

Diseño de un sistema de climatización para el control de las condiciones ambientales en una galería de arte.

Proyecto Final de Grado

Curso académico 2017/2018

Autor

Támer Eimad Kamal López

Tutor del proyecto

Ricardo Novella Rosa

Agradecimientos

En primer lugar, destacar el apoyo incondicional, así como el enriquecimiento personal y humano que he tenido el privilegio de disfrutar de mi pareja Irene Isabel Sierra Gutierrez, la que, desde el año 2003 ha representado para mí un pilar vital, y la que en gran medida corresponde el merito de haber obtenido esta titulación.

A mis padres y mi hermano, por haber compartido este tiempo de sacrificio y dedicación.

A mis incondicional amigos, enumerados sin preferencias, a Daniel Calzada Díaz por haber compartido largas sesiones de estudio y por haber sido un apoyo desinteresado en la formación académica y laboral. A Pablo Palau Garcerá, por su enorme aportación a nivel personal, profesional y humano, que ha marcado indiscutiblemente mis valores y mis preferencias.

A la familia de mi pareja, la cual considero mi familia.

Y por último, agradecer la tremenda labor que ha realiza Ricardo Novella Rosa, por compartir de forma implicada, todos aquellos conocimientos que he recibido por su parte, así como la cálida acogida que recibí al ingresar en la universidad.

índice

1. Memoria	12
1.1. Titular.	12
1.2. Emplazamiento.	12
1.3. Estudio de necesidades.	13
1.3.1. Necesidades técnicas.	13
1.3.2. Necesidades económicas.	15
1.4. Plazos.	15
1.5. Coste.	15
2. Planteamiento de soluciones alternativas.	17
2.1. Soluciones alternativas a equipos o unidades de climatización.	17
2.1.1. Sistemas todo aire.	17
2.1.2. Sistema todo agua.	21
2.1.3. Sistema todo refrigerante.	22
2.2. Soluciones alternativas para fluidos refrigerantes.	22
2.3. Soluciones alternativas a conductos de impulsión y extracción.	25
2.4. Soluciones alternativas a difusores y/o rejillas.	38
3. Descripción de la solución adoptada.	41
3.1. Diseño del circuito refrigerante y selección de los componentes.	41
3.1.1. Estimación de la potencia térmica frigorífica requerida.	43
3.1.2. Estimación de la potencia térmica calorífica requerida.	55
3.1.3. Estimación de la potencia eléctrica absorbida.	67
3.1.4. Estimación de los caudales de impulsión y retorno requeridos.	68
3.1.5. Estimación de los caudales de retorno requeridos.	69
3.2. Diseño de las canalizaciones de impulsión y extracción.	70
4. Selección de los componentes y sistemas.	74
4.1. Método de climatización seleccionado.	74
4.2. Máquina de climatización seleccionada.	74
4.3. Panel de control seleccionado.	76
4.4. Refrigerante seleccionado.	77
4.5. Compresores seleccionados.	77
4.6. Conductos de impulsión y retorno seleccionados, ensanches y	

contracciones.	77
4.7. Codos y derivaciones seleccionados	77
4.8. Rejillas y difusores seleccionados.	78
5. Especificaciones técnicas.	79
5.1. Especificaciones técnicas del fluido refrigerante.	79
5.2. Especificaciones técnicas de la máquina de climatización.	82
5.3. Especificaciones técnicas de los conductos de impulsión y retorno.	83
5.4. Especificaciones técnicas de los difusores y rejillas.	84
5.5. Pruebas de funcionamiento de la instalación.	86
5.5.1. Prueba de estanqueidad.	86
5.5.2. Prueba de vacío.	87
6. Planos.	87
7. Justificación del presupuesto.	93
7.1. Precios elementales.	93
7.2. Precios descompuestos.	96
7.3. Precios unitarios.	100
7.3.1. Instalación de climatización.	100
7.3.2. Mano de obra.	102
7.4. Presupuesto de ejecución material.	104
8. Bibliografía.	105

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Ubicación del local.	13
Ilustración 2. Esquema de funcionamiento del sistema todo aire.	17
Ilustración 3. Caudal constante y temperatura variable sin post-tratamiento local.	18
Ilustración 4. Caudal constante y temperatura variable con post-tratamiento local.	18
Ilustración 5. Caudal variable y temperatura constante.	19
Ilustración 6. Caudal variable y temperatura variable.	20
Ilustración 7. Esquema de funcionamiento todo agua.	21
Ilustración 8. Clasificación de la instalación dependiendo de la velocidad del aire. 27	
Ilustración 9. Clasificación de los sistemas de impulsión de aire atendiendo a la presión.	28
Ilustración 10. Ejemplo de instalación de ventilación y sus componentes. 29	
Ilustración 11. Tipo de derivaciones de sección circular.	30
Ilustración 12. Tipo de derivaciones de sección rectangular.	31
Ilustración 13. Tipo de codos de sección rectangular.	31
Ilustración 13. Tipos de codos de sección circular.	31
Ilustración 14. Tipos de compuertas.	32
Ilustración 15. Tipos de transformaciones.	32
Ilustración 16. Ejemplo de cortafuegos.	33
Ilustración 17. Difusor de techo circular.	39
Ilustración 18. Difusor de techo circular con aletas torsionadas.	39
Ilustración 19. Difusores cuadrados.	39
Ilustración 21. Dimensiones de la máquina de climatización. 76	
Ilustración 22. Panel de control.	76
Ilustración 23. Difusor de techo KoolAir 43SF + PMC.	79
Ilustración 24. Rejilla de retorno KoolAir.	79
Ilustración 25. Unión por junta transversal con vaina deslizante de tipo bayoneta. 84	
Ilustración 26. Manómetro digital.	87

Índice de tablas

Tabla 1. Porcentaje de miscerabilidad refrigerante y lubricante.	24
Tabla 2. Datos principales del local.	41
Tabla 3. Parámetros externos de entrada para el estudio de cargas térmicas.	41
Tabla 4. Superficie, volumen y aforo de los diferentes espacios.	42
Tabla 5. Datos de entrada para el estudio de cargas térmicas. Refrigeración.	43
Tabla 6. Resumen de cargas térmicas obtenidas. Refrigeración.	43
Tabla 7. Resumen de cargas térmicas del local y los caudales requeridos. Refrigeración.	44
Tabla 8. Parámetros de entrada en la “Sala de exposición 1”. Refrigeración.	46
Tabla 9. Resultados obtenidos de la “Sala de exposición 1”. Refrigeración.	46
Tabla 10. Parámetros de entrada en la “Vestíbulo, acceso principal”. Refrigeración.	47
Tabla 11. Resultados obtenidos de la “Vestíbulo, acceso principal”. Refrigeración.	47
Tabla 12. Parámetros de entrada en la “Sala de exposición 2”. Refrigeración.	48
Tabla 13. Resultados obtenidos de la “Sala de exposición 2”. Refrigeración.	48
Tabla 14. Parámetros de entrada en el “Almacén”. Refrigeración.	49
Tabla 15. Resultados obtenidos del “Almacén”. Refrigeración.	49
Tabla 16. Parámetros de entrada en la “oficina 1”. Refrigeración.	50
Tabla 17. Resultados obtenidos del “oficina 1”. Refrigeración.	50
Tabla 18. Parámetros de entrada en la “oficina 2”. Refrigeración.	51
Tabla 19. Resultados obtenidos del “oficina 2”. Refrigeración.	51
Tabla 20. Parámetros de entrada en el “Aseo de caballeros”. Refrigeración.	52
Tabla 21. Resultados obtenidos del “Aseo de caballeros”. Refrigeración.	52
Tabla 22. Parámetros de entrada en el “Aseo de señoras”. Refrigeración.	53
Tabla 23. Resultados obtenidos del “Aseo de señoras”. Refrigeración.	53
Tabla 24. Parámetros de entrada en el “Aseo de minusválidos”. Refrigeración.	54
Tabla 25. Resultados obtenidos del “Aseo de minusválidos”. Refrigeración.	54
Tabla 26. Datos de entrada para el estudio de cargas térmicas. Calefacción.	55
Tabla 27. Resumen de cargas térmicas obtenidas. Calefacción.	55
Tabla 28. Resumen de cargas térmicas del local y los caudales requeridos. Calefacción.	57

Tabla 29. Parámetros de entrada en la “sala de exposición 1”. Calefacción.	58
Tabla 30. Resultados obtenidos de la “sala de exposición 1”. Calefacción.	58
Tabla 31. Parámetros de entrada en el “vestíbulo, acceso principal”. Calefacción.	59
Tabla 32. Resultados obtenidos de la “vestíbulo, acceso principal”. Calefacción.	59
Tabla 33. Parámetros de entrada en la “sala de exposición 2”. Calefacción.	60
Tabla 34. Resultados obtenidos de la “sala de exposición 2”. Calefacción.	60
Tabla 35. Parámetros de entrada en el “almacén”. Calefacción.	61
Tabla 36. Resultados obtenidos del “almacén”. Calefacción.	61
Tabla 37. Parámetros de entrada en la “oficina 1”. Calefacción.	62
Tabla 38. Resultados obtenidos de la “oficina 1”. Calefacción.	62
Tabla 39. Parámetros de entrada en la “oficina 2”. Calefacción.	63
Tabla 40. Resultados obtenidos de la “oficina 2”. Calefacción.	63
Tabla 41. Parámetros de entrada en el “aseo de caballeros”. Calefacción.	64
Tabla 42. Resultados obtenidos del “aseo de caballeros”. Calefacción.	64
Tabla 43. Parámetros de entrada en el “aseo de señoras”. Calefacción.	65
Tabla 44. Resultados obtenidos del “aseo de señoras”. Calefacción.	65
Tabla 45. Parámetros de entrada en el “aseo de minusválidos”. Calefacción.	66
Tabla 46. Resultados obtenidos del “aseo de minusválidos”. Calefacción.	66
Tabla 47. Demanda mensual del local en refrigeración [kWh].	67
Tabla 48. Demanda mensual del local en calefacción [kWh].	67
Tabla 49. Caudal de impulsión en las diferentes salas.	68
Tabla 50. Caudal de retorno en las diferentes salas.	69
Tabla 51. Secciones seleccionadas para los conductos de impulsión.	72
Tabla 52. Secciones seleccionadas para los tramos de retorno.	73
Tabla 53. Componentes del gas refrigerante seleccionado.	79
Tabla 54. Especificaciones técnicas del gas refrigerante R410A.	79
Tabla 55. Tabla presión-temperatura del gas refrigerante R410A.	81
Tabla 56. Especificaciones técnicas de la máquina de climatización seleccionada.	82
Tabla 57. Difusores seleccionados.	84
Tabla 58. Rejillas de retorno seleccionadas.	85
Tabla 59. Precios elementales.	93

Tabla 60. Precio descompuesto, instalación trifásica.	96
Tabla 61. Precio descompuesto, instalación de máquina de climatización.	97
Tabla 62. Precio descompuesto, instalación de sistema de impulsión.	98
Tabla 63. Precio descompuesto, instalación de sistema de retorno.	99
Tabla 64. Precio unitario, máquina de climatización,	100
Tabla 65. Precio unitario, conductos de impulsión.	100
Tabla 66. Precio unitario, conductos de retorno.	100
Tabla 67. Precio unitario, codos y reducciones de sección.	101
Tabla 68. Precio unitario, gas refrigerante.	101
Tabla 69. Precio unitario, cable de cobre.	101
Tabla70. Precio unitario, tubo corrugado.	102
Tabla 71. Mano de obra, oficial de 1º instalador de climatización.	102
Tabla 72. Mano de obra, ayudante de instalador de climatización.	102
Tabla 73. Mano de obra, oficial de 1º electricista.	103
Tabla 74. Mano de obra, ayudante de electricista.	103
Tabla 75. Mano de obra, oficial de 1º instalador de conductos de chapa metálica.	103
Tabla 76. Mano de obra, ayudante instalador de conductos de chapa metálica.	103
Tabla 77. Presupuesto de ejecución material.	104

Índice de gráficas

Gráfica 1. Relación del diámetro equivalente con las pérdidas de carga, velocidad y/o caudal.	36
Gráfica 2. Cargas térmicas del local completo.	44
Gráfica 3. Cargas térmicas de la sala de exposición 1.	46
Gráfica 4. Cargas térmicas del vestíbulo, acceso principal.	47
Gráfica 5. Cargas térmicas del la sala de exposición 2.	48
Gráfica 6. Cargas térmicas del almacén.	49
Gráfica 7. Cargas térmicas de la oficina 1.	50
Gráfica 8. Cargas térmicas de la oficina 2.	51
Gráfica 9. Cargas térmicas del aseo de caballeros.	52
Gráfica 19. Cargas térmicas del aseo de señoras.	53
Gráfica 11. Cargas térmicas del aseo de minusválidos.	54
Gráfica 12. Cargas térmicas del local completo.	56
Gráfica 13. Cargas térmicas de la sala de exposición 1.	58
Gráfica 14. Cargas térmicas del vestíbulo, acceso principal.	59
Gráfica 15. Cargas térmicas de la sala de exposición 2.	60
Gráfica 16. Cargas térmicas del almacén.	61
Gráfica 17. Cargas térmicas de la oficina 1.	62
Gráfica 18. Cargas térmicas de la oficina 2.	63
Gráfica 19. Cargas térmicas del aseo de caballeros.	64
Gráfica 20. Cargas térmicas del aseo de caballeros.	65
Gráfica 21. Cargas térmicas del aseo de caballeros.	66
Gráfica 22. Demanda energética anual.	68
Gráfica 23. Cálculo de la pérdida de presión en un conducto.	71
Gráfica 24. Comparativa de los gases R22 y R410A.	80
Gráfica 25. Diagrama p-h del gas refrigerante R410A.	81

Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Ecuación de la energía total de una corriente fluida.	28
Ecuación 2. Ecuación de Bernoulli para un conducto.	29
Ecuación 3. Relación de la sección con el caudal y la velocidad.	34
Ecuación 4. Ecuación para obtener el diámetro equivalente.	34
Ecuación 5. Sección correspondiente al tramo I1.	70
Ecuación 6. Diámetro equivalente.	70

1. Memoria

El objeto del presente Trabajo Final de Grado será el dimensionamiento de una instalación de climatización para la conservación y exposición de obra de arte controlando la humedad relativa en un rango del 40 al 55 por ciento, y a una temperatura de entre 23 y 25 grados centígrados, con el fin de una correcta conservación.

Se abordarán los cálculos de la potencia frigorífica necesaria en función del volumen a climatizar, así como el cálculo de cargas térmicas, y la selección de componentes acorde a dicha potencia, es decir, evaporador/es, condensador/es y compresor/es, los cuales serán la parte fundamental de las máquinas de climatización seleccionadas, además de elementos auxiliares tales como depósitos de líquido y lubricante, visores y dispositivos de expansión. Se seleccionarán también todos aquellos elementos que contemplan los conductos de impulsión y extracción, elementos de aislamiento térmico, sensores de temperatura y humedad, tipología y dimensionado de los difusores de impulsión y extracción, así como la distribución y orientación que estos tienen que tener.

1.1. Titular.

El presente TFG va a ser desarrollado por Don Támer Eimad Kamal López, estudiante de Grado en Ingeniería Mecánica, con DNI 44524957Q, como autor del mismo. Además, el tutor responsable del seguimiento y supervisión del mismo va a ser el Don Ricardo Novella Rosa, perteneciente al departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la Universitat Politècnica de València, con DNI 44865543H.

1.2. Emplazamiento.

La localización donde se va a llevar a cabo la instalación de climatización consiste en una planta baja de un edificio de viviendas colectivas. Dicho emplazamiento será, como se ha mencionado en el apartado anterior, una sala de exposición de arte y almacén de obra de arte, en la que se dividirá en diferentes áreas, tales como zona de trabajo, sala de exposición, vestíbulo, aseos, almacén, y sala de maquinaria.

Se ubicará en la calle Málaga, nº23 y 25, de Valencia, con código postal 46009. Además, el edificio tiene orientación norte, siendo colindante a otros edificios en sus caras Sur, Este y Oeste.

Cabe destacar que el proyecto consta de un área total a climatizar de 453,78 metros cuadrados y que tendrá una franja horaria de apertura al público que en los siguientes apartados se detallará, para el cálculo de diferentes parámetros como son las cargas térmicas.



Il·lustració 20. Ubicació del local.

1.3. Estudio de necesidades.

Con la información recopilada por parte del cliente, y con las especificaciones del encargo, se procederá a efectuar el estudio de necesidades. Se deberá estudiar la información relativa al volumen a climatizar, así como las cargas térmicas y uso del local, y extraer de ella todas aquellas consideraciones que puedan afectar al proyecto en la etapa de diseño.

1.3.1. Necesidades técnicas.

Con objeto de prever y planificar aquellos aspectos que afectan a la construcción de las instalaciones en función del uso que se le va a dar, necesidades y condiciones en las que va a trabajar, se procederá a la descripción de los requerimientos que a priori se tendrán en cuenta para el diseño.

Así pues, como punto de partida, el emplazamiento donde se llevará a cabo la instalación, tal y como se ha mencionado en el apartado 1.2 “Emplazamiento”, será en una planta baja de un edificio de viviendas colectivas de 453,78 metros cuadrados y 3,00 metros de altura, constituyendo un volumen a climatizar de 1361,34 metros cúbicos.

Se tendrá en cuenta el aislamiento que se deberá instalar en aquellos puntos en los que se tengan una mayor cantidad de pérdidas tales como accesos, o como es en este caso, el debido aislamiento de uno de los techos debido a que éste da

directamente a un patio interior, aumentando las cargas térmicas en los días de calor.

Se dispondrá de un espacio exclusivo a la sala de máquinas, en las que se tendrá un correcto acceso para que las tareas de mantenimiento se realicen dentro del marco de seguridad y salubridad, así como estar debidamente aislada acústicamente cumpliendo la Ordenanza Municipal de Protección Contra la Contaminación Acústica, texto definitivo aprobado en Pleno 30/05/2008, publicado en el BOP de fecha 26 de junio de 2008, y modificado por sentencia nº39/20011, de 21 de enero de 20011, de Sección 1ª, Sala C-A, TSJCV, en la que se establece que para un local comercial destinado a exposición, en este caso no debe superar 55 dBA por el día/tarde y 45 por la noche, de transmisión de ruidos a uso dominante residencial.

Con el fin de evitar la transmisión de vibraciones a través de la estructura de la edificación, el anclaje de las maquinas deberá disponer de elementos antivibratorios adecuados.

Los conductos por los que circulen fluidos líquidos o gases de forma forzosa, conectados directamente con maquinas que tengan órganos en movimiento, dispondrán de dispositivos de separación que impidan la transmisión de vibraciones generadas en tales maquinas. Las bridas y soportes de los conductos tendrán elementos antivibratorios.

Las aberturas de los muros para el paso de las conducciones se rellenarán con material absorbente de la vibración.

En cuanto al abastecimiento energético, se empleará un sistema de alimentación trifásico para aquellos elementos que constituyen la instalación tales como máquinas compresoras, sensores y elementos de control.

Referente a los parámetros en los que se intervendrá, se tendrá en cuenta como punto de partida:

- La temperatura máxima no debe superar los 25°C y la humedad relativa adecuada debe estar entre el 40% y el 65%.
- Humedad relativa exterior. Dependerá de las condiciones climatológicas y de la época del año, entre 59% y 70%.
- Renovación de aire. Debido a que el espacio se está diseñando con el fin de almacenar y conservar obras de arte, habrá que considerar unas condiciones idóneas de calidad del aire. Para ello se adoptará la instalación de un sistema que renueve el aire con una frecuencia determinada, en función de su calidad.
- Para el almacenamiento de la obra y su conservación en perfectas condiciones, deberán situarse a una cota superior a 10 cm sobre el nivel del suelo, para evitar daños en caso de fuga de agua.
- Sistema de desagüe del agua de condensación en el evaporador a fin de que no se acumule ya que harían descender el rendimiento de la misma al considerarse como cargas térmicas.

Definidas las necesidades en cuanto a parámetros de conservación, así como aspectos de rendimiento y seguridad de las instalaciones, se procederá al listado de aquellos componentes que serán objeto de estudio para un funcionamiento eficiente.

- Máquina de climatización y mezcladora de aire.
- Conductos de impulsión y extracción.
- Difusores de impulsión y extracción.
- Elementos de control de temperatura y humedad.
- Panel de control.
- Material de aislamiento.

1.3.2. Necesidades económicas.

Conocidas las condiciones iniciales en las que va a trabajar la instalación, se procederá al cálculo de aquellos parámetros que afectarán al dimensionamiento y a las potencias tanto frigoríficas como eléctricas, así como una repercusión directa sobre el coste final de la instalación. Dicho coste se detallará en los siguientes apartados en los que se abordará el aspecto propiamente técnico, calculando las cargas del emplazamiento, las potencias frigorífica y calorífica requeridas, y así concluir con la selección de los componentes.

Es por ello que se presentará en el documento el presupuesto final detallado.

1.4. Plazos.

Se dispondrá de un plazo no superior a 21 días laborales desde la fecha 1 de octubre de 2018.

La fecha de entrega se establecerá el día 31 de octubre de 2018.

Los operarios dispondrán además de un plazo de 15 días hábiles desde la fecha de entrega del proyecto para disponer de todos los elementos de la instalación y proceder a su montaje. El primer día de funcionamiento de la instalación será el día 1 de noviembre de 2018.

1.5. Coste.

Se ha previsto un presupuesto inicial de **21267.55** € y sus plazos correspondientes:

- Primer plazo de 15000€, el día 1 de octubre de 2018.
- Segundo plazo de 6267.55€, el día 31 de octubre de 2018.

2. Planteamiento de soluciones alternativas.

2.1. Soluciones alternativas a equipos o unidades de climatización.

En primer lugar, cabe destacar, que se trata de una superficie de medidas a nivel industrial, es decir, que se van a contemplar solicitudes superiores a 15 kW de potencia térmica requerida. Así pues, y teniendo presente como premisa fundamental este dato, se plantearán las posibles soluciones que se podrán llevar a cabo para la selección del método tecnológica y económicamente más viable.

2.1.1. Sistemas todo aire.

La principal característica de los sistemas todo aire, es que el espacio a climatizar sólo le llega aire, frío o caliente, tratado previamente en un climatizador, y posteriormente transportado a través de conductos para ser impulsado dentro del local a través de rejillas y/o difusores. En este caso, para el buen funcionamiento del sistema se implantan sistemas de mezcla de aire de retorno con el aire exterior, función llevada a cabo por la mezcladora del climatizador.

Tal y como se puede apreciar, el climatizador es el elemento fundamental en este tipo de sistemas, ya que es el encargado de recibir el aire exterior y de retorno para su posterior tratamiento. Su labor consiste en recibir el aire de retorno y el aire del exterior, y mezclarlo, tratarlo e impulsarlo por los canales de impulsión.

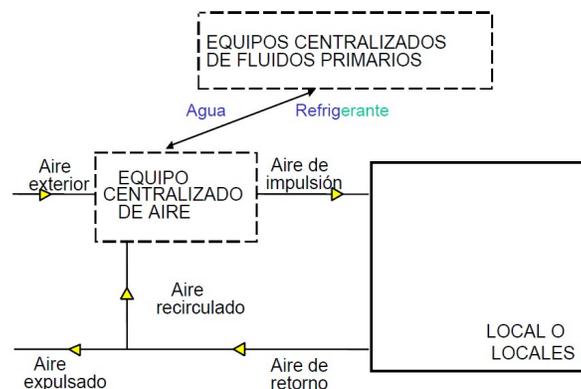


Ilustración 21. Esquema de funcionamiento del sistema todo aire.

Cabe destacar, que para esta metodología existen diferentes distribuciones en función de los caudales, temperaturas y humedades deseados que se resumen en la siguiente clasificación:

➤ De caudal constante y temperatura variable sin post-tratamiento local.

- Para baja presión generalmente.
- Para locales con única zona higrotèrmica.
- Coste bajo.
- Regulación: control de temperatura.
- Humedad -ventilación – free-cooling.
- Sensores para regulación.

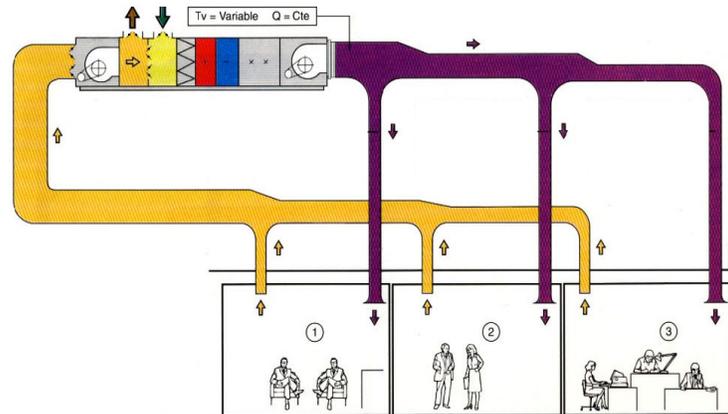


Ilustración 22. Caudal constante y temperatura variable sin post-tratamiento local.

➤ De caudal constante y temperatura variable con post-tratamiento local.

- Instalaciones poco utilizadas.
- Baja, media o alta presión generalmente.
- Para locales con distintas zonas higrotèrmicas.
- Regulación: control de temperatura – humedad.
- Se impulsa el aire entre 8 y 10°C por debajo de la temperatura de confort para contrarrestar las cargas positivas.
- Sensores para regulación.

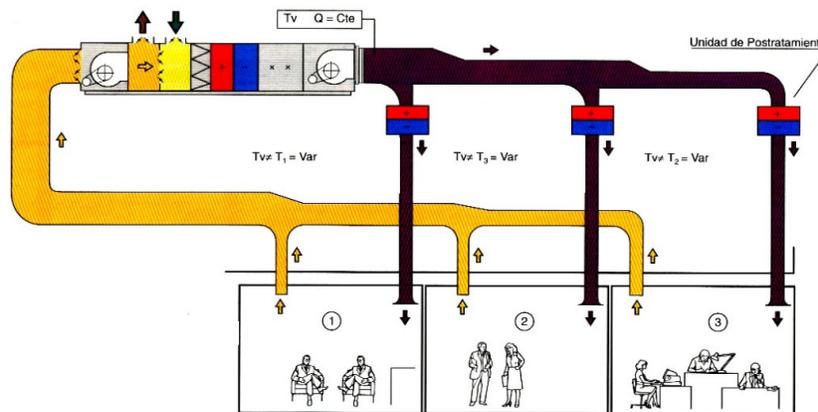


Ilustración 23. Caudal constante y temperatura variable con post-tratamiento local.

➤ De caudal variable y temperatura constante.

- Para baja, media y alta presión.
- Para locales con distintas zonas higrotérmicas.
- Coste de inversión es relativamente bajo.
- Unidad de tratamiento central es el básico.
- Regulación:
 - ❖ Mediante la caja de volumen variable con compuertas de by-pass (o regulando el equipo impulsor, variando la tensión o frecuencia) se regula la carga térmica. El caudal de aire, nunca debe anularse, debido a que debe mantener una ventilación mínima.
 - ❖ Sensores para regulación ubicados en el local o zona, según la ubicación de la caja de volumen variable.

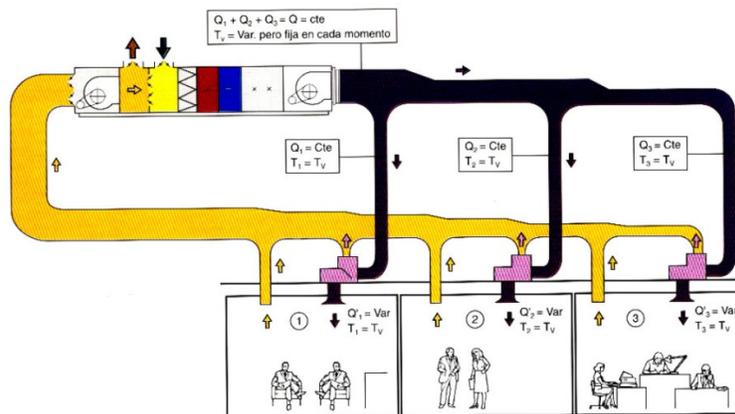


Ilustración 24. Caudal variable y temperatura constante.

➤ De caudal variable y temperatura variable.

- Se emplea muy poco.
- Se utiliza con alta velocidad.
- Para locales con distintas zonas higrotérmicas.
- Dos unidades de tratamiento central básicas:
 - ❖ Unidad que produce aire primario: regula la humedad relativa y la temperatura en las zonas perimetrales a caudal constante y temperatura variable. Contrarresta cargas de transmisión y ventilación.
 - ❖ Unidad que produce aire secundario: a caudal variable y temperatura constante. Contrarresta cargas de iluminación personas y radiación solar de las zonas perimetrales y todas las cargas de las zonas interiores.

Según esta disposición, también cabe la posibilidad de que disponga o no de post-tratamiento local, como en los anteriores casos.

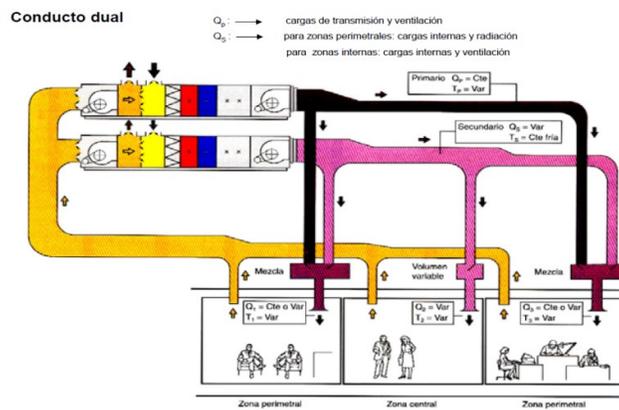


Ilustración 25. Caudal variable y temperatura variable.

2.1.2. Sistema todo agua.

En el caso de que se trate de agua como fluido primario, se cataloga en sistemas de dos tubos o cuatro tubos.

- Sistema de dos tubos:
 - Impulsión de agua fría/caliente.
 - Retorno de agua fría/caliente.
- Sistema de cuatro tubos:
 - Impulsión de agua fría.
 - Retorno de agua fría.
 - Impulsión de agua caliente.
 - Retorno de agua caliente.

Cabe destacar que en ningún caso se puede presentar un sistema de tres tubos en los que uno de ellos se destine a la mezcla de agua fría y caliente.

TODO AGUA (O REFRIG.)

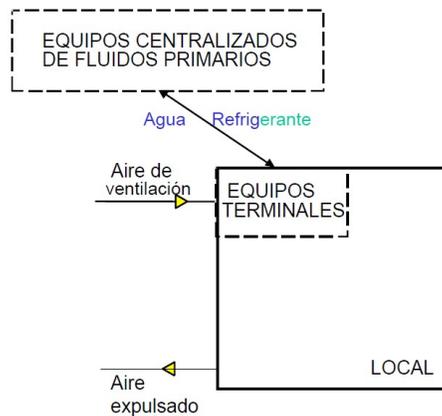


Ilustración 26. Esquema de funcionamiento todo agua.

2.1.3. Sistema todo refrigerante.

En el caso de que se trate de refrigerante como fluido primario, se cataloga en sistemas de dos tubos o tres tubos.

- Sistemas de dos tubos.
 - Impulsión líquido/gas.
 - Retorno gas/líquido.
- Sistema de tres tubos.
 - Impulsión líquido.
 - Impulsión gas.
 - Retorno mezcla.

En este tipo de instalaciones los equipos terminales son los destinados a acondicionar el caudal de impulsión directamente al local a climatizar:

- Fan coils (agua).
- Multi-split y V.R.V.

2.2. Soluciones alternativas para fluidos refrigerantes.

Se seleccionara un fluido refrigerante dentro de un umbral de posibilidades, siempre atendiendo a una serie de criterios, así como en su aspecto estrictamente de eficiencia, económico y de respeto medioambiental.

Es por ello que la selección del refrigerante deberá cumplir la normativa vigente, así como el cumplimiento de los acuerdos establecidos a nivel europeo y mundial para minimizar el impacto medioambiental. Cabe destacar el protocolo de Montreal (1987), motivado por el impacto sobre la capa de ozono por parte de los CFCs, el protocolo de Kyoto (1997) junto con la directiva parlamentaria europea 2006/40 (prohibición para vehículos nuevos el uso de refrigerantes con GWP>150 (potencia de calentamiento global, es decir, el factor del efecto relativo al que provoca el CO₂) para 2017, es decir, prohibición de gases fluorados), y el reglamento F-Gas 517/2014, que limita la cantidad total de HFC que se puede vender en la UE a partir del año 2015 y la eliminación gradual.

En la presente instalación se seleccionara el fluido refrigerante atendiendo a los siguientes criterios:

➤ Criterios termodinámicos.

- Calor latente elevado: Implica un menor caudal másico requerido para igual potencia térmica.
- Presión de evaporación $>1\text{atm}$: evita la posible entrada de aire ante fuga, impidiendo la generación de hielo en el circuito y el aumento de la presión por incondensables.
- T^a crítica $\gg T^a$ condensación: Implica el menor consumo del compresor y mayor producción frigorífica específica.
- T^a fusión $\ll T^a$ evaporación: Implica que el refrigerante se mantiene en fase fluida.
- Presión de condensación lo mas baja posible: Condicionada por la temperatura del agente de condensación.
- Alta producción frigorífica volumétrica específica (q_v): Implica un menor tamaño del compresor.
- Bajo calor específico del líquido: Implica un mayor subenfriamiento del líquido para un mismo salto entálpico.
- Elevado calor específico del vapor: Implica un menor recalentamiento del vapor par aun mismo salto entálpico.
- Baja viscosidad: Implica menor pérdida de carga y consumo en bombas.
- Alto coeficiente de transmisión térmica (en fase líquida, vapor y zona bifásica)

➤ Criterios técnicos.

- Correcta selección del fluido refrigerante para evitar un deterioro excesivo y prematuro de aquellos componentes metálicos, plásticos y elastómeros de los que estará constituida la instalación.
- Compatibilidad con aceites lubricantes teniendo como premisa fundamental la miscibilidad entre ambos.

Es importante resaltar que para un correcto desempeño en la capacidad de refrigeración y en términos de eficiencia de los equipos de refrigeración, el lubricante y el refrigerante deben de ser miscibles entre sí. El compresor, debido a su funcionamiento hará que parte del lubricante se encuentre en el resto de elementos del circuito de refrigeración, tales como conductos, condensador, válvula de expansión o en el evaporador, teniendo la capacidad de retornar a su punto inicial, el compresor. Este proceso se realiza por la línea de succión del refrigerante al compresor.

Además, el lubricante debe cumplir las exigencias a las que se va a someter, debido a que en el interior de la maquina compresora, habrán elementos mecánicos móviles tales como pistones, cigüeñal, bielas, baleros, roto-estator, etc, que provocarán un desgaste por fricción, así como un aumento de la temperatura. Este

efecto se dará por falta de lubricación provocando el desgaste prematuro y severo, y la interrupción del servicio hasta reparación, aumentando los costes de mantenimiento correctivo. Deberá cumplir los siguientes criterios:

- Mantener una temperatura ideal en el compresor derivado por la fricción mecánica.
 - Reducir el ruido del compresor por partes en movimiento.
 - Mantener la relación de compresión succión / descarga.
 - El lubricante deberá ser seleccionado por su viscosidad, el tipo de refrigerante y su temperatura de trabajo.
 - Miscibilidad Refrigerante – Lubricante en todas sus temperaturas.
- Correcta selección del lubricante teniendo en cuenta que el fluido deberá ser miscible o no miscible con el aceite dependiendo de la instalación.

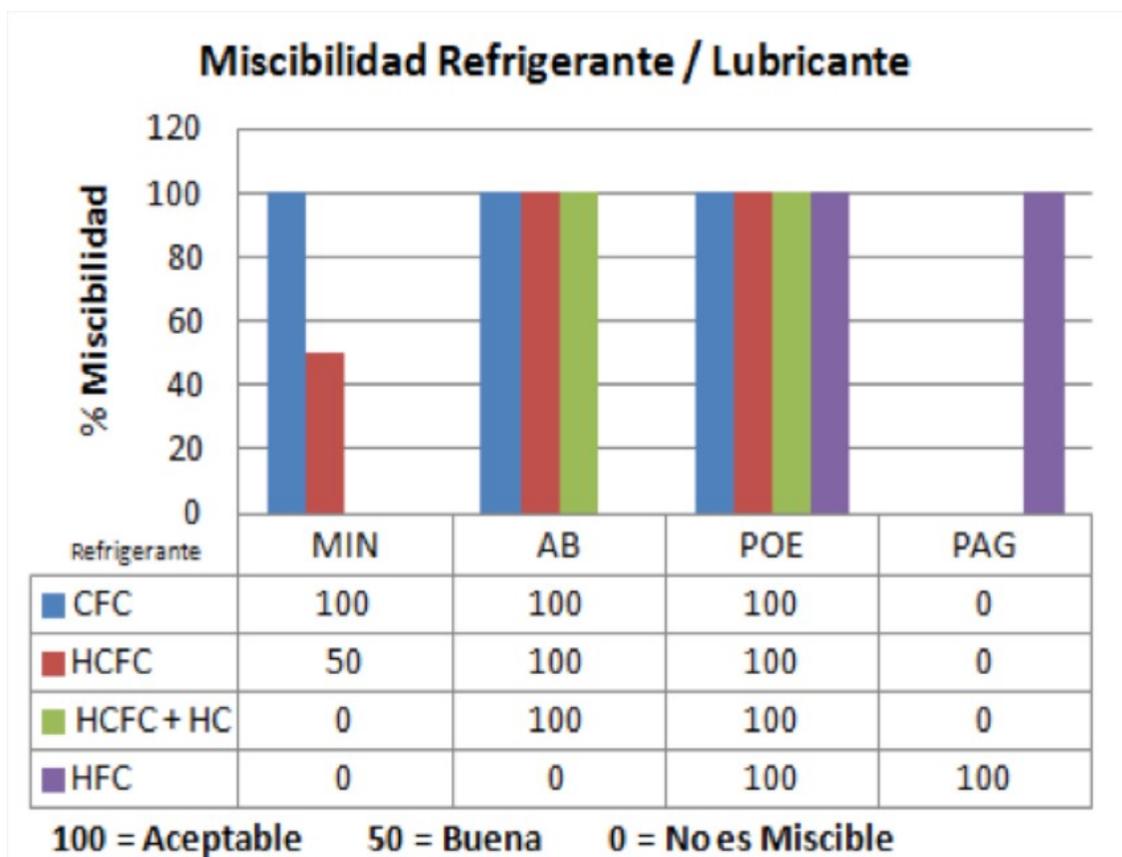


Tabla 2. Porcentaje de miscerabilidad refrigerante y lubricante.

El lubricante deberá ser compatible con el refrigerante seleccionado, entre los que se encuentra: Mineral, Alquibenceno, Poliéster (POE) y Polialquiglicol, entre una extensa gama de productos.

➤ Criterios de seguridad.

- El refrigerante no puede ser tóxico.
- El refrigerante no debe ser inflamable.
- El refrigerante no debe formar mezclas explosivas con el aire.
- Debe tener nulo potencial destructor de la capa de ozono. (átomos de Cl, Br).

➤ Criterios medioambientales.

➤ Criterios económicos.

➤ Clasificación:

- CFCs (CloroFluoroCarbonos): Compuestos orgánicos que contienen átomos de cloro y carbono alto GWP y ODP.

➤ Criterios técnicos.

- Acción del fluido sobre los metales de la instalación, plásticos y demás materiales, para evitar una degradación acelerada.
- Acción sobre el lubricante de la instalación. El fluido debe ser miscible o no miscible con el aceite dependiendo de la instalación.
- Tendencia a las fugas.
- Viscosidad. Debe ser lo menor posible para minimizar el trabajo del compresor.

2.3. Soluciones alternativas a conductos de impulsión y extracción.

En este apartado, de gran relevancia, debido a que es un punto fundamental en el buen funcionamiento del sistema diseñado. Así pues, cabe resaltar, que además de la correcta estimación de las cargas térmicas, la selección de los sistemas, máquinas y regulaciones, es de vital importancia el cálculo y dimensionado de los conductos de impulsión y extracción requeridos.

Los principales objetivos de la red de conductos, es la correcta repartición de los caudales, tanto de impulsión como los de extracción, para una correcta renovación del aire, en la totalidad del local a climatizar. Por lo tanto, tras el resultado obtenido en cuanto a los caudales requeridos (o velocidades del flujo), se obtendrá un diámetro equivalente de sección a partir del cual se llevará a cabo la selección del tipo de conductos, es decir, la geometría que va a disponer.

Para diseñar un conducto hay que tener en cuenta los tres fundamentos básicos que influyen en el diseño y en el objetivo buscado. La red de conductos debe de diseñarse de modo que se consiga llevar un caudal de aire determinado a todos los puntos de impulsión o extracción donde se requiera. Los tres conceptos fundamentales que influyen en este aspecto son:

- **Propiedades del aire.** Dependen de la temperatura y de la presión, y las propiedades básicas que se utilizan en el diseño de un conducto son la viscosidad y la densidad.
- **Diámetro equivalente del conducto.** Los conductos utilizados pueden tener diferentes secciones, siendo lo más habitual que sean rectangulares o circulares. La mayoría de métodos de cálculo se basan en conductos circulares. El diámetro equivalente sirve para calcular el conducto, con sección circular, equivalente al estudiado.
- **Pérdidas de carga.** En el conducto el fluido experimenta una pérdida de presión por rozamiento, también llamada pérdida de carga. Estas pérdidas de carga se dividen en pérdidas en el conducto y pérdidas en singularidades, como por ejemplo codos, cambios de sección o accesorios.

El caudal de aire siempre se repartirá en la red de forma que por cualquier rama de impulsión se produzca la misma pérdida de carga incluyendo la pérdida por difusión en el local (igual en retorno).

El caudal circulante será aquel en el que se igualen la presión total que suministra el ventilador para un caudal dado y la pérdida de presión total en la red impulsión-retorno para ese mismo caudal.

- Consideraciones generales:

El correcto dimensionamiento de la red de conductos y la adecuada disposición y selección de difusores en una instalación de climatización (distribución de aire) es fundamental, ya que si realizamos una buena evaluación de las cargas térmicas, elegimos apropiadamente el sistema de climatización y su regulación, pero ejecutamos un incorrecto reparto del fluido que compensa las cargas del local, no seremos capaces de mantener condiciones de confort en los locales. Un diseño inadecuado de la red de conductos produce frecuentemente un costo excesivo de mano de obra (sobre todo en equilibrado), y un mal funcionamiento del sistema en su conjunto (zonas mal ventiladas, corrientes de aire, molestos ruidos, etc.). **En definitiva, no solamente es primordial “producir” la cantidad de aire necesario y en condiciones térmicas adecuadas, sino que también es fundamental enviarlo a los locales que lo necesiten y distribuirlo bien en el interior de los mismos.**

El cálculo correcto de un sistema de distribución incluye:

El dimensionado de la red de conductos, que deberá:

- Repartir el aire en todos y cada uno de los difusores, según las necesidades establecidas en los cálculos.
- Trabajar con una caída de presión total del sistema adecuada a la máquina o ventilador seleccionado (la intersección de sus curvas de funcionamiento proporcione el caudal requerido con un rendimiento del ventilador aceptable).
- Cumplir con las características constructivas del inmueble (altura máxima, trazado impuesto, etc.).
- Acercarse en lo posible a un óptimo dimensionamiento económico, minimizando el coste total suma de inversión (conducto + ventilador), operación (energía consumida) y mantenimiento.

La distribución de aire, en función de:

- Caudal de aire requerido (dependiendo de las cargas y las condiciones de impulsión).
- Su proyección o alcance (dependiente de las dimensiones del local y del tipo de difusor).
- Su nivel de ruido que es función de la actividad que se vaya a desarrollar en el local.
- Clasificación de los sistemas de distribución de aire:

Los sistemas de distribución de aire, tanto de impulsión como de retorno, se clasifican en función de su velocidad máxima y/o en función de la presión total del aire en los conductos. Además otro aspecto que caracteriza a los conductos y que no debe perderse de vista es su coste.

- Atendiendo a su velocidad, pueden clasificarse de pequeña velocidad, o sistemas convencionales, y de gran velocidad. La línea divisoria entre estos sistemas es imprecisa, pero estableceremos la siguiente norma a título de orientación:

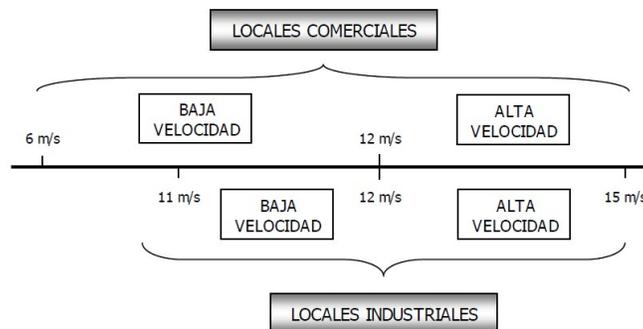


Ilustración 27. Clasificación de la instalación dependiendo de la velocidad del aire.

Normalmente, los sistemas de retorno de aire, tanto para baja como para alta velocidad de impulsión, se proyectan a baja velocidad.

- Dependiendo de su presión total, los sistemas de distribución de aire se dividen en tres categorías: Baja, media y alta presión. Esta clasificación corresponde a la misma que utilizan los ventiladores, que clasificamos como clase I, clase II y clase III, en la forma siguiente:

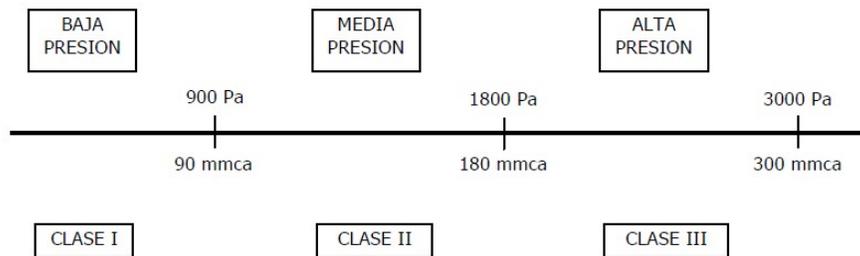


Ilustración 28. Clasificación de los sistemas de impulsión de aire atendiendo a la presión.

- Ecuación general de la energía de presión, ecuación de Bernoulli:

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:

$$E_i = m_i \left[u_i + P_i v e_i + \frac{v_i^2}{2} + g z_i \right] = m_i \left[u_i + \frac{P_i}{\rho_i} + \frac{v_i^2}{2} + g z_i \right]$$

Ecuación 3. Ecuación de la energía total de una corriente fluida.

Dónde,

E_i = Energía por unidad de tiempo de la corriente "i" (J/s = W)

m_i = Flujo másico de la corriente "i" (kg/s)

u_i = Energía interna de la corriente "i" (J/Kg)

P_i = Presión de la corriente "i" (Pa)

$v e_i$ = Volumen específico de la corriente "i" (m³/Kg)

v_i = Velocidad de la corriente "i" (m/s)

z_i = Altura o elevación sobre un plano arbitrario de la corriente "i" (m)

g = Constante de gravedad

ρ_i = Densidad de la corriente "i" (Kg/m³)

Si no existieran pérdidas de energía por rozamiento, tendríamos la ecuación de Bernoulli, en la que se afirma que “se mantiene constante a lo largo de un mismo conducto (sin bifurcaciones o uniones) la energía en forma de presión, más la energía en forma cinética, más la energía en forma potencial.”

$$\frac{P_i}{\rho_i} + \frac{v_i^2}{2} + g z_i = Cte \quad (m^2/s^2)$$

Ecuación 4. Ecuación de Bernoulli para un conducto.

- Componentes de una red de conductos:

A continuación se definen los principales conceptos que utilizaremos en la nomenclatura de una red de conductos:

- **Tramo:** Conducto de igual sección que se extiende entre dos bifurcaciones, o entre una bifurcación y una boca. Dicho tramo contendrá una cantidad de accesorios dados, tales como codos, obstáculos, compuertas de regulación, además de la transformación respecto al tramo anterior.

Algunos tramos especiales a tener en cuenta en cualquier instalación son:

- Primer tramo: Será aquel que partiendo del ventilador o equipo de climatización inicia la red de impulsión.
- Tramo a bocas: Conducen el aire a cada boca de impulsión.
- Tramo de retorno: En caso de existir una sola rejilla de retorno será el tramo que una a ésta con el ventilador o equipo.
- Boca: Coincidirá con cada uno de los elementos de difusión de aire.
- Rama: Serán los diferentes recorridos (conjunto de tramos) que se pueden establecer desde el ventilador hasta los locales (existirá una rama por cada boca de impulsión). Análogamente se pueden definir en la red de retorno (rejilla retorno hasta el ventilador).

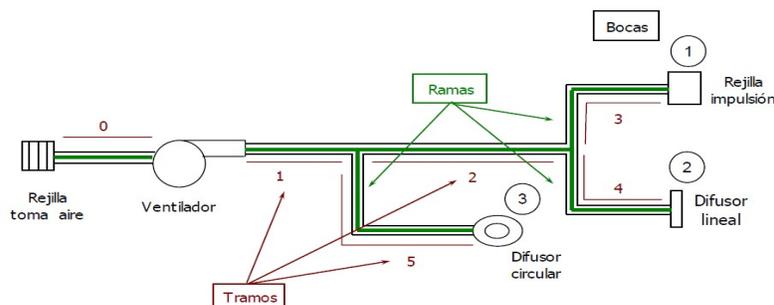


Ilustración 29. Ejemplo de instalación de ventilación y sus componentes.

- Accesorios del sistema de conductos:

En el tendido de un sistema de conductos han de tenerse en cuenta una serie de elementos que forman parte de la instalación, entre los que destacaremos:

- Conductos:

Los conductos de aire pueden ser rectangulares o circulares. Cualquier tipo de material empleado en la construcción de conductos debe tener la propiedad de no propagar el fuego, no desprender gases tóxicos en caso de incendio y, además, ser capaz de resistir mecánicamente los esfuerzos producidos por su peso, las manipulaciones a las que sean sometidos y las vibraciones producidas por el paso del aire por su interior. En la mayoría de las aplicaciones estos conductos son de chapa de acero galvanizada o de materiales aislantes, como, por ejemplo, la fibra de vidrio aglomerada.

- Derivaciones:

Las derivaciones son accesorios que se emplean para bifurcar conductos y de esta forma repartir la corriente de fluido. Tanto en los conductos rectangulares como en los circulares se pueden instalar varios tipos de derivaciones.

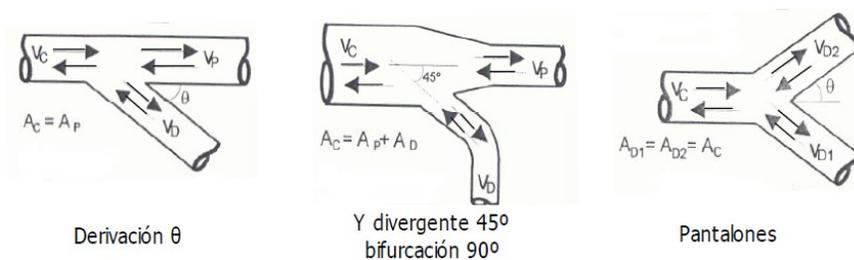


Ilustración 30. Tipo de derivaciones de sección circular.

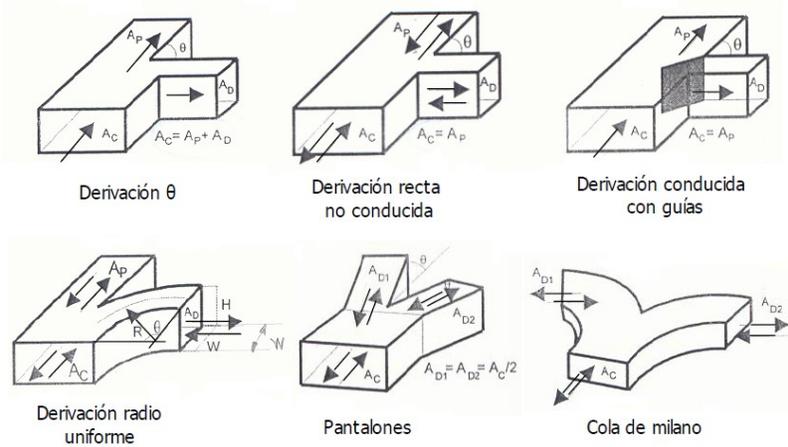


Ilustración 31. Tipo de derivaciones de sección rectangular.

- Codos:

Son elementos que se emplean en una instalación para modificar la dirección de la corriente fluida. En los conductos circulares y rectangulares pueden establecerse distintos tipos de codos.

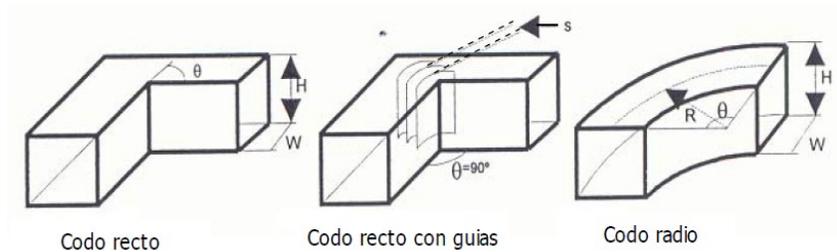


Ilustración 32. Tipos de codos de sección rectangular.

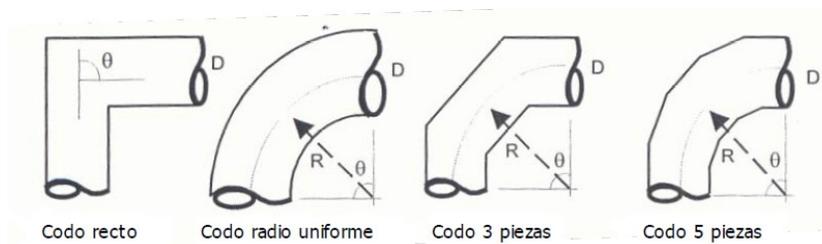


Ilustración 33. Tipos de codos de sección circular.

- Compuertas y mariposas:

Estos son accesorios utilizados para limitar y/o controlar el paso de caudal a través de un conducto.

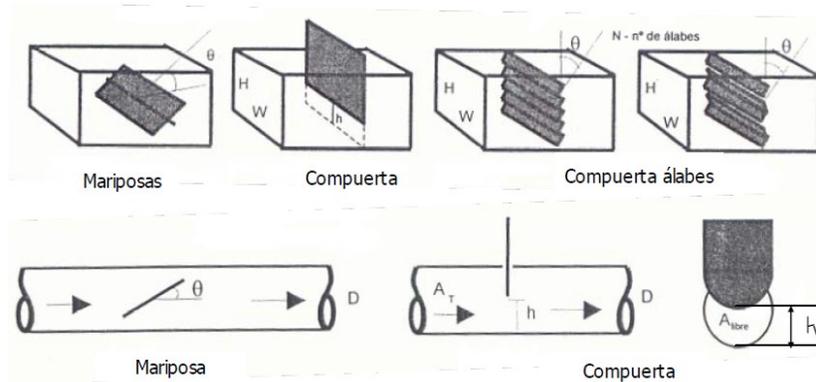


Ilustración 34. Tipos de compuertas.

- Transformaciones:

Se emplean las transformaciones para unir dos conductos de diferente forma o sección recta. La pendiente más recomendable para reducir la sección del conducto es la de 15%. Cuando sea imposible llegar a este valor, puede aumentarse la inclinación hasta un máximo del 25%.

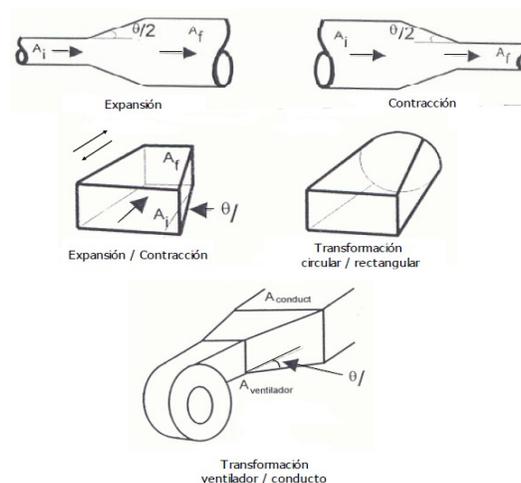


Ilustración 35. Tipos de transformaciones.

- Cortafuegos:

Las compuertas cortafuegos posibilitan el cierre automàtico de secciones de incendio en las instalaciones de climatizaci3n y ventilaci3n, pudiendo ser montadas tanto en paredes como en forjados.



Circular



Rectangular

Ilustraci3n 36. Ejemplo de cortafuegos.

- Pèrdidas de carga:

Se define la pèrdua de carga o pèrdua de energa como la diferencia de presi3n hidrostàtica existente entre dos puntos de una tuberia, que se debe a la energa pèrdua por el rozamiento del fluido con las paredes de la conducci3n. Es decir, el fluido que circula por el interior de un conducto experimenta una pèrdua de presi3n estàtica, una pèrdua de velocidad (presi3n dinàmica) y una pèrdua por calentamiento (efecto Joule) debido al rozamiento con las paredes del conducto.

La pèrdua de carga depende de varios factores; los relativos al fluido son:

- La velocidad del aire en el interior de los conductos.
- Viscosidad.
- Densidad.

Y los relativos al conducto:

- Longitud de los conductos.
- Secci3n.
- Rugosidad superficial de la pared interior.
- **Pèrdidas de carga por rozamiento debida a la circulaci3n del fluido por el conducto:**

- **Método adoptado para el diseño de los conductos de impulsión y extracción: *método de pérdida de carga constante.***

En la siguiente grafica se muestra la relación entre el caudal, el diámetro equivalente y la pérdida en la sección debido al rozamiento del aire con las paredes.

Se va a calcular los conductos por ***el método de pérdida de carga constante.***

Consiste en el cálculo de las pérdidas por fricción en un tramo, conocidos el caudal y la velocidad máxima a la que se pretende que fluya el aire. En el presente proyecto se pretende que la velocidad no exceda los 7 m/s para evitar el ruido y las vibraciones excesivas tal y como exige el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios "RITE", haciendo referencia a la norma UNE-EN-12237.

Una vez conocida la sección a partir del caudal y las velocidades requeridas se obtiene el diámetro equivalente, el cual, a partir de la siguiente gráfica, se obtiene las pérdidas por fricción en mm.c.a por metro de tubo.

$$S = \frac{Q}{V}$$

Ecuación 3. Relación de la sección con el caudal y la velocidad.

Donde,

S = sección requerida

Q = caudal en m^3/h

V = velocidad en m/s

A partir de la sección seleccionada, se obtiene el diámetro equivalente a sección circular a partir de la siguiente ecuación:

$$D_{eq} = 1.3 \frac{(H * W)^{0.625}}{(H+W)^{0.25}}$$

Ecuación 4. Ecuación para obtener el diámetro equivalente.

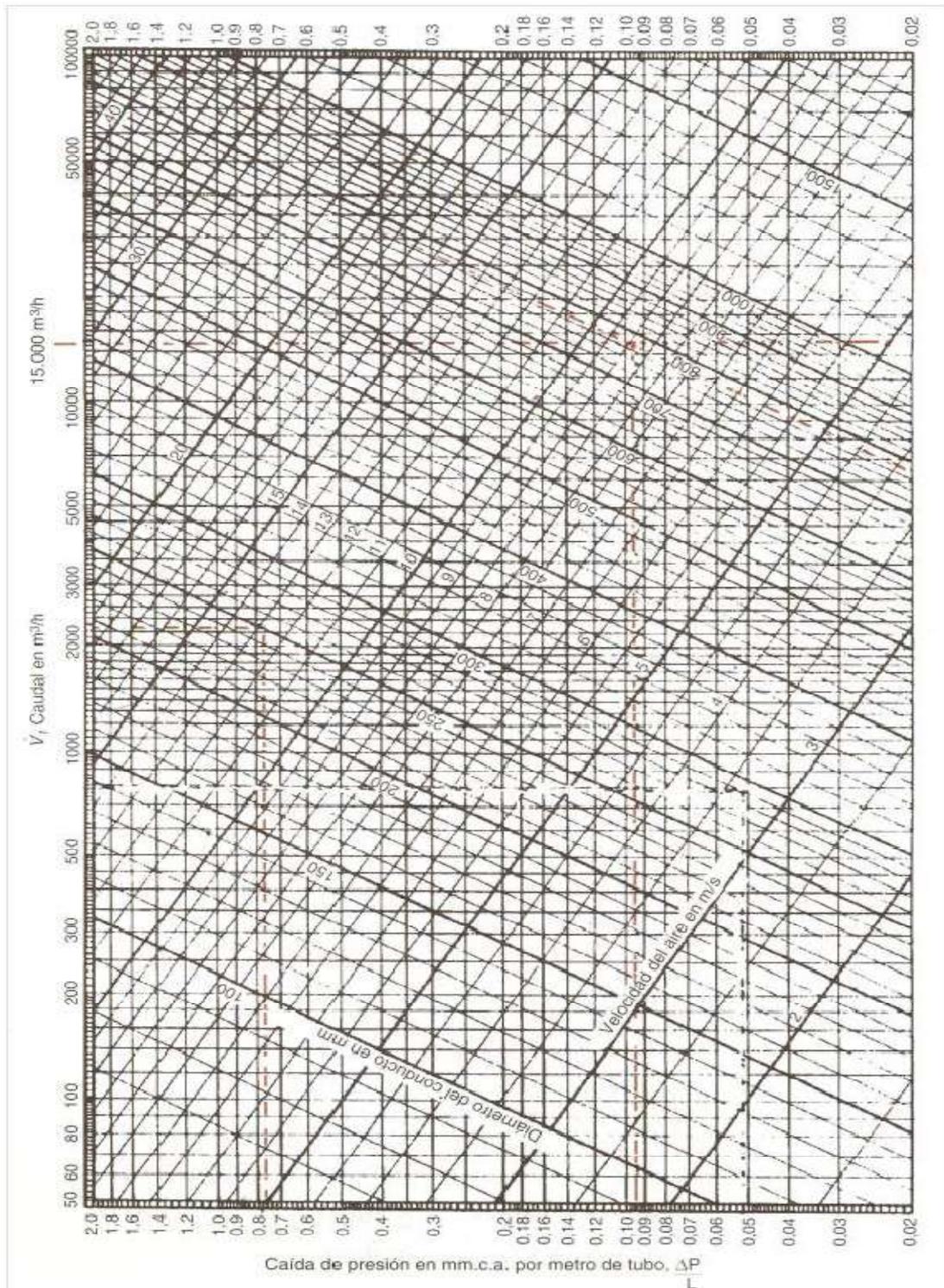
Donde,

D_{eq} = diámetro equivalente

H = altura

W = ancho

Seguidamente, se procede a obtener las pérdidas por fricción en mm.c.a por metro de tubo, a partir de la siguiente gráfica, sabiendo los datos previamente calculados.



Gráfica 1. Relación del diámetro equivalente con las pérdidas de carga, velocidad y/o caudal.

2.4. Soluciones alternativas a difusores y/o rejillas.

Una vez se tiene un aire en condiciones de calidad y de confort, el siguiente paso es la selección de los puntos de distribución atendiendo a que se realice de forma uniforme en todo el local y que la velocidad de impulsión o de extracción no ocasionen ruidos.

A continuación se citaran aquellos aspectos que se tendrán en cuenta en la selección de las bocas de impulsión y extracción:

- Alcance: Se trata de la longitud que el chorro alcanza antes de que su velocidad descienda a la terminal, generalmente 0,25 m/s.
- Chorro axial: Es la corriente de aire a lo largo de una línea.
- Difusión: La distribución de aire por una boca que descarga en varias direcciones y planos.
- Difusor: La boca de salida de aire suministrado.
- Caída: La distancia vertical entre la salida de aire y el final de su movimiento hacia abajo.
- Elevación: la distancia vertical entre la salida de aire y el final de su movimiento hacia arriba.
- Área efectiva: El espacio neto de una boca de descarga o entrada de aire. Es igual a la sección de salida por el coeficiente de descarga.
- Arrastre: Se trata del efecto de inducción producido por el aire del ambiente al chorro de impulsión.
- Coeficiente de arrastre: es la relación entre el aire movido en un local (es decir el total) y el aire impulsado por la boca de impulsión.
- Envolverte: Es la cobertura de aire en movimiento que es perceptible.
- Chorro radial: Se trata del radio del centro hacia afuera de una corriente de aire, cubriendo una circunferencia.
- Aire total: Es el aire impulsado por el difusor más el arrastrado en el efecto de arrastre.
- Aspiración: Efecto contrario al de impulsión y por el que se extrae el aire del local.

Así pues se trata de conseguir unas condiciones de confort en las que el aire impulsado se mezcle de forma uniforme con el aire del interior del local siendo

tolerables por las personas que lo habitan, y que por lo tanto se tendrá que tener en cuenta la velocidad terminal como punto fundamental en el diseño.

Por otra parte, la posición relativa de los difusores de impulsión o extracción será relevante para obtener una buena difusión del aire.

- **Difusores de techo:** La difusión por el techo es una de las soluciones más eficaces debido a que esta fuera de la zona ocupada y por lo tanto permite de una forma más práctica la disposición de los mismos contemplando menos obstáculos.
- Difusores de techo circulares: Construidos por varios conos concéntricos que proyectan el aire paralelamente al techo y en todas las direcciones.



Ilustración 37. Difusor de techo circular.

- Difusores de techo circulares con aletas torsionadas: proyectan el chorro en espiral.

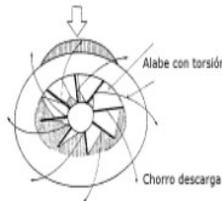


Ilustración 38. Difusor de techo circular con aletas torsionadas.

- Difusores cuadrados: Este tipo de difusores proyectan el chorro en dos, tres o cuatro direcciones.

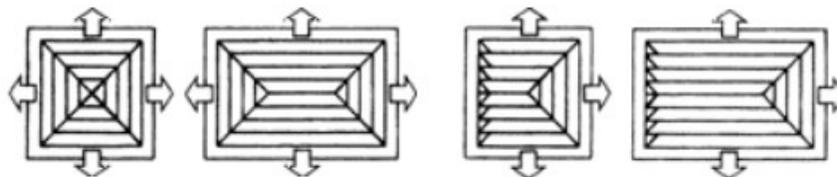


Ilustración 39. Difusores cuadrados.

- **Difusores rectilíneos:** Su principal aplicación es de difusión horizontal y para aire acondicionado. Suelen aplicarse desde geometrías cuadradas hasta ser completamente lineales de varios metros y estrechos.
- **Difusores de suelo:** Este tipo de difusores se instala en la periferia del local, junto a las paredes en los que los ocupantes no se coloquen encima de ellas y no se vean obstaculizadas por ningún elemento.
- **Bocas de extracción:** Constituyen la extracción y el retorno a la máquina mezcladora. Por motivos estéticos se suelen emplear los mismos difusores que se han empleado para la impulsión, instalando una boca de extracción cada dos bocas de impulsión.

3. Descripción de la solución adoptada.

3.1. Diseño del circuito refrigerante y selección de los componentes.

Habiendo dimensionado y planificado la distribución de las diferentes áreas, así como las funciones a las que van a ser destinadas, se ha realizado el cálculo de cargas térmicas, para la obtención de la potencia térmica frigorífica, así como la potencia térmica de calefacción, y la demanda energética requerida, todo ello, en función de la estación del año, y teniendo en cuenta los escenarios más desfavorables.

Dichas labores se han realizado con la ayuda de programas de diseño asistido tales como “Autocad” para el dimensionamiento de las magnitudes, y posteriormente analizado con la herramienta “Clima”.

Como se ha mencionado anteriormente, los datos que a continuación se muestran, son los más desfavorables en los que va a tener que trabajar el equipo de climatización, a fin de que en ningún momento la potencia a la que se diseñe la instalación quede por debajo de la demanda requerida.

En la siguiente tabla se muestran los datos referentes al presente TFG:

Nombre del edificio	TFG Estudio de José Antonio Sierra Lizcano
Referencia	00001
Fecha	02/07/2018
Empresa	TFG UPV
Autor	Támer Eimad Kamal López
Localidad	Valencia
Dirección	Calle Málaga, nº23 y 25, CP 46009
Normativa construcción	NBE-CT-79(Después de 1981)

Tabla 2. Datos principales del local.

En la siguiente tabla se muestran las condiciones exteriores de cálculo para las cargas térmicas en refrigeración, que representarían los datos de entrada fundamentales:

Ciudad	Valencia (8416)
Altitud[m]	11.00
Latitud[°]	39.48
Temperatura terreno[°C]	5.00
Temperatura exterior máxima[°C]	31.40
Humedad relativa coincidente	43.26
Temperatura exterior mínima[°C]	5.50

Humedad relativa coincidente calefacción	75.70
Oscilación media anual[°C]	28.60
Oscilación media diaria[°C]	10.80
Oscilación media diaria invierno[°C]	0.50

Tabla 3. Parámetros externos de entrada para el estudio de cargas térmicas.

A continuación se muestra la tabla que identifica los diferentes espacios del local, así como la superficie y volumen a climatizar, y el aforo máximo permitido, a la que el diseño de la instalación se va a acoger.

Nombre	Superficie [m²]	Volumen [m³]	Número de personas
Sala exposición 1, zona de trabajo	262.76	788.28	88
Vestíbulo, acceso principal	82.13	246.39	27
Sala exposición 2	43.05	129.15	14
Almacén	11.33	33.99	4
Oficina 1	16.79	50.37	6
Oficina 2	7.77	23.31	3
Aseo caballeros	5.17	15.51	2
Aseo señoras	5.57	16.71	2
Aseos minusválidos	13.33	39.99	4

Tabla 4. Superficie, volumen y aforo de los diferentes espacios.

3.1.1. Estimación de la potencia térmica frigorífica requerida.

En lo que respecta al cálculo de la refrigeración y climatización del local teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables, se ha considerado que en el área de 447.89 metros cuadrados, en los que el aforo máximo será de 147 personas, y suponiendo una temperatura media superior de 30.26 °C y una humedad relativa del 46,03 %, siendo la fecha de máxima carga, el 11 de agosto a las 16 h, se ha definido los siguientes datos de entrada:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
447.89	1343.70	1	1
Aforo	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
147	5.37 ; 12.00	5.37 ; 12.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
30.26	46.03	4299.76	1

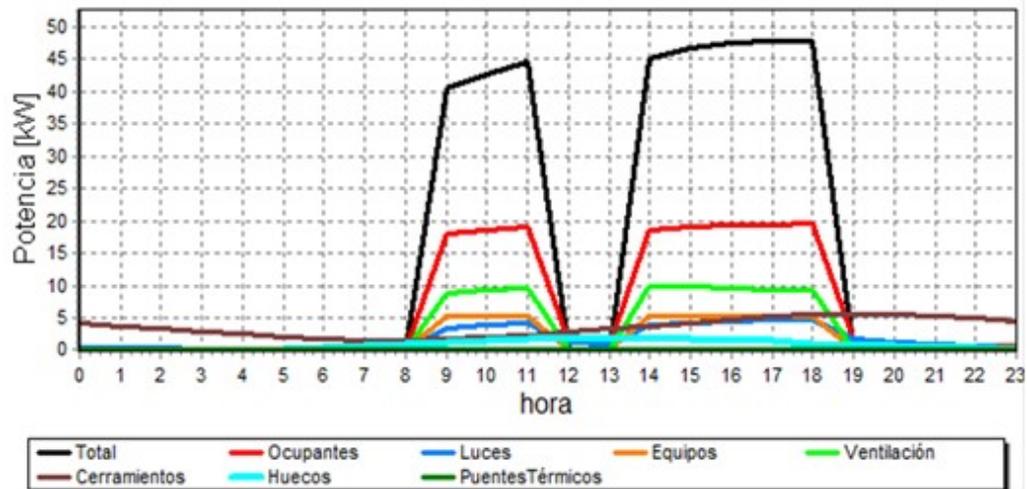
Tabla 5. Datos de entrada para el estudio de cargas térmicas.

Los resultados obtenidos son los que aparecen en la siguiente tabla:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	46.72	37.00
Ratio [W/m ²]	104.30	82.60
Ocupantes[kW]	20.58	11.32
Luces[kW]	4.56	4.56
Equipos[kW]	5.37	5.37
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	12.23	12.23
Huecos[kW]	1.74	1.74
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	2.22	1.76

Tabla 6. Resumen de cargas térmicas obtenidas.

En la siguiente gráfica muestra la carga térmica del edificio en función de la hora:



Gráfica 2. Cargas térmicas del local completo.

Se observa que el aporte más significativo de las cargas térmicas en refrigeración son provocadas por los ocupantes y el sistema de ventilación. Así pues, cabe destacar que a pesar de que las cargas térmicas superen los 45 kW en un momento puntual del día, se seleccionará un equipo de inferior potencia debido principalmente a que el local estará constantemente climatizado contrarrestando los efectos de los ocupantes. Así pues se debe tener en cuenta que el local va a recibir un tratamiento de aislamiento térmico que supone un descenso del 30 % sobre las cargas térmicas.

El resumen de cargas térmicas en refrigeración será el que se muestra en la siguiente gráfica, teniendo en cuenta que los máximos requerimientos térmicos se darán el mes de julio a las 16 horas:

Elemento	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	46.72	37.00	104	10.58	1.66	4299.76
Sala de exposición 1, zona de trabajo y salida de emergencia	26.60	20.90	101	6.21	0.97	2522.47

Vestíbulo, acceso principal	9.22	7.44	112	1.94	0.30	788.46
Sala de exposición 2	3.73	2.80	87	1.02	0.16	413.23
Almacén	1.38	1.14	122	0.27	0.04	108.77
Oficina 1	2.52	2.15	150	0.40	0.06	161.16
Oficina 2	0.79	0.62	102	0.18	0.03	74.61
Aseo de caballeros	0.47	0.35	90	0.12	0.02	49.63
Aseo de señoras	0.50	0.38	90	0.13	0.02	53.45
Aseos de minusválidos	1.61	1.32	121	0.31	0.05	127.99

Tabla 7. Resumen de cargas térmicas del local y los caudales requeridos.

Así pues, se obtiene el total de cargas térmicas que tendrá que tenerse en cuenta para la refrigeración del local. Se obtiene una potencia total requerida de **46,72 kW**.

- Sala de exposición nº1:

Para el área de “Sala de exposición nº 1”, con una superficie de 262.76 metros cuadrados y un aforo de 88 personas y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
262.76	788.28	Planta 1	Sala de exposición	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
88	Led	3.15 ; 12.00	3.15 ; 12.00	0.00 ; 0.00
Tª exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.26	46.03	25.00	50.00	2522.47

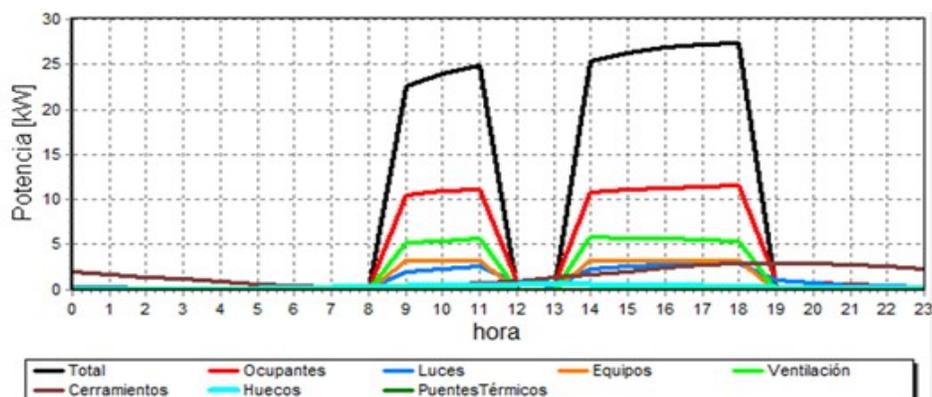
Tabla 8. Parámetros de entrada en la “Sala de exposición 1”.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	26.60	20.90
Ratio [W/m ²]	101.24	79.54
Ocupantes[kW]	12.07	6.64
Luces[kW]	2.68	2.68
Equipos[kW]	3.15	3.15
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	6.92	6.92
Huecos[kW]	0.51	0.51
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	1.27	1.00

Tabla 9. Resultados obtenidos de la “Sala de exposición 1”.

La carga térmica en el área de “Sala de exposición nº 1” se muestra en la siguiente gráfica, con un valor de **26,60 kW**:



Gráfica 3. Cargas térmicas de la sala de exposición 1.

- Vestíbulo, acceso principal:

Este espacio está repartido en 82,13 metros cuadrados, destinados al vestíbulo y al acceso principal. Así pues, introduciendo los datos de entrada que son:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
82.13	246.39	Planta_1	Zona ventilación	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
27	Led	0.99 ; 12.00	0.99 ; 12.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.84	44.54	25.00	50.00	788.46

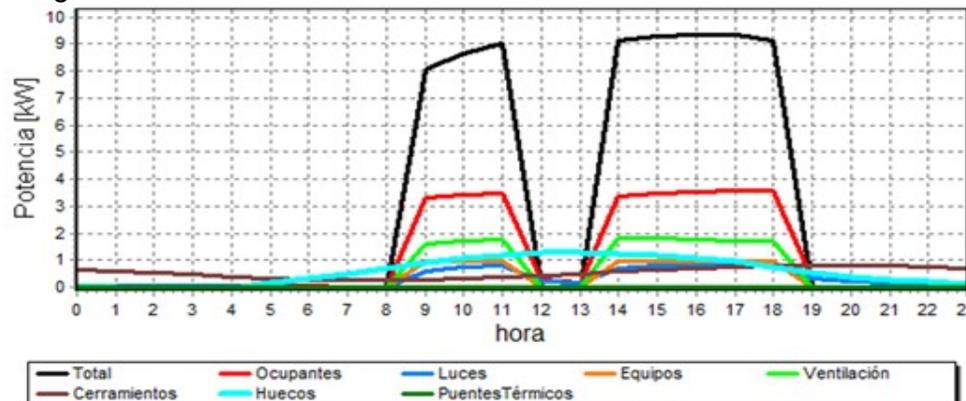
Tabla 10. Parámetros de entrada en la "Vestíbulo, acceso principal".

Se obtienen los siguientes resultados para esta zona:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	9.22	7.44
Ratio [W/m ²]	112.26	90.56
Ocupantes[kW]	3.72	2.02
Luces[kW]	0.79	0.79
Equipos[kW]	0.99	0.99
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	1.96	1.96
Huecos[kW]	1.32	1.32
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.44	0.35

Tabla 11. Resultados obtenidos de la "Vestíbulo, acceso principal".

Obteniendo una carga térmica total de **9,22 kW**, tal y como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 4. Cargas térmicas del vestíbulo, acceso principal.

- Sala exposición nº 2:

Este espacio está repartido en 43.05 metros cuadrados, destinados a la sala de exposición nº 2. Así pues, introduciendo los datos de entrada que se muestran en la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
43.05	129.15	Planta 1	Sala de exposición 2	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
14	Led	0.52 ; 12.00	0.52 ; 12.00	0.00 ; 0.00
Tª exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.26	46.03	25.00	50.00	413.23

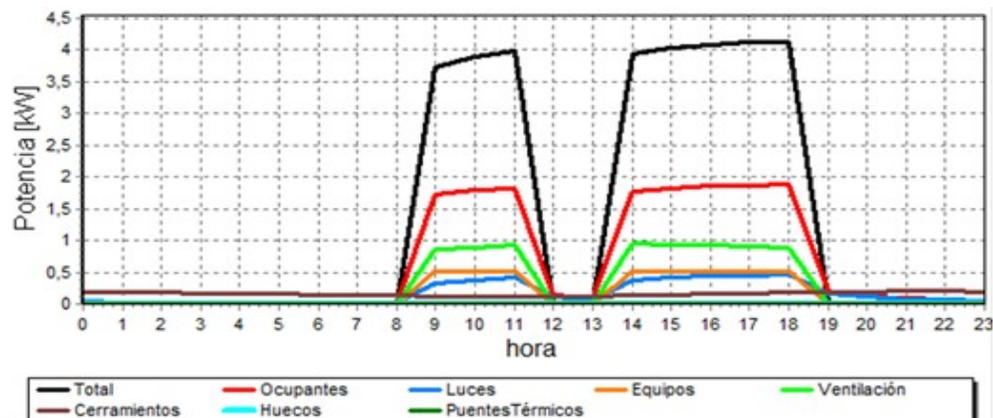
Tabla 12. Parámetros de entrada en la "Sala de exposición 2".

Se obtienen los siguientes resultados para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	3.73	2.80
Ratio [W/m ²]	86.70	65.00
Ocupantes[kW]	1.98	1.09
Luces[kW]	0.44	0.44
Equipos[kW]	0.52	0.52
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	0.62	0.62
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.18	0.13

Tabla 13. Resultados obtenidos de la "Sala de exposición 2".

Obteniendo una carga total de **3,73 kW** en esta zona, tal y como muestra en la tabla y en la siguiente gráfica:



Gráfica 5. Cargas térmicas del la sala de exposición 2.

- Almacén:

El siguiente espacio se destinara al almacén, siendo una superficie total de 11.33 metros cuadrados, e introduciendo los datos de entrada que se muestran en la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.33	33.99	Planta_1	Sala de maquinaria	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
4	Led	0.14 ; 12.00	0.14 ; 12.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.84	44.54	25.00	50.00	108.77

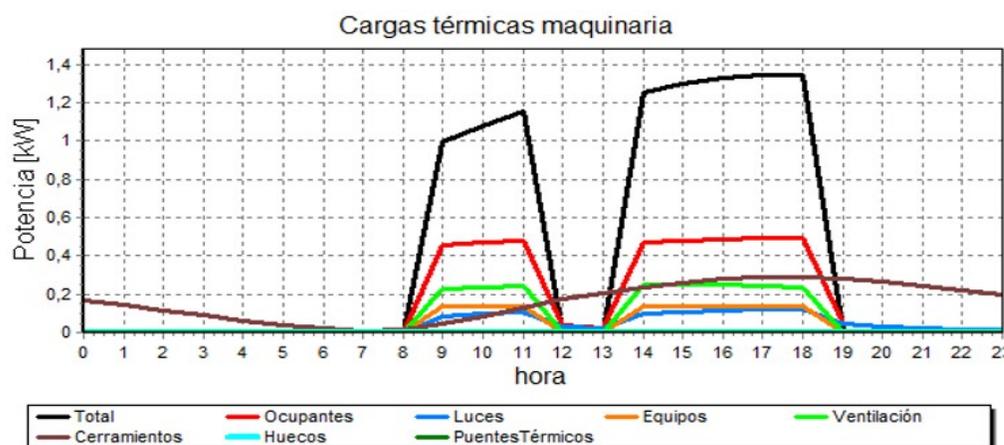
Tabla 14. Parámetros de entrada en el "Almacén".

Se obtienen los siguientes datos para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	1.38	1.14
Ratio [W/m ²]	121.95	100.25
Ocupantes[kW]	0.51	0.28
Luces[kW]	0.11	0.11
Equipos[kW]	0.14	0.14
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	0.56	0.56
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.07	0.05

Tabla 15. Resultados obtenidos del "Almacén".

Obteniendo una carga total de 1,38 kW, tal y como se complemente con la siguiente gráfica:



Gráfica 6. Cargas térmicas del almacén.

- Oficina nº1:

El siguiente espacio se destinará a la oficina nº 1, siendo una superficie total de 16,79 metros cuadrados, e introduciendo los datos de entrada que se muestran en la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
16.79	50.37	Planta_1	Oficina nº 1	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
6	Led	0.20 ; 12.00	0.20 ; 12.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.42	45.75	25.00	50.00	161.16

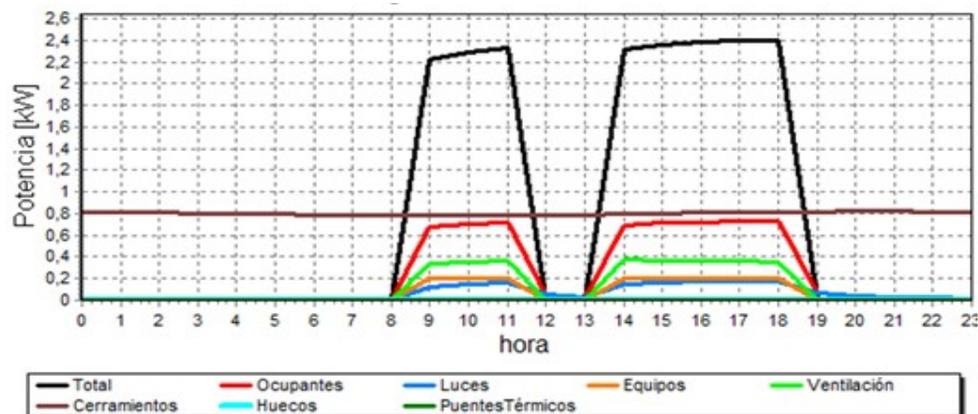
Tabla 16. Parámetros de entrada en la "oficina 1".

Se obtienen los siguientes datos para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	2.52	2.15
Ratio [W/m ²]	149.88	128.18
Ocupantes[kW]	0.77	0.42
Luces[kW]	0.17	0.17
Equipos[kW]	0.20	0.20
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	1.25	1.25
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.12	0.10

Tabla 17. Resultados obtenidos del "oficina 1".

Obteniendo una carga total de 2,52 kW, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 7. Cargas térmicas de la oficina 1.

- Oficina nº 2:

El siguiente espacio se destinara a vestuarios y a duchas, siendo una superficie total de 7.77 metros cuadrados, e introduciendo los siguientes datos de entrada:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
7.77	23.31	Planta_1	Oficina nº2	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
3	Led	0.09 ; 12.00	0.09 ; 12.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.84	44.54	25.00	50.00	74.61

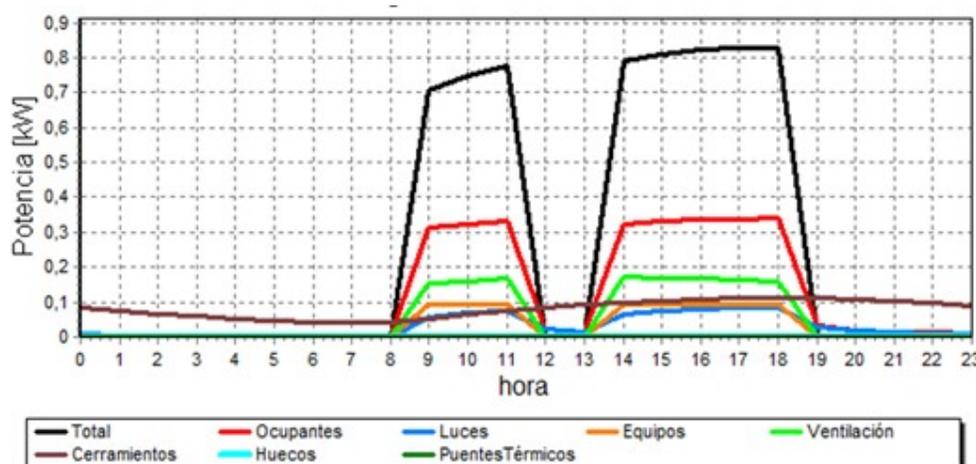
Tabla 18. Parámetros de entrada en la "oficina 2".

Se obtienen los siguientes datos para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.79	0.62
Ratio [W/m ²]	102.10	80.40
Ocupantes[kW]	0.35	0.19
Luces[kW]	0.07	0.07
Equipos[kW]	0.09	0.09
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	0.24	0.24
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.04	0.03

Tabla 19. Resultados obtenidos del "oficina 2".

Obteniendo una carga total de 0,79 kW, tal y como se complemente con la siguiente gráfica:



Gráfica 8. Cargas térmicas de la oficina 2.

- Aseo de caballeros:

El siguiente espacio se destinará al aseo de caballeros, siendo una superficie total de 5,17 metros cuadrados, e introduciendo los siguientes datos de entrada:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
5.17	15.51	Planta_1	Aseo de caballeros	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
2	Led	0.06 ; 12.00	0.06 ; 12.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.26	46.03	25.00	50.00	49.63

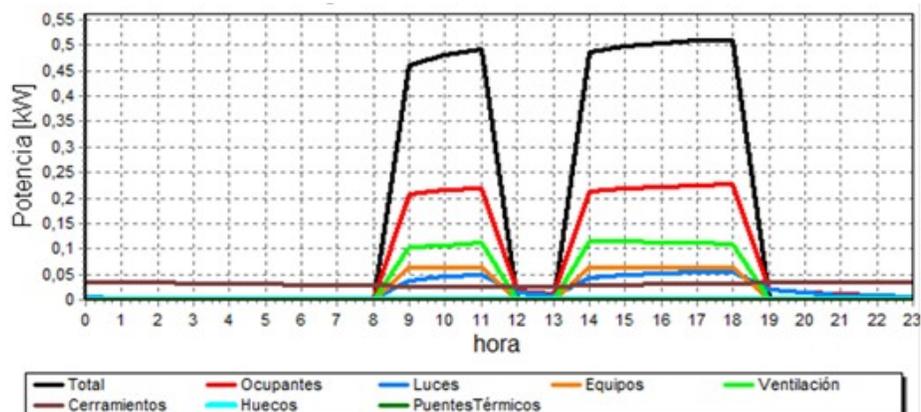
Tabla 20. Parámetros de entrada en el "Aseo de caballeros".

Se obtienen los siguientes datos para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.47	0.35
Ratio [W/m ²]	90.17	68.47
Ocupantes[kW]	0.24	0.13
Luces[kW]	0.05	0.05
Equipos[kW]	0.06	0.06
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	0.09	0.09
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.02	0.02

Tabla 21. Resultados obtenidos del "Aseo de caballeros".

Obteniendo una carga total de 0,47 kW, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 9. Cargas térmicas del aseo de caballeros.

- Aseo señoras:

El siguiente espacio se destinara al aseo de señoras, siendo una superficie total de 5,57 metros cuadrados, e introduciendo los siguientes datos de entrada:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
5.57	16.71	Planta_1	Aseo de señoras	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
2	Led	0.07 ; 12.00	0.07 ; 12.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.26	46.03	25.00	50.00	53.45

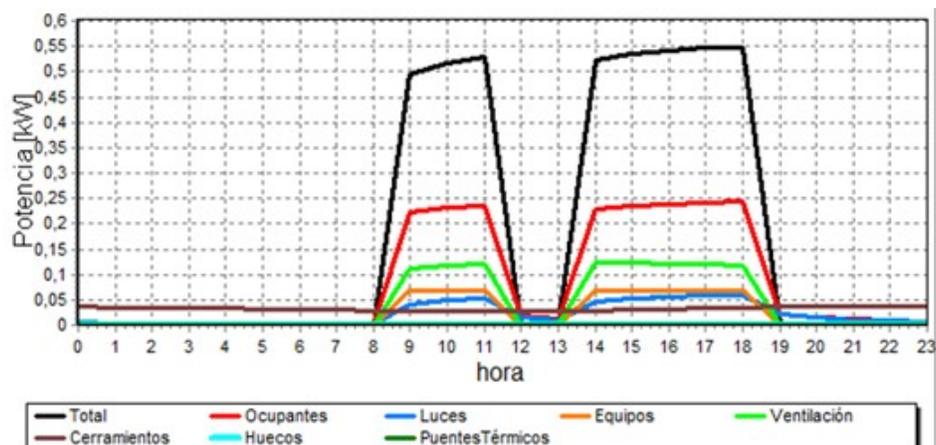
Tabla 22. Parámetros de entrada en el "Aseo de señoras".

Se obtienen los siguientes datos para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	0.55	0.38
Ratio [W/m ²]	89.94	68.24
Ocupantes[kW]	0.26	0.14
Luces[kW]	0.06	0.06
Equipos[kW]	0.07	0.07
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	0.10	0.10
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.02	0.02

Tabla 23. Resultados obtenidos del "Aseo de señoras".

Obteniendo una carga total de 0,55 kW, tal y como se complemente con la siguiente gráfica:



Gráfica 10. Cargas térmicas del aseo de señoras.

- Aseos minusválidos:

El siguiente espacio se destinara al aseo de minusválidos, siendo una superficie total 13,33 metros cuadrados, e introduciendo los siguientes datos de entrada:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
13.33	39.99	Planta_1	Aseo minusválidos	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
4	Led	0.16 ; 12.00	0.16 ; 12.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
30.96	44.37	25.00	50.00	127.99

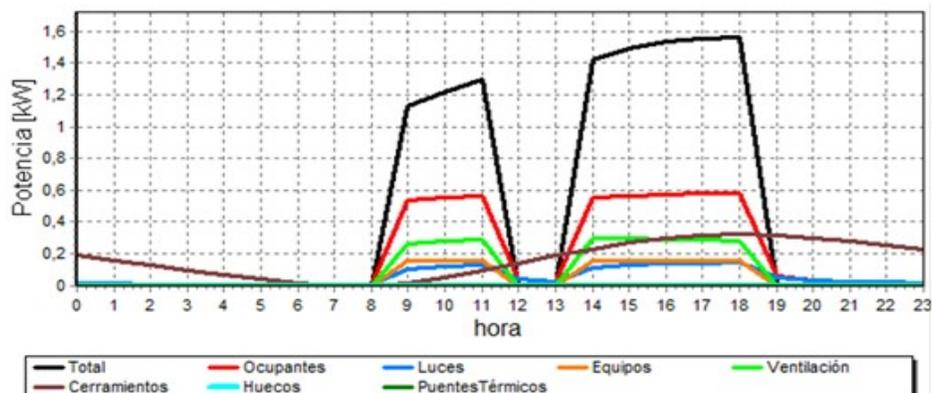
Tabla 24. Parámetros de entrada en el "Aseo de minusválidos".

Se obtienen los siguientes datos para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	1.61	1.32
Ratio [W/m ²]	120.61	98.91
Ocupantes[kW]	0.60	0.33
Luces[kW]	0.13	0.13
Equipos[kW]	0.16	0.16
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	0.64	0.64
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	0.08	0.06

Tabla 25. Resultados obtenidos del "Aseo de minusválidos".

Obteniendo una carga total de 1,61 kW, tal y como se complemente con la siguiente gráfica:



Gráfica 11. Cargas térmicas del aseo de minusválidos.

3.1.2. Estimación de la potencia térmica calorífica requerida.

Para el dimensionado de calefacción se han tomado los mismos datos tales como el aforo nulo debido a que se trata de las condiciones más desfavorables, y una superficie a climatizar de 447,89 metros cuadrados. En este caso se ha tomado como temperatura de referencia media inferior, 7,83 °C y una humedad relativa exterior de 64,46 %. Así pues se tendrán en cuenta como en el apartado anterior los siguientes datos de entrada para la totalidad de la superficie:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Zonas demanda	Plantas
447.89	1343.70	Total superficie	1
Num. personas	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]	Zonas ventilación
7.83	64.46	4299.76	1

Tabla 26. Datos de entrada para el estudio de cargas térmicas.

Como se puede observar en la tabla anterior, se contempla el local vacío de personas, debido a que se considerarían cargas, se debe realizar los cálculos en las circunstancias más desfavorables.

En la siguiente tabla se muestran las condiciones exteriores de cálculo para las cargas térmicas en calefacción:

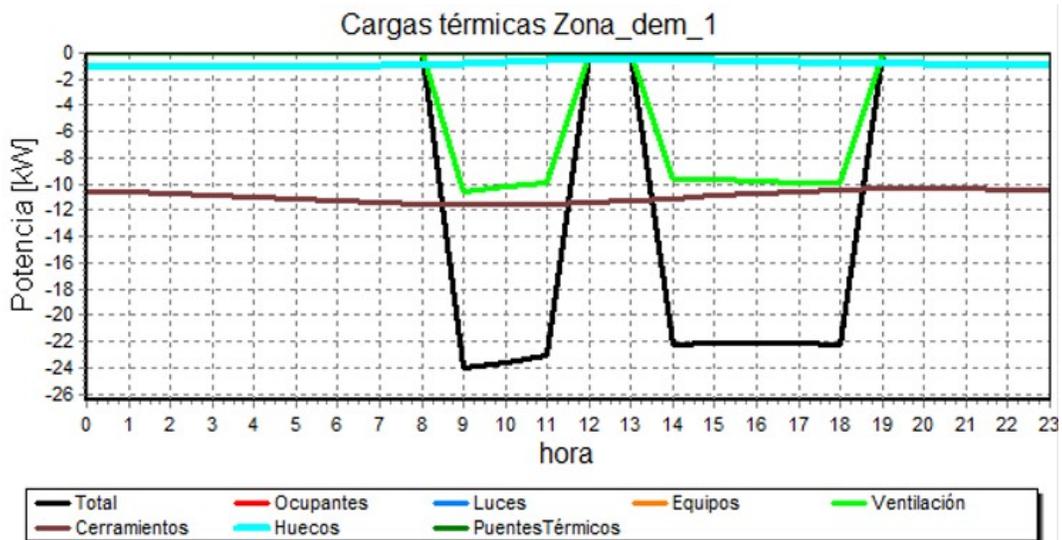
	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-23.9	-21.27
Ratio [W/m ²]	-47.49	-47.49
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-19.12	-19.12
Huecos[kW]	-1.14	-1.14
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-1.01	-1.01

Tabla 27. Resumen de cargas térmicas obtenidas.

Dichas condiciones se darán el 7 de febrero a las 9 horas, como base del cálculo, momento del año con las condiciones más exigentes para el cálculo de potencia térmica en calefacción requerida.

Del mismo modo que se ha matizado anteriormente, tratándose de los cálculos más desfavorables, se han eliminado las cargas térmicas que inducen los ocupantes, iluminación, equipos y ventilación, a fin de equipar el local con un sistema que sea capaz de trabajar en las peores circunstancias posibles, es decir, con un margen de seguridad.

En la siguiente gráfica muestra la carga térmica del edificio en función de la hora.



Gráfica 12. Cargas térmicas del local completo.

Se puede observar que en el caso del estudio de la potencia calorífica requerida se contempla que el aforo será nulo debido a que éste sería el escenario más desfavorable y por lo tanto el que se deberá de tener en cuenta para la selección de los equipos de climatización. Igual que en el caso de la potencia frigorífica requerida, habrá que tener en cuenta que el local recibirá un tratamiento de aislamiento térmico con el fin de reducir las exigencias de potencia requerida y así abaratar los costes de la instalación, así como una reducción en el consumo energético y por lo tanto obteniendo una mayor eficiencia energética.

Por otro lado se observa que la aportación más significativa que representa los requerimientos de potencia térmica son producidos por los cerramientos.

El resumen de cargas térmicas en refrigeración será el que se muestra en la siguiente gráfica, teniendo en cuenta que el momento en el que se produzcan los máximos requerimientos térmicos se dará en el mes de febrero a las 9 horas:

Elemento	Potencia total [kW]	Potencia sensible [kW]	Ratio total [W/m ²]	Potencia total climatizador [kW]	Potencia sensible climatizador [kW]	Impulsión [m ³ /hora]
Edificio	-23.9	-21.27	-47	-21.42	-4.32	4299.76
Sala exposición 1, zona de trabajo, salida de emergencia	-10.02	-10.02	-38	-12.57	-2.54	2522.47
Vestíbulo, acceso principal	-4.34	-4.34	-53	-3.93	-0.79	788.46
Sala exposición 2	-0.98	-0.98	-23	-2.06	-0.42	413.23
Maquinaria	-0.95	-0.95	-84	-0.54	-0.11	108.77
Oficina 1	-3.11	-3.11	-185	-0.80	-0.16	161.16
Oficina 2	-0.43	-0.43	-56	-0.37	-0.07	74.61
Aseo caballeros	-0.17	-0.17	-34	-0.25	-0.05	49.63
Aseo señoras	-0.18	-0.18	-33	-0.27	-0.05	53.45
Aseos minusválidos	-1.09	-1.09	-82	-0.64	-0.13	127.99

Tabla 28. Resumen de cargas térmicas del local y los caudales requeridos.

Así pues, se obtiene el total de cargas térmicas que tendrá que tenerse en cuenta para la refrigeración del local. Se obtiene una potencia total requerida de **-23.9 kW**.

Realizando una evaluación en función de los espacios que componen el total de la superficie se obtienen los resultados:

- Sala de exposición nº1:

Para el área de “Sala de exposición 1”, con una superficie de 262,76 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
262.76	788.28	Planta_1	Sala de exposición 1	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Tª exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.83	64.46	23.00	50.00	2522.47

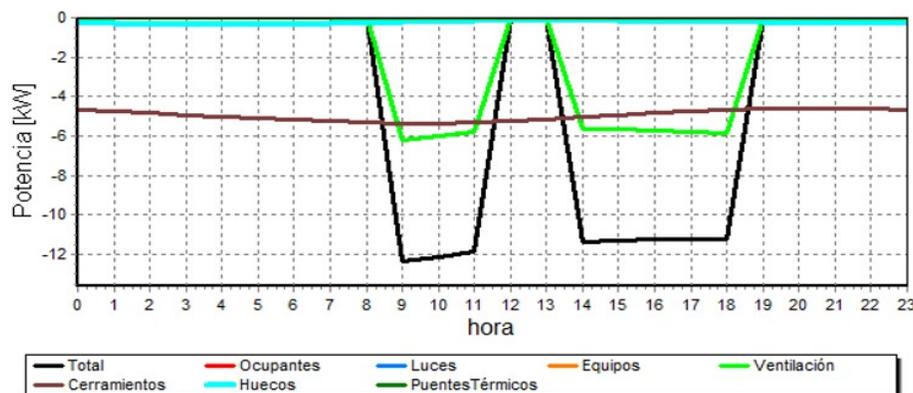
Tabla 29. Parámetros de entrada en la “sala de exposición 1”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-12.30	-12.30
Ratio [W/m ²]	-38.12	-38.12
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-9.20	-9.20
Huecos[kW]	-0.34	-0.34
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.48	-0.48

Tabla 30. Resultados obtenidos de la “sala de exposición 1”.

Obteniendo una carga total de **-12.30 kW**, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 13. Cargas térmicas de la sala de exposición 1.

- Vestíbulo, acceso principal:

Para el área de “vestíbulo”, con una superficie de 82,13 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
82.13	246.39	Planta_1	Vestíbulo	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.69	65.66	23.00	50.00	788.46

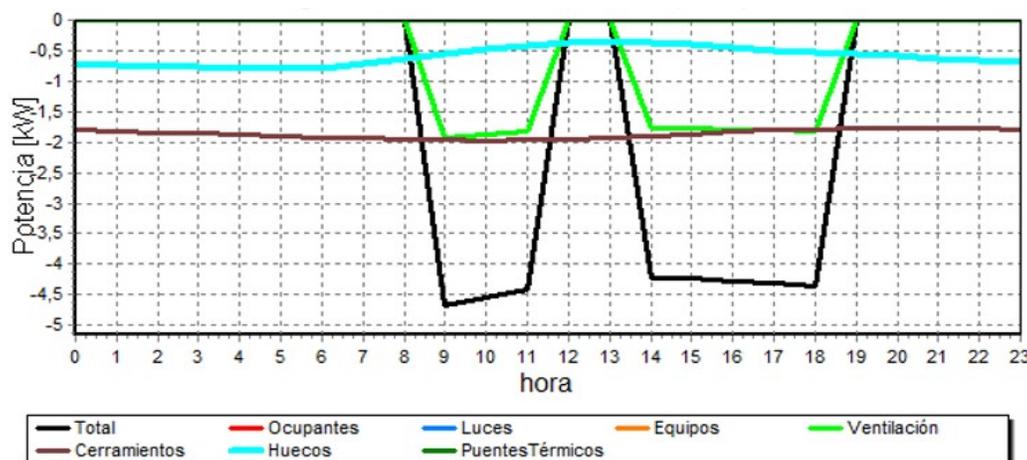
Tabla 31. Parámetros de entrada en el “vestíbulo, acceso principal”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-4.52	-4.52
Ratio [W/m ²]	-52.85	-52.85
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-3.30	-3.30
Huecos[kW]	-0.83	-0.83
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.21	-0.21

Tabla 32. Resultados obtenidos de la “vestíbulo, acceso principal”.

Obteniendo una carga total de **-4,52 kW**, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 14. Cargas térmicas del vestíbulo, acceso principal.

- Sala exposición 2:

Para el área de “sala de exposición 2”, con una superficie de 43,05 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
43.05	129.15	Planta_1	Sala exposición	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.83	64.46	23.00	50.00	413.23

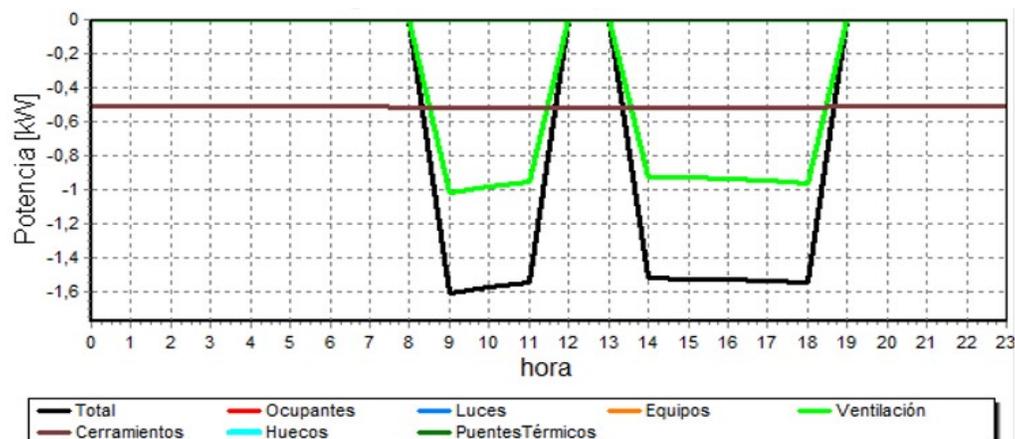
Tabla 33. Parámetros de entrada en la “sala de exposición 2”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-1.61	-1.61
Ratio [W/m ²]	-22.70	-22.70
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-0.93	-0.93
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.05	-0.05

Tabla 34. Resultados obtenidos de la “sala de exposición 2”.

Obteniendo una carga total de **-1.61 kW**, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 15. Cargas térmicas de la sala de exposición 2.

- Almacén:

Para el área de “Sala de máquinas”, con una superficie de 11,33 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
11.33	33.99	Planta 1	Sala de máquinas	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.83	64.46	23.00	50.00	108.77

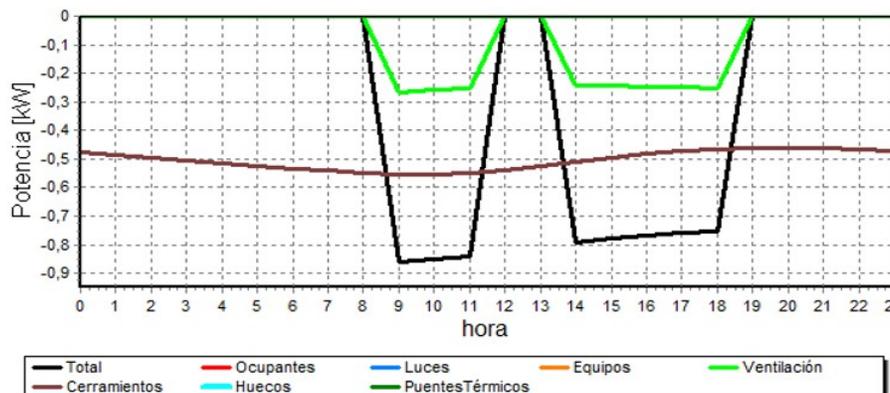
Tabla 35. Parámetros de entrada en el “almacén”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.85	-0.85
Ratio [W/m ²]	-84.22	-84.22
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-0.91	-0.91
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.05	-0.05

Tabla 36. Resultados obtenidos del “almacén”.

Obteniendo una carga total de **-0,85 kW**, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 16. Cargas térmicas del almacén.

- Oficina nº1:

Para el área de “Oficina nº 1”, con una superficie de 16,79 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Supeficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
16.79	50.37	Planta 1	Oficina nº1	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
Tª exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.83	64.46	23.00	50.00	161.16

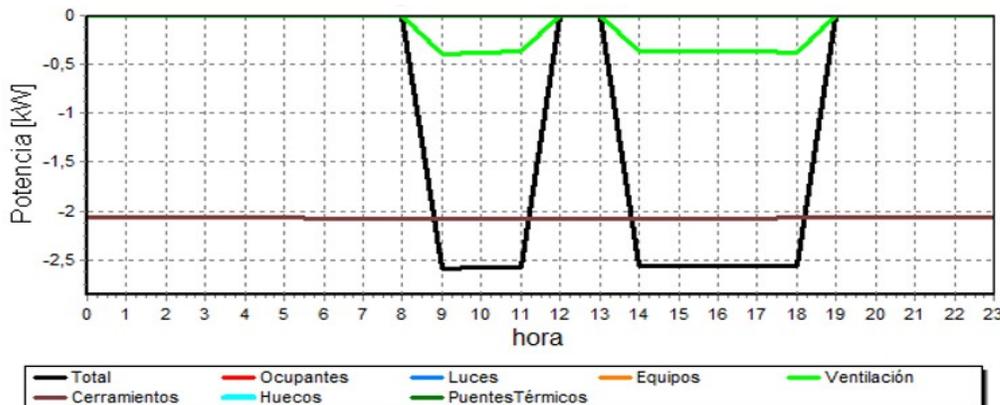
Tabla 37. Parámetros de entrada en la “oficina 1”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-2.53	-2.53
Ratio [W/m ²]	-185.19	-185.19
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-2.96	-2.96
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.15	-0.15

Tabla 38. Resultados obtenidos de la “oficina 1”.

Obteniendo una carga total de **-2.53 kW**, tal y como se complemente con la siguiente gráfica:



Gráfica 17. Cargas térmicas de la oficina 1.

- Oficina nº 2:

Para el área de “Oficina nº 2”, con una superficie de 7,77 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
7.77	23.31	Planta 1	Zona ventilación	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.83	64.46	23.00	50.00	74.61

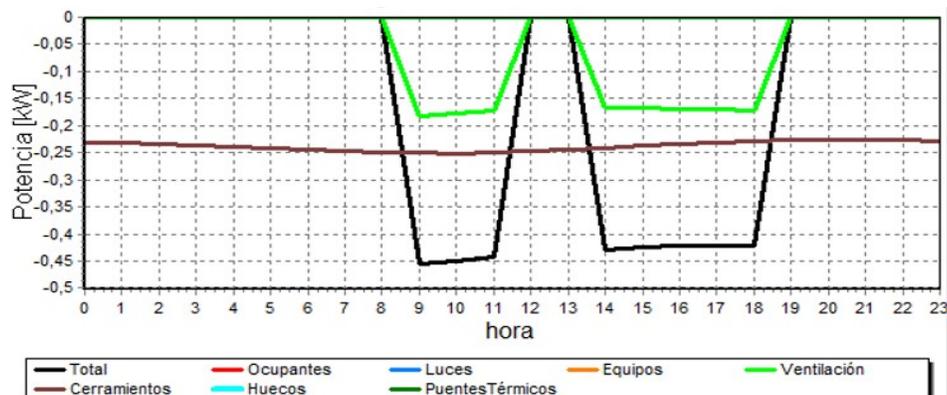
Tabla 39. Parámetros de entrada en la “oficina 2”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.43	-0.43
Ratio [W/m ²]	-55.59	-55.59
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-0.41	-0.41
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.02	-0.02

Tabla 40. Resultados obtenidos de la “oficina 2”.

Obteniendo una carga total de **-0,43 kW**, tal y como se complemente con la siguiente gráfica:



Gráfica 18. Cargas térmicas de la oficina 2.

- Aseo de caballeros:

Para el área de “aseos de caballeros”, con una superficie de 5,17 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
5.17	15.51	Planta 1	Aseo de caballeros	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.83	64.46	23.00	50.00	49.63

T

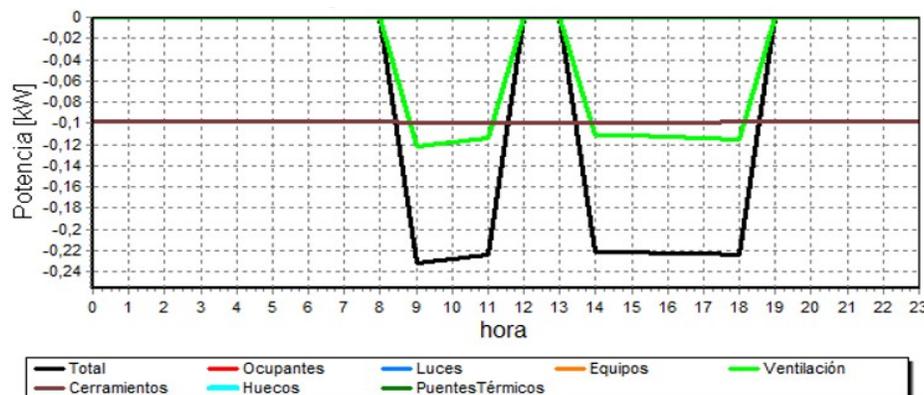
Tabla 41. Parámetros de entrada en el “aseo de caballeros”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.17	-0.17
Ratio [W/m ²]	-33.81	-33.81
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-0.17	-0.17
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Tabla 42. Resultados obtenidos del “aseo de caballeros”.

Obteniendo una carga total de **-0,17 kW**, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 19. Cargas térmicas del aseo de caballeros.

- Aseo de señoras:

Para el área de “aseo de señoras”, con una superficie de 5,57 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
5.57	16.71	Planta 1	Aseo de señoras	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.83	64.46	23.00	50.00	53.45

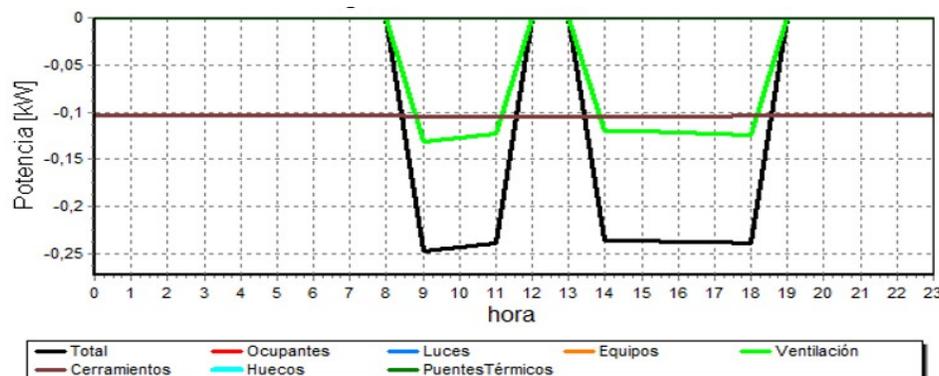
Tabla 43. Parámetros de entrada en el “aseo de señoras”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-0.18	-0.18
Ratio [W/m ²]	-33.14	-33.14
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-0.18	-0.18
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.01	-0.01

Tabla 44. Resultados obtenidos del “aseo de señoras”.

Obteniendo una carga total de **-0,18 kW**, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 20. Cargas térmicas del aseo de caballeros.

- Aseos minusválidos:

Para el área de “aseo de señoras”, con una superficie de 13,33 metros cuadrados y un aforo de 0 personas (mínimas cargas térmicas posibles) y considerando los datos de entrada de la siguiente tabla:

Superficie [m ²]	Volumen [m ³]	Planta	Zona demanda	Climatizador
13.33	39.99	Planta 1	Zona ventilación	Equipo aire primario
Num. personas	Tipo de luces	Pot. luces [kW] ; [W/m ²]	Pot. sensible equipos [kW] ; [W/m ²]	Pot. latente equipos [kW] ; [W/m ²]
0	Led	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00	0.00 ; 0.00
T ^a exterior [°C]	Hum. relativa ext[%]	Temp. interior [°C]	Hum. relativa int[%]	Caudal ventilación [m ³ /h]
7.83	64.46	23.00	50.00	127.99

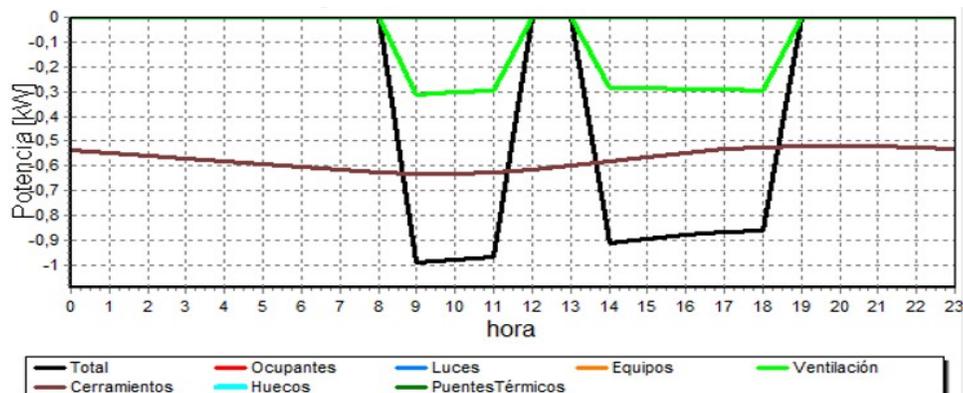
Tabla 45. Parámetros de entrada en el “aseo de minusválidos”.

Los resultados obtenidos son los siguientes para esta área:

	Total	Sensible
Total Cargas [kW]	-1.09	-1.09
Ratio [W/m ²]	-81.75	-81.75
Ocupantes[kW]	0.00	0.00
Luces[kW]	0.00	0.00
Equipos[kW]	0.00	0.00
Ventilación[kW]	0.00	0.00
Cerramientos[kW]	-1.04	-1.04
Huecos[kW]	0.00	0.00
Puentes térmicos[kW]	0.00	0.00
Mayoración[kW]	-0.05	-0.05

Tabla 46. Resultados obtenidos del “aseo de minusválidos”.

Obteniendo una carga total de **-1,09 kW**, tal y como se complementa con la siguiente gráfica:



Gráfica 21. Cargas térmicas del aseo de caballeros.

3.1.3. Estimación de la potencia eléctrica absorbida.

La potencia absorbida demandada por el conjunto de componentes, dependiendo de si es refrigeración o de si es calefacción se muestra en la siguiente tabla adjunta en función del mes del año:

- Demanda mensual del edificio en **refrigeración** [kWh].

Elemento	Mes del año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Edificio	0	0	0	104	1667	4741	6471	6553	5077	1530	0	0

Tabla 47. Demanda mensual del local en refrigeración [kWh].

Se observa que en los meses de verano es cuando hay una demanda energética referente a climatización, siendo agosto el mes con más requerimientos. Esta cifra será de gran relevancia debido a que la contratación de la potencia de la red eléctrica se basará en los datos de consumo energético de la máquina de climatización, así como el resto de componentes eléctricos del local.

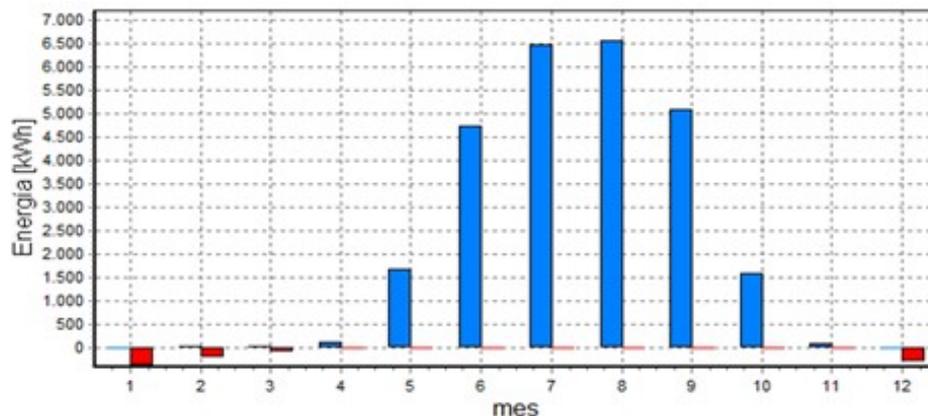
Destacar que los valores representados en la tabla son orientativos debido a que se van a tener en consideración el hecho que el local va a recibir un tratamiento de aislamiento térmico que hará reducir la demanda energética en un 30%, y que el local va a estar climatizado de forma continuada.

- Demanda mensual del edificio en **calefacción** [kWh].

Elemento	Mes del año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Edificio	378	197	95	0	0	0	0	0	0	0	4	294

Tabla 48. Demanda mensual del local en calefacción [kWh].

La siguiente tabla muestra la gráfica de la demanda energética anual, de la totalidad del local:



Gráfica 22. Demanda energética anual.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la demanda energética anual, cabe destacar que se deberá buscar una solución para conseguir un descenso del consumo, siendo tal y como se ha mencionado anteriormente, una mejora en el aislamiento térmico del local, que reduciría en el 30 % los requerimientos, así como la selección de una máquina de climatización eficiente, buscando un equilibrio entre el consumo energético y las prestaciones de la instalación.

3.1.4. Estimación de los caudales de impulsión.

El caudal de diseño en la impulsión (y retorno) será la que se indica en la siguiente tabla dependiendo de la superficie, las cargas térmicas que reciba y del número de personas que harán uso de forma simultánea. Dicho caudal será máximo, en el que la instalación tendrá que trabajar bajo las circunstancias más desfavorables. Además, considerar que los caudales de impulsión que se exponen en la tabla, debe coincidir en los caudales retorno o extracción.

Zona a acondicionar	Caudal (m ³ /hora)
Sala de exposición 1	2522,47
Vestíbulo y acceso principal	788,46
Sala de exposición 2	413,23
Oficina 1	161,16
Oficina 2	74,61
Aseo de caballeros	49,63
Aseo de señoras	53,45
Aseo de minusválidos	127,99

Tabla 49. Caudal de impulsión en las diferentes salas.

3.1.5. Estimación de los caudales de retorno requeridos.

Haciendo referencia al apartado anterior, se considera que el caudal de retorno tiene que ser el mismo que el caudal de impulsión, para que la presión generada por la impulsión sea igual a la depresión generada por la extracción. Así pues se expone de nuevo en la siguiente tabla, los caudales que serán necesarios en los conductos de extracción:

Zona a acondicionar	Caudal (m ³ /hora)
Sala de exposición 1	2522,47
Vestíbulo y acceso principal	788,46
Sala de exposición 2	413,23
Oficina 1	161,16
Oficina 2	74,61
Aseo de caballeros	49,63
Aseo de señoras	53,45
Aseo de minusválidos	127,99

Tabla 50. Caudal de retorno en las diferentes salas.

3.2. Diseño de las canalizaciones de impulsión y extracción.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, se va a proceder al cálculo y diseño de los conductos de impulsión y extracción empleando el método de pérdida constante, planteando como hipótesis, que las pérdidas por fricción se van a mantener constantes en toda la instalación.

- Conductos de impulsión:

Así pues, se va a detallar las secciones seleccionadas para los conductos de impulsión, etiquetando los tramos, que en el apartado dedicado a la presentación de los planos detallará visualmente su ubicación y sus dimensiones.

- **Tramo I1:**

En primer lugar se procederá al cálculo de la pérdida de carga creada en los conductos por metro lineal, que se mantendrá constante en todos los conductos como hipótesis del método empleado. Puesto que conocemos el caudal que pasa por el "Tramo I1", se fija la velocidad del aire a 7 km/h, se obtiene la sección del tramo mediante la ecuación de continuidad. Fijaremos por ejemplo la velocidad máxima en el conducto principal en 8 m/s para evitar ruidos excesivos:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{4300 \text{ m}^3/\text{h}}{7 \text{ m/s}} * \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 0.17 \text{ m}^2$$

Ecuación 5. Sección correspondiente al tramo I1.

Iterando se obtiene una sección de **500 x 400 mm** a partir de:

$$S = 0.2 \text{ m}^2$$

$$v = 7 \text{ m/s}$$

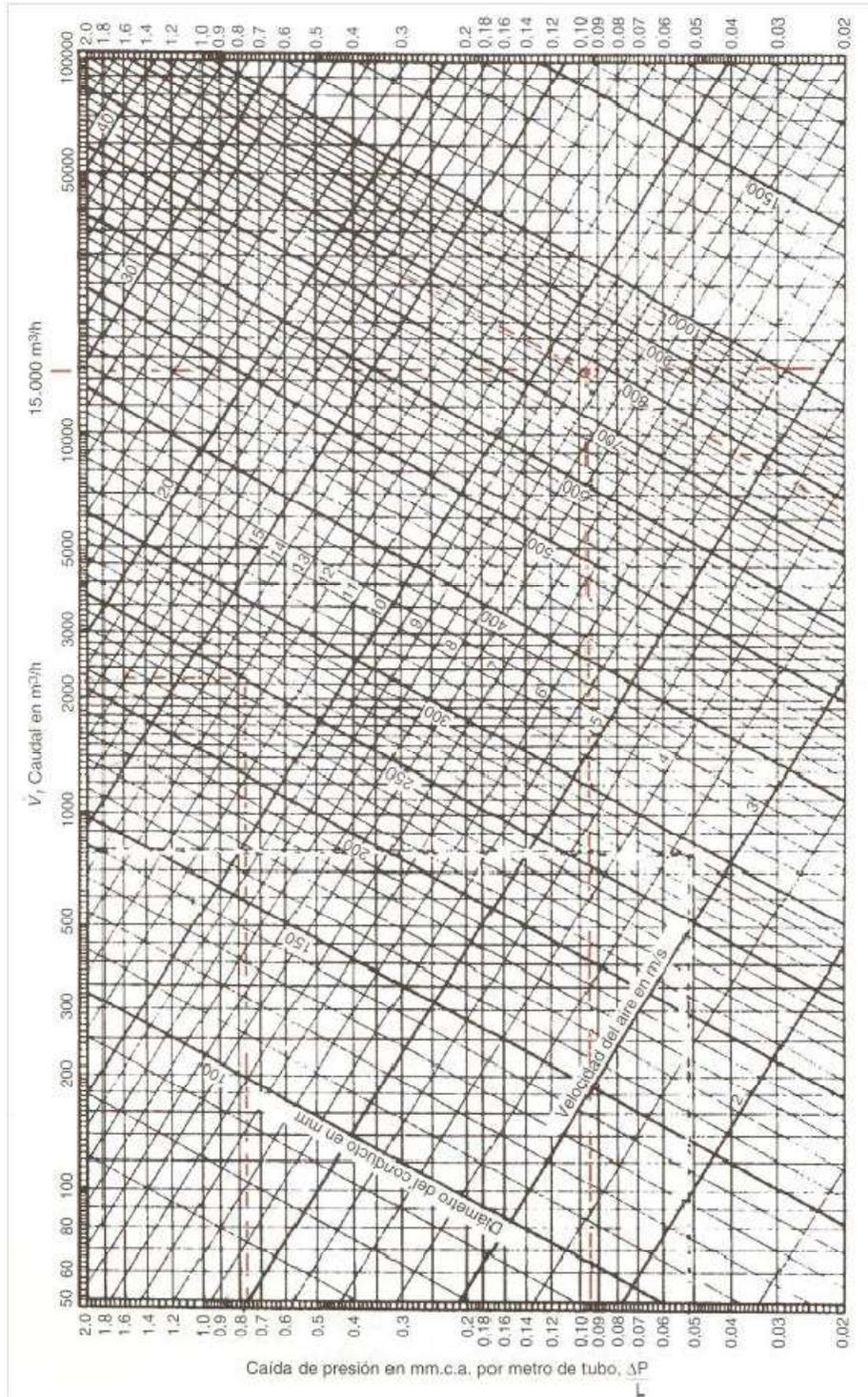
$$D_{eq} = 1.3 \frac{(H * W)^{0.625}}{(H+W)^{0.25}} = 1.3 \frac{(0,5 * 0,4)^{0.625}}{(0,5+0,4)^{0.25}} = 0,488 \text{ m}$$

Ecuación 6. Diámetro equivalente.

Conocido el diámetro equivalente y el caudal del tramo, se halla la pérdida de por fricción empleando la grafica.

$$h_{f11} = 0,11 \text{ mm.c.a por metro de tubo.}$$

Dicha pérdida de carga se aplicará para todo el conducto, tal y como establece el método de pérdida de carga constante tal y como se ha mencionado en apartados anteriores.



Gráfica 23. Cálculo de la pérdida de presión en un conducto.

A continuación se muestra la tabla de los conductos seleccionados a partir del método empleado y velocidad máxima fijada, determinando la sección, el caudal y la velocidad.

Tramo	Longitud equivalente (m)	Caudal m ³ /h	Sección (mm)	Velocidad
I1	6,2	4500	500 x 400	7
I2	0,3	2500	400 x 300	5,8
I3	3	420	200 x 200	3
I4	3	2080	400 x 300	4,82
I5	3	420	200 x 200	3
I6	4	1660	400 x 300	3,85
I7	3	1040	300 x 250	3,85
I8	0,5	620	250 x 200	3,4
I9	3	300	200 x 200	2,1
I10	5	300	200 x 200	2,1
I11	7,5	680	250 x 200	3,78
I12	5	340	200 x 200	2,36
I13	2,5	340	200 x 200	2,36
I14	1	340	200 x 200	2,36
I15	4,5	1800	400 x 300	3,85
I16	1,5	230	150 x 200	2,13
I17	0,5	1570	300 x 300	4,8
I18	3	413	200 x 200	2,9
I19	1	200	150 x 200	1,4
I20	4,5	200	150 x 200	1,4
I21	0,5	105	150 x 100	1,95
I22	0,5	50	100 x 100	1,4
I23	1,5	50	100 x 100	1,4
I24	5	128	150 x 100	2,37
I25	5	1156	400 x 300	2,7
I26	2	344	200 x 200	2,4
I27	3	75	100 x 100	2,07
I28	1	270	150 x 200	2,5
I29	0,5	161	150 x 150	2
I30	4,2	109	150 x 100	2,01
I31	3	790	250 x 200	4,3
I32	5	394	200 x 200	2,74
I33	5,5	395	200 x 200	2,74

Tabla 51. Secciones seleccionadas para los conductos de impulsión.

- Conductos de extracción:

A continuación, se detalla las dimensiones de los conductos de extracción. Se debe tener en cuenta que para conseguir una convección natural, es necesario que las bocas de extracción se sitúen en el perímetro del local. Además, cabe destacar que el caudal de extracción debe coincidir con el caudal impulsado.

En la siguiente tabla se muestra las dimensiones y caudales que deben tener los conductos de extracción:

Tramo	Longitud equivalente (m)	Caudal m ³ /h	Sección (mm)	Velocidad
X1	6,2	4500	500 x 400	7
X2	0,3	500	200 x 200	4,1
X3	3	3800	400 x 400	6,8
X4	3	1800	200 x 200	2,36
X5	3	2000	400 x 300	4,82
X6	4	500	200 x 200	3
X7	3	1500	300 x 300	4,8
X8	0,5	500	200 x 200	4,1
X9	3	1000	300 x 250	3,85
X10	5	500	200 x 200	3
X11	7,5	500	200 x 200	3
X12	5	1600	400 x 300	3,85
X13	2,5	230	200 x 150	2,13
X14	1	50	100 x 100	1,4
X15	4,5	130	150 x 100	2,37
X16	1,5	50	100 x 100	1,4
X17	0,5	413	200 x 200	2,9
X18	3	344	200 x 200	2,36
X19	1	236	200 x 150	2,13
X20	4,5	160	150 x 150	2
X21	0,5	75	100 x 100	2,1
X22	0,5	108	150 x 100	2
X23	1,5	394	200 x 200	2,9
X24	5	394	200 x 200	2,9
X25	7,1	788	250 x 200	3,1
X26	3,2	1200	350 x 300	4,1

Tabla 52. Secciones seleccionadas para los tramos de retorno,

4. Selección de los componentes y sistemas.

En este apartado se va a proceder a la selección, principalmente del sistema de climatización, que va a definir las condiciones de trabajo. Todo ello, en función de los cálculos realizados en cuanto a cargas térmicas y caudales requeridos, así como, aquellos aspectos de conservación de la humedad y los niveles de CO₂.

4.1. Método de climatización seleccionado.

Se va a seleccionar un sistema de climatización todo aire, en el cual va a ser regulable tanto el caudal como la temperatura según los requerimientos. La principal característica es que el espacio a climatizar sólo le llega aire, frío o caliente, tratado previamente en un climatizador, y posteriormente transportado a través de los conductos de impulsión. En este caso, para el buen funcionamiento del sistema se incorpora un sistema de mezcla de aire de retorno con el aire exterior, función llevada a cabo por el climatizador, teniendo en cuenta el número de renovaciones del aire en función de la calidad del mismo, información recibida por los sensores de CO₂ y el sensor de humedad.

El climatizador es el elemento fundamental en este tipo de sistemas, ya que es el encargado de recibir el aire exterior y de retorno para su posterior tratamiento. Su labor consiste en recibir el aire de retorno y el aire del exterior, y mezclarlo, tratarlo e impulsarlo por los canales de impulsión.

4.2. Máquina de climatización seleccionada.

Teniendo en cuenta el método de climatización, matizado en el apartado anterior, se va a seleccionar un equipo autónomo compacto, bomba de calor, de la marca **Lennox**, de la gama "**CompactAir 045**", modelo "**CMH30S**" y referencia del producto "**3LCMH30S00**", la cual se detallarán los aspectos técnicos en el apartado de "Especificaciones técnicas".

Teniendo en cuenta que se contempla un tratamiento de aislamiento térmico del local en el que se asume un descenso de las cargas térmicas del orden del 30%, y que el local estará climatizado de forma continuada, se llega a la conclusión que no se llegará a las condiciones más desfavorables. Por lo tanto se va a seleccionar una máquina de climatización con una potencia térmica reducida con respecto a las cargas térmicas calculadas, con el fin de reducir los costes de la instalación y del consumo energético.

La máquina viene equipada con un sistema de desescarche dinámico que detecta la formación de escarcha, que permite el ahorro de un 15% en el consumo energético anual.

- Economizador:

Permite reducir considerablemente los costes de funcionamiento utilizando el enfriamiento gratuito (freecooling) en el momento adecuado. Este sistema consiste en el aprovechamiento del aire exterior para enfriar o aclimatar un local, y mejorar la calidad del aire interior, ya que es tratado y filtrado antes de su impulsión. De esta manera se consigue, lo que en este TFG es de vital relevancia, y es el control de la humedad del aire interior, así como las partículas suspendidas en el aire.

- Módulo del ventilador de extracción:

Garantiza la extracción de la sobrepresión en caso de un alto nivel de entrada de aire exterior.

- Sistema de filtración del aire:

AQUALEAN: Conjunto de prefiltro G4 y filtro F7 (ePM1) en el retorno, funcionando con aire de retorno y aire exterior. Añadiendo un prefiltro G4 antes del filtro F7 (ePM1) se reduce la sustitución excesiva de filtros F7, además de conseguir un aire con menor concentración de partículas en suspensión.

- Sensor analógico del filtro sucio:

Un sensor de presión diferencial mide la caída de presión en los filtros y la batería para permitir un cambio preventivo del filtro, reduciendo así el consumo energético y mejorando la calidad del aire.

- Detector de humo:

El cabezal óptico del detector de humo es capaz de detectar cualquier tipo de humo. Cuando esto sucede, la unidad dejará de funcionar, la compuerta de retorno de aire se cerrará por completo y la compuerta de aire exterior se abrirá por completo.

- Protección eléctrica del compresor:

Debido a que la máquina de climatización seleccionada funciona con un sistema eléctrico trifásico, es necesario como medida de seguridad, la instalación de un sensor que evita que el compresor se ponga en marcha en caso que se inviertan las fases.

- Bajo nivel sonoro:

Reduce el nivel de ruido gracias a las camisas del compresor.

- Revestimiento primario de la batería:

Tratamiento anticorrosión de las baterías interiores o exteriores. Especialmente recomendado en entornos salinos o contaminados.

- Equipado con compresor de velocidad variable.

Teniendo en cuenta que se contempla un tratamiento de aislamiento térmico del local en el que se asume un descenso de las cargas térmicas del orden del 30%, y que el local estará climatizado de forma continuada, se llega a la conclusión que no se llegará a las condiciones más desfavorables. Por lo tanto se va a seleccionar una máquina de climatización con una potencia térmica reducida con respecto a las cargas térmicas calculadas, con el fin de reducir los costes de la instalación y del consumo energético.

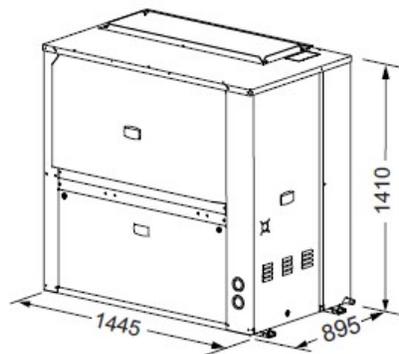


Ilustración 21. Dimensiones de la máquina de climatización.

4.3. Panel de control seleccionado.

Teniendo en cuenta la máquina de climatización seleccionada, ésta viene con un display remoto que incluye la gama con referencia DM, con el que se programa la temperatura y el caudal. Además permite programar los horarios de funcionamiento logrando una mayor eficiencia energética.

Incluye un conjunto de sondas de temperatura, así como de humedad y CO_2 , que sirven para recopilar la información necesario para realizar las renovaciones de aire pertinentes.



Ilustración 22. Panel de control.

4.4. Refrigerante seleccionado.

Teniendo en cuenta las características y los requerimientos de funcionamiento de la máquina de climatización, se va a instalar gas refrigerante **R410A**, el cual va a ser suministrado en formato botella recargable de 10 kg, e instalado por la casa comercial “**Top Refrigerants**”. Se ha seleccionado este gas debido a que es el que recomienda el fabricante de la máquina de climatización que se ha seleccionado.

4.5. Compresores seleccionados.

La máquina de climatización seleccionada está equipada con un compresor de tipo Scroll/Multiscroll, de la misma marca “**Lennox**” con alimentación de 420 V de 3 fases a 50 Hz.

4.6. Conductos de impulsión y retorno seleccionados, ensanches y contracciones.

Los conductos, tanto de impulsión como de retorno van a ser de sección rectangular tal y como se ha mencionado en el apartado de dimensionamiento de los conductos de ventilación. La casa comercial responsable del suministro de los materiales relativos a los conductos de impulsión y extracción va a ser “**Bikat**”, así como los accesorios, acoplamientos y aislamientos.

Se mencionará en los siguientes apartados las secciones necesarias para el montaje de la instalación del presente proyecto.

4.7. Codos y derivaciones seleccionados

En cuanto a los codos y a las derivaciones, la misma casa comercial, “**Bikat**”, será la encargada del suministro de dicho material. Se trata de codos rectos de 90°, así como las derivaciones necesarias, y acoplables a los tramos de sección rectangular.

4.8. Rejillas y difusores seleccionados.

Habiendo calculado previamente los caudales necesarios para los conductos de impulsión y retorno, se va a seleccionar los difusores y rejillas atendiendo a las necesidades requeridas.

Se van a instalar difusores de techo de sección circular para las bocas de impulsión y rejillas rectangulares para las bocas de extracción.

El proveedor responsable del suministro de los difusores y rejillas va a ser **“KoolAir”**. La gama de montaje para los difusores de impulsión va a ser de la serie **“43SF + PMC”**, el cual se darán todos los detalles técnicos en el apartado de especificaciones técnicas de difusores y rejillas.



Ilustración 23. Difusor de techo KoolAir 43SF + PMC.

En cuanto a las rejillas, se va a instalar de la misma casa comercial **“KoolAir”**, siendo rejillas de retorno con aletas fijas a 45 °.

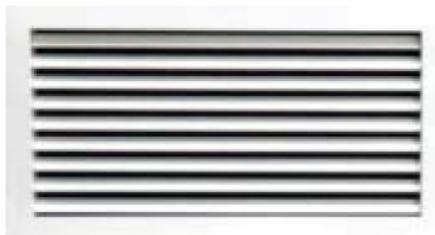


Ilustración 24. Rejilla de retorno KoolAir.

Pliego de condiciones.

5. Especificaciones técnicas.

5.1. Especificaciones técnicas del fluido refrigerante.

El gas refrigerante R-410A es una mezcla casi azeotópica compuesta de R-125 y R-32. Actualmente se utiliza fundamentalmente en los nuevos equipos de aire acondicionado que van apareciendo en el mercado. Es un producto químicamente estable, con un bajo deslizamiento (Glide) de temperatura y baja toxicidad. A pesar del carácter inflamable del R-32, la formulación global del producto hace que este no sea inflamable, incluso en caso de fugas. Está clasificado como A1 grupo L1.

Como se ha mencionado, el gas refrigerante R-410A, tiene muy baja toxicidad incluso después de repetidas exposiciones. El valor del AEL (Allowance Exposure Limit) es de 1000 ppm (8 horas TWA). Los envases que contengan R-410A deben almacenarse en áreas frías y ventiladas lejos de fuentes de calor. En el caso de fugas, los vapores se concentrarán a nivel de suelo desplazando el oxígeno del aire ambiente. En tal caso hay que tomar precauciones a la hora de evacuar el área afectada.

- Componentes:

Nombre químico	% en peso	Nº CAS	Nº CE
Pentafluoroetano (R-125)	50	354-33-6	206-557-8
Difluorometano (R-32)	50	75-10-5	200-839-4

Tabla 53. Componentes del gas refrigerante seleccionado.

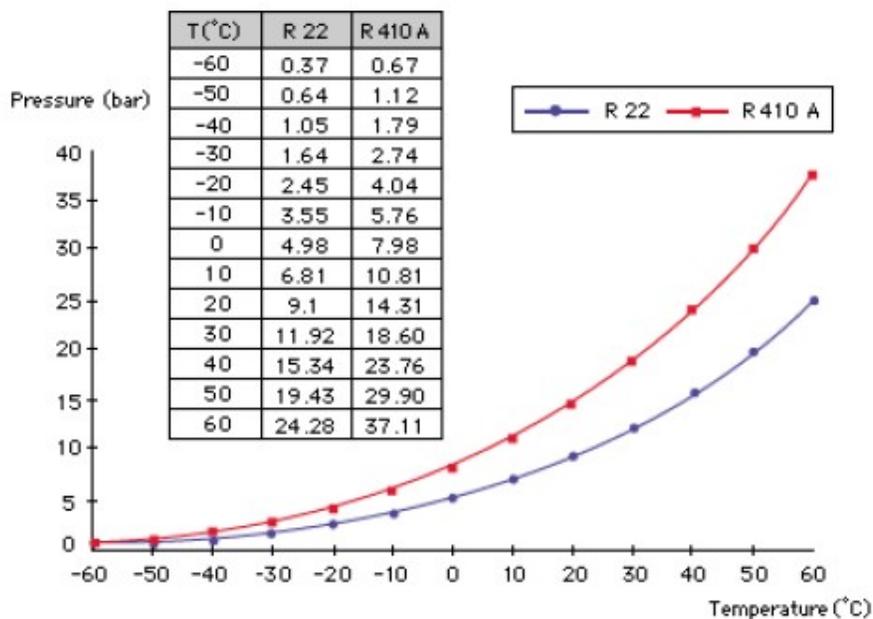
- Propiedades físicas:

Propiedades físicas	Unidades	R-410A
Peso molecular	(g/mol)	72.6
Temperatura ebullición (a 1,013 bar)	(°C)	-51.58
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(k)	0.1
Temperatura crítica	(°C)	72.13
Presión crítica	(bar abs)	49.26
Densidad crítica	(Kg/m ³)	488.90
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m ³)	1062
Densidad del líquido (-	(Kg/m ³)	1273

25°C)		
Densidad del vapor saturado (25°C)	(Kg/m ³)	4.12
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	16.5
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	3.30
Calor de vaporización a punto de ebullición	(kj/kg)	276
Calor específico del líquido (25°C)	(kj/kg k)	1.84
Calor específico del vapor (25°C)(1atm)	(kj/kg k)	0.83
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mk)	0.088
Conductibilidad térmica del vapor (25°C)(1atm)	(W/mk)	0.013
Solubilidad con el agua (25°C)	ppm	Despreciable
Límite de inflamabilidad	(% vol.)	Ninguno
Toxicidad (AEL)	ppm	1000
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	2088*

Tabla 54. Especificaciones técnicas del gas refrigerante R410A.

- Gráfica comparativa temperatura/presión R-22-R410A:



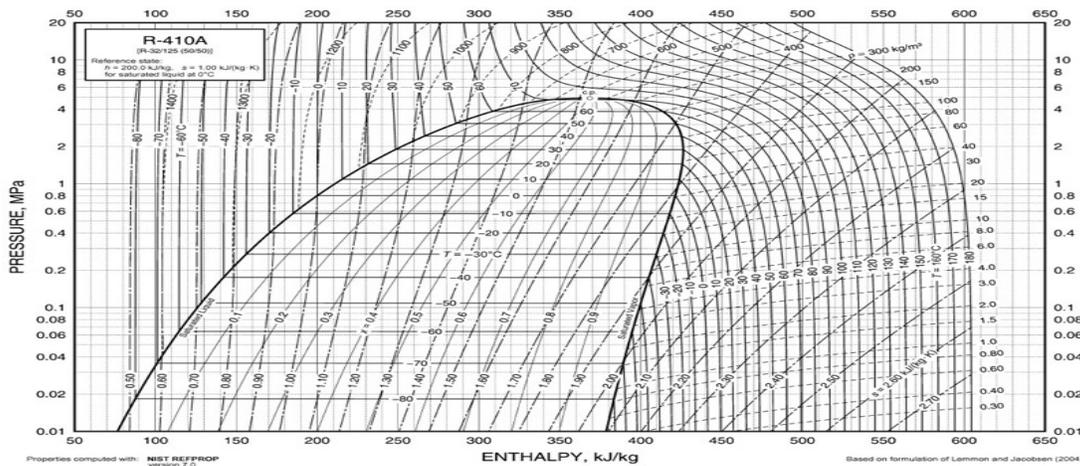
Gráfica 24. Comparativa de los gases R22 y R410A

- Tabla de presión/temperatura:

Temp (°C)	Presión absoluta(bar)		Densidad (kg/m3)		Entalpía (kJ/kg)		Entropía (kJ/kgk)	
	Burbuja	Rocío	Burbuja	Rocío	Burbuja	Rocío	Burbuja	Rocío
-50	1.124	1.212	1339.59	4.54	136.46	406.37	0.8104	2.0201
-45	1.428	1.421	1323.93	5.67	143.01	409.29	0.8393	2.0066
-40	1.793	1.788	1308.01	7.02	149.62	412.14	0.8679	1.9941
-35	2.228	2.222	1291.79	8.62	156.31	414.92	0.8961	1.9823
-30	2.740	2.732	1275.24	10.48	163.07	417.62	0.9240	1.9712
-25	3.340	3.330	1258.34	12.65	169.91	420.23	0.9517	1.9607
-20	4.036	4.023	1241.03	15.15	176.83	422.74	0.9791	1.9508
-15	4.838	4.821	1223.28	18.04	183.83	425.13	1.0062	1.9413
-10	5.757	5.735	1205.04	21.35	190.92	427.40	1.0331	1.9321
-5	6.802	6.774	1186.27	25.13	198.11	429.52	1.0599	1.9233
0	7.984	7.950	1166.89	29.44	205.41	431.50	1.0864	1.9146
5	9.315	9.274	1146.86	34.34	212.81	433.31	1.1129	1.9061
10	10.805	10.756	1126.10	39.91	220.34	434.94	1.1392	1.8977
15	12.467	12.408	1104.53	46.22	228.00	436.38	1.1655	1.8892
20	14.312	14.241	1182.05	53.38	235.80	437.59	1.1918	1.8807
25	16.351	16.269	1158.55	61.50	243.77	438.56	1.2181	1.8720
30	18.598	18.502	1133.91	70.71	251.91	439.27	1.2445	1.8631
35	21.063	20.954	1107.95	81.18	260.26	439.68	1.2710	1.8538
40	23.760	23.636	980.48	93.12	268.85	439.76	1.2977	1.8442
45	26.701	26.563	951.26	106.79	277.69	439.46	1.3248	1.8339
50	29.899	29.745	919.55	122.55	286.87	438.72	1.3524	1.8229

Tabla 55. Tabla presión-temperatura del gas refrigerante R410A.

- Diagrama p-h para el gas refrigerante R-410A:



Gráfica 25. Diagrama p-h del gas refrigerante R410A.

5.2. Especificaciones técnicas de la máquina de climatización.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, se ha seleccionado una bomba de calor de la marca “Lennox”, gama “CompactAir Advanced Inverter 045”, modelo “CMH30S” como máquina de climatización, la cual incorpora una mezcladora de aire interior con aire exterior, gestionando las renovaciones diarias necesarias para conservar la calidad del aire en el interior del local.

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones técnicas referentes a la máquina de climatización:

	Unidades	Valor
Capacidad neta frigorífica	kW	32
Capacidad neta calorífica	kW	34,5
Datos electricos		
EER neto	-	2,45
COP neto	-	2,75
Voltaje: 50 Hz	V/fases	400/3
Unidad interior		
Potencia absorbida máxima	kW	1,45
Voltaje: 50Hz	V/fases	400/3
Intensidad máxima	A	2,6
Intensidad de arranque	A	13
Caudal de aire nominal	m ³ /h	5450
Caudal de aire mínimo/máximo	m ³ /h	4650/6000
Presión estática disponible máxima	Pa	550
Unidad exterior		
Potencia absorbida máxima	kW	14,49
Voltaje: 50 Hz	V/fases	400/3
Intensidad máxima	A	26,8
Intensidad de arranque	A	105,1
Nº de ventiladores/tipo	Ud./tipo	1/Centrífugo
Presión disponible máxima	Pa	272
Caudal de aire nominal	m ³ /h	10000
Dimensiones	mm	2055x1194x960
Peso sólo frío/bomba de calor	kg	418/424

Tabla 56. Especificaciones técnicas de la máquina de climatización seleccionada.

- ❖ **EER neto:** Se trata del ratio entre la capacidad frigorífica y el consumo de energía. Por lo tanto a medida que más alto sea el EER, mayor es el rendimiento de la máquina, siendo la que va a ser instalada de calificación A. Sirve fundamentalmente para darle una calificación energética la cual viene recogida en el Reglamento Delegado (UE) nº 626/2011 de la Comisión, de 4 de mayo de 2011, por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta al etiquetado energético de los acondicionadores de aire.
- ❖ **COP neto:** Siendo recogida la definición en el mismo reglamento que en el apartado EER, en este caso se trata de la eficiencia energética en la bomba de calor.
- ❖ **Caudal de aire nominal:** volumen de aire que circula por la carcasa del ventilador medido justo en la rejilla de salida del mismo.

5.3. Especificaciones técnicas de los conductos de impulsión y retorno.

Admitiendo que el conjunto de conductos tanto de impulsión como de extracción va a ser de sección variable tal y como se mencionó en el apartado de cálculo de secciones, el tipo de unión que se va a llevar a cabo entre secciones va a ser **juntas transversales con vaina deslizante de tipo bayoneta**.



Ilustración 24. Unión por junta transversal con vaina deslizante de tipo bayoneta.

El espesor seleccionado para esta instalación va a ser de **0,8 mm**.

Además se considera que los conductos tanto de impulsión como de extracción deberán ir suspendidos a 10 cm del techo.

Se llevará a cabo medidas de compatibilidad entre los diferentes elementos metálicos que componen la instalación para evitar que se produzca el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica, introduciendo burlate de poliuretano.

5.4. Especificaciones técnicas de los difusores y rejillas.

A continuación se muestra la tabla con las dimensiones, características y número de unidades que van a ser necesarias para la instalación.

La selección está basada en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a la normativa ISO 5135 y UNE-EN-ISO 3741.

- Difusores:

Se trata de difusores circulares de impulsión, de conos fijos, con acabado estándar en aluminio anodizado.

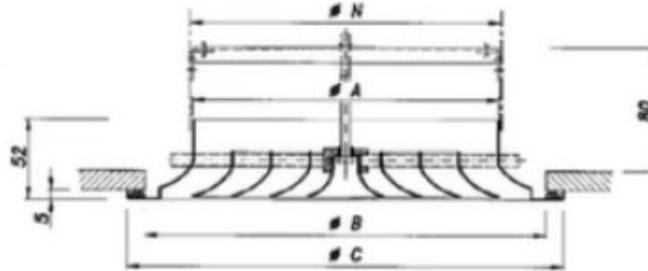


Ilustración 25. Difusor de techo circular.

A continuación se muestra la tabla de especificaciones técnicas para difusores, atendiendo a los requerimientos de caudal y velocidad, criterios que se han tenido en cuenta en el diseño de la instalación para conseguir el mínimo ruido, teniendo presente la actividad que se va a desarrollar en el local.

Q (m ³)/h	Ø Nominal	X (Alcance)	NR (dB)	Unidades
450	350	2.2	20	6
400	350	3.6	16	2
200	250	2.7	2	2
160	200	1.6	4	1
100	250	0.7	-	1
100	200	0.8	-	1
100	160	0.9	-	2

Tabla 57. Difusores seleccionados.

- Rejillas:

Se trata de rejillas de retorno con aletas fijas a 45°.

A continuación, se muestra la tabla de especificaciones técnicas para las rejillas de extracción, atendiendo de igual forma que en el caso de los difusores, se han tenido en cuenta los parámetros de caudal y velocidad para la selección de las secciones y que produzcan el mínimo ruido posible.

Q (m³)/h	Dimensiones	V (m/s)	NR (dB)	Unidades
500	350 x 250	3,4	29	5
400	350 x 250	2,8	2,6	3
150	300 x 200	1,6	14	2
100	200 x 200	1,7	13	1
80	200 x 200	1,3	8	1
50	250 x 100	1,4	7	2

Tabla 58. Rejillas de retorno seleccionadas.

5.5. Pruebas de funcionamiento de la instalaci3n.

Previo a la puesta en marcha del conjunto de los componentes de la instalaci3n se deber3 llevar a cabo una serie de pruebas que aseguren el correcto funcionamiento, tal y como recoge el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas, que establece los requisitos m3nimos que debe cumplir una instalaci3n seg3n el Real Decreto de Eficiencia Energética.

5.5.1. Prueba de estanqueidad.

La prueba de estanqueidad del equipo se realizar3 de manera individual por secciones o al total del conjunto de la instalaci3n, siendo responsable la empresa instaladora.

De forma previa a la prueba de estanqueidad, se someter3 mediante un equipo hidr3ulico la totalidad de la instalaci3n a una presi3n 0.5 bar superior a la presi3n atmosférica durante un periodo no inferior a treinta minutos, con el fin de detectar cualquier fuga, haciendo uso en todo momento de un man3metro digital y de una bomba de vacío.



Ilustraci3n 26. Man3metro digital.

Una vez realizadas la prueba previa, y saneadas las posibles fugas, se proceder3 a realizar la prueba de estanqueidad. Para ello se mantendr3 la instalaci3n a una presi3n de 0.5 veces la presi3n de prueba y se aumentar3 progresivamente hasta alcanzar el 100% de su capacidad.

Para finalizar con la prueba, se ir3 disminuyendo la presi3n hasta alcanzar la presi3n de servicio.

5.5.2. Prueba de vacío.

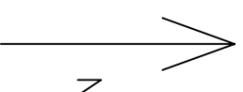
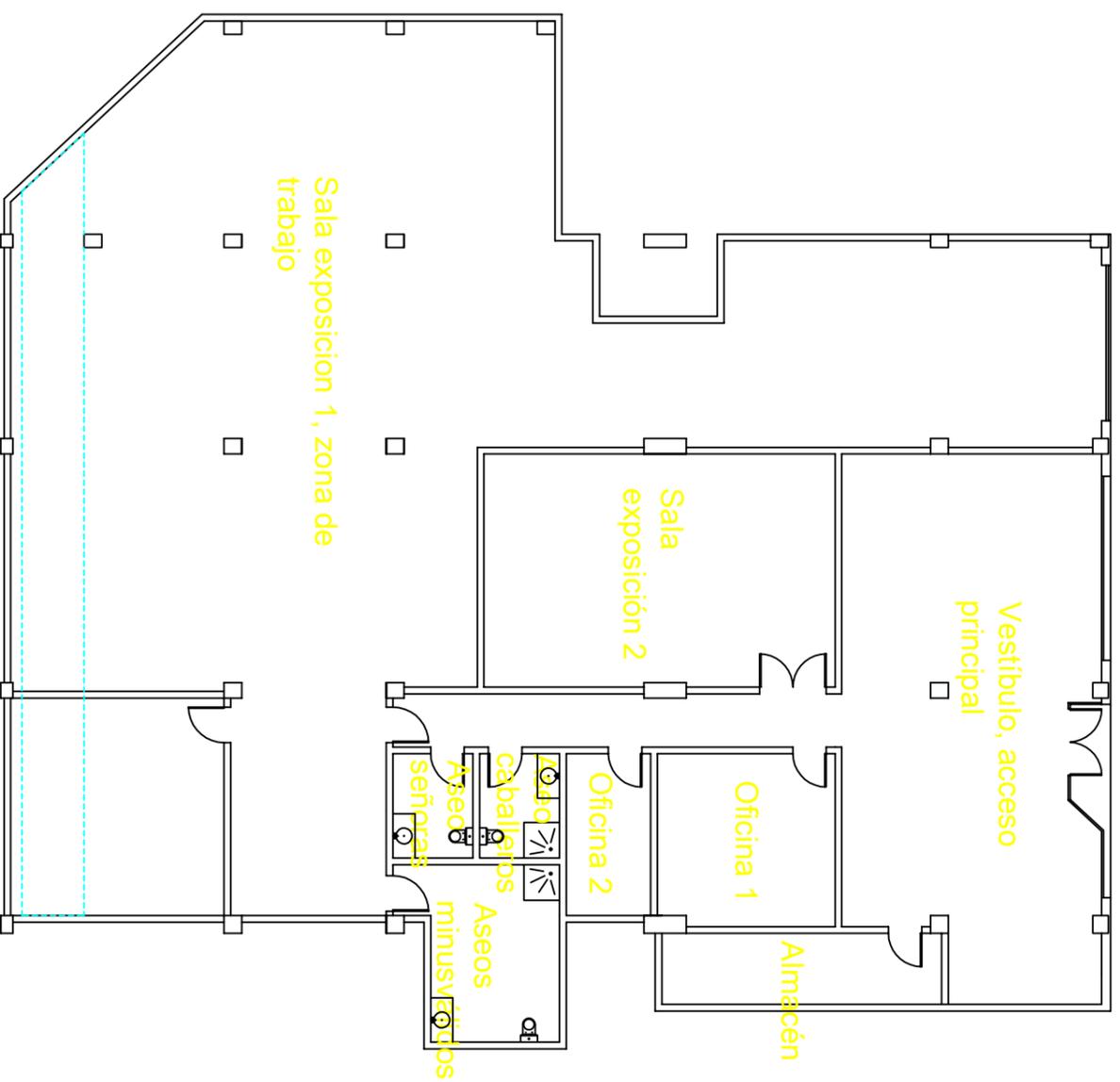
Tal y como establece el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas, queda prohibido el uso de refrigerantes fluorados en fase gaseosa para extraer la humedad del circuito. Así pues el fluido que se empleará para tal fin, será nitrógeno seco exento de oxígeno.

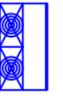
El procedimiento establece que el sistema se deberá secar y evacuar a menos de 270 Pa absolutos que se mantendrá en un periodo de cómo mínimo treinta minutos para posteriormente romperlo mediante nitrógeno seco. El sistema se evacuará otra vez a menos de 270 Pa absolutos, para mantener este vacío durante seis horas. Finalmente se romperá introduciendo el gas refrigerante seleccionado.

6. Planos.

A continuación se presentarán los diferentes planos para la interpretación visual y geométrica del espacio y de la ubicación que van a tener los diferentes elementos que conforman la instalación.

- Plano 1: Planta de distribución, nombre de salas.
- Plano 2: Planta de distribución, trazado de los conductos de impulsión y bocas de impulsión.
- Plano 3: Planta de distribución, trazado de conductos de extracción y rejillas de extracción.
- Plano 4: Planta de distribución, trazado de conductos de impulsión y extracción.



	Tramo del conducto de impulsión
	Tramo del conducto de extracción
	Bocas de impulsión
	Rejillas de extracción
	Máquina de climatización, mezcladora de aire.

RESPONSABLE DEL PROYECTO:
KAMAL LÓPEZ, TAMER EIMAD

SITUACIÓN:
CALLE MÁLAGA, Nº 23 Y 25, VALENCIA, CP 46009



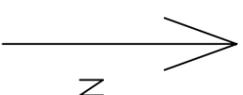
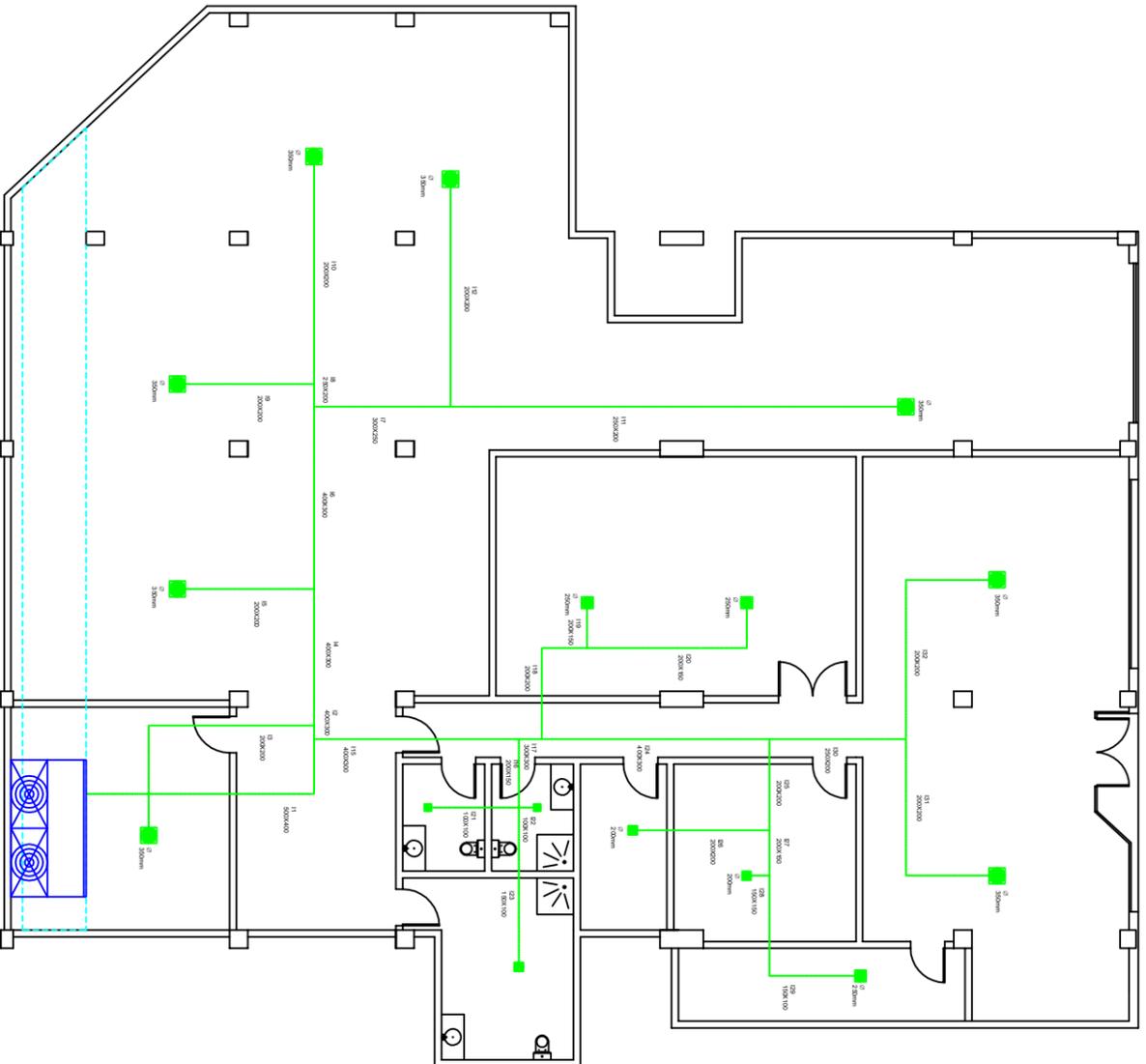
NOMBRE DEL PROYECTO:
CLIMATIZACIÓN DE ESPACIO DESTINADO A LA EXPOSICIÓN DE OBRAS DE ARTE.

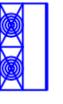
FECHA:
11/07/2018

ESCALA:
1/150

NOMBRE DE PLANO:
PLANTA DISTRIBUCIÓN, NOMBRE DE SALAS.

REF.:0001
Nº PLANO: 1



	Tramo del conducto de impulsión
	Tramo del conducto de extracción
	Bocas de impulsión
	Rejillas de extracción
	Máquina de climatización, mezcladora de aire.

RESPONSABLE DEL PROYECTO:
KAMAL LÓPEZ, TAMER EIMAD

SITUACIÓN:
CALLE MÁLAGA, Nº 23 Y 25, VALENCIA, CP 46009



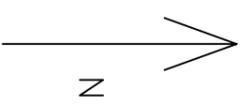
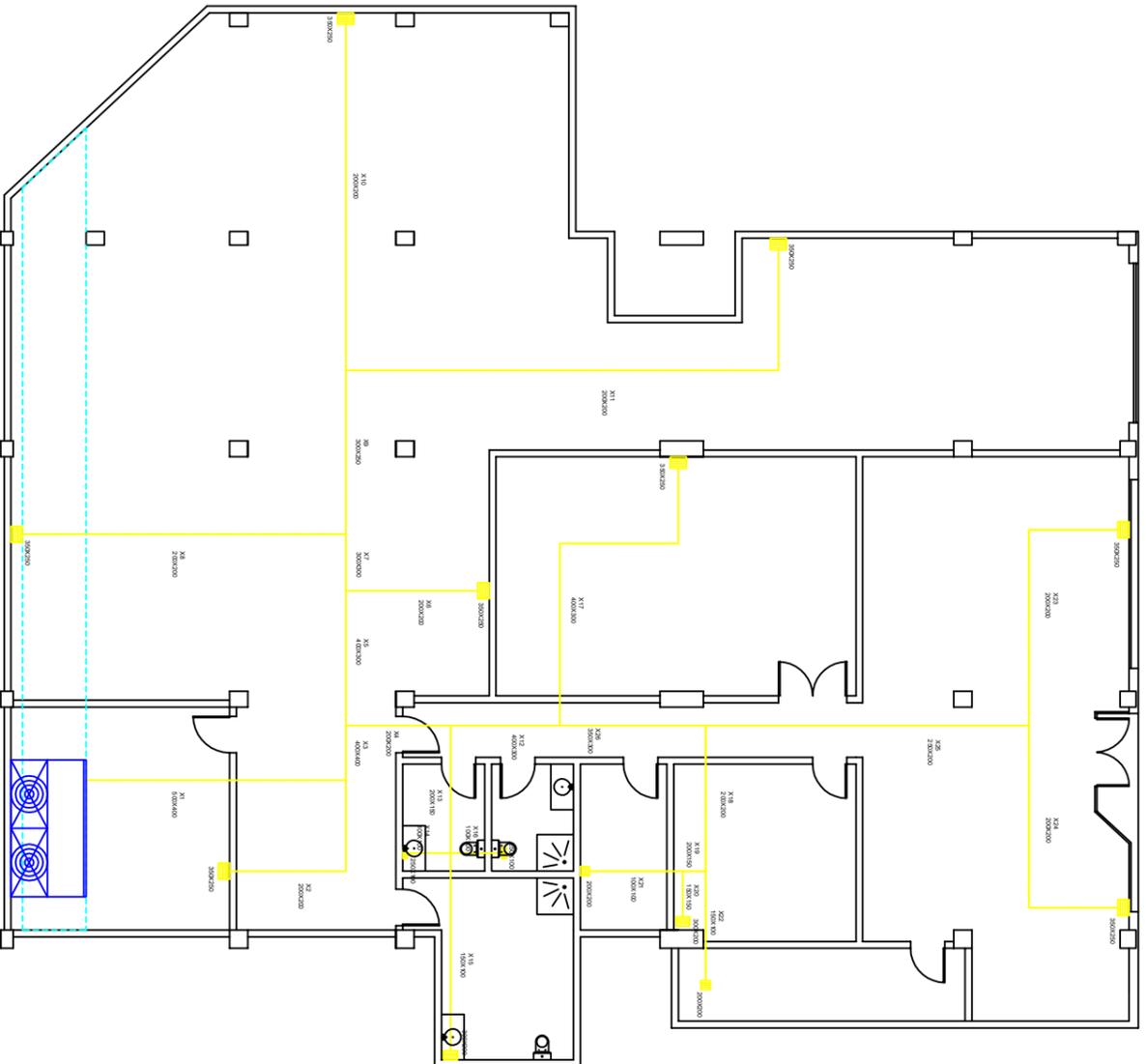
NOMBRE DEL PROYECTO:
CLIMATIZACIÓN DE ESPACIO DESTINADO A LA EXPOSICIÓN DE OBRAS DE ARTE.

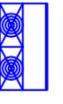
FECHA:
11/07/2018

ESCALA:
1/150

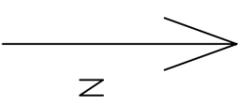
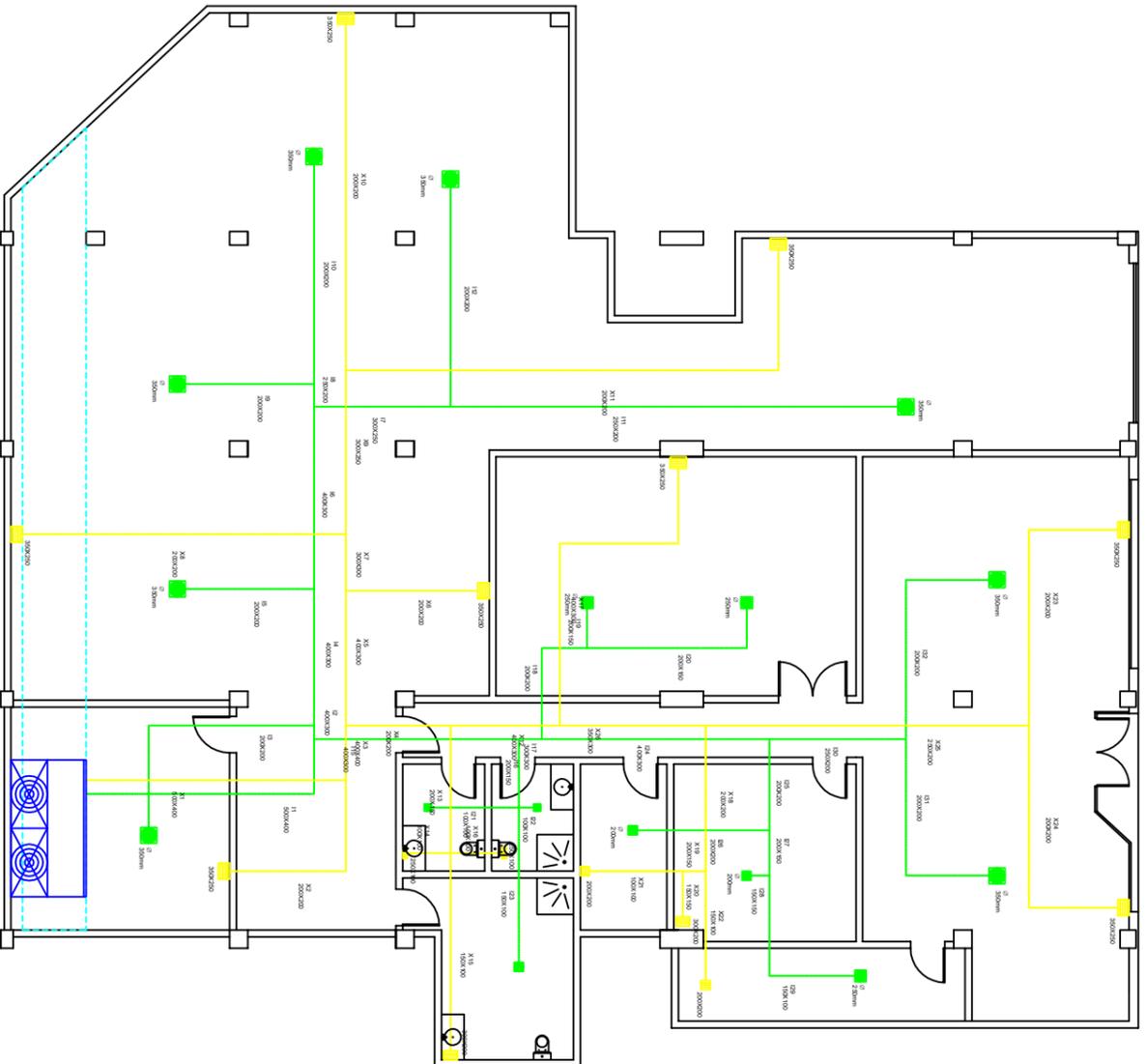
NOMBRE DE PLANO:
PLANTA DISTRIBUCIÓN, TRAZADO CONDUCTOS DE IMPULSIÓN Y BOCAS DE IMPULSIÓN.

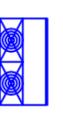
REF.:0002
Nº PLANO: 2



RESPONSABLE DEL PROYECTO: KAMAL LÓPEZ, TAMER EIMAD	
	Tramo del conducto de impulsión
	Tramo del conducto de extracción
	Bocas de impulsión
	Rejillas de extracción
	Máquina de climatización, mezcladora de aire.

SITUACIÓN: CALLE MÁLAGA, Nº 23 Y 25, VALENCIA, CP 46009		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
NOMBRE DEL PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE ESPACIO DESTINADO A LA EXPOSICIÓN DE OBRAS DE ARTE.		
FECHA: 11/07/2018		
ESCALA: 1/150	NOMBRE DE PLANO: PLANTA DISTRIBUCIÓN, TRAZADO CONDUCTOS DE EXTRACCIÓN Y REJILLAS DE EXTRACCIÓN.	REF.:0003
		Nº PLANO: 3



RESPONSABLE DEL PROYECTO: KAMAL LÓPEZ, TAMER EIMAD	
SITUACIÓN: CALLE MÁLAGA, Nº 23 Y 25, VALENCIA, CP 46009	
NOMBRE DEL PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE ESPACIO DESTINADO A LA EXPOSICIÓN DE OBRAS DE ARTE.	
ESCALA: 1/150	
NOMBRE DE PLANO: PLANTA DISTRIBUCIÓN, TRAZADO CONDUCTOS DE IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN.	
	Tramo del conducto de impulsión
	Tramo del conducto de extracción
	Bocas de impulsión
	Rejillas de extracción
	Máquina de climatización, mezcladora de aire.

FECHA: 11/07/2018	
	
REF.: .0004	
Nº PLANO: 4	

Presupuesto del proyecto.

7. Justificación del presupuesto.

7.1. Precios elementales.

Código	Ud.	Descripción	Precio (€)
mo005	h	Oficial 1º Instalador de climatización	18.13
		Oficial 1º Instalador de climatización	
mo104	h	Ayudante instalador de climatización	16.40
		Ayudante instalador de climatización	
mo013	h	Oficial 1º instalador de conductos de chapa metálica	18.23
		Oficial 1º instalador de conductos de chapa metálica	
mo084	h	Ayudante instalador de conductos de chapa metálica	16.95
		Ayudante instalador de conductos de chapa metálica	
mo003	h	Oficial 1º Electricista	18.13
		Oficial 1º Electricista	
mo102	h	Ayudante electricista	16.40
		Ayudante electricista	
3LCMH30S500	Ud.	Máquina de climatización	11694.00
		Marca: Lennox Gama: CompactAir III Modelo: CMH30S <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de compresión: Scroll • Tensión: 420 V / 50 Hz • Intensidad máxima en funcionamiento: 26.8 A • Peso sólo frío/ bomba de calor: 418/424 Kg • Conexiones: 54mm-2 1/8" en aspiración y 28mm-1 1/8" en descarga • Potencia sonora: 73 dB • Capacidad frigorífica: 27 kW • Capacidad calorífica: 29.5 kW • EER: 2.45 • COP: 2.75 • Caudal de aire mínimo/máximo (m³/h): 4650/6000 • Tecnología Inverter. 	

		<ul style="list-style-type: none"> • Producto fabricado según normas de calidad ISO 9001. • Compresor de velocidad variable: Número reducido de arranques, lo que permite aumentar la vida útil del equipo. • Filtro de alta eficiencia : M5+M7. 	
GR410	Ud.	Gas refrigerante 10 kg	323.00
		Gas refrigerante R410A Marca: Top-Refrigerants Envase recargable de 10 kg	
mt42con110im	m ²	Conductos de impulsión	10.05
		<ul style="list-style-type: none"> • Chapa galvanizada de 0.8 mm de espesor. • Juntas transversales con vaina deslizable de tipo bayoneta. • Elementos auxiliares para el montaje de la instalación. • Repercusión material auxiliar para la fijación. 	
mt42con110ex	m ²	Conductos de extracción	10.05
		<ul style="list-style-type: none"> • Chapa galvanizada de 0.8 mm de espesor. • Juntas transversales con vaina deslizable de tipo bayoneta. • Elementos auxiliares para el montaje de la instalación. • Repercusión material auxiliar para la fijación. 	
bo350im	Ud.	Boca de impulsión ø350 mm	71.10
		<ul style="list-style-type: none"> • Bocas de impulsión ø350 mm • Marca: KoolAir • Serie: 43SF+PMC 	
bo250im	Ud.	Boca de impulsión ø250 mm	46.03
		<ul style="list-style-type: none"> • Bocas de extracción ø250 mm • Marca: KoolAir • Serie: 43SF+PMC 	
bo200im	Ud.	Boca de impulsión ø200 mm	39.41
		<ul style="list-style-type: none"> • Boca de impulsión ø200 mm • Marca: KoolAir • Serie: 43SF+PMC 	
bo160im	Ud.	Boca de impulsión ø160 mm	35.48
		<ul style="list-style-type: none"> • Boca de impulsión ø160 mm • Marca: KoolAir • Serie: 43SF+PMC 	

bo3525ex	Ud.	Boca de extracción 350X250	26.18
		<ul style="list-style-type: none"> • Rejilla de retorno con aletas fijas a 45° • Marca: KoolAir • Modelo: 20-45-H 	
bo3020ex	Ud.	Boca de extracción 300X200	21.51
		<ul style="list-style-type: none"> • Rejilla de retorno con aletas fijas a 45° • Marca: KoolAir • Modelo: 20-45-H 	
bo2020ex	Ud.	Boca de extracción 200X200	17.79
		<ul style="list-style-type: none"> • Rejilla de retorno con aletas fijas a 45° • Marca: KoolAir • Modelo: 20-45-H 	
bo2510ex	Ud.	Boca de extracción 250X100	14.2
		<ul style="list-style-type: none"> • Rejilla de retorno con aletas fijas a 45° • Marca: KoolAir • Modelo: 20-45-H 	
coreds08	m ²	Codos y reducciones de sección	10.05
		<ul style="list-style-type: none"> • Chapa galvanizada de 0.8 mm. 	
CBLAFU01	m	Cable de cobre	3.69
		Cable RZ1-K 0,6/1 kV 5G4 Afumex 1000 V	

TBCG012	m	Tubo corrugado protector	0.12
		Tubo corrugado protector	

Tabla 59. Precios elementales.

7.2. Precios descompuestos.

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio (€)	Importe (€)
CCT01		Ud.	Instalación trifásica cct01	330.00	330.00
<p>Línea eléctrica trifásica constituida por cable de Cobre flexible tipo "AFUMEX IRIS TECH 1000V" de una sección de 4 mm² para fase, tierra y neutro, marca "PIRELLI" o equivalente aprobado por D.F., no propagador de la llama y libre de halógenos, con un nivel de aislamiento de 1000V, canalizado en bandeja metálica.</p> <p>Norma constructiva: UNE 21123-4</p> <p>Temperatura de servicio (instalación fija): -40°C, +90°C</p> <p>Tensión nominal de servicio: 0,6/1 kV</p> <p>Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3.500 V</p> <p>Metal: cobre electrolítico.</p> <p>Flexibilidad: clase 5, según UNE 21022.</p> <p>Temperatura máxima en el conductor: 90°C en servicio continuo, 250°C en cortocircuito, según norma UNE 21123.</p> <p>Aislados con mezcla especial a base de poli olefinas, tipo DIX3.</p> <p>Cubierta de mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo Z1, color verde, con franja de color.</p> <p>Con P.P. de accesorios de fijación, terminales, tornillos. Incluso mano de obra, replanteos, limpieza previa, y ayudas de albañilería que se precisen, así como la utilización de herramientas y medios auxiliares que se precisen, manipulación, retirada de material sobrante y limpieza posterior etc. Se entiende material totalmente instalado y verificado. La identificación con bridas o con otro elemento similar aprobado por la D.F., se realizará con color rojo para las instalaciones de protección contra incendios, de color negro para las instalaciones de baja tensión, de color blanco para las de anti intrusión y de color verde para las instalaciones de control.</p>					
CBLAFU01	20	m	Cable RZ1-K 0,6/1 kV 5G4 Afumex 1000 V	3.69	73.80
TBCG012	20	m	Tubo corrugado protector	0.12	2.40
mo003	8.30	h	Oficial 1º Electricista	18.13	150.48

mo102	6.30	h	Ayudante de electricista	16.40	103.32
TOTAL PARTIDA					330.00
.....					
.....					

Tabla 60. Precio descompuesto, instalación trifásica.

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio (€)	Importe (€)
CCCL01		Ud.	Instalación máquina de climatización	11049.40	11049.4
<p>Instalación de la correspondiente máquina de climatización seleccionada. Dicho montaje será comprobado por oficiales de climatización, los cuales se encargarán asimismo de su montaje y supervisión.</p> <p>Instalación de los aislamientos sonoros y térmicos así como la conexión de la máquina a los conductos de impulsión y retorno.</p> <p>Conexión y verificación de las conexiones eléctricas a la máquina de climatización.</p> <p>Tipo de compresión: Scroll/Multiscroll Tensión: 420 v / 50 Hz/ 3 fases Intensidad máxima en funcionamiento: 26.80 A Peso solo frío/ bomba de calor: 418/ 424 Kg Potencia sonora: 73 db Conexiones: 54mm-2 1/8" en aspiración y 28mm-1 1/8" en descarga Capacidad frigorífica: 27 kW Capacidad calorífica: 29.5 kW EER: 2.45 COP: 2.75 Caudal de aire mínimo/máximo (m^3/h): 4650/6000 Tecnología Inverter. Producto fabricado según normas de calidad ISO 9001. Compresor de velocidad variable: Número reducido de arranques, lo que permite aumentar la vida útil del equipo. Filtro de alta eficiencia : M5+M7. Seguridad: 2 Presostatos generales, 3 presostatos de alta presión para el control de la condensación. Sondas: 2 sondas, una de alta presión y otra de baja presión. Control: 2 manómetros, uno para alta presión y otro para baja presión; 1 control electrónico de nivel de líquido modelo INT-275- L. Lubricación: 1 separador de aceite, 1 retención general de salida del separador de aceite, 1 filtro de aceite y 3 reguladores del nivel de aceite. Nivel de ruido bajo N.º ventiladores: un ventilador rotacional. Válvula de expansión termostática R410A Filtro deshidratador 54 mm con conexiones de acero "Lennox". Volumen: 6.7 Litros Refrigerantes: R-410A</p>					

Máx. presión: 30 bar Filtro para limpieza de las impurezas del aceite. Dimensiones: Filtro deshidratador "Lennox". Dimensiones:					
<ul style="list-style-type: none"> • Ancho: 1445 mm • Profundidad: 895 mm • Altura: 2145 mm 					
3LCMH30S00	1	Ud.	Bomba de calor Lennox CompactAir III	10483.00	10483.00
GR410	1	Ud.	Gas refrigerante R410A 10 kg	323.00	323.00
OFCL01	8	h	Oficial 1º Climatización	18.13	145.04
OFCL01	6	h	Ayudante climatización	16.40	98.4
TOTAL PARTIDA					11049.4
.....					
.....					

Tabla 61. Precio descompuesto, instalación de máquina de climatización.

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio (€)	Importe (€)
CCMP01		Ud.	Instalación sistema de impulsión	2801.76	2801.76
Instalación de los diferentes elementos que conforman el sistema de caudal de impulsión:					
<ul style="list-style-type: none"> • Conductos de impulsión. • Bocas de impulsión. • Juntas separadoras. • Accesorios de anclaje y unión entre secciones. • Codos y reducciones. 					
mt42con110im	91.53	m ²	Conductos de impulsión	10.05	919.87
coreds08	18	m ²	Codos y reducciones de sección	10.05	180.90
bo350im	8	Ud.	Bocas de impulsión ø350mm	71.10	568.80
bo250im	3	Ud.	Bocas de impulsión ø250mm	46.03	138.09
bo200im	2	Ud.	Bocas de impulsión ø200mm	39.41	78.82
bo160im	2	Ud.	Bocas de impulsión ø160mm	35.48	70.96
mo013	24	h	Oficial 1º instalador	18.23	437.52

			de conductos de chapa metálica		
mo084	24	h	Ayudante instalador de conductos de chapa metálica	16.95	406.8
TOTAL PARTIDA					2801.76
.....					
.....					

Tabla 62. Precio descompuesto, instalación de sistema de impulsión.

Código	Cantidad	Ud.	Descripción	Precio (€)	Importe (€)
CCMP01		Ud.	Instalación sistema de retorno	2053.06	2053.06
Instalación de los componentes que constituyen el sistema de extracción. <ul style="list-style-type: none"> • Conductos de extracción. • Rejillas de extracción. • Juntas separadoras. • Accesorios de anclaje y unión entre secciones. • Codos y reducciones. 					
mt42con110ex	73	m ²	Conductos de extracción	10.05	766.50
coreds08	16	m ²	Codos y reducciones de sección	10.05	160.80
bo3525ex	8	Ud.	Boca de extracción 350X250	26.18	209.44
Bo3020ex	2	Ud.	Boca de extracción 300X200	21.51	43.02
Bo2020ex	2	Ud.	Boca de extracción 200X200	17.79	35.58
Bo2510ex	2	Ud.	Boca de extracción 250X100	14.29	28.58
mo013	23	h	Oficial 1º instalador de conductos de chapa metálica	18.23	419.29
mo084	23	h	Ayudante instalador de conductos de chapa metálica	16.95	389.85
TOTAL PARTIDA					2053.06
.....					
.....					

Tabla 63. Precio descompuesto, instalación de sistema de retorno.

7.3. Precios unitarios.

7.3.1. Instalación de climatización.

7.3.1.1. Máquina de climatización.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
3LCMH30S500	Ud.	Máquina de climatización Lennox CompactAir III	1	10483.00	10483.00
Uds	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Altura (mm)	Subtotal	
1	1445	895	2145	1	

Tabla 64. Precio unitario, máquina de climatización,

7.3.1.2. Conductos de impulsión.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
mt42con110im	Ud.	Conductos de impulsión chapa galvanizada 0.8 mm	1	919.87	919.87
Uds	Superficie (m ²)	Anchura	Altura	Subtotal	
1	91.53	-	-	1	

Tabla 65. Precio unitario, conductos de impulsión.

7.3.1.3. Conductos de retorno.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
mt42con110ex	Ud.	Conductos de extracción chapa galvanizada 0.8 mm	1	733.65	733.65
Uds	Superficie (m ²)	Anchura	Altura	Subtotal	
1	73	-	-	1	

Tabla 66. Precio unitario, conductos de retorno.

7.3.1.4. Codos y reducciones de sección.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
coreds08	Ud.	Codos y reducciones de sección	1	341.7	341.7
Uds	Superficie (m ²)	Anchura	Altura	Subtotal	
1	34	-	-	1	

Tabla 67. Precio unitario, codos y reducciones de sección.

7.3.1.5. Gas refrigerante.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
GR410	Ud	Gas refrigerante R410A 10 kg	1	323	323
Uds	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	
1	-	-	-	1	

Tabla 68. Precio unitario, gas refrigerante.

7.3.1.6. Cable de cobre.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
CBLAFU01	Ud	Cable RZ1-K 0,6/1 kV 5G4 Afumex 1000 V	1	73.80	73.80
Uds	Longitud (m)	Anchura	Altura	Subtotal	
1	20	-	-	1	

Tabla 69. Precio unitario, cable de cobre.

7.3.1.7. Tubo corrugado.

Código	Ud.	Descripción			Totales	Precio (€)	Importe (€)
TBCG012	Ud	Tubo corrugado protector			1	2.40	2.40
Uds	Longitud (m)	Anchura	Altura	Subtotal			
1	20	-	-	1			

Tabla70. Precio unitario, tubo corrugado.

7.3.2. Mano de obra.

7.3.2.1. Oficial 1ª instalador de climatización.

Código	Ud.	Descripción			Totales	Precio (€)	Importe (€)
mo005	h	Oficial 1º Instalador de climatización			8	18.13	145.04
Uds	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal			
8	-	-	-	145.04			

Tabla 71. Mano de obra, oficial de 1º instalador de climatización.

7.3.2.2. Ayudante instalador de climatización.

Código	Ud.	Descripción			Totales	Precio (€)	Importe (€)
OFCL01	h	Ayudante instalador de climatización			6	16.40	98.40
Uds	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal			
6	-	-	-	98.40			

Tabla 72. Mano de obra, ayudante de instalador de climatización.

7.3.2.3. Oficial 1º Electricista.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
mo003	h	Oficial 1º Electricista	8.30	18.13	150.48
Uds	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	
8.30	-	-	-	150.48	

Tabla 73. Mano de obra, oficial de 1º electricista.

7.3.2.4. Ayudante de electricista.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
mo102	h	Ayudante de electricista	6.30	16.40	103.32
Uds	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	
6.30	-	-	-	103.32	

Tabla 74. Mano de obra, ayudante de electricista.

7.3.2.5. Oficial 1ª instalador de conductos de chapa metálica.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
mo013	h	Oficial 1ª Instalador de conductos de chapa metálica	47	18.23	856.81
Uds	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	
47	-	-	-	856.81	

Tabla 75. Mano de obra, oficial de 1º instalador de conductos de chapa metálica.

7.3.2.6. Ayudante instalador de conductos de chapa metálica.

Código	Ud.	Descripción	Totales	Precio (€)	Importe (€)
mo084	h	Ayudante instalador de conductos de chapa metálica	47	16.95	796.65
Uds	Longitud	Anchura	Altura	Subtotal	
47	-	-	-	796.65	

Tabla 76. Mano de obra, ayudante instalador de conductos de chapa metálica.

7.4. Presupuesto de ejecución material.

Capítulo	Resumen de capítulo	Subcapítulo (€)	Capítulo (€)
Capítulo 1:	Instalación de climatización		10806.00
1.1	Bomba de calor	10483.00	
1.2	Gas refrigerante R410A	323.00	
Capítulo 2:	Instalación conductos de impulsión		1957.44
2.1	Conductos de impulsión	919.87	
2.2	Codos y reducciones	180.90	
2.3	Bocas de impulsión	856.67	
Capítulo 3:	Instalación conductos de retorno		1211.07
3.1	Conductos de retorno	733.65	
3.2	Codos y reducciones	160.80	
3.3	Rejillas de extracción	316.62	
Capítulo 4 :	Mano de obra		2150.70
4.1	1º Climatización	145.04	
4.2	2º Climatización	98.40	
4.3	1º Instalador conductos	856.81	
4.4	2º Instalador conductos	796.65	
4.5	1º Electricista	150.48	
4.6	2º Electricista	103.32	

Tabla 77. Presupuesto de ejecución material.

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	16125.21 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (7 %)	1128.77 €
COSTES DIRECTOS (2%)	322.50 €
I.V.A.	3691.06 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	21267.55 €

8. Bibliografía.

COBACHO JORDÁN, R. et al. (2017). Apuntes de mecánica de fluidos. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València. [1]

PINAZO OJER, J. (1995). Manual de climatización. Tomo I: Transformaciones sicométricas. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València. [2]

PINAZO OJER, J. (1996). Manual de climatización. Tomo II: Cargas térmicas. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València. [3]

COOLPROYECT. Cálculo de redes de distribución de aire (2016). < <http://coolproyect.es/2016/10/02/calculo-de-redes-de-distribucion-de-aire-i/> > [Visitado 06/2018] [4]

España. Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, de Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), 5 de abril de 2013, num. 173. [5]

España. Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, de Protección Frente al Ruido, 23 de diciembre de 2016, num 90. [6]

Lennox. CompactAir Advanced. 2018. < <https://www.lennoxemea.com/es/product/compactair-advanced/> > [Visitado 08/2018] [7]

Bikat. Conductos de ventilación. 2016. < <http://bikat.es/productos/conductos-ventilacion> > [Visitado 08/2018] [8]

KoolAir. Productos. 2016. < <https://www.koolair.com/productos/> > [Visitado 08/2018] [9]