
32	67	1,69	61,5%	52,31	3.505	2.076	
33	43	1,57	69,2%	58,85	2.530	1.616	
34	21	1,44	76,9%	65,38	1.373	951	
35	13	1,32	84,6%	71,92	935	708	
36	3	1,27	92,3%	78,46	235	186	
37	1	1,21	100,0%	85,00	85	70	
38	0	1,16					
39	0	1,10					
40	0	1,05					
Total horas		940					
				Total kW	30.391	Total kWh	17.701

$$\text{SCOP net} = 30.391 / 17.701 = \underline{1,72}$$

Tabla 3.18 Cálculo SEER estacional unidad GHP **3.3.2.5**

3.3.2.6. CALCULO DEL CALOR DE RECUPERACION DEL MOTOR

Según el número de horas de funcionamiento y su capacidad entregada (o porcentaje de carga) es posible conocer también la recuperación de energía que se produce en la unidad exterior de VRF con motor a gas. Dicha unidad posee una curva de recuperación de energía en función de estos valores.

Estas unidades tienen un pequeño consumo de energía eléctrica, utilizado para la parte electrónica y los ventiladores de la unidad exterior. Para obtener unos resultados aún más afinados se ha calculado dicho consumo y se ha tenido en cuenta a la hora de realizar el estudio energético.

También es importante destacar que la Recuperación de dicha energía se produce en modo frío o modo calor siempre que la temperatura exterior por encima de 5°C - 7°C, para el estudio de la energía recuperada se toma el valor de 6°C. A partir de esta temperatura exterior se considera la unidad no recupera agua caliente, sino que lo utiliza para protegerse frente a la posibilidad de creación de escarcha en la batería de la unidad exterior.

Indoor Unit Running Capacity & Water Heating Capacity Ratio

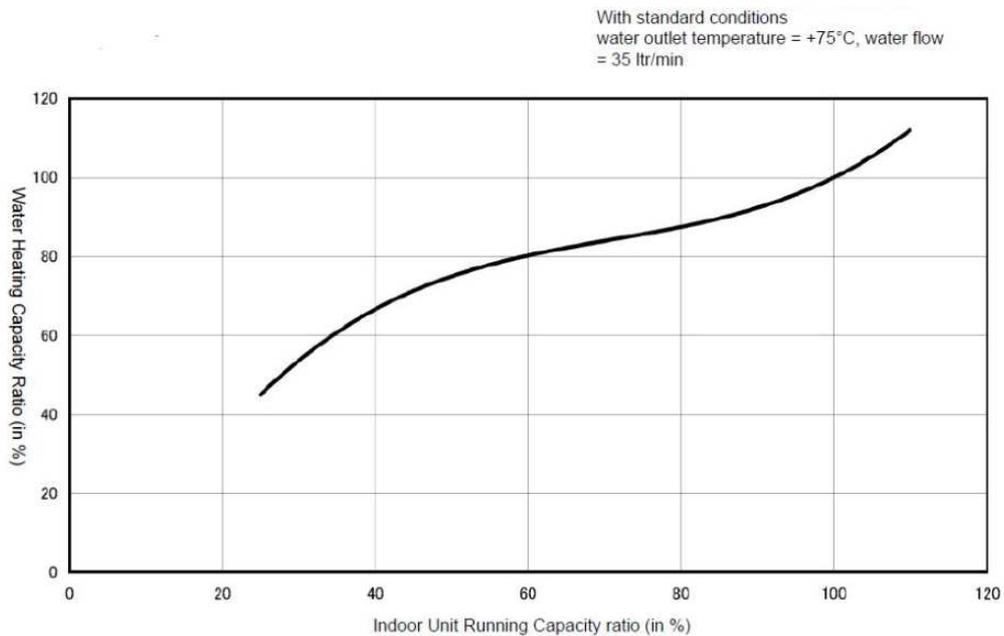


Figura 3.11 Recuperación de energía de la unidad GHP en función de su % de carga

Según la curva de recuperación se obtienen los siguientes valores:

Invierno			Consumo	Potencia
Tª exterior °C	nº horas	Carga %	Eléctrico kWh	Recuperada kWh
16	304	22,2%	135	1.540
15	320	25,9%	166	1.892
14	290	29,6%	172	1.959
13	331	33,3%	221	2.516
12	365	37,0%	270	3.082
11	392	40,7%	319	3.641
10	394	44,4%	350	3.993
9	421	48,1%	405	4.622
8	428	51,9%	444	5.060
7	364	55,6%	404	4.611
6	386	59,3%	457	5.215
5	374	63,0%	471	
4	343	66,7%	457	
3	256	70,4%	360	
2	187	74,1%	277	
1	142	77,8%	221	
0	92	81,5%	150	
-1	54	85,2%	92	
-2	51	88,9%	91	
-3	20	92,6%	37	
-4	10	96,3%	19	
-5	1	100%	2	
-6	0	0		
-7	0	0		
			5.522	38.130
			kWh	kWh

Tabla 3.19 Consumo eléctrico y energía recuperada por la unidad GHP en invierno



Verano				
Tª exterior °C	nº 0	Carga %	Consumo Eléctrico kWh	Potencia Recuperada kWh
26	163	15%	50	512
27	163	23%	75	767
28	134	31%	82	841
29	122	38%	94	957
30	108	46%	100	1.017
31	102	54%	110	1.120
32	67	62%	82	841
33	43	69%	60	607
34	21	77%	32	330
35	13	85%	22	224
36	3	92%	6	56
37	1	100%	2	20
38	0	0%	0	0
39	0	0%	0	0
40	0	0%	0	0
			715	7.294
			kWh	kWh

Tabla 3.20 Consumo eléctrico y energía recuperada por la unidad GHP en verano

De los resultados obtenidos se obtienen los consumos eléctricos totales por la unidad U-30GE2E5 y la energía recuperada del circuito de refrigeración del motor durante el año.

Consumo eléctrico total anual: 6.237 kWh

Energía recuperada anual : 45.424 kWh

3.3.2.7. COMPARATIVA ENTRE GHP Y SISTEMA AUXILIAR DE APOYO CON INSTALACIÓN SOLAR

El edificio que se está analizando es de uso hotel, con 29 habitaciones. En apartados anteriores se ha calculado la demanda de ACS necesaria para el cálculo de la cobertura mínima de la instalación solar. También es conocida la demanda anual de calefacción y refrigeración, calculada en el apartado del cálculo del SCOP/SEER, así como la energía recuperada y el consumo eléctrico de la GHP.

Necesidades de ACS:	3.630	litros/día a 60°C	
Demanda ACS:	211	kWh día	TOTAL anual 77.032 kWh
Demanda calefacción:	95	kW	TOTAL anual 262.302 kWh
Demanda refrigeración:	85	kW	TOTAL anual 30.391 kWh
Energía recuperada:	45.424	kWh	TOTAL anual 45.424 kWh
Consumo eléctrico:	6.237	kWh	TOTAL anual 6.237 kWh

Tabla 3.21 Tabla resultados obtenidos para la demanda del edificio

Observando el resumen que aparece en la tabla 3.21 es posible asegurar que el porcentaje de cobertura con la unidad GHP para cubrir la exigencia mínima la instalación solar térmica es del **58,9%**, muy por encima de la exigencia que fija el mínimo ratio de cobertura en el 50% según el CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006), en su apartado HE 4, para la zona de Madrid (D3). Una vez



confirmado este punto es necesario realizar la comparativa entre sistemas para garantizar que el sistema elegido reduce el consumo de energía primaria y los valores de emisiones de CO₂. Por un lado será el sistema elegido para este proyecto (Bomba de calor VRF con motor accionado a gas) y por otro lado la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia que se deberá considerar como auxiliar de apoyo para la demanda comparada. Como se ha comentado anteriormente este sistema será una caldera de gas natural con un rendimiento de 0,92.

Solo es necesario conocer dos valores más antes de proceder con la comparativa, y es el coeficiente de kg de CO₂ emitidos por kW de gas consumido y el factor de conversión a energía primaria de este combustible. El IDAE (IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) ha publicado un documento reconocido (propuesta), *Factores de emisión de CO₂ y Coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector edificios en España (versión 03/03/2014)*, en el que muestra los valores que han de usarse para estos cálculos (actuales y propuestos).

El valor obtenido para el gas natural es el siguiente, obtenido del documento del IDAE (IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía):

- a) 0,204 kg de CO₂ emitidos por cada kWh eléctrico entregado en el punto de consumo
- b) 1,195 kWh de energía primaria consumida por cada kWh de gas entregado en el punto de consumo

A continuación se presentan los resultados de los sistemas propuestos.

Sistema de referencia

	kg CO ₂ /kWh	Tarifa	Rto. Equipos	Energía Demanda kWh	Consumo Energía Final kWh	kg/CO ₂	Factor de paso	Consumo Energía Primaria kWh
Caldera gas natural	0,204	0,05	0,92	262.302	285.111	58.163	1,195	340.708
Energía solar (Recuperada)				-38.516				
ACS Caldera gas natural	0,204	0,05	0,92	38.516	41.865	8.541	1,195	50.029
Enfriadora	0,370	0,15	3,5	30.391	8.683	3.213	2,31	20.058
						69.916		410.794

Sistema GHP

	kg CO ₂ /kWh	Tarifa	Rto. Equipos	Energía Demanda kWh	Consumo Energía Final kWh	kg/CO ₂	Factor de paso	Consumo Energía Primaria kWh
GHP invierno	0,204	0,05	1,37	262.302	190.985	38.961	1,195	228.227
Recuperado				-45.424				
ACS Caldera gas natural	0,204	0,05	0,92	31.608	34.357	7.009	1,195	41.056
GHP verano	0,204	0,05	1,72	30.391	17.701	3.611	1,195	21.152
Electricidad	0,370	0,15	1,00	6.237	6.237	2.308	2,31	14.408
						51.888		304.843

Tabla 3.22 Resultados sistema de referencia vs sistema propuesto GHP

3.3.2.8. CONCLUSIONES

En función de los datos obtenidos se llega a las siguientes conclusiones:

1. El sistema elegido VRF Bomba de calor con motor accionado a gas permite recuperar 45.424 kWh de energía residual en forma de calor que puede utilizarse como sistema de apoyo al ACS. Este valor supone el 58,9% de la exigencia de cobertura mediante instalación solar que marca el CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006).
2. El sistema de referencia a través de los paneles solares entrega 38.516 kWh de energía renovable mediante placas solares térmicas. Este valor supone un 50% de la exigencia mínima.
3. Las emisiones de CO₂ y el consumo de energía primaria consumida para la instalación de ACS y calefacción de la bomba de calor a gas son inferiores a los valores que proporcionan los sistemas de referencia.
4. La instalación de bombas de calor basadas en la bomba de calor a gas cumple los artículos del CTE (Código Técnico de la Edificación (CTE), 2006) en cuanto a equivalencia con sistemas de captación solar y en el caso particular que ocupa esta justificación, se considera que la GHP cumple las condiciones necesarias para sustituir la obligatoriedad de la instalación de colectores solares.

Comparando ambas opciones, dado que en el caso de la GHP la fracción de energía residual utilizada como apoyo para ACS es superior que la que proporciona el sistema de referencia, y que las emisiones de CO₂ y consumo de energía primaria (ACS y calefacción) son inferiores a las que generan una instalación de captadores solares con apoyo mediante caldera de gas, consideramos la opción con GHP como equivalente para cubrir la contribución mínima anual para la producción de ACS en el caso que nos ocupa.

3.3.3. ESTUDIO ENERGETICO DEL EDIFICIO

Una vez que queda justificada la exención de placas solares y el uso de la energía residual como apoyo a la instalación de ACS, se realiza un estudio energético del edificio completo, con el fin de poder obtener valores estimativos de los consumos y costes de explotación que tendrá el edificio con el sistema propuesto. Para darle una mayor credibilidad al estudio se compara el sistema seleccionado para este proyecto con un sistema tradicional, que a continuación se enumera:

Sistema seleccionado

- Sistema mixto bomba de calor a gas VRF a 2 tubos más sistemas VRF con Recuperación de calor a 3 tubos (rendimiento GHP (SCOP y SEER) según valores obtenidos en apartados anteriores, rendimiento VRF eléctrico considerado (COP = 3,00 y EER = 3,69 obtenidos según software del fabricante para la condiciones de proyecto)
- Caldera de gas natural para ACS (rendimiento 0,92 según Dirección General de Industria Madrid)

Sistema tradicional

- Enfriadora eléctrica para refrigeración (rendimiento considerado EER = 3,5 según fabricante)
- Caldera de gas natural (rendimiento 0,92 según Dirección General de Industria Madrid)

- Grupo de bombeo (considerando un consumo 5% de la demanda total de energía del edificio)
- Instalación de paneles solares para ACS

Para poder una correcta interpretación de los consumos y rendimientos de los sistemas que utilizan diferentes tipo de combustible (electricidad o gas) es necesario realizar un correcto análisis diferenciando la transformación del combustible en energía, es decir, teniendo en cuenta las pérdidas de energía desde su generación hasta su llegada al punto de consumo.

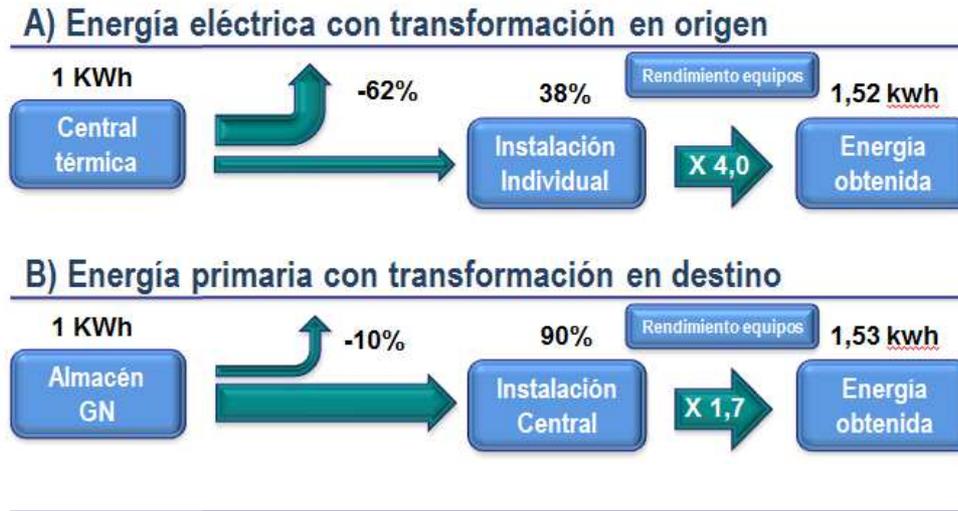


Figura 3.12 Interpretación EER y COP en términos de energía primaria y final

En la siguiente tabla se muestran los resultados del estudio energético contemplando una demanda total del edificio calculada de la misma manera que para la justificación de solar pero introduciendo la potencia real del proyecto obtenida en el cálculo de cargas.

Demandas de clima:	
Calefacción:	112 kW
Refrigeración	216 kW

Tabla 3.23 Demanda total del edificio según cálculo de cargas

Los consumos de todo el sistema propuesto se exponen a continuación.

Necesidades de ACS:	3.630	litros/día a 60°C	
Demanda ACS:	211	kWh día	TOTAL anual 77.032 kWh
Demanda calefacción:	112	kW	TOTAL anual 309.240 kWh
Demanda refrigeración:	216	kW	TOTAL anual 77.228 kWh
Energía recuperada:	45.424	kWh	TOTAL anual 45.424 kWh
Consumo eléctrico:	6.237	kWh	TOTAL anual 6.237 kWh

Tabla 3.24 Consumos estimados en función de la potencia real de proyecto

En la siguiente tabla se presentan los resultados del estudio energético.

Coste de Explotación Opción 1:												
Opción 1. Caldera a Gas Calefacción+ACS+ Enfriadora Eléctrica + Captadores Solares												
	Combust.	Euros /kWh	kg CO2 / kWh	Rto.	%	Factor paso	Energía demandada		Coste explotación	Emisiones CO2	Energía 1ª consumida	
							kWh	kWh				
Caldera (gas natural)		0,05	0,204	0,92	100%	1,195	309.240	336.130	16.807	68.571	401.676	
Enfriadora (BG Eléct)		0,16	0,370	3,50	100%	2,31	77.228	22.065	3.530	8.164	50.970	
Grupo Bombeo		0,16	0,370	0,98	5%	2,31	19.323	19.718	3.155	7.296	45.548	
ACS Caldera		0,05	0,204	0,92	50%	1,195	38.516	41.865	2.093	8.541	50.029	
ACS	Aportado por captadores Solares				50%		38.516					
Coste Mantenimiento									900			
Captadores Solares												
Coficiente Captadores												
Total:										26.485 €	92.571	548.223

Coste de Explotación Opción 2:												
Opción 2. 1 Ud VRF Gas + VRF Eléctrico , Ambas con ud interiores de expansión directa												
	Combust.	Euros /kWh	kg CO2 / kWh	Rto.	%	Factor paso	Energía demandada		Coste explotación	Emisiones CO2	Energía 1ª consumida	
							kWh	kWh				
ECOG invierno		0,05	0,204	1,37	52%	1,195	160.805	117.376	5.869	23.945	140.264	
VRF Eléct (invierno)		0,16	0,370	3,00	48%	2,31	148.435	49.478	7.917	18.307	114.295	
ECOG verano		0,05	0,204	1,72	52%	1,195	40.159	23.348	1.167	4.763	27.901	
VRF Eléct (verano)		0,16	0,370	3,69	48%	2,31	37.069	10.046	1.607	3.717	23.206	
ACS Caldera		0,05	0,204	0,92	41,03%	1,195	31.608	34.356	1.718	7.009	41.056	
ACS	Aportado por GHP				58,97%							
Coste Mantenimiento									1.350			
Total:										19.628 €	57.740	346.722

Tabla 3.25 Tabla resultados estudio energético



3.3.3.1. ANALISIS ENERGETICO DEL EDIFICIO

Si se analizan los resultados obtenidos puede sacarse en conclusión que el sistema seleccionado para este proyecto no solo permite la exención de la instalación de paneles solares, tal y como ha quedado justificado, sino que además permite reducir las emisiones de CO₂ del edificio y el consumo de energía primaria. Con ello se consigue un edificio energéticamente más eficiente, lo que influye directamente en los costes de explotación del edificio. Tal y como se puede ver en la tabla anterior se reduce más de un 25% los costes de explotación anual del edificio, y un 38% las emisiones de CO₂ y el consumo de energía primaria respecto de un sistema tradicional.

Con todo ello podemos afirmar que el sistema seleccionado es el más idóneo para esta aplicación, no solo por la eficiencia del sistema, sino porque además se consiguen mejoras en la cuenta de resultados del propietario/explotador del hotel.



4. BIBLIOGRAFIA



BIBLIOGRAFIA

- AEMET Agencia Estatal de Meteorología. (s.f.).*
- AFEC (Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización). (s.f.).*
- CEAC Aire Acondicionado. (2004). CEAC técnico climatización.*
- CEAC Manual de Calefacción. (2000).*
- Código Técnico de la Edificación (CTE). (2006).*
- DTIE 5.01 Cálculo de Conductos ATECYR. (2000).*
- Eurovent Certificación. (s.f.).*
- Guía Técnica Condiciones climáticas exteriores de proyecto, IDAE. (2010).*
- IDAE. (2010). Guía Técnica Agua Caliente Sanitaria Central.*
- IDAE. (2012). Guía Técnica. Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica.*
- IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (s.f.).*
- Manual de Aire Acondicionado Carrier. (2009).*
- Real Decreto 865/2003 sobre Criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. (2003).*
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE). (2007).*
- Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas (RSIF). (2011).*
- UNE-EN 13779 Ventilación en edificios no residenciales. (s.f.).*
- UNE-EN-12735.1 Norma para tuberías frigoríficas. (s.f.).*
- UNE-ENV 12097 Ventilación de edificios. Conductos. (1998).*
- www.codigotecnico.org. (s.f.).*