



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE TANATORIO

Alumno: Daniel Martínez Aranda

Tutor: Prof. D. Miguel Ángel García Gutiérrez
Dpto: Ingeniería Gráfica, Proyectos y Diseño

Junio, 2018



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

Don MIGUEL ÁNGEL GARCÍA GUTIERREZ , tutor del Proyecto Fin de Carrera titulado: CLIMATIZACIÓN DE TANATORIO, que presenta DANIEL MARTÍNEZ ARANDA, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, JUNIO de 2018

El alumno:

Los tutores:

DANIEL MARTÍNEZ ARANDA

MIGUEL ÁNGEL GARCÍA GUTIERREZ

Índice General

Índice General

Índice de la Memoria

1. OBJETO DEL PROYECTO	13
2. PROMOTOR	13
3. AUTOR	13
4. LOCALIZACIÓN	13
5. NORMATICA APLICADA	14
6. BASES DE CÁLCULO	14
6.1. Condiciones climatológicas exteriores.....	15
6.2. Condiciones interiores.....	15
6.3. Transmitancia U de los cerramientos	16
6.4. Aportación o pérdida de calor por insolación	17
6.5. Aportación o pérdida por renovación	19
6.6. Aportación de calor debido a ocupación.....	19
6.7. Aportación de calor debido al alumbrado	20
6.8. Aportación de calor debido a equipos y aparatos	21
6.9. Aportación por motores	21
7. RESULTADOS OBTENIDOS	22
8. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	23
8.1. Refrigeración.....	23
8.1.1 Objetivo de la instalación	23
8.1.2 Descripción de los sistemas elegidos.....	24
8.1.2.1 Sistema VRV	24
8.1.2.2 Frío Industrial	25
8.1.3 Descripción de los sistemas elegidos.....	25
8.1.3.1 Sistemas elegidos en el sistema VRV	26
8.1.3.2 Sistemas elegidos en Frío Industrial	27
8.2. Instalación de renovación de aire.....	28
8.2.1 Objetivo de la instalación	28
8.2.2 Descripción de la instalación.....	28
8.2.3 Descripción de la instalación	29
8.2.3.1 Descripción renovación de aire para Sistema VRV.....	29

8.2.3.1 Descripción renovación de aire para Frío Industrial	32
9. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	33
10. PRESUPUESTO.....	35
11. CONCLUSIÓN.....	35
12. BIBLIOGRAFÍA.....	35

Índice de Planos

1. PLANO DE SITUACIÓN.....	40
2. PLANO DE VENTILACIÓN	41
3. INSTALACIÓN CASSETTES Y MÁQUINAS FRIGORÍFICAS	42
4. CUBIERTA.....	43

Índice del Anejo: Cálculo de Cargas Térmicas

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	47
2. DATOS DEL PROCESO DE CÁLCULO.....	47
2.1 Localización geográfica.....	48
2.2 Condiciones climatológicas exteriores.....	48
2.3 Condiciones interiores.....	49
2.4 Transmitancia U de los cerramientos	49
2.5 Aportación o pérdida por insolación	51
2.6 Aportación o pérdida por renovación.....	52
2.7 Aportación de calor debido a ocupación.....	52
2.8 Aportación de calor debido al alumbrado	53
2.9 Aportación de calor debido a equipos y aparatos	54
2.10 Aportación por motores	54
3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS.....	55
3.1 Cargas de transmisión	55
3.2 Cargas de insolación.....	56
3.3 Cargas por renovación del aire	57

3.4	Cargas por ocupación	58
3.5	Cargas por alumbrado.....	59
3.6	Cargas por otros usos	60

Índice del Anejo: Instalación de Ventilación

1.	OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	65
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	65
3.	PARÁMETROS DE CÁLCULO	65
4.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	66
5.	CÁLCULO DE RED DE CONDUCTOS	67
5.1	Procedimiento de cálculo	67

Índice del Anejo: Instalación de Cassettes y Tuberías

1.	OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	74
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	74
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	75
4.	ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN	76
4.1.	Selección de equipos	76
4.1.1.	Bomba de calor VRV	76
4.1.2.	Cassettes en los locales.....	77
4.2.	Cálculo de la Red de Tuberías	78

Índice del Anejo: Instalación de Frío Industrial

1.	OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	82
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	82
3.	PARÁMETROS DEL PROCESO DE CÁLCULO	83
4.	ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN	83

4.1. Sala de exposición	83
4.2. Sala de preparación	84

Índice de Mediciones

1. EQUIPOS.....	89
2. TUBERÍAS DE INSTALACIÓN	90
3. CONDUCTOS DE VENTILACIÓN	91

Índice de Presupuesto

1. PRECIOS SIMPLES.....	97
2. MANO DE OBRA Y MAQUINARIA.....	97
3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	98
4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	102
4.1 Capítulo 1: Instalación de cassettes, máquinas frigoríficas y tuberías	102
4.2 Capítulo 2: Instalación de ventilación	103
5. RESUMEN PRESUPUESTO.....	104

Índice de Pliego de Condiciones

1. MATERIALES Y EQUIPOS	109
1.1. Tuberías para sistema VRV y Máquinas frigoríficas	109
1.2. Valvulería	109
1.3. Material chapara conductos de ventilación	110
1.4. Material chapara conductos de ventilación	110
1.5. Recuperador de calor.....	111
2. RECEPCIÓN DE MATERIALES.....	111
3. INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES	111
4. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	113

4.1.	General	113
4.2.	Pruebas parciales	114
4.2.1	Pruebas de equipos	114
4.2.2	Pruebas de estanqueidad de redes hidráulicas	114
4.3.	Puesta en marcha y pruebas funcionales	115
4.4.	Comprobaciones finales	116

Índice Estudios con Entidad Propia

1.	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	120
1.1.	Riesgo de daños a terceros	120
1.2.	Asistencia a accidentados	120
1.3.	Recepción y acopio de material y maquinaria	120
1.4.	Montaje de tuberías	120
1.5.	Montaje de conductos y rejillas	121
1.6.	Puesta a punto y pruebas	121
2.	GESTIÓN DE RESIDUOS	121
2.1.	Eliminación de residuos	122

Memoria

Índice de la Memoria

1. OBJETO DEL PROYECTO	13
2. PROMOTOR	13
3. AUTOR	13
4. LOCALIZACIÓN	13
5. NORMATICA APLICADA	14
6. BASES DE CÁLCULO	14
6.1. Condiciones climatológicas exteriores.....	15
6.2. Condiciones interiores.....	15
6.3. Transmitancia U de los cerramientos	16
6.4. Aportación o pérdida de calor por insolación	17
6.5. Aportación o pérdida por renovación	19
6.6. Aportación de calor debido a ocupación.....	19
6.7. Aportación de calor debido al alumbrado	20
6.8. Aportación de calor debido a equipos y aparatos	21
6.9. Aportación por motores	21
7. RESULTADOS OBTENIDOS	22
8. SOLUCIÓN ADOPTADA.....	23
8.1. Refrigeración.....	23
8.1.1 Objetivo de la instalación	23
8.1.2 Descripción de los sistemas elegidos.....	24
8.1.2.1 Sistema VRV	24
8.1.2.2 Frío Industrial	25
8.1.3 Descripción de los sistemas elegidos.....	25
8.1.3.1 Sistemas elegidos en el sistema VRV	26
8.1.3.2 Sistemas elegidos en Frío Industrial	27
8.2. Instalación de renovación de aire	28
8.2.1 Objetivo de la instalación	28
8.2.2 Descripción de la instalación.....	28
8.2.3 Descripción de la instalación	29
8.2.3.1 Descripción renovación de aire para Sistema VRV.....	29
8.2.3.1 Descripción renovación de aire para Frío Industrial	32

9.	JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	33
10.	PRESUPUESTO.....	35
11.	CONCLUSIÓN.....	35
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	35

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este Trabajo Fin de Grado es realizar un proyecto de climatización de un edificio, proponiendo soluciones que satisfagan exigencias de bienestar, ahorro energético y seguridad, y comprobar tales exigencias por el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

La metodología a desarrollar es la siguiente:

- Cálculo de las necesidades térmicas.
- Diseño del sistema de climatización.
- Cálculo de los diferentes elementos del proyecto.
- Justificación de la solución adoptada.
- Redacción de documentos básicos: memoria, anexos, planos, pliego de condiciones, mediciones, presupuesto y estudios de entidad propia.

2. PROMOTOR

El proyecto detallado en esta memoria se realizará exclusivamente como trabajo de fin de grado.

3. AUTOR

El autor del proyecto es Daniel Martínez Aranda estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Jaén.

4. LOCALIZACIÓN

El edificio está situado en Quesada, provincia de Jaén, Andalucía, en la comarca del Alto Guadalquivir, en la Avenida de Quesada por la Paz y la Democracia.

El edificio es un Tanatorio de una sola planta:

- La planta consta de 14 habitaciones: una oficina, una cafetería, dos aseos, tres salas de velatorio, 3 salas de exposición, una sala de preparación, una capilla, una sala de máquinas, un cuarto de limpieza.
- Además de las habitaciones contiene un dos distribuidores y dos vestíbulos.

5. NORMATICA APLICADA

Para la realización y desarrollo de este proyecto se ha seguido la normativa indicada RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios) RD 238/2013 en el que regula las instalaciones de climatización.

Siendo necesaria la aplicación de las normas UNE y algunas otras normas contenidas en documentos del Código Técnico de la Edificación.

Se ha seguido como guía el libro que unifica y resume toda la normativa citada en el RITE, las normas UNE relativas a las instalaciones de climatización y las normas del Código Técnico de la Edificación: “El proyecto de las instalaciones de climatización”, cuyo autor es Miguel Ángel García Gutierrez.

Además tratándose del estudio de la climatización de un tanatorio se ha seguido la normativa indicada en el Decreto 2263/1974, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria, y el Decreto 95/2001 de la Comunidad Autónoma de Andalucía, de 3 de abril, por el que se aprueba el reglamento de policía sanitaria mortuoria(BOJA nº50 de 3-5-01).

6. BASES DE CÁLCULO

En este apartado solo se describe superficialmente los parámetros más relevantes e importantes que son comunes al cálculo de las instalaciones. Los parámetros más concretos y detallados utilizados en cada instalación se recogen detalladamente descritos en el anejo “Cálculo de las Cargas Térmicas”.

6.1. Condiciones climatológicas exteriores

Las condiciones climatológicas utilizadas para los cálculos, vienen reflejados en la siguiente tabla, pudiendose diferenciar entre verano e invierno.

Quesada (Jaén)	Invierno	Verano
Latitud (Grados)	37.8451	
Altitud (m)	676	
Zona Climática	C3	
Horas de sol	15	
Meses cálculo	Diciembre	Julio
Temperatura (°C)	0,8	36
Humedad relativa (%)	35	57

Tabla 1. Condiciones exteriores

6.2. Condiciones interiores

Las temperaturas y la humedad relativa proporcionadas en la siguiente tabla, según la I.T.1.1.4.1.2 del RITE. Es valores serán los utilizados para los cálculos del proyecto.

En la siguiente tabla se ven reflejadas las temperaturas para el interior del edificio

Quesada (Jaén)	Invierno	Verano
Temperatura (°C)	21	25
Humedad relativa (%)	40	50

Tabla 2. Condiciones interiores

Según el Decreto 2263/1974, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria, y el Decreto 95/2001 de la Comunidad Autónoma de Andalucía, de 3 de abril, por el que se aprueba el reglamento de policía sanitaria mortuoria(BOJA nº50 de 3-5-01).

Las temperaturas de conservación de los cadáveres son entre 0 y 5°C recomendadas en las salas de exposición de cadáveres así como las temperaturas recomendadas para salas de preparación de entre 15 y 18°C conllevan a la necesidad de dotar los tanatorios con sistemas de refrigeración a media y alta temperatura, como instalaciones independientes de los sistemas de acondicionamiento de aire para las salas de público.

6.3. Transmitancia U de los cerramientos

La transmitancia se define como la oposición del cerramiento a que atraviese el flujo de calor su espesor, el material por tanto juega un papel importante en este apartado.

La transmitancia tiene su representación en la letra “U” y viene definida por las unidades W/m^2K .

La transmitancia además del material depende, del grosor de dicho material, del aislamiento, cámara de aire, de la orientación, de la existencia de huecos o no, del tamaño de dichos huecos en el caso de existir.

El código Técnico de la Edificación, en el documento Básico HE de ahorro de Energía. Para llevar a cabo el cálculo de la transmitancia hay que tener en cuenta los factores citados anteriormente, material de los cerramientos, existencia de cámara de aire o película aislante, sin embargo existen unas tablas con los valores de las transmitancias más desfavorables posibles dentro de una zona climática, que vienen reflejadas en el Código Técnico de la Edificación, que son de gran utilidad en el caso del desconocimiento del material de construcción.

Parametro	Zona Climática				
	A3/A4	B3/B4	C1/C2/C3/C4	D1/D2/D3	E1
Muro Fachada	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Contacto Terreno	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Suelos	0,53	0,52	0,5	0,49	0,48
Cubiertas	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35

Tabla 3. Valores de transmitancia U (W / m² K)

Si los cerramientos poseen huecos, se tienen que tener en cuenta con el cálculo del area ocupada por dichos cerramientos y tener en cuenta la transmitancia, que viene reflejada en la siguiente tabla y varía en función de la zona climática, el porcentaje que ocupa el hueco y la orientación.

Como hemos visto con anterioridad el edificio ha relizar el proyecto se encuentra en la zona climática C3, dando lugar a estas transmitancias:

ZONA	% HUECOS	Orientación			
		N	E / O	S	SE / SO
C1/C2/C3/C4	De 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4
	De 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4
	De 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3
	De 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9
	De 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6
	De 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5

Tabla 4. Valores de transmitancia U (W / m² K)

6.4. Aportación o pérdida de calor por insolación

Es importante tener en cuenta la ganancia o aporte solar que se tiene por cada hueco de los cerramientos. Para ello se han recolectado los siguientes datos del Manual CARRIER de Aire Acondicionado, que refleja la combinación más simple o

común que trata de ventanas de vidrio sencillo, siendo la superficie del marco del 15%, atmósfera limpia y altitud cero metros.

ORIENTACIÓN	LATITUD		
	30°	40°	50°
N	103	101	91
NE	392	419	396
E	520	516	516
SE	514	514	514
S	514	523	525
SO	514	514	514
O	520	516	516
NO	438	419	396
Horizontal	788	746	693

Tabla 5. Aportaciones solares a través de vidrio simple (W/m^2)

Los valores indicados se refieren a condiciones estándar, para otras condiciones se aplican una serie de coeficientes que reducen el valor:

- Si el marco es metálico o carece de él; multiplicar por $C_m = 1,17$ (C_m coeficiente del marco).
- Si se prevee que las ventanas van a tener fallo de limpieza, se aumenta el valor en un 15% (siendo en concepto de coeficiente de suciedad C_s).
- Se aumenta en un 0,7% en altitud por cada 300 metros.
- Dependiendo de si el vidrio no tiene color $C_c = 1$, o si el vidrio es más oscuro $C_c = 0,5$ (C_c coeficiente de color).
- Otro factor importante a tener en cuenta es el C_i (coeficiente de protección solar), variando según el tipo de vidrio utilizado, que podemos ver en la siguiente tabla:

	Sin persiana	Lamas exteriores	Lamas interiores
Vidrio sencillo	1,00	0,14	0,65
Vidrio doble	0,90	0,13	0,61
Vidrio triple	0,83	0,12	0,56

Tabla 6. Coeficiente de protección solar (Ci)

La selección para este proyecto ha sido de marco metálico ($C_m = 1,17$), vidrio doble sin persiana ($C_i = 0,90$), hemos supuesto que no vamos a tener fallo de limpieza en nuestras ventanas. La altitud sobre el nivel del mar es 676 metros, por lo que tendremos que aumentar las aportaciones solares en 1,4%. Escogemos un vidrio sin color por lo que nuestro coeficiente será de $C_c = 1$.

6.5. Aportación o pérdida por renovación

Para el cálculo de la ganancia o pérdida por renovación del aire tenemos que saber el calor específico del aire $C_s = 3,37 \cdot 10^{-4} \text{ kW}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, y se debe conocer el calor total que contiene el aire de renovación.

En este apartado influyen diversos factores uno de ellos es el caudal de aire de renovación. La normativa IDA clasifica a los edificios según su calidad del aire interior y para este edificio selecciono una calidad IDA 2, que se traduce en un caudal de 12,5 dm^3/s por persona.

6.6. Aportación de calor debido a ocupación

Se estudia en este apartado el calor que puede aportar cada ocupante del local, dependiendo de la actividad metabólica o función que esté desempeñando, que se ve reflejada en la siguiente tabla extraída del Manual CARRIER de Aire Acondicionado.

ACTIVIDAD	APLICACIÓN	TOTAL
Sentado, en reposo	Teatro, escuela primaria	103
Sentado, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	116
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	131
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	131
Sentado, de pie	Farmacia	146
De pie, marcha lenta	Banco	146
Sentado	Restaurante	162
Trabajo ligero en banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	220
Baile o danza	Sala de baile	249
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante penoso	293
Trabajo penoso	Pista deportiva, fábrica	425

Tabla 7. Ganancias de calor debido a los ocupantes (W)

Para la base de los cálculos hemos cogido varios valores de la tabla anterior hemos cogido valores de 131 W por persona para un estado de pie o marcha lenta, y para los trabajadores de la oficina, 162 W para las personas que se encuentran sentadas en el restaurante o cafetería y 220 W para los trabajadores.

6.7. Aportación de calor debido al alumbrado

La aportación de calor debido al alumbrado depende del tipo de local interior básicamente que se ve recogido en la siguiente tabla, que detalla el tipo de local y el aporte aproximado en W/m²

TIPO DE LOCAL	W / m ²
Iglesia	5
Teatro	10
Vivienda	20
Hotel	20
Banco	20
Hospital	20
Oficina	30
Escuela	30
Sala de belleza	30
Comercio	40

Tabla 8. Aportación de calor debido al alumbrado (W/ m²)

Teniendo en cuenta la luminaria instalada se le aplica al valor obtenido en la tabla anterior un coeficiente que afecta a la potencia total instalada:

Tipo de luminaria	Coeficiente
Incandescente	1,00
Fluorescente	1,35
LED	0,12/ 0,20

Tabla 9. Coeficiente según tipo de iluminación

Teniendo en cuenta que el edificio al que le estamos realizando el proyecto tiene diferentes tipo de locales, oficina 30 W/ m², capilla 5 W/ m² y para el resto de habitaciones he seleccionado una aportación de 20 W/ m², con un coeficiente 1,35, tomando como luminaria la opción de fluorescente.

6.8. Aportación de calor debido a equipos y aparatos

La tabla que regula el aporte de calor de diversos aparatos es la siguiente, en la que teniendo en cuenta la cantidad y el tipo de aparatos podemos llegar a calcular el aporte de calor.

Tipo de aparato	Equipo en funcionamiento
CPU	50/150
Impresora	13
Monitor pantalla tubo rayos catódicos	250/450
Monitor pantalla plana	30/50

Tabla 10. Potencia nominal de los siguientes aparatos

6.9. Aportación por motores

Existen tablas que reflejan el aporte de calor que tienen los motores y la repercusión de los mismo, pero he supuesto a priori la existencia de motores.

7. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestra una tabla con el resultado de los cálculos por habitaciones del edificio, diviendo en dos partes las habitaciones, que se explicará detalladamente más adelante.

Local	Superficie (m ²)	Carga (kW)		Potencia / Superficie (kW /m ²)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Vestíbulo público	72,21	15,98	10,88	0,22	0,15
Oficina de dirección	24,03	5,27	2,5	0,22	0,10
Cafetería	4,8	4,8	1,91	0,28	0,11
Sala velatorio 1	7,06	7,01	5,05	0,24	0,17
Sala velatorio 2	8,03	8,03	4,31	0,33	0,18
Sala Velatorio 3	6,51	6,51	4,41	0,25	0,17
Distribuidor 1	14,13	14,13	5,55	0,51	0,20
Capilla	88,78	36,29	20,36	0,41	0,23
Vestíbulo personal	1,67	1,67	1,5	0,17	0,16
TOTAL		99,73	58,66		

Tabla 11. Resultados obtenidos para climatización con VRV

Local	Superficie (m ²)
Túmulo 1	6,13
Túmulo 2	6,00
Túmulo 3	6,00
Sala de preparación	22,66

Tabla 12. Habitaciones para frío industrial

La carga mayor que obtenemos tras los cálculos es la de verano siendo esta de 99,73 kW.

8. SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la climatización del edificio se opta por una instalación VRV (Volumen de Refrigerante Variable), para una selección de las habitaciones (las reflejadas en la tabla 11), estructurado de la siguiente forma; máquina exterior situándola en la cubierta del edificio, utilizando como máquinas interiores cassettes de potencia variable dependiendo las necesidades de cada habitación, a excepción de la capilla que iría con una máquina de conductos. El diseño es tal, que vamos a realizar a la vez que climatizamos la renovación del aire .

Para el resto de habitaciones que serían los túmulos y la sala de preparación se ha optado por la utilización de frío industrial mediante máquinas frigoríficas, debido a la necesidad de mantener los locales a baja temperatura, utilizando como máquina exterior un condensador independiente para cada una de estas habitaciones restantes situados en la cubierta del edificio, y como máquina interior un evaporador independiente para cada una de ellas.

Los elementos utilizados para la instalación han sido seleccionados de catálogos reales de diferentes fabricantes, según la necesidad.

8.1. Refrigeración

8.1.1 Objetivo de la instalación

He diseñado una instalación VRV para las habitaciones indicadas en la tabla 11 para mantener una temperatura adecuada en el interior de las habitaciones, ya sea verano o invierno se compensan las cargas térmicas.

Para el resto de habitaciones he diseñado un sistema de Frío Industrial acorde con las necesidades de dichas habitaciones, siendo estas para exposición del cuerpo (Túmulos) y sala de preparación del cuerpo, manteniendo las temperaturas necesarias que exige la normativa de sanidad mortuoria.

8.1.2 Descripción de los sistemas elegidos

8.1.2.1 Sistema VRV

El sistema VRV (Volumen de refrigerante variable), consiste en un sistema climatizador, que contiene una máquina exterior normalmente situada en la cubierta, que mediante un circuito frigorífico alimenta a las unidades interiores.

La instalación de VRV está constituida por una bomba de calor que permite mantener una temperatura adecuada tanto en verano como en invierno, siendo elementos capaces de proporcionar aire frío y caliente. Posee una bomba de calor aire-aire (extrayendo calor del aire y cediéndolo al aire), el compresor aumenta la presión del gas refrigerante, siendo dirigido el gas refrigerante al condensador, el condensador licúa y cede su calor latente de condensación a una corriente de aire forzada mediante un ventilador. El siguiente paso es disminuir la presión del refrigerante mediante una válvula de expansión, y conducirlo al evaporador pasando a estado gaseoso, obteniendo el calor latente de vaporación. Obteniendo en la bomba de calor corriente de aire caliente y corriente de aire frío. El sistema de VRV posee una válvula de 4 vías entre el compresor y uno de los intercambiadores que permite invertir el sentido del flujo refrigerante, pudiendo introducir en el interior de los locales frío (aire frío) o calor (aire caliente), según las necesidades.

El sistema VRV puede variar el caudal de refrigerante aportado al condensador y evaporador, según las necesidades del interior de los locales, este caudal es controlado por el motor del compresor, que trabajará a mayor o menor rendimiento dependiendo de la información que reciba del sistema de control situado en el interior del local.

En el interior de los locales cada habitación posee su propia máquina interior gozando cada habitación de independencia climática, por lo que el sistema VRV dota de la válvula de expansión electrónica dejando pasar el caudal necesario para cada unidad interior.

8.1.2.2 Frío Industrial

La máquina de frío industrial posee un refrigerante que es una mezcla química que tomará calor por contacto al cambiar de su estado líquido a vapor y a causa de esta toma produce el proceso de enfriamiento.

El funcionamiento de una cámara de frío industrial radica en sus componentes que son los siguientes:

- **Compresor:** En un principio el refrigerante es succionado a través del compresor. Dicho refrigerante es comprimido hasta alcanzar las características solicitadas por el condensador para ingresar al mismo.
- **Condensador:** Dentro del condensador de la cámara de frío industrial dicho refrigerante realiza una transferencia de calor para un proceso de condensado en el que el fluido superficial es convertido de nuevo en estado líquido.
- **Válvula de Expansión:** El refrigerante (cuyo estado ahora es líquido saturado) ingresa en dicho componente mencionado. Porción del calor latente es perdido, a causar de la irreversibilidad del proceso, penetrando el refrigerante como una combinación de líquido y vapor al evaporador.
- **Evaporador:** Esta composición de dos fases burbujea a presión y temperatura constante en el evaporador. Es cuando el fluido superficial adquiere ese calor latente del refrigerante mediante una absorción para enfriarse.

8.1.3 Descripción de los sistemas elegidos

Las unidades exteriores de las que consta tanto nuestro sistema de VRV, como nuestro sistema de Frío Industrial, se encuentran en la cubierta del edificio, que se encuentran situados en bancadas. En la cubierta se realiza la conexión eléctrica y la conexión a la red de tuberías de refrigeración. El refrigerante con el que vamos a trabajar en el sistema de VRV es R-410a y en Frío Industrial R-404a, ambos tienen una gran implantación comercial, y tienen un bajo impacto medio ambiental.

8.1.3.1 Sistemas elegidos en el sistema VRV

Unidad Exterior	
Modelo	RYYQ36T
Capacidad nominal Refrigeración	101 kW
Capacidad nominal Calefacción	113 kW
Caudal de Condensación	31.260 m ³ /h

Tabla 13. Unidad exterior Sistema VRV

La unidad exterior está conectada a las unidades interiores mediante una red de tuberías de cobre aisladas desde la cubierta, hasta la unidades interiores que se encuentran en las distintas plantas en el caso de que haya más de una planta, a través de tuberías verticales situadas en el hueco de la estructura habilitado para ello. Las tuberías serán recubiertas con chapa de acero en los recorridos que discurren por la cubierta.

Unidades interiores:

Modelo	Capacidad nominal Refrigeración	Capacidad nominal Calefacción	Caudal Evaporador
FXFQ20A	2,2 kW	2,5 kW	750 m ³ /h
FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
FXMQ200MA	40 kW	45 kW	6960 m ³ /h

Tabla 14. Unidad interior Sistema VRV

Las unidades interiores tienen la opción de enfriar o calentar, siendo válidas tanto para climatar a bajas temperaturas y altas dependiendo de la necesidad del momento. Se encuentran instaladas en los falsos techos de los locales, en la entrada y en la salida existe una válvula de bola para cortar el suministro en caso de avería.

8.1.3.2 Sistemas elegidos en Frío Industrial

El sistema de Frío Industrial ha sido seleccionado para las salas de exposición del cuerpo (Túmulos) y la sala de preparación.

Salas de exposición:

Utilizaremos equipos semicompactos con condensadora horizontal y evaporador de bajo perfil, diseñador para conservación, a temperatura positiva en pequeñas cámaras frigoríficas (equipos de media temperatura).

Modelo	Potencia frigorífica/ Volumen cámara				Caudal condensadora (m³/h)	Caudal evaporador (m³/h)
	0°C		5°C			
	W	m³	W	m³		
MSH-NF-2024	1942	23	2290	36	1150	1050

Tabla 15. Unidad sala de exposición

Sala de preparación:

Utilizaremos equipos frigoríficos semicompactos con evaporador de plafón de doble flujo, diseñador para la refrigeración de recintos refrigerados a alta temperatura.

Incorporan una motocondensadora Sigilus de construcción silenciosa, especialmente diseñada para su instalación en el exterior.

Modelo	Potencia frigorífica/ Volumen cámara				Caudal condensadora (m³/h)	Caudal evaporador (m³/h)
	15°C		18°C			
	W	m³	W	m³		
ASF-DF-1034	4880	58	5385	77	3200	2400

Tabla 15. Unidad sala de preparación

8.2. Instalación de renovación de aire

8.2.1 Objetivo de la instalación

El objetivo de la renovación de aire es expulsar el aire del interior de las habitaciones e introducir aire fresco o renovado del exterior, evitando así aire viciado, malos olores y mantenemos condiciones adecuadas y de confort en el interior.

8.2.2 Descripción de la instalación

Para el sistema VRV, la instalación de renovación de aire consta de conductos de impulsión de aire, rejillas de retorno de aire y de un recuperador de calor del aire extraído del interior de las habitaciones con una batería de enfriamiento adiabático. El aire que es tomado del exterior pasa por un filtro para su purificación, y es calentado o enfriado (según la necesidad del momento), mediante un intercambiador de calor siendo mezclado con el proveniente de la expulsión del interior del local, para introducir un aire ya renovado acorde con la temperatura interior, de este modo estamos desarrollando un ahorro energético y económico, aprovechando la temperatura del aire del interior para la renovación. El aire que se extrae del exterior se introduce en el local a través de la unidad interior.

La extracción es realizada por las rejillas de retorno, situadas en los falsos techos de las habitaciones que queremos ventilar, las rejillas de extracción conducen el aire hasta el recuperador de calor.

Para el sistema de Frío Industrial, se utiliza tuberías de extracción forzada, que poseen una turbina en la cubierta, que expulsa el aire directamente al exterior, sin recuperación alguna por motivos de sanidad e higiene, mal olor y demás factores. El sistema de ventilación está dotado por un filtro de carbono para evitar lo mencionado anteriormente.

8.2.3 Descripción de la instalación

8.2.3.1 Descripción renovación de aire para Sistema VRV

Para la renovación del aire hay que tener en cuenta la calidad del aire y el caudal de aire de renovación que se necesita en el interior de cada local. El cálculo del caudal mínimo de renovación se rige según la IT.1.1.4.2.3 de RITE, que regula la normativa del caudal de renovación para edificios que no sean viviendas, hospitales y piscinas. El cálculo de la renovación de que ha sido elegido es el método indirecto que va relacionado con el número aproximado de personas.

CATEGORÍA	TIPO DE EDIFICIO
IDA 1: Aire de óptima calidad	Hospitales Clínicas Laboratorio Guarderías
IDA 2: Aire de buena calidad	Oficinas Residencias de ancianos Residencias de estudiantes Locales comunes de hoteles y similares Salas de lectura Museos Salas de tribunales Aulas de enseñanza y asimilables Piscinas
IDA 3: Aire de calidad media	Edificios comerciales Cines y teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías y bares Salas de fiestas Gimnasios Locales para deporte (salvo piscinas) Salas de ordenadores
IDA 4: Aire de calidad baja	No citados anteriormente

Tabla 16. Calidad del aire

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	58
IDA 4	5

Tabla 15. Caudal de ventilación por ocupantes

Tras la consulta de la anterior tabla, he escogido un calidad del aire de categoría IDA 2 (para las habitaciones reflejadas en la tabla 11).

El caudal de renovación depende del número de personas que se prevee en cada habitación y la actividad que se vaya a realizar en ella. El resultado es el siguiente para las habitaciones de sistema VRV:

Local	Caudal (dm ³ /s)
Vestíbulo público	450
Oficina de dirección	37,5
Cafetería	96
Sala velatorio 1	187,5
Sala velatorio 2	162,5
Sala Velatorio 3	175
Distribuidor 1	175
Capilla	1150
Vestíbulo personal	25

Tabla 18. Caudal aire renovación

Según la IT 1.1.4.2.4 del RITE, el aire exterior de ventilación se introducirá debidamente filtrado en los edificios. Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), serán las que se indican en la siguiente tabla:

Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ODA 3	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5+F7	F5+F6

Tabla 19. Tipo de filtrado

El edificio se encuentra en una zona de calidad de aire exterior ODA 1, y la calidad del aire interior es IDA 2, por lo tanto los flitros son de tipo F8.

Según la IT 1.3.4.3 que habla de la protección contra incencios, se cumplirá la reglamentación sobre protección contra incendios. Utilizándose una compuerta instalada en el falso techo en el hueco de la estructura que habilitado para la instalación de la compuerta. Se instalará una compuerta, Código: CM 08 242.

El recuperador de calor que se va a utilizar Código: CL 41 937, Modelo: MU-RECO-400, con un caudal de 4250 (m³/h). Que como las demás máquinas se instalara en la cubierta con el filtro F8.

Las rejillas de retorno serán seleccionadas de aluminio de 200x100 milímetros y el número dependerá del caudal de aire de renovación de cada habitación. El tipo de rejillas elejido, Modelo: RX 02 233.

Local	Nº de rejillas
Vestíbulo público	6
Oficina de dirección	2
Cafetería	3
Sala velatorio 1	4
Sala velatorio 2	4
Sala Velatorio 3	4
Distribuidor 1	5
Capilla	10
Vestíbulo personal	2

Tabla 20. Número de rejillas

8.2.3.1 Descripción renovación de aire para Frío Industrial

En el apartado 6.2 se indica que la climatización en salas de exposición de cadáveres y salas de preparación es independiente a la climatización de las salas de público, por lo tanto la renovación del aire también lo será.

La ventilación será mecánica, mediante ventilación forzada, en las salas de exposición de cadáveres se realizará una renovación a la hora, y en las salas de preparación contará con una instalación de ventilación de 6 renovaciones a la hora del volumen de aire.

Las unidades a utilizar en las salas de exposición de cadáver, consiste en una caja de ventilación de ventilador centrífugo con motor incorporado, Código: CV 02 001, Modelo: CR 072 de 85 (m³/h), para cada una de las salas climatizadas con Frío Industrial.

Con rejilla de tipo circular de extracción para renovación de diámetro 150 milímetros, Modelo: RX 01 131.

9. JUSTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para la realización de este Proyecto, se ha seguido el Reglamento de las Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) RD 238/2013.

Se va a elaborar un breve esquema de los puntos más importantes:

- IT.1.1.4.1 de RITE. Exigencia de calidad térmica del ambiente.

Las condiciones estándar de temperatura y humedad relativa.

VERANO $23 < t < 25$

INVIERNO $21 < t < 23$

- IT.1.1.4.2 de RITE. Exigencia de calidad del aire interior.

Se dotará al edificio de un sistema de ventilación que aporte el caudal de aire de renovación que exiga las cualidades de nuestro edificio.

Se ha decidido debido a las características del edificio de tomar una calidad del aire tipo IDA 2 (aire de buena calidad).

El aire mínimo de ventilación se ha calculado por el método indirecto tomando el valor de 12.5 dm³/s por persona.

El aire se introduce filtrado según las exigencias, con una categoría ODA 1 (aire puro que puede contener partículas sólidas de manera temporal). Con un filtrado del aire F8.

- IT.1.1.4.3 de RITE. Exigencia e higiene.

El agua de aportación que se emplee para la humectación o el enfriamiento adiabático deber tener calidad sanitaria (IT 1.1.4.3.3).

Los conductos y redes de conductos deben estar dispuestos de aperturas para permitir su limpieza y desinfección.

Los falsos techos tienen registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos (IT 1.1.4.3.4).

- Según la IT.1.2.4.2 de RITE. Redes de tuberías y conductos.

Los conductos y accesorios de la red de impulsión de aire disponen de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4% de la potencia que transportan y para evitar condensaciones. (IT 1.2.4.2.2).

- Según la IT 1.2.4.3 de RITE. Control.

Todas las instalaciones térmicas están dotadas de un sistema de control automático para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica. (IT 1.2.4.3.1).

Los sistemas de ventilación y climatización se han diseñado para controlar el ambiente interior, desde el punto de vista de la calidad del aire interior (IT 1.2.4.3.3).

- Según la IT.1.2.4.4 de RITE. Contabilización de consumos.

La instalación térmica dispone de dispositivos que permiten efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica ya que nuestra potencia nominal es de más de 70 KW, de forma separada del consumo debido a otros usos del resto del edificio.

Los generadores de calor y frío disponen de un dispositivo que permite registrar el número de horas de funcionamiento del generador.

- Según la IT.1.2.4.5 de RITE. Recuperación de energía.

El sistema de climatización está diseñado para recuperar energía del aire expulsado mediante un recuperador aire/aire.

10. PRESUPUESTO

El presupuesto del presente proyecto, incluido el IVA, asciende a la cantidad de CIENTO VEINTE MIL SEISCIENTOS DIECINUEVE euros y CUARENTA y TRES céntimos (120.619,43).

11. CONCLUSIÓN

Con los redactado en la memoria y los demás documentos adjuntos, se considera que la instalación objeto de proyecto ha quedado convenientemente definida. No obstante, someto a juicio al tribunal correspondiente para toda aquella información y modificación que estimen pertinente.

12. BIBLIOGRAFÍA

Miguel Ángel García Gutiérrez. (2012). *El Proyecto de las instalaciones de climatización. Cumplimiento de normativa*. Universidad de Jaén.

Carrier Air Conditioning Company. (1978). *Manual Carrier de Aire Acondicionado*. Marcombo.

Vicente Montoro Montoro y José Manuel Palomar Carnicero. *Instalaciones frigoríficas y de climatización*. Universidad de Jaén.

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RD 238/2013) y sus Instrucciones Técnicas.

SI Seguridad en caso de incendio.

HS Salubridad.

HR Protección frente al ruido.

HE Ahorro de Energía

Decreto (95/2001) de la comunidad Autónoma de Andalucía, de 3 de abril, por el que se aprueba el reglamento de policía sanitaria mortuoria. (BOJA nº50 dce 3-5-01.

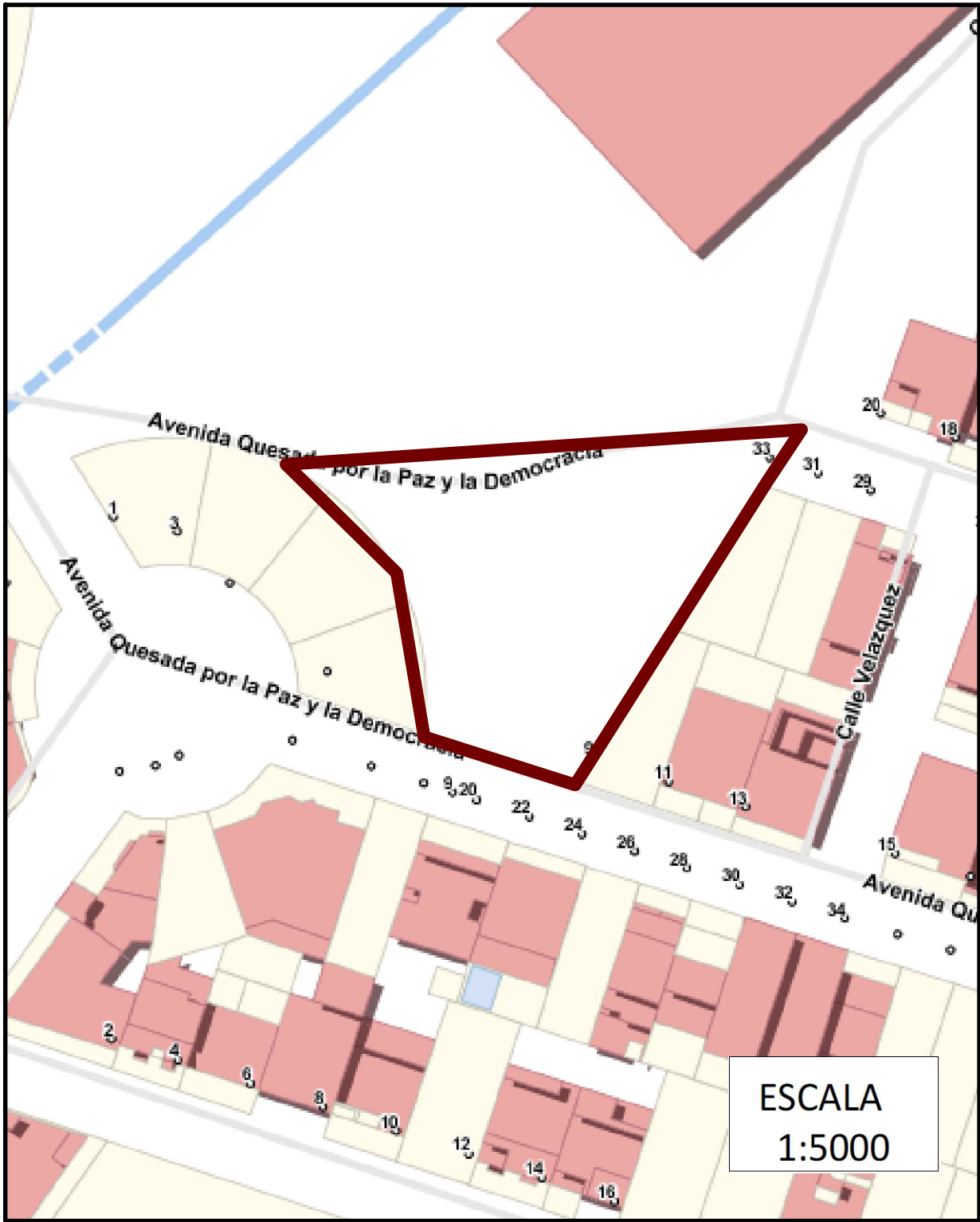
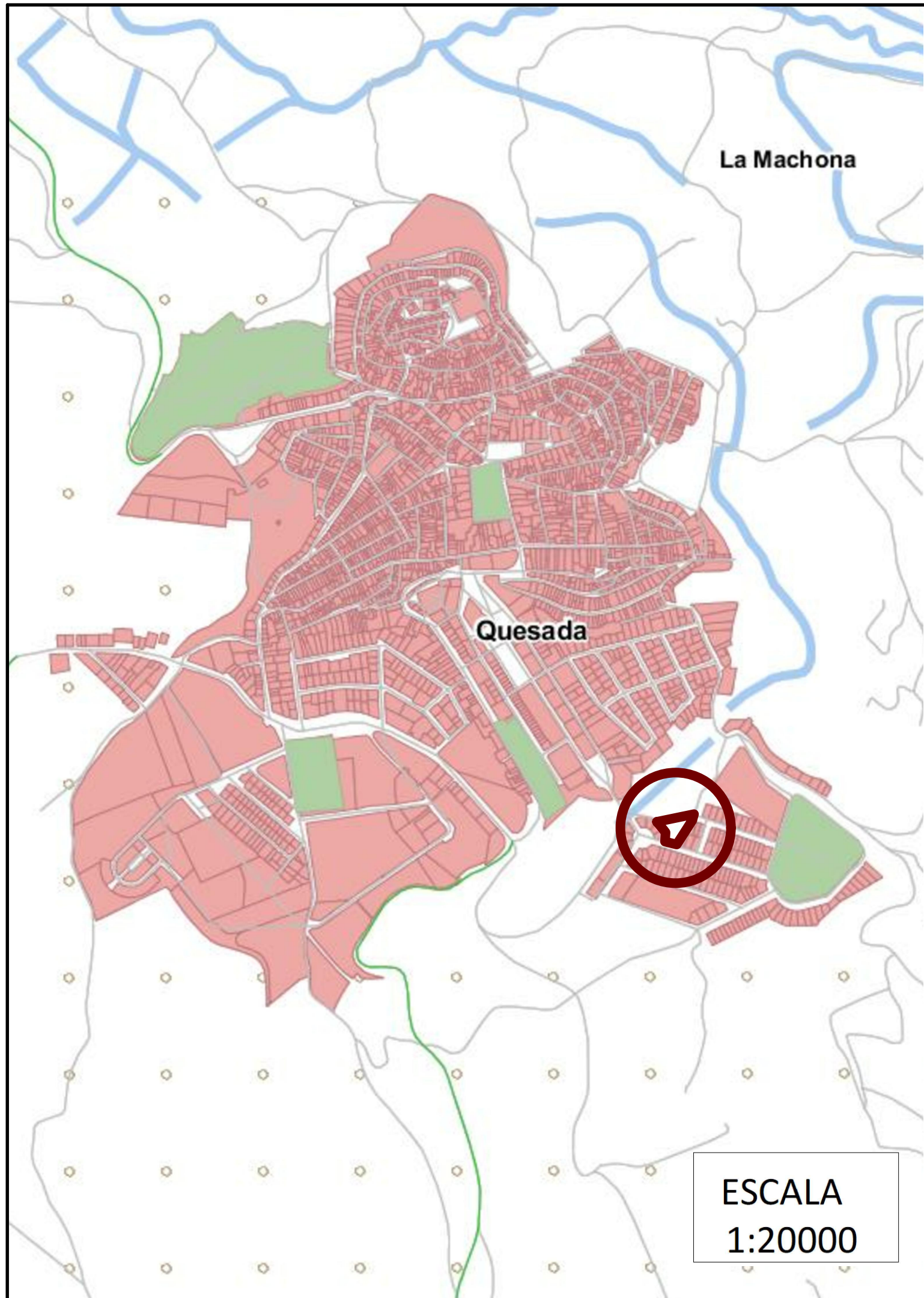
Decreto (2263/1974), de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria.

.

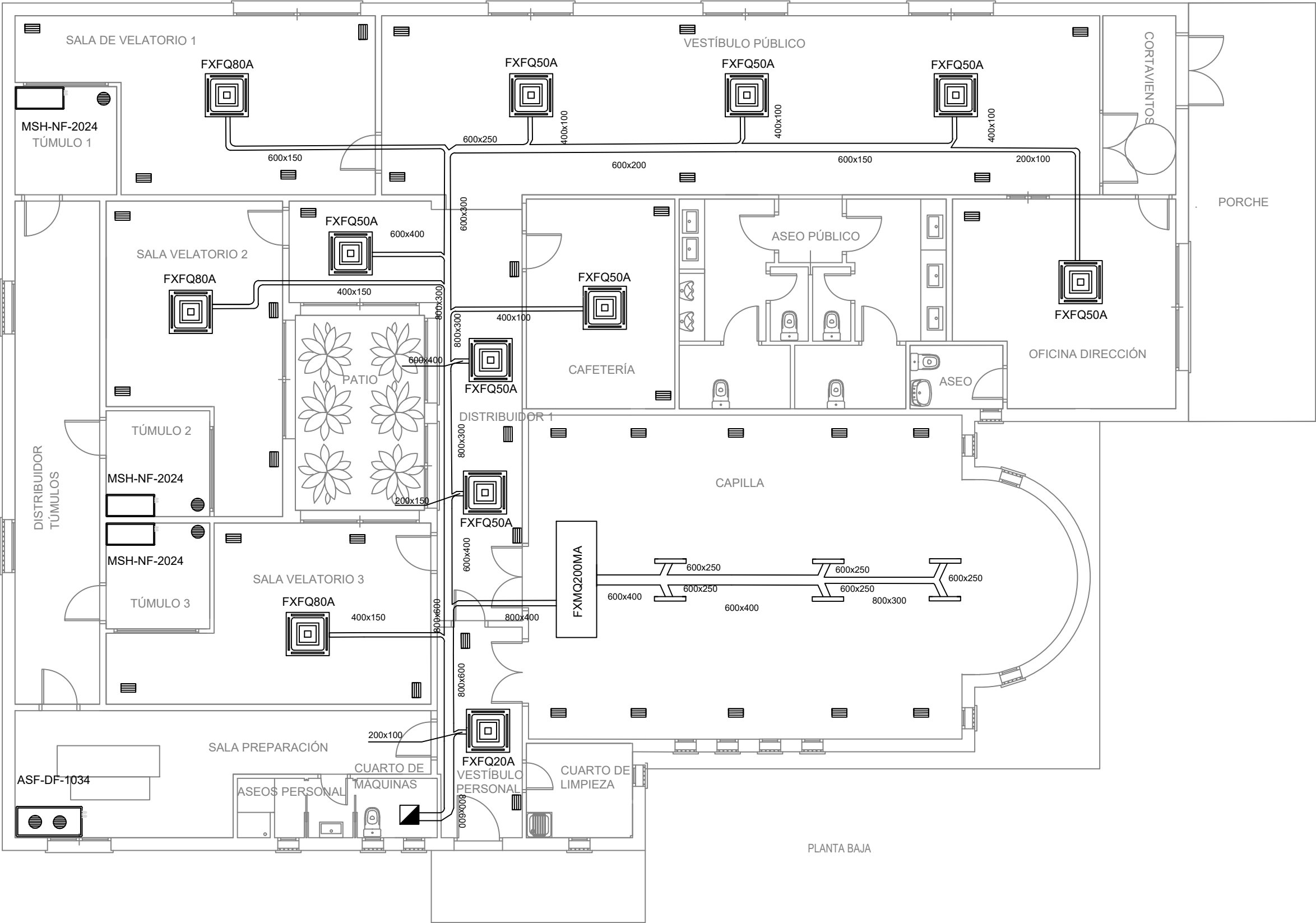
Planos

Índice de Planos

1.	PLANO DE SITUACIÓN.....	40
2.	PLANO DE VENTILACIÓN	41
3.	INSTALACIÓN CASSETTES Y MÁQUINAS FRIGORÍFICAS	42
4.	CUBIERTA.....	43

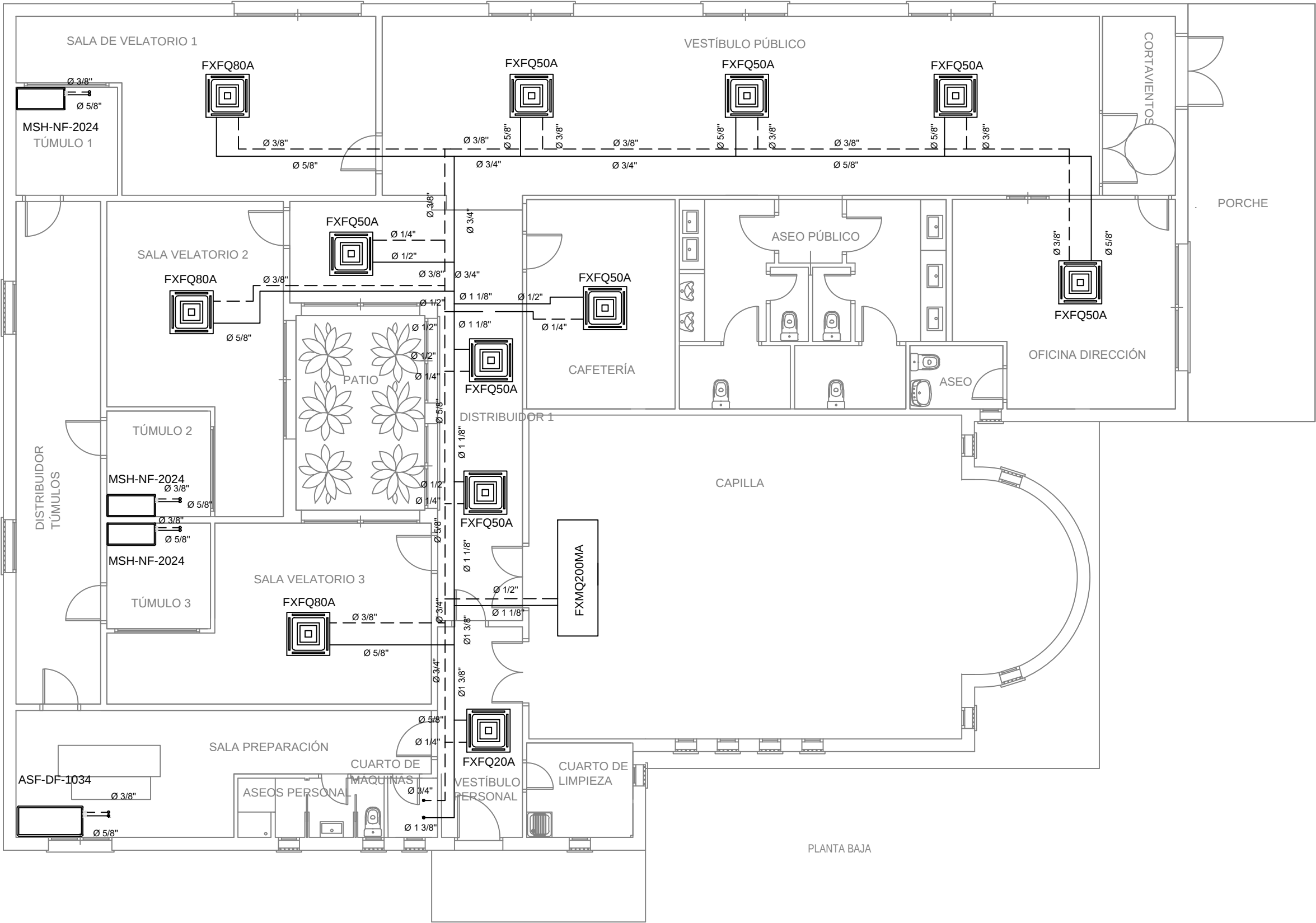


PROYECTO:		Proyecto de Climatización de un Tanatorio			
 DEPARTAMENTO DE Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos Universidad de Jaén	REALIZADO:		Fecha:	Firma:	
	Daniel Martínez Aranda		5/6/18		
REVISADO:		Miguel Ángel García G.		Fecha:	Firma:
TÍTULO/SUBTÍTULO:		Tipo de documento:	Escala:	Nº identif:	
Plano de Situación		Plano	VARIAS	1/4	



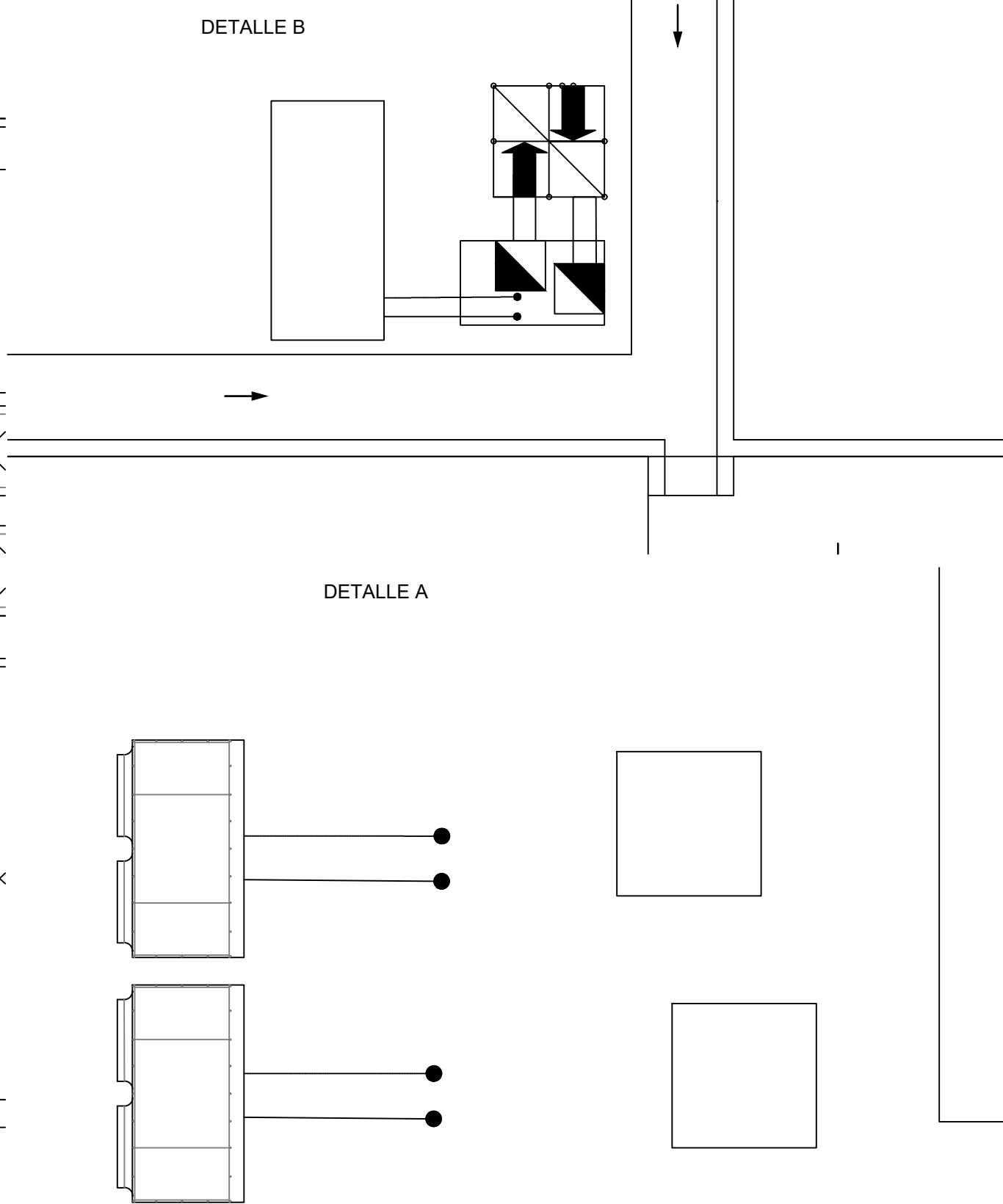
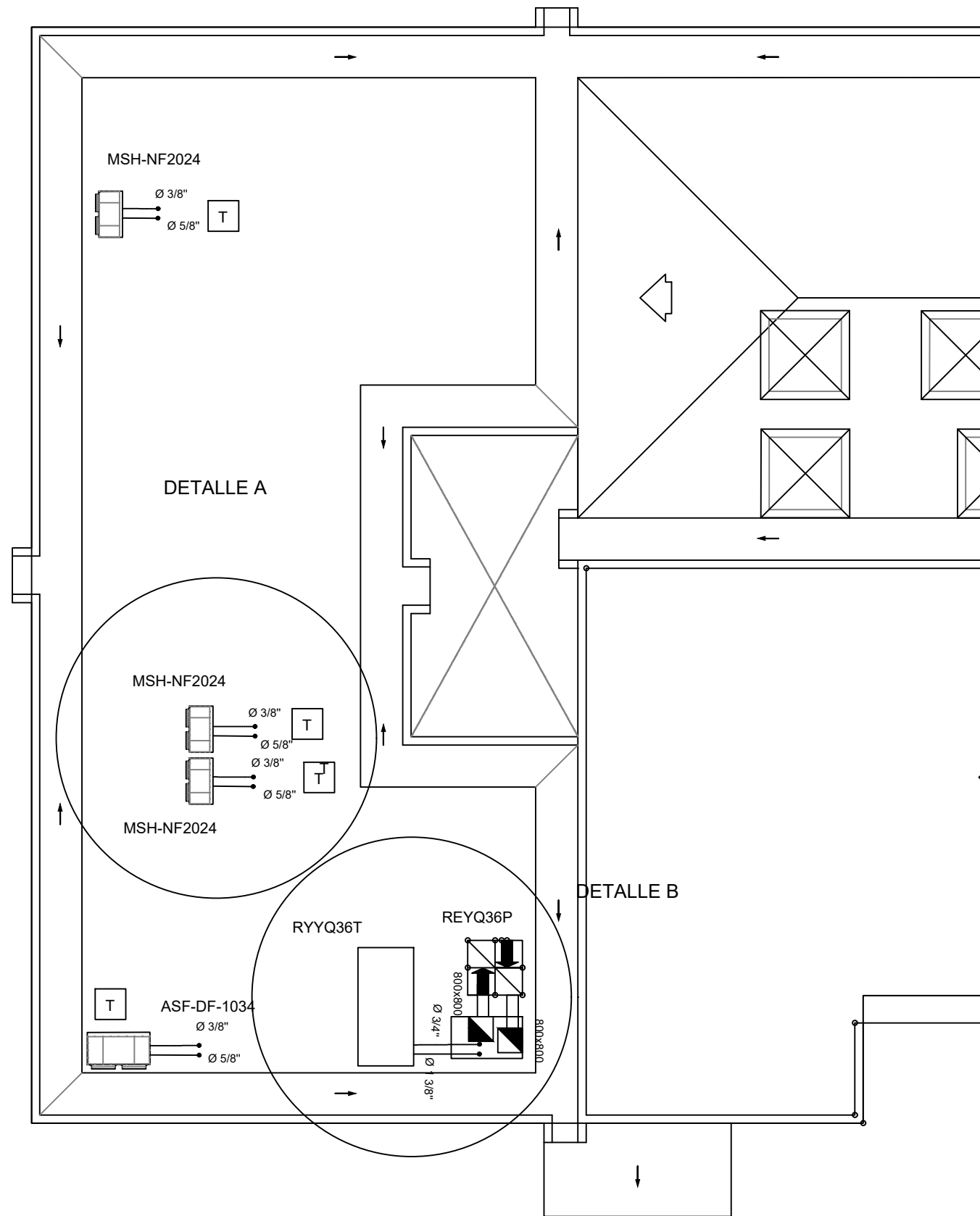
LEYENDA	
	Unidad Round Flow Cassette
	Unidad de Conductos con Ventilador
	Equipos Frigoríficos Semicompactos
	Conducto Vertical de Impulsión de aire
	Conducto de extracción forzada R15
	Rejilla de retorno 200x100
	Conducto de Impulsión de Aire

PROYECTO:		Proyecto de Climatización de un Tanatorio			
 DEPARTAMENTO DE Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos Universidad de Jaén	REALIZADO: Daniel Martínez Aranda		Fecha: 5/6/18	Firma:	
	REVISADO: Miguel Ángel García G.		Fecha:	Firma:	
TÍTULO/SUBTÍTULO:			Tipo de documento:	Escala:	Nº identif:
Instalación de Ventilación			Plano	1:100	2/4



LEYENDA	
	Unidad Round Flow Cassette
	Unidad de Conductos con Ventilador
	Equipos Frigoríficos Semicompactos
	Tubería Líquido
	Tubería Gas

PROYECTO:			Proyecto de Climatización de un Tanatorio			
	DEPARTAMENTO DE Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos	REALIZADO:		Fecha:	Firma:	
		Daniel Martínez Aranda		5/6/18		
Universidad de Jaén		REVISADO:		Fecha:	Firma:	
		Miguel Ángel García G.				
TÍTULO/SUBTÍTULO:			Tipo de documento:		Escala:	Nº identif:
Instalación de Equipos y Tuberías			Plano		1:100	3/4



PROYECTO:		Proyecto Climatización de un Tanatorio			
 DEPARTAMENTO DE Ingeniería Gráfica Diseño y Proyectos Universidad de Jaén	REALIZADO: Daniel Martínez Aranda		Fecha: 5/618	Firma:	
	REVISADO: Miguel Ángel García G.		Fecha:	Firma:	
TÍTULO/SUBTÍTULO:			Tipo de documento:	Escala:	Nº identif:
Plano de Cubierta			Plano	1:100	4/4

Anejo:

Cálculo de Cargas Térmicas

Índice del Anejo: Cálculo de Cargas Térmicas

1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	47
2.	DATOS DEL PROCESO DE CÁLCULO.....	47
2.1	Localización geográfica.....	48
2.2	Condiciones climatológicas exteriores.....	48
2.3	Condiciones interiores.....	49
2.4	Transmitancia U de los cerramientos	49
2.5	Aportación o pérdida por insolación	51
2.6	Aportación o pérdida por renovación.....	52
2.7	Aportación de calor debido a ocupación.....	52
2.8	Aportación de calor debido al alumbrado	53
2.9	Aportación de calor debido a equipos y aparatos	54
2.10	Aportación por motores	54
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS.....	55
3.1	Cargas de transmisión	55
3.2	Cargas de insolación.....	56
3.3	Cargas por renovación del aire	57
3.4	Cargas por ocupación	58
3.5	Cargas por alumbrado.....	59
3.6	Cargas por otros usos	60

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO

El cálculo de las cargas térmicas, por habitación, consiste en averiguar cuánta energía en forma de calor se gana o pierde por las paredes (según sea verano o invierno). Con el conocimiento de tales cargas podremos contrarrestarlas con equipos de climatización con objetivo de alcanzar una temperatura y humedad de confort en el interior.

El procedimiento de cálculo que se ha seguido ha sido, primeramente, clasificar todas las partidas de calor según su naturaleza física. A cada una se le conoce como carga. El cálculo de cada carga viene explicado con detalle en el apartado 3 de este anejo. Tras conocer el proceso de cálculo de cada carga, se escogen los datos individuales de cada habitación y estación del año, distinguiendo solo los casos extremos de verano e invierno. Se suman las cargas de verano por un lado y las de invierno por otro de cada habitación, llegando a un dato de calor total en kW en cada estación. En todas las habitaciones el dato de verano es más desfavorable que el de invierno.

2. DATOS DEL PROCESO DE CÁLCULO

Los parámetros que influyen en el cálculo de las cargas térmicas son, expuestos de forma esquemática:

- La zona climática donde se sitúa el edificio (latitud, altura, etc.)
- Las temperaturas exterior e interior (la temperatura interior es la que se desea mantener en el interior del local).
- La orientación del edificio, o más concretamente, la orientación geográfica de las paredes de la habitación en cuestión.
- La colindancia de las paredes de la habitación. Ésta puede ser de tres tipos: paramento colindante a un espacio interior climatizado, colindante a un espacio interior no climatizado o colindante a exterior.
- La transmitancia de los cerramientos.
- La existencia de huecos en los paramentos, más la insolación a través de éstos.

- El flujo de aire de renovación que se extrae e infiltra en el local.
- El número de personas que se estima que ocuparan cada habitación y su actividad.
- La existencia de aparatos que desprenden calor, como motores, ordenadores, o iluminarias.

A continuación, se explican con más detalle los datos utilizados en los cálculos, así como de su procedencia.

2.1 Localización geográfica

Las distintas partes de España se engloban según características climatológicas similares en zonas climáticas. A cada zona climática le corresponde una serie de datos diferentes a la hora de realizar los cálculos. La zona climática para una localidad en concreto de España se elige en torno a dos factores: la capital de provincia, y la diferencia de altura de la localidad con respecto a la capital.

El CTE califica al pueblo de Quesada como localización tipo C3. Este dato condicionará a todos los posteriores a la hora de realizar los cálculos.

2.2 Condiciones climatológicas exteriores

Las condiciones exteriores consideradas para los diferentes cálculos de verano e invierno son las siguientes:

Quesada (Jaén)	Invierno	Verano
Latitud (Grados)	37.8451	
Altitud (m)	676	
Zona Climática	C3	
Horas de sol	15	
Meses cálculo	Diciembre	Julio
Temperatura (°C)	0,8	36
Humedad relativa (%)	35	57

Tabla 1. Condiciones exteriores

2.3 Condiciones interiores

Tanto la temperatura como la humedad relativa que proporcionan condiciones de confort vienen definidas según la I.T.1.1.4.1.2 del RITE. Los valores tomados acorde a esta norma para los cálculos en el proyecto son:

Quesada (Jaén)	Invierno	Verano
Temperatura (°C)	21	25
Humedad relativa (%)	40	50

Tabla 2. Condiciones interiores

Según el Decreto 2263/1974, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Policía Sanitaria Mortuoria, y el Decreto 95/2001 de la Comunidad Autónoma de Andalucía, de 3 de abril, por el que se aprueba el reglamento de policía sanitaria mortuoria(BOJA nº50 de 3-5-01).

Las temperaturas de conservación de los cadáveres son entre 0 y 5°C recomendadas en las salas de exposición de cadáveres así como las temperaturas recomendadas para salas de preparación de entre 15 y 18°C conllevan a la necesidad de dotar los tanatorios con sistemas de refrigeración a media y alta temperatura, como instalaciones independientes de los sistemas de acondicionamiento de aire para las salas de público.

2.4 Transmitancia U de los cerramientos

La transmitancia se define como la oposición del cerramiento a que atraviese el flujo de calor su espesor, el material por tanto juega un papel importante en este apartado.

La transmitancia tiene su representación en la letra “U” y viene definida por las unidades W/m^2K .

La transmitancia además del material depende, del grosor de dicho material, del aislamiento, cámara de aire, de la orientación, de la existencia de huecos o no, del tamaño de dichos huecos en el caso de existir.

El código Técnico de la Edificación, en el documento Básico HE de ahorro de Energía. Para llevar a cabo el cálculo de la transmitancia hay que tener en cuenta los factores citados anteriormente, material de los cerramientos, existencia de cámara de aire o película aislante, sin embargo existen unas tablas con los valores de las transmitancias más desfavorables posibles dentro de una zona climática, que vienen reflejadas en el Código Técnico de la Edificación, que son de gran utilidad en el caso del desconocimiento del material de construcción.

Parametro	Zona Climática				
	A3/A4	B3/B4	C1/C2/C3/C4	D1/D2/D3	E1
Muro Fachada	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Contacto Terreno	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57
Suelos	0,53	0,52	0,5	0,49	0,48
Cubiertas	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35

Tabla 3. Valores de transmitancia U (W / m² K)

Si los cerramientos poseen huecos, se tienen que tener en cuenta con el cálculo del área ocupada por dichos cerramientos y tener en cuenta la transmitancia, que viene reflejada en la siguiente tabla y varía en función de la zona climática, el porcentaje que ocupa el hueco y la orientación.

Como hemos visto con anterioridad el edificio ha realizado el proyecto se encuentra en la zona climática C3, dando lugar a estas transmitancias:

ZONA	% HUECOS	Orientación			
		N	E / O	S	SE / SO
C1/C2/C3/C4	De 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4
	De 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4
	De 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3
	De 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9
	De 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6
	De 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5

Tabla 4. Valores de transmitancia U (W / m² K)

2.5 Aportación o pérdida por insolación

Es importante tener en cuenta la ganancia o aporte solar que se tiene por cada hueco de los cerramientos. Para ello se han recolectado los siguientes datos del Manual CARRIER de Aire Acondicionado, que refleja la combinación más simple o común que trata de ventanas de vidrio sencillo, siendo la superficie del marco del 15%, atmósfera limpia y altitud cero metros.

ORIENTACIÓN	LATITUD		
	30°	40°	50°
N	103	101	91
NE	392	419	396
E	520	516	516
SE	514	514	514
S	514	523	525
SO	514	514	514
O	520	516	516
NO	438	419	396
Horizontal	788	746	693

Tabla 5. Aportaciones solares a través de vidrio simple (W/m^2)

Los valores indicados se refieren a condiciones estándar, para otras condiciones se aplican una serie de coeficientes que reducen el valor:

- Si el marco es metálico o carece de él; multiplicar por $C_m = 1,17$ (C_m coeficiente del marco).
- Si se prevee que las ventanas van a tener fallo de limpieza, se aumenta el valor en un 15% (siendo en concepto de coeficiente de suciedad C_s).
- Se aumenta en un 0,7% en altitud por cada 300 metros.
- Dependiendo de si el vidrio no tiene color $C_c = 1$, o si el vidrio es más oscuro $C_c = 0,5$ (C_c coeficiente de color).
- Otro factor importante a tener en cuenta es el C_i (coeficiente de protección solar), variando según el tipo de vidrio utilizado, que podemos ver en la siguiente tabla:

	Sin persiana	Lamas exteriores	Lamas interiores
Vidrio sencillo	1,00	0,14	0,65
Vidrio doble	0,90	0,13	0,61
Vidrio triple	0,83	0,12	0,56

Tabla 6. Coeficiente de protección solar (Ci)

La selección para este proyecto ha sido de marco metálico ($C_m = 1,17$), vidrio doble sin persiana ($C_i = 0,90$), hemos supuesto que no vamos a tener fallo de limpieza en nuestras ventanas. La altitud sobre el nivel del mar es 676 metros, por lo que tendremos que aumentar las aportaciones solares en 1,4%. Elegimos un vidrio sin color por lo que nuestro coeficiente será de $C_c = 1$.

2.6 Aportación o pérdida por renovación

Para el cálculo de la ganancia o pérdida por renovación del aire tenemos que saber el calor específico del aire $C_s = 3,37 \cdot 10^{-4} \text{ kW}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, y se debe conocer el calor total que contiene el aire de renovación.

En este apartado influyen diversos factores uno de ellos es el caudal de aire de renovación. La normativa IDA clasifica a los edificios según su calidad del aire interior y para este edificio selecciono una calidad IDA 2, que se traduce en un caudal de $12,5 \text{ dm}^3/\text{s}$ por persona.

2.7 Aportación de calor debido a ocupación

Se estudia en este apartado el calor que puede aportar cada ocupante del local, dependiendo de la actividad metabólica o función que esté desempeñando, que se ve reflejada en la siguiente tabla extraída del Manual CARRIER de Aire Acondicionado.

ACTIVIDAD	APLICACIÓN	TOTAL
Sentado, en reposo	Teatro, escuela primaria	103
Sentado, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	116
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	131
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	131
Sentado, de pie	Farmacia	146
De pie, marcha lenta	Banco	146
Sentado	Restaurante	162
Trabajo ligero en banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	220
Baile o danza	Sala de baile	249
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante penoso	293
Trabajo penoso	Pista deportiva, fábrica	425

Tabla 7. Ganancias de calor debido a los ocupantes (W)

Para la base de los cálculos hemos cogido varios valores de la tabla anterior hemos cogido valores de 131 W por persona para un estado de pie o marcha lenta, y para los trabajadores de la oficina, 162 W para las personas que se encuentran sentadas en el restaurante o cafetería y 220 W para los trabajadores.

2.8 Aportación de calor debido al alumbrado

La aportación de calor debido al alumbrado depende del tipo de local interior básicamente que se ve recogido en la siguiente tabla, que detalla el tipo de local y el aporte aproximado en W/m².

TIPO DE LOCAL	W / m ²
Iglesia	5
Teatro	10
Vivienda	20
Hotel	20
Banco	20
Hospital	20
Oficina	30
Escuela	30
Sala de belleza	30
Comercio	40

Tabla 8. Aportación de calor debido al alumbrado (W/ m²)

Teniendo en cuenta la luminaria instalada se le aplica al valor obtenido en la tabla anterior un coeficiente que afecta a la potencia total instalada:

Tipo de luminaria	Coeficiente
Incandescente	1,00
Fluorescente	1,35
LED	0,12/ 0,20

Tabla 9. Coeficiente según tipo de iluminación

Teniendo en cuenta que el edificio al que le estamos realizando el proyecto tiene diferentes tipo de locales, oficina 30 W/ m², capilla 5 W/ m² y para el resto de habitaciones he seleccionado una aportación de 20 W/ m², con un coeficiente 1,35, tomando como luminaria la opción de fluorescente.

2.9 Aportación de calor debido a equipos y aparatos

La tabla que regula el aporte de calor de diversos aparatos es la siguiente, en la que teniendo en cuenta la cantidad y el tipo de aparatos podemos llegar a calcular el aporte de calor.

Tipo de aparato	Equipo en funcionamiento
CPU	50/150
Impresora	13
Monitor pantalla tubo rayos catódicos	250/450
Monitor pantalla plana	30/50

Tabla 10. Potencia nominal de los siguientes aparatos

2.10 Aportación por motores

Existen tablas que reflejan el aporte de calor que tienen los motores y la repercusión de los mismo, pero he supuesto a priori la existencia de motores.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Las diferentes cargas térmicas que se han tenido en cuenta en este proyecto son las siguientes:

- 1- Cargas de transmisión a través de cerramientos.
- 2- Cargas de insolación a través de las ventanas.
- 3- Cargas debidas al aire de renovación de aire.
- 4- Cargas debidas a la ocupación de personas.
- 5- Cargas por iluminaria.
- 6- Otros usos.

Todas estas cargas han de tenerse en cuenta para el cálculo de la carga total en verano, mientras que en invierno sólo hay que tener en cuenta las de transmisión y las de ventilación, siendo ambas negativas. Por esta razón la situación más desfavorable en los cálculos se da siempre para verano.

3.1 Cargas de transmisión

Las cargas de transmisión se deben a la existencia de diferentes temperaturas a través de las paredes, ventanas, suelo y techo. Se producen por tanto a través de los cerramientos y son de transferencia por transmisión como su propio nombre indica. Para calcularlas he utilizado la expresión:

$$Q_t = U \times S \times \Delta T \times c_t$$

Fórmula 1.

Q_t es el calor ganado o perdido en W

U es la transmitancia del cerramiento en W/m²k S es la superficie del cerramiento en m²

ΔT es la diferencia de temperaturas entre los extremos del cerramiento c_t es un coeficiente de mayoración, siendo éste:

Para verano: 1

Para invierno: Norte 1.55, Sur 1.20, Este 1.55 y Oeste 1.40

La fórmula se aplica a cada uno de los cerramientos del local en cuestión.

Local	Carga de transmisión (kW)
Vestíbulo público	2,28
Oficina de dirección	0,94
Cafetería	0,34
Sala velatorio 1	1,17
Sala velatorio 2	1,03
Sala Velatorio 3	1,03
Distribuidor 1	1,58
Capilla	2,44
Vestíbulo personal	0,63
TOTAL	9,86

Tabla 11. Cargas de transmisión

3.2 Cargas de insolación

Son las aportaciones de calor debidas a la luz solar a través del cristal de las ventanas. Se calculan mediante la expresión:

$$Q_i = q_i \times S \times C_c \times C_m \times C_i$$

Fórmula 2.

Q_i es el calor total aportado por insolación en W

q_i es el calor por unidad de superficie W/m^2

S es la superficie de la cristalería en m²

c_c es el coeficiente de color.

C_m es el coeficiente que considera el marco.

C_i es un coeficiente de protección solar.

Local	Carga por insolación (kW)
Vestíbulo público	0,97
Oficina de dirección	1,98
Cafetería	0
Sala velatorio 1	0,49
Sala velatorio 2	2,31
Sala Velatorio 3	0,45
Distribuidor 1	7,49
Capilla	5,5
Vestíbulo personal	0
TOTAL	19,19

Tabla 12. Cargas por insolación

3.3 Cargas por renovación del aire

Para mantener las condiciones de confort en el interior del local, es necesario renovar el aire viciado de dentro con aire fresco del exterior, por tanto, se producen pérdidas de calor del local en invierno y ganancias en verano. Para acercar el aire exterior a las condiciones del interior se dispone en la cubierta de un recuperador de calor del aire de extracción, aún así es necesario tener en cuenta estas cargas. Se calculan mediante la expresión:

$$Q_r = q_r \times c_a \times \Delta T$$

Fórmula 3.

Q_r el calor total de la renovación en W

q_r el flujo de aire de renovación en dm^3/s

ΔT es la diferencia de temperaturas entre los extremos del cerramiento

$$c_a = 3,37 \cdot 10^{-4} \text{ kW}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C}).$$

Local	Carga por renovación (kW)
Vestíbulo público	6,01
Oficina de dirección	0,5
Cafetería	1,28
Sala velatorio 1	2,5
Sala velatorio 2	2,17
Sala Velatorio 3	2,34
Distribuidor 1	2,34
Capilla	15,25
Vestíbulo personal	0,33
TOTAL	32,72

Tabla 13. Cargas por renovación

3.4 Cargas por ocupación

Estas cargas tienen en cuenta el calor aportado por los ocupantes, teniendo en consideración el tipo de actividad que éstos realizan. Se calculan con la expresión:

$$Q_0 = N \times q_0$$

Fórmula 4.

Q_0 el calor total aportado por los ocupantes en W

N el número de ocupantes estimados de la habitación

q_0 el calor que aporta cada ocupante en W/persona.

Local	Carga por ocupación (kW)
Vestíbulo público	4,72
Oficina de dirección	0,34
Cafetería	1,94
Sala velatorio 1	1,97
Sala velatorio 2	1,7
Sala Velatorio 3	1,83
Distribuidor 1	1,83
Capilla	12,05
Vestíbulo personal	0,26
TOTAL	26,64

Tabla 14. Cargas por ocupación

3.5 Cargas por alumbrado

Estas cargas estiman el calor que aporta la iluminaria dentro del local. Se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$Q_0 = S \times q_0$$

Fórmula 5.

Q_0 el calor total aportado por la iluminaria en W

S es la superficie total del suelo de la habitación

q_0 el calor estimado que aporta la iluminaria en W/m² (tabla 8)

Se ha tomado para q_0 el valor el valor de 20 W/m².

Local	Carga por alumbrado (kW)
Vestíbulo público	1,81
Oficina de dirección	0,9
Cafetería	0,43
Sala velatorio 1	0,73
Sala velatorio 2	0,61
Sala Velatorio 3	0,66
Distribuidor 1	0,70
Capilla	0,55
Vestíbulo personal	0,24
TOTAL	6,63

Tabla 15. Carga por alumbrado

3.6 Cargas por otros usos

Aquí se considera el calor aportado por los equipos informáticos en general.

La fórmula usada es la siguiente:

$$Q_0 = N \times q_0$$

Fórmula 6.

Q_0 el calor total aportado por los equipos informáticos en W

N el número de equipos en cada habitación

q_0 el calor que aporta cada equipo en W/equipo

Para el parámetro q_0 se ha supuesto un valor de 100 W/equipo.

Local	Otros usos (kW)
Vestíbulo público	0,2
Oficina de dirección	0,6
Cafetería	0,8
Sala velatorio 1	0,2
Sala velatorio 2	0,2
Sala Velatorio 3	0,2
Distribuidor 1	0,2
Capilla	0,4
Vestíbulo personal	0,2
TOTAL	3

Tabla 16. Otros usos

Autor:
Daniel Martínez Aranda

ANEJO:
CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Climatización de un Tanatorio
Universidad de Jaén

Anejo:

Instalación de Ventilación

Índice del Anejo: Instalación de Ventilación

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	65
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	65
3. PARÁMETROS DE CÁLCULO.....	65
4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	67
5. CÁLCULO DE RED DE CONDUCTOS	67
5.1 Procedimiento de cálculo	67

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

El objetivo de la instalación es, poco a poco y de forma continua, expulsar el aire del interior del local e introducir aire fresco del exterior. Gracias a esto, evitamos ambientes viciados, malos olores y mantenemos unas condiciones de confort en el interior.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación de renovación de aire se compone de conductos de entrada y salida del aire y de una unidad de introducción y extracción que a la vez alberga un recuperador de calor del aire de extracción con una batería de enfriamiento adiabático. Ésta unidad, además de hacer circular el aire por los conductos hacia dentro y fuera de las habitaciones, provoca un intercambio de calor entre el aire que sale y el que entra, calefactando o enfriando así el aire (según verano o invierno) para que al introducirlo en las habitaciones se encuentre a una temperatura más acorde con la interior. De esta manera, se reduce la pérdida de energía que supone extraer aire climatizado del interior. El aire cogido del exterior también pasa por el cassette antes de entrar en la habitación, acercando aún más su temperatura a la interior.

3. PARÁMETROS DE CÁLCULO

Para la renovación del aire hay que tener en cuenta la calidad del aire y el caudal de aire de renovación que se necesita en el interior de cada local. El cálculo del caudal mínimo de renovación se rige según la IT.1.1.4.2.3 de RITE, que regula la normativa del caudal de renovación para edificios que no sean viviendas, hospitales y piscinas. El cálculo de la renovación de que ha sido elegido es el método indirecto que va relacionado con el número aproximado de persona.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	58
IDA 4	5

Tabla 1. Caudal de ventilación por ocupantes

CATEGORÍA	TIPO DE EDIFICIO
IDA 1: Aire de óptima calidad	Hospitales Clínicas Laboratorio Guarderías
IDA 2: Aire de buena calidad	Oficinas Residencias de ancianos Residencias de estudiantes Locales comunes de hoteles y similares Salas de lectura Museos Salas de tribunales Aulas de enseñanza y asimilables Piscinas
IDA 3: Aire de calidad media	Edificios comerciales Cines y teatros Salones de actos Habitaciones de hoteles y similares Restaurantes, cafeterías y bares Salas de fiestas Gimnasios Locales para deporte (salvo piscinas) Salas de ordenadores
IDA 4: Aire de calidad baja	No citados anteriormente

Tabla 2. Calidad del aire

Considero apropiado englobar a mi edificio en la categoría IDA 2. Para tal categoría se toma un valor de flujo de renovación de 12.5 dm³/s por persona.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO

El primer dato que necesitamos es conocer el caudal de aire de renovación que debe de ir a cada habitación, según la ocupación de ésta, y posteriormente, la sección del conducto que conduce el aire hasta la habitación en cuestión. Una vez que conocemos el caudal en cada habitación, se configura un trazado, lo más óptimo posible, de los conductos en plano. El caudal total de la instalación será la suma del caudal para cada una de las habitaciones. Para la introducción del aire a las habitaciones, la configuración de los conductos consiste en un conducto principal del que va derivando conductos a cada planta y a cada local. Para la extracción, va recogiendo el aire de cada local a través de rejillas de retorno, el aire circula por los falsos techos y por el hueco de la estructura habilitado hasta llegar al recuperador de calor. El método seguido para calcular la sección de cada conducto se denomina “método de pérdida de carga constantes”.

5. CÁLCULO DE RED DE CONDUCTOS

Una vez que se tiene una configuración en el plano de la red de conductos con el caudal de aire que transporta cada uno se procede a calcular la sección transversal de cada conducto.

5.1 Procedimiento de cálculo

El método de cálculo, para averiguar las secciones transversales óptimas para cada conducto según el flujo de aire que lo atraviesa, se llama método por pérdidas de carga constantes. Se basa en el principio de que, el fluido siempre tiende a ir por el conducto que menos oposición presente, es decir, el que tenga menos pérdidas de carga. Cuando el fluido va circulando por el conducto principal y encuentra una derivación a una habitación, ambos caminos deben presentar las mismas pérdidas de carga, por lo que a la masa de aire no presenta preferencia por ningún conducto en particular. De esta manera se consigue dirigir el caudal deseado a cada habitación. Para llevar el método a la práctica se necesita una gráfica que nos da el diámetro de un conducto redondo en función del caudal y la pérdida de carga, para una velocidad previamente fijada. Tiene un aspecto similar al croquis de la figura 1.

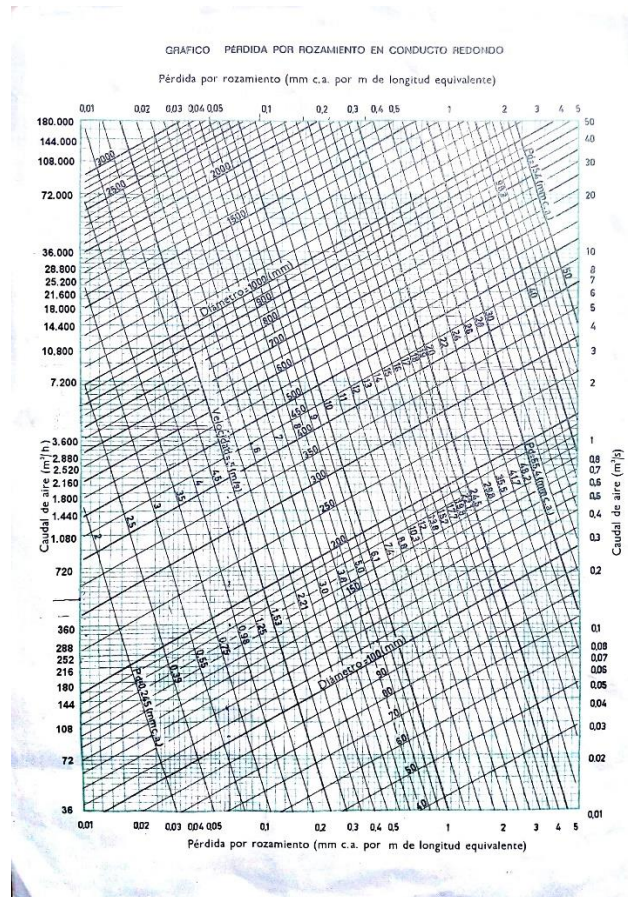


Tabla 1. Gráfica pérdida de carga constante

1- Se fija la velocidad del conducto principal (el que lleva todo el caudal) a 6m/s. Para ello se localiza en el eje Y el caudal del conducto principal y se traza una línea recta horizontal hasta cortar a la línea de velocidad 6m/s. En el punto de corte, se traza una línea recta vertical hasta cortar al eje de la X, donde están las pérdidas de carga. El punto de corte de esta recta vertical con el eje X será el valor de pérdida de carga que se mantendrá constante en toda la instalación, la velocidad y diámetro por tanto irán disminuyendo conforme se repartiendo el caudal a cada habitación.

2- Fijándonos únicamente en la recta vertical anteriormente trazada. Vamos cogiendo el caudal de cada tramo y derivas a habitaciones y vamos llevándolo desde el eje Y hasta esa recta.

3- Por último, tendremos una recta vertical con el valor de pérdida de carga y tantas rectas horizontales como tramos de conductos y derivas. El valor de diámetro óptimo para cada conducto son los puntos de intersección. Un croquis de los trazados en la gráfica sería el siguiente:

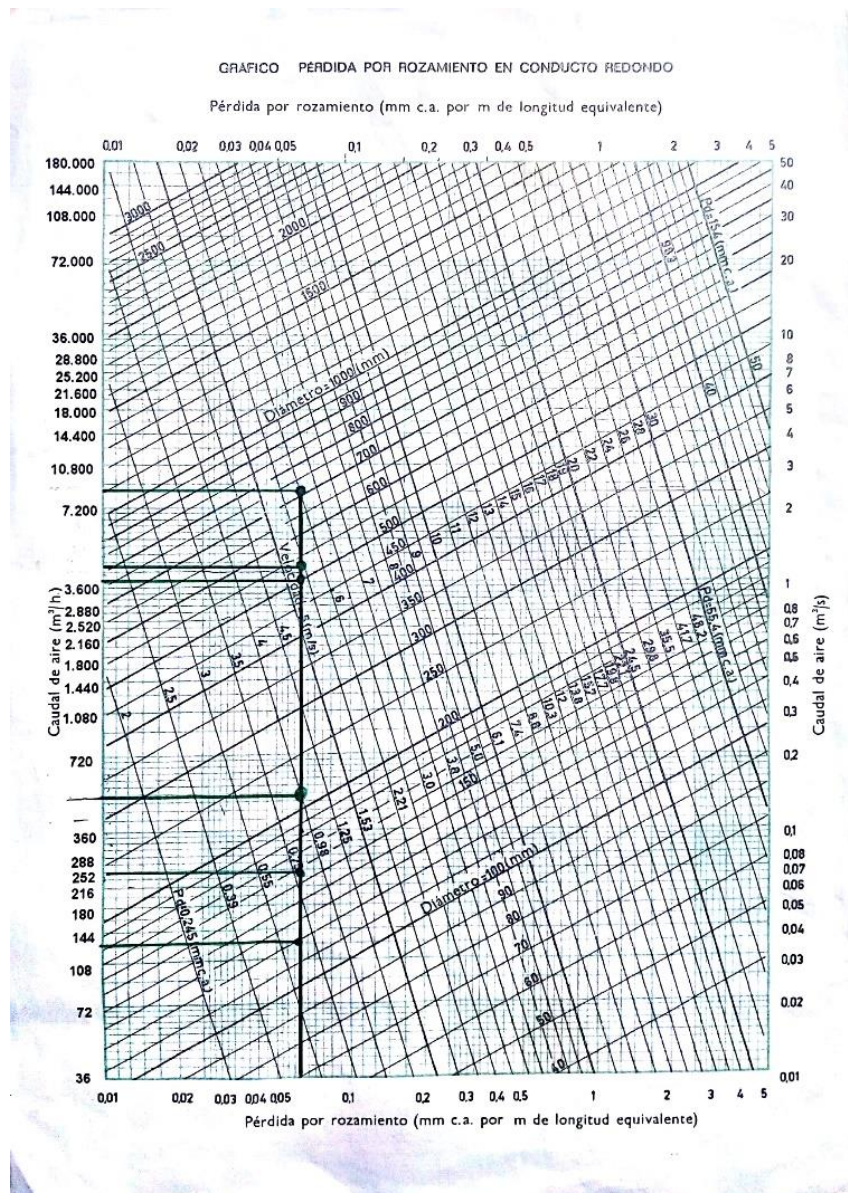


Tabla 2. Puntos de corte de caudal con la recta vertical

4- Como los conductos no son redondos, debe adaptarse la sección para que tenga la misma área transversal pero tengan forma rectangular. Para ello nos servimos de tablas.

Medidas y valores de los conductos

Longitud de los lados mm	100	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	
200	0,020 133 149 0,60	0,030 171 186 0,70	0,040 200 218 0,80									A_c d_h d_e A_i
250	0,025 143 165 0,70	0,038 188 206 0,80	0,050 222 241 0,90	0,063 250 273 1,00								A_c d_h d_e A_i
300	0,030 150 180 0,80	0,045 200 224 0,90	0,060 240 262 1,00	0,075 273 296 1,10	0,090 300 327 1,20							A_c d_h d_e A_i
400	0,040 160 205 1,00	0,060 218 255 1,10	0,080 267 299 1,20	0,10 308 337 1,30	0,12 343 373 1,40	0,16 400 456 1,60						A_c d_h d_e A_i
500		0,075 231 283 1,30	0,10 286 331 1,40	0,13 333 374 1,50	0,15 375 413 1,60	0,20 444 483 1,80	0,25 500 545 2,00					A_c d_h d_e A_i
600		0,090 240 307 1,50	0,12 300 359 1,60	0,15 353 406 1,70	0,18 400 448 1,80	0,24 480 524 2,00	0,30 545 592 2,20	0,36 600 654 2,40				A_c d_h d_e A_i
800			0,16 320 410 2,00	0,20 381 463 2,10	0,24 436 511 2,20	0,32 533 598 2,40	0,40 615 675 2,60	0,48 686 745 2,80	0,64 800 872 3,20			A_c d_h d_e A_i
1000				0,25 400 512 2,50	0,30 462 566 2,60	0,40 571 662 2,80	0,50 667 747 3,00	0,60 750 825 3,20	0,80 889 965 3,60	1,00 1000 1090 4,00		A_c d_h d_e A_i
1200					0,36 480 614 3,00	0,48 600 719 3,20	0,60 706 812 3,40	0,72 800 896 3,60	0,96 960 1049 4,00	1,20 1091 1184 4,40	1,44 1200 1308 4,80	A_c d_h d_e A_i
1400						0,56 622 771 3,60	0,70 737 871 3,80	0,84 840 962 4,00	1,12 1018 1125 4,40	1,40 1167 1270 4,80	1,68 1292 1403 5,20	A_c d_h d_e A_i
1600						0,64 640 819 4,00	0,80 762 925 4,20	0,96 873 1022 4,40	1,28 1067 1195 4,80	1,60 1231 1350 5,20	1,92 1371 1491 5,60	A_c d_h d_e A_i
1800							0,90 783 976 4,60	1,08 900 1078 4,80	1,44 1108 1261 5,20	1,80 1286 1424 5,60	2,16 1440 1573 6,00	A_c d_h d_e A_i
2000							1,00 800 1024 5,00	1,20 923 1131 5,20	1,60 1143 1323 5,60	2,00 1333 1494 6,00	2,40 1500 1650 6,40	A_c d_h d_e A_i

Anejo:

Instalación de Cassettes y Tuberías

Índice del Anejo: Instalación de Cassettes y Tuberías

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	74
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	74
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO	75
4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN.....	76
4.1. Selección de equipos	76
4.1.1. Bomba de calor VRV	76
4.1.2. Cassettes en los locales.....	77
4.2. Cálculo de la Red de Tuberías	78

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

El objetivo de la instalación es dotar al edificio de equipos capaces de aportar la potencia calorífica o frigorífica necesaria para alcanzar la habitabilidad y condiciones de confort dentro de las habitaciones del edificio.

En este caso, el cálculo de las solicitudes térmicas es más desfavorable para el caso de verano. En la siguiente tabla se resumen los resultados del cálculo de solicitudes térmicas por local para verano:

Local	Carga (kW)
	Verano
Vestíbulo público	15,98
Oficina de dirección	5,27
Cafetería	4,8
Sala velatorio 1	7,01
Sala velatorio 2	8,03
Sala Velatorio 3	6,51
Distribuidor 1	14,13
Capilla	36,29
Vestíbulo personal	1,67
TOTAL	99,73

Tabla 1. Solicitaciones térmicas.

Para contrarrestar por tanto tales cargas térmicas, se diseña la instalación de cassettes con el sistema VRV.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se diseña la instalación VRV para mantener la temperatura de confort en el interior de las habitaciones compensando las cargas térmicas que aparecen tanto en verano como en invierno.

La unidad exterior se encuentra situada en la cubierta (ver plano Hoja nº 8) y su instalación se realizará sobre unos apoyos elásticos para disminuir las vibraciones y ruidos. En dicha zona, se realizará la conexión a la red eléctrica y la instalación a la red de tuberías de refrigeración. El equipo dispone de un sistema de regulación y puesta en marcha electrónico. El refrigerante con el que trabajará el sistema será R-410a, por su gran implantación a nivel comercial, su bondad como refrigerante y su bajo impacto medioambiental.

Además de la unidad exterior, consta de unidades interiores que estarán conectadas por una red de tuberías de cobre aisladas desde la cubierta, donde se encuentra la unidad exterior, hasta las distintas plantas a través de tuberías bajantes situadas en el hueco de la estructura habilitado y desde éstas hasta las unidades interiores a través de tuberías de planta. Todas las tuberías se aislarán, recubriéndose la misma con chapa de acero en los recorridos que discurren por cubierta.

En las unidades interiores se producen la evaporación/condensación del gas, intercambiando la energía térmica con el aire y por lo tanto calentándolo o enfriándolo. Éstas estarán instaladas en los falsos techos de los locales. En la entrada y en la salida de cada tubería en la unidad interior vendrá colocada una válvula de bola por si hubiese una avería cortar el suministro de refrigerante.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE CÁLCULO

De forma esquemática, se expone el orden en que se ha calculado las diferentes partes que forman la instalación:

- Cálculo de las cargas térmicas por habitación.
- Dotación del cassette de potencia adecuada en cada habitación para contrarrestar tales cargas.
- Recuento de la potencia instalada por local y en el edificio en total para la selección de la unidad exterior.
- Red de tuberías: disposición de las tuberías y cálculo de su diámetro.

Primeramente, se calculó las cargas térmicas por cada habitación. Tras saber la demanda en cada habitación, se dotó a cada habitación de un cassette con la potencia adecuada y se hizo balance de la potencia total instalada en el edificio para seleccionar la unidad exterior. Posteriormente, se calculó la red de tuberías, lo cual reúne dos puntos: cálculo de su diámetro y el layout o disposición en plano de las tuberías.

4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

Los elementos que componen la instalación vienen nombrados a continuación:

- Equipos: bomba de calor VRV y cassettes.
- Redes de tuberías.

En este apartado se explica el procedimiento de cálculo de cada uno de los elementos.

4.1. Selección de equipos

La selección de equipos se lleva a cabo tras calcular las cargas térmicas del edificio. En este apartado es necesario distinguir dos puntos: la bomba de calor VRV que se encuentra en la cubierta y los equipos individuales pequeños en cada habitación (cassettes) que efectúan el intercambio de calor con el aire de la habitación.

4.1.1. Bomba de calor VRV

Son los equipos que aportan la energía necesaria. Tras sumar los resultados del cálculo de cargas térmicas obteniendo la tabla 1, se optó por la opción de instalar una bomba de calor de 101 kW.

Unidad Exterior	
Modelo	RYYQ36T
Capacidad nominal Refrigeración	101 kW
Capacidad nominal Calefacción	113 kW
Caudal de Condensación	31.260 m ³ /h

Tabla 2. Unidad exterior Sistema VRV

4.1.2. Cassettes en los locales

Se encargan de introducir en la habitación la potencia adecuada a la misma. Su funcionamiento trata de coger aire de la habitación y expulsarlo pasándolo antes entre la batería por la que pasa el refrigerante (según necesidad) proveniente de la bomba de calor. El aire de renovación procedente del exterior también pasa por el cassette para su adecuación a la temperatura interior.

Los equipos instalados en todas las habitaciones son equipos de techo, de potencia variable según la necesidad de la habitación. Las potencias instaladas son:

Modelo	Capacidad nominal Refrigeración	Capacidad nominal Calefacción	Caudal Evaporador
FXFQ20A	2,2 kW	2,5 kW	750 m ³ /h
FXFQ50A	5,6 kW	6,3 kW	930 m ³ /h
FXFQ80A	9,0 kW	10,0 kW	1410 m ³ /h
FXMQ200MA	40 kW	45 kW	6960 m ³ /h

Tabla 3. Unidad interior Sistema VRV

El fabricante te proporciona dos potencias: una calorífica y otra frigorífica. La frigorífica es siempre menor, por lo que dimensionando para ésta cumpliremos siempre las necesidades. Los cassettes instalados en cada habitación están designados en el plano de “Instalación de Cassettes y Tuberías”.

4.2. Cálculo de la Red de Tuberías

El cálculo de la red de tuberías se realiza una vez que conocemos la potencia a instalar en cada habitación. En este caso, el fabricante nos facilita un software para el cálculo de diámetros de las tuberías. La distribución de las tuberías con sus diámetros se puede observar en el plano de “Instalación de Cassettes y Tuberías”.

Autor:
Daniel Martínez Aranda

ANEJO:
INSTALACIÓN DE CASSETTES Y TUBERÍAS

Climatización de un Tanatorio
Universidad de Jaén

Anejo:

Instalación de Frío Industrial

Índice del Anejo: Instalación de Frío Industrial

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN.....	82
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	82
3. PARÁMETROS DEL PROCESO DE CÁLCULO	83
4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN.....	83
4.1. Sala de exposición	83
4.2. Sala de preparación	84

1. OBJETIVO DE LA INSTALACIÓN

El objetivo de la instalación es climatizar poco a poco, de forma continua y eficiente la sala de preparación y los túmulos o salas de exposición de nuestro edificio (Tanatorio), instalando cámaras frigoríficas capaces de aportar la potencia necesaria para mantener a la temperatura necesaria cada sala, según lo requiera cada sala.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La máquina de frío industrial posee un refrigerante que es una mezcla química que tomará calor por contacto al cambiar de su estado líquido a vapor y a causa de esta toma produce el proceso de enfriamiento.

El funcionamiento de una cámara de frío industrial radica en sus componentes que son los siguientes:

- Compresor: En un principio el refrigerante es succionado a través del compresor. Dicho refrigerante es comprimido hasta alcanzar las características solicitadas por el condensador para ingresar al mismo.
- Condensador: Dentro del condensador de la cámara de frío industrial dicho refrigerante realiza una transferencia de calor para un proceso de condensado en el que el fluido superficial es convertido de nuevo en estado líquido.
- Válvula de Expansión: El refrigerante (cuyo estado ahora es líquido saturado) ingresa en dicho componente mencionado. Porción del calor latente es perdido, a causar de la irreversibilidad del proceso, penetrando el refrigerante como una combinación de líquido y vapor al evaporador.
- Evaporador: Esta composición de dos fases burbujea a presión y temperatura constante en el evaporador. Es cuando el fluido superficial adquiere ese calor latente del refrigerante mediante una absorción para enfriarse.

La instalación está calculada de tal forma que en el interior de las salas de exposición tengamos entre 0 °C y 5°C, y en la sala de preparación entre 15°C y 18°C.

3. PARÁMETROS DEL PROCESO DE CÁLCULO

En tanatorios y velatorios la refrigeración es práctica habitual, y en ciertos casos obligatoria, para la conservación temporal del cadáver tras el fallecimiento hasta la inhumación o cremación. Con la entrada en vigor hace unos años de las nuevas normativas autonómicas sobre sanidad mortuoria, los tanatorios deberán adecuar paulatinamente sus instalaciones con la incorporación de sistemas de acondicionamiento de las salas de exposición y preparación de cadáveres así como de cámaras de conservación.

Las temperaturas de conservación de entre 0 y 5°C recomendadas en las salas de exposición de cadáveres así como las temperaturas recomendadas para salas de preparación de entre 15 y 18°C conllevan a la necesidad de dotar los tanatorios con sistemas de refrigeración a media y alta temperatura, como instalaciones independientes de los sistemas de acondicionamiento de aire para las salas de público.

En el presente estudio se aborda el análisis de dichas instalaciones de refrigeración y sus distintas soluciones constructivas, todo ello conforme del marco normativo de aplicación.

4. ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACIÓN

4.1. Sala de exposición

Como tales, deben estar adecuadamente aisladas térmicamente para limitar el consumo energético, y ha de tenerse un especial cuidado en la impermeabilidad de sus cerramientos para evitar la formación de condensaciones así como en el sistema de ventilación. Siempre que sea posible es altamente recomendable construir las salas de exposición en panel aislante para cámaras frigoríficas. El panel aislante se fabrica habitualmente en módulos autoportantes tipo sándwich, constituidos por una doble lámina de acero inyectada con aislamiento térmico de espuma de poliuretano, de un espesor de entre 60 o 80 mm, para limitar las ganancias de calor a 8W por m². En este caso, la propia lámina de acero actúa como barrera de vapor para impedir la condensación de agua en las paredes de la cámara. En aquellos casos en que la sala haya de construirse con fábrica de obra, es recomendable incluir aislamiento térmico

en paredes y techos, que puede ser trasdosado con placas de yeso (si bien puede evitarse el aislamiento en tabiques divisorios entre salas de exposición). Para ello, se recomienda utilizar planchas de aislamiento que incluyan una lámina impermeable al vapor, o bien insertar una barrera de vapor al menos en el lado caliente del aislamiento para evitar la formación de condensaciones en el interior de los cerramientos, lo que daría lugar a aparición de humedades sobre las paredes y suelos. En el caso particular de las salas de exposición, éstas dispondrán de una cristalera impracticable de grandes dimensiones, cuya construcción ha de tratarse adecuadamente. Idealmente la cristalera debería resolverse con vidrio doble con cámara de aire (tipo climalit) o incluso con vidrio triple.

Utilizaremos equipos semicompactos con condensadora horizontal y evaporador de bajo perfil, diseñador para conservación, a temperatura positiva en pequeñas cámaras frigoríficas (equipos de media temperatura).

Modelo	Potencia frigorífica/ Volumen cámara				Caudal condensadora (m³/h)	Caudal evaporador (m³/h)
	0°C		5°C			
	W	m³	W	m³		
MSH-NF-2024	1942	23	2290	36	1150	1050

Tabla 1. Unidad sala de exposición

Estos equipos están dotados de una unidad condensadora, y una unidad evaporadora de media temperatura con sistema de desescarche para eliminar la escarcha que se forma sobre la superficie del evaporador. Adicionalmente, la unidad evaporadora ha de conectarse a un desagüe para evacuar el agua de desescarche.

4.2. Sala de preparación

Las salas de preparación y de prácticas mortuorias, como tales salas de trabajo, han de estar refrigeradas dentro de condiciones de confort en el entorno de trabajo, esto es entre 15 y 18°C. Para este rango de temperatura no es necesario, aunque sí aconsejable, prever un especial aislamiento térmico de los cerramientos de la sala. En ocasiones, puede resultar práctico ejecutar dichas salas con el mismo panel frigorífico que el utilizado para la cámara frigorífica y obtener así un acabado adecuado. En todo

caso las paredes y suelos de la sala deberán estar terminadas con revestimientos lavables.

Utilizaremos equipos frigoríficos semicompactos con evaporador de plafón de doble flujo, diseñado para la refrigeración de recintos refrigerados a alta temperatura.

Incorporan una motocondensadora Sigilus de construcción silenciosa, especialmente diseñada para su instalación en el exterior.

Modelo	Potencia frigorífica/ Volumen cámara				Caudal condensadora (m³/h)	Caudal evaporador (m³/h)
	15°C		18°C			
	W	m³	W	m³		
ASF-DF-1034	4880	58	5385	77	3200	2400

Tabla 2. Unidad sala de preparación

Mediciones

Índice de Mediciones

1. EQUIPOS.....	89
2. TUBERÍAS DE INSTALACIÓN	90
3. CONDUCTOS DE VENTILACIÓN	91

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
1 EQUIPOS		
1,01	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 5,6 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	8
1,02	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 9,0 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	3
1,03	Unidad interior de cassette de flujo radial 360º de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 2,2 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	1
1,04	Unidad interior de conductos de expansión directa, válida para sistemas VRV, con válvula de expansión electrónica. Función de ahorro de energía modo ventilador. Capacidad frigorífica 40 kW. Utiliza refrigerante ecológico R410A.	1
1,05	Unidad exterior de sistema VRV bomba calor calefacción continua de 113 kW de potencia frigorífica con refrigerante R410A. Expansión directa, condensada por aire y tres compresores.	1
1,06	Recuperador de calor del aire de extracción con enfriamiento adiabático de caudal 4250 m3/h	1
1,07	Equipo frigoríficos semicompactos con evaporador de plafón de doble flujo de caudal 2400 m3/h. Utiliza refrigerante ecológico R404A.	1
1,08	Condensadora de construcción silenciosa especial para exteriores de caudal 3200 m3/h. Utiliza refrigerante ecológico R404A.	1
1,09	Equipo frigoríficos semicompactos con evaporador de bajo perfil de caudal 1050 m3/h. Utiliza refrigerante ecológico R404A.	3
1,10	Condensadora horizontal de construcción silenciosa especial para exteriores de caudal 1150 m3/h. Utiliza refrigerante ecológico R404A.	3
		89

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	
2 TUBERÍAS DE INSTALACIÓN			
2,01	m.l. Tubería de cobre de NPS 1 3/8 "	Planta Baja	6,68
		Verticales	2
		Cubierta	1,78
		TOTAL	10,46
2,02	m.l. Tubería de cobre de NPS 1 1/8 "	Planta Baja	14,05
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	14,05
2,03	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4 "	Planta Baja	15
		Verticales	2
		Cubierta	1,78
		TOTAL	18,78
2,04	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2 "	Planta Baja	7,5
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	7,5
2,05	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4 "	Planta Baja	6,2
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	6,2
2,06	m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8 "	Planta Baja	36,8
		Verticales	6
		Cubierta	1,5
		TOTAL	44,3
2,07	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8 "	Planta Baja	44,22
		Verticales	6
		Cubierta	1,5
		TOTAL	51,72

Nº	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	
3 CONDUCTOS DE VENTILACIÓN			
3,01	m2 Conducto ventilación rectangular de 800x600 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	7,71
		Verticales	2
		Cubierta	0
		TOTAL	9,71
3,02	m2 Conducto ventilación rectangular de 800x800 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	0
		Verticales	2
		Cubierta	1,2
		TOTAL	3,2
3,03	m2 Conducto ventilación rectangular de 200x100 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	6,17
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	6,17
3,04	m2 Conducto ventilación rectangular de 800X400 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	2,5
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	2,5
3,05	m2 Conducto ventilación rectangular de 400X100 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	5,25
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	5,25
3,06	m2 Conducto ventilación rectangular de 350x300 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	36,8
		Verticales	6
		Cubierta	1,5
		TOTAL	44,3

3,07	m2 Conducto ventilación rectangular de 400X150 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	2,76
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	2,76
3,08	m2 Conducto ventilación rectangular de 800X300 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	4,96
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	4,96
3,09	m2 Conducto ventilación rectangular de 600X300 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	3,12
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	3,12
3,10	m2 Conducto ventilación rectangular de 600X150 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	6,16
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	6,16
3,11	m2 Conducto ventilación rectangular de 600X250 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	6,78
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	6,78
3,12	m2 Conducto ventilación rectangular de 600X200 mm de espesor 0.6 mm y aislamiento interior	Planta Baja	4,86
		Verticales	0
		Cubierta	0
		TOTAL	4,86

3,13	Rejillas de retorno rectangulares de 200x100 mm	Planta Baja	40
			TOTAL 40
3,14	Rejillas de retorno circulares de 150 mm de diámetro.	Planta Baja	4
			TOTAL 4
3,15	Compuerta monotorizada de 200x200 mm.	Planta Baja	1
			TOTAL 1
3,16	Caja de ventilación con ventilador centrífugo con motor incorporado de 17 W.	Cubierta	3
			TOTAL 3
3,17	Caja de ventilación con ventilador centrífugo con motor incorporado de 49 W.	Cubierta	1
			TOTAL 1

Presupuesto

Índice de Presupuesto

1. PRECIOS SIMPLES.....	97
2. MANO DE OBRA Y MAQUINARIA.....	97
3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	98
4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	102
4.1 Capítulo 1: Instalación de cassettes, máquinas frigoríficas y tuberías	102
4.2 Capítulo 2: Instalación de ventilación	103
5. RESUMEN PRESUPUESTO.....	104

1. PRECIOS SIMPLES

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO
CF001	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 5,6 kW	1700,00
CF002	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 9,0 kW	2090,00
CF003	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 2,2 kW	1513,00
CF004	Ud. interior de conductos de expansión directa de 40kW	4140,00
CF005	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00
CF006	Difusor rotacional en acero galvanizado de 500 mm	58,17
RC001	Ud. Recuperador de calor del aire de extracción	3492,00
EF001	Equipo frigorífico semicompacto 2290 W	2049,83
EF002	Equipo frigorífico semicompacto 5385 W	2746,64
TB001	m.l. Tubería de cobre de NPS 1 1/8 "	10,49
TB002	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8 "	3,38
TB003	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4 "	7,18
TB004	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2 "	4,59
TB005	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4 "	2,33
TB006	m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8 "	5,08
TB007	m.l. Tubería de cobre de NPS 3 1/8 "	12,82
TB008	Material auxiliar fijación tuberías	3,2
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,6
VE001	m2 chapa de aluminio de espesor 6 mm más juntas	1,4
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	5,3
VE003	Rejillas de retorno base rectangular 200x100 mm	10,82
VE004	Ud. Compuerta monotorizada de aluminio 200x200 mm	158,88
VE005	Rejillas de retorno base circular de 150 mm	38,21
VE006	Ud. Exterior caja de ventilación de 17 W	112,51
VE007	Ud. Exterior caja de ventilación de 49 W	116,61

2. MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

COD	DENOMINACIÓN	PRECIO
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,1
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82
MO004	h. Ayudante fontanero	16,1
MA001	h. Equipo montacargas ligero	0,75
MA001	h. Equipo montacargas pesado	12,2

3. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

1,01	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360° de 5,6 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF001	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 5,6 kW	1132,00	1,00	1132,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF005	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			26,33
	Costes indirectos 3%			39,50
				1.382,38
1,02	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360° de 9,0 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF002	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 9,0 kW	2090,00	1,00	2090,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF005	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			45,49
	Costes indirectos 3%			68,24
				2.388,28
1,03	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360° de 2,2 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF002	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 2,2 kW	1513,00	1,00	1513,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,60	10,69
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,60	9,66
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF005	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			33,95
	Costes indirectos 3%			50,93
				1.782,43
1,04	Ud. Instalación máquina de conductos 40 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF002	Ud. interior cassette de flujo radial 360° de 2,2 kW	4140,00	1,00	4140,00
CF006	Difusor rotacional en acero galvanizado de 500 mm	58,17	6,00	349,02
VE001	m2 conducto rectangular de aluminio de espesor 6mm de 800x400 mm	20,40	4,00	81,60
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,50	24,15
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
CF005	Ud. controlador remoto inalámbrico	164,00	1,00	164,00
	Medios auxiliares 2%			95,89
	Costes indirectos 3%			143,84
				5.034,34
1,05	Ud. Instalación Bomba de Calor 113 kW			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
BC001	Ud. Exterior bomba de calor 73,5 kW	45493,00	1,00	45493,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	2,00	35,64
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	2,00	32,20
MA001	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,50	18,30
	Medios auxiliares 2%			911,58
	Costes indirectos 3%			1366,83
				34333,76

1,06	Ud. Instalación del recuperador de calor del aire de extracción			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF002	Ud. Recuperador de aire de extracción	3492,00	1,00	3492,00
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,20	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,20	19,32
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación 5,30	1	5,3	5,30
	Medios auxiliares 2%			70,76
	Costes indirectos 3%			106,15
				3.715,11
1,07	Ud. Instalación del equipo frigorífico de alta temperatura con evaporador de plafón			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF002	Ud. Frigorífica de alta temperatura	2746,64	1,00	2746,64
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,20	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,20	19,32
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
	Medios auxiliares 2%			55,75
	Costes indirectos 3%			83,63
				2.926,92
1,08	Ud. Instalación del equipo frigorífico de media temperatura			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
CF002	Ud. Frigorífica de media temperatura	2049,83	1,00	2049,83
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,20	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,20	19,32
MA001	h. Equipo montacargas ligero	1,00	0,20	0,20
	Medios auxiliares 2%			41,81
	Costes indirectos 3%			62,72
				2.195,27
2,01	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1 3/8 " colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB001	m.l. Tubería de cobre de NPS 1 3/8"	12,82	1,00	12,82
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,73
	Costes indirectos 3%			1,10
				38,41
2,02	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1 1/8 " colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB002	m.l. Tubería de cobre de NPS 1 1/8"	10,49	1,00	10,49
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,69
	Costes indirectos 3%			1,03
				35,96
2,03	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB003	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4"	7,18	1,00	7,18
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,62
	Costes indirectos 3%			0,93
				32,49

2,04	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB004	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2"	4,59	1,00	4,59
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,57
	Costes indirectos 3%			0,85
				29,77
2,05	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB005	m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4"	2,33	1,00	2,33
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,52
	Costes indirectos 3%			0,78
				27,39
2,06	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB006	m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8"	5,08	1,00	5,08
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,58
	Costes indirectos 3%			0,87
				30,28
2,07	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8" colocada en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TB007	m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8"	3,38	1,00	3,38
MO003	h. Oficial 1ª Fontanero	17,82	0,50	8,91
MO004	h. Ayudante Fontanero	16,10	0,50	8,05
TB008	m.l. Material auxiliar fijación de tuberías	3,20	1,00	3,20
TB009	m.l. Material aislante tuberías	3,60	1,00	3,60
	Medios auxiliares 2%			0,54
	Costes indirectos 3%			0,81
				28,50
3,01	Ud. m2 conducto de ventilación colocado en obra			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE001	m2 chapa de aluminio de espesor 6 mm más juntas	1,40	1,00	1,40
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,50	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,50	8,05
	Medios auxiliares 2%			0,39
	Costes indirectos 3%			0,59
				20,30

3,12	Ud. Compuerta de aire monotorizada de aluminio de 200x200 mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE004	Ud. Compuerta de aire monotorizada de aluminio de 200x200 mm	158,88	1,00	158,88
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,00	17,82
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,00	16,10
	Medios auxiliares 2%			3,88
	Costes indirectos 3%			5,93
				203,56
3,13	Rejillas de retorno base rectangular 200 x 100 mm aluminio			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE004	Rejillas retorno rectangular 200x100 mm aluminio	10,82	1,00	10,82
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,50	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,50	8,05
	Medios auxiliares 2%			0,57
	Costes indirectos 3%			0,86
				30,18
3,14	Rejillas de retorno base circular 150 mm			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE005	Rejillas retorno base circular 150 mm	38,21	1,00	38,21
VE002	Material auxiliar fijación conductos de ventilación	0,96	1,00	0,96
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	0,50	8,91
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	0,50	8,05
	Medios auxiliares 2%			1,12
	Costes indirectos 3%			1,68
				58,94
3,17	Ud. Instalación caja de ventilación 17 W			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE006	Ud. Exterior caja de ventilación	112,51	1,00	112,51
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,20	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,20	19,32
MA001	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,50	18,30
	Medios auxiliares 2%			3,43
	Costes indirectos 3%			5,14
				180,08
3,16	Ud. Instalación caja de ventilación 49 W			
COD	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
VE007	Ud. Exterior caja de ventilación	116,61	1,00	116,61
MO001	h. Oficial 1ª Instalador de climatización	17,82	1,20	21,38
MO002	h. Ayudante instalador de climatización	16,10	1,20	19,32
MA001	h. Equipo montacargas pesado	12,20	1,50	18,30
	Medios auxiliares 2%			3,5
	Costes indirectos 3%			5,27
				184,39

4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

4.1 Capítulo 1: Instalación de cassettes, máquinas frigoríficas y tuberías

PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1,01	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 5,6 kW	1382,38	8,00	11059,04
1,02	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 9,0 kW	2388,28	3,00	7164,84
1,03	Ud. Instalación cassette de flujo radial 360º de 2,2 kW	1782,43	1,00	1782,43
1,04	Ud. Instalación máquina de conductos 40 kW	5034,34	1,00	5034,34
1,05	Ud. Instalación Bomba de Calor 113 kW	34333,76	1,00	34333,76
1,07	Ud. Instalación del equipo frigorífico de alta temperatura	2926,92	1,00	2926,92
1,08	Ud. Instalación del equipo frigorífico de media temperatura	2195,27	3,00	6585,81
2,01	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1 3/8 " colocada en obra	38,43	10,46	401,98
2,02	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1 1/8 " colocada en obra	35,90	14,05	504,40
2,03	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 3/4 " colocada en obra	32,49	18,75	609,19
2,04	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1/2 " colocada en obra	29,77	7,05	209,88
2,05	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 1/4 " colocada en obra	27,39	6,20	169,82
2,06	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 5/8 " colocada en obra	30,28	44,30	1341,40
2,07	Ud. m.l. Tubería de cobre de NPS 3/8 " colocada en obra	28,50	51,72	1474,02
				73.597,82 €

Total Capítulo 1: **73.597,82 €**

4.2 Capítulo 2: Instalación de ventilación

PARTIDA	DENOMINACIÓN	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
1,06	Ud. Instalación del recuperador de calor del aire de extracción	3715,11	1	3715,11
3,16	Ud. Instalación caja de ventilación 17 W	180,08	3	540,24
3,17	Ud. Instalación caja de ventilación 49 W	184,39	1	184,39
3,01	m: Conducto ventilación rectangular de 800x600 y espesor 6 mm	20,3	9,71	197,113
3,02	m: Conducto ventilación rectangular de 800x800 y espesor 6 mm	20,3	3,2	64,96
3,03	m: Conducto ventilación rectangular de 200x100 y espesor 6 mm	20,3	6,17	125,251
3,04	m: Conducto ventilación rectangular de 800x400 y espesor 6 mm	20,3	2,5	50,75
3,05	m: Conducto ventilación rectangular de 400x100 y espesor 6 mm	20,3	5,25	106,575
3,06	m: Conducto ventilación rectangular de 300x300 y espesor 6 mm	20,3	44,3	899,29
3,07	m: Conducto ventilación rectangular de 250x250 y espesor 6 mm	20,3	2,76	56,028
3,08	m: Conducto ventilación rectangular de 800x300 y espesor 6 mm	20,3	4,96	100,688
3,09	m: Conducto ventilación rectangular de 600x300 y espesor 6 mm	20,3	3,12	63,336
3,1	m: Conducto ventilación rectangular de 600x150 y espesor 6 mm	20,3	6,16	125,048
3,11	m: Conducto ventilación rectangular de 600x250 y espesor 6 mm	20,3	6,78	137,634
3,12	m: Conducto ventilación rectangular de 600x200 y espesor 6 mm	20,3	4,86	98,658
3,13	Rejillas de retorno 200x100mm	30,18	40	1207,2
3,14	Rejillas de retorno circulares 150 mm diámetro	58,94	4	235,76
3,15	Ud. Compuerta de aire monotorizada de aluminio de 200x200 mm	203,56	1	203,56
				8.111,59€

Total Capítulo 2: **8.111,59 €**

5. RESUMEN PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1: Instalación de cassettes, máquinas frig. y tuberías	73.597,82 €
CAPÍTULO 2: Instalación de renovación de aire	8.111,59 €
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	81.709,41 €
Gastos Generales 16% sobre el PEM	13.073,51 €
Beneficio Industrial 6% sobre el PEM	4.902,56 €
Presupuesto de Contratación	99.685,48 €
IVA 21%	20.933,95 €
TOTAL PRESUPUESTO	120.619,43 €

El presupuesto del presente proyecto, incluido el IVA, asciende a la cantidad de CIENTO VEINTE MIL SEISCIENTOS DIECINUEVE euros y CUARENTA y TRES céntimos (120.619,43).

Pliego de Condiciones

Índice de Pliego de Condiciones

1. MATERIALES Y EQUIPOS	109
1.1. Tuberías para sistema VRV y Máquinas frigoríficas	109
1.2. Valvulería	109
1.3. Material chapara conductos de ventilación	110
1.4. Material chapara conductos de ventilación	110
1.5. Recuperador de calor	111
2. RECEPCIÓN DE MATERIALES	111
3. INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES	111
4. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	113
4.1. General	113
4.2. Pruebas parciales	114
4.2.1 Pruebas de equipos	114
4.2.2 Pruebas de estanqueidad de redes hidráulicas	114
4.3. Puesta en marcha y pruebas funcionales	115
4.4. Comprobaciones finales	116

En el Pliego de Condiciones Técnicas particulares para el presente Trabajo de Fin de Grado de CLIMATIZACIÓN DE TANATORIO se indicarán las Condiciones Técnicas relativas a:

- 1.- Características de los materiales y equipos
- 2.- Recepción de los materiales
- 3.- Instalación de los materiales
- 4.- Pruebas, puesta en marcha y recepción

1. MATERIALES Y EQUIPOS

Las características de los materiales y equipos a instalar serán las siguientes:

1.1. Tuberías para sistema VRV y Máquinas frigoríficas

Los materiales empleados en las canalizaciones de las instalaciones serán tubos de cobre tanto para el líquido como para el gas. Estos tubos estarán recubiertos de aislante.

1.2. Valvulería

Las válvulas estarán completas y cuando dispongan de volante, el diámetro mínimo exterior del mismo se recomienda que sea cuatro veces el diámetro nominal de la válvula sin sobrepasar 20 cm. En cualquier caso permitirá que las operaciones de apertura y cierre se hagan cómodamente. Serán estancas, interior y exteriormente, es decir, con la válvula en posición abierta y cerrada, a una presión hidráulica igual a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 600 kPa. Esta estanqueidad se podrá lograr accionando manualmente la válvula. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 kPa deberá llevar troquelada la presión máxima de trabajo a que puede estar sometida.

Las válvulas y grifos, hasta un diámetro nominal de 50 mm estarán construidas en bronce o latón. Las válvulas de más de 50 mm de diámetro nominal serán de fundición y bronce o de bronce cuando la presión que van a soportar no sea superior a 400 kPa y de acero o de acero y bronce para presiones mayores. La pérdida de carga de las válvulas, estando completamente abiertas y circulando por ellas un caudal igual al que circularía por una tubería del mismo diámetro nominal que la válvula, cuando la velocidad del agua para esa tubería fuese de 0,9 m/s., no será superior a la producida por una tubería de hierro del mismo diámetro.

La elección de las válvulas se realizará, de acuerdo con la función que desempeñen y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura) siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- a) para aislamiento: válvulas de esfera;

- b) ra equilibrado de circuitos: válvulas de asiento;
- c) para vaciado: válvulas de esfera o de macho;
- d) para llenado: válvulas de esfera;
- e) para purga de aire: válvulas de esfera o de macho;
- f) para seguridad: válvula de resorte;
- g) para retención: válvulas de disco de doble compuerta.

1.3. Material chapara conductos de ventilación

Suministro e instalación de red de conductos de ventilación, constituida por conductos de chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta. Incluso p/p de recorte de materiales, uniones, refuerzos, tapas de registro, elementos de fijación, conexiones entre la red de conductos y ventiladores o cajas de ventilación, accesorios y piezas especiales realizadas con chapa metálica, sin incluir compuertas de regulación o cortafuego, ni rejillas y difusores. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio.

Para evitar que se produzca el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se tomarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto físico entre ellos

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial 3 Evitar el contacto entre los elementos metálicos y el yeso.

1.4. Material chapara conductos de ventilación

Los filtros de aire serán del tipo seco regenerable e irán dispuestos en secciones, cuyos tamaños serán los normales del comercio. Su instalación será tal que filtren, tanto el aire exterior como el de recirculación y que permitan un fácil desmontaje para las periódicas limpiezas. Las secciones del filtro estarán constituidas por marcos metálicos galvanizados, con malla metálica que sirva de soporte al material filtrante. Todos los materiales utilizados en la construcción de los filtros deberán ser anticorrosivos.

1.5. Recuperador de calor

Intercambiador de placas de aluminio con eficiencia entre 52% a 55% en caja en acero galvanizado con aislamiento acústico integrado. Caudales nominales de hasta 4250 m³/h en versión única de renovación de aire sin aportación de calefacción. Módulo adiabático con consiguiente incremento de la eficiencia en funcionamiento.

2. RECEPCIÓN DE MATERIALES

Los materiales y equipos que se suministren responderán fielmente a las características indicadas en el presente Pliego de Condiciones y en el resto de los Documentos de este Proyecto.

Se suministrarán al lugar de montaje en perfecto estado con su embalaje original y se almacenarán en lugar seguro y resguardado de la intemperie.

Todos los materiales y equipos serán revisados antes de su colocación y serán sometidas a las revisiones y controles que la Dirección Técnica considere oportuno.

3. INSTALACIÓN DE LOS MATERIALES

Las instalaciones se realizarán teniendo en cuenta la práctica normal conducente a obtener un buen funcionamiento durante el periodo de vida que se les puede atribuir, siguiendo en general las instrucciones de los fabricantes de la maquinaria. La instalación será especialmente cuidada en aquellas zonas en que, una vez montados los aparatos, sea de difícil reparación cualquier error cometido en el montaje, o en las zonas en que las reparaciones obligasen a realizar trabajos de albañilería. El montaje se la instalación se ajustará a los planos y condiciones del proyecto.

Durante la instalación de la maquinaria, el instalador protegerá debidamente todos los aparatos y accesorios, colocando tapones o cubiertas en las tuberías que vayan a quedar abiertas durante algún tiempo. Una vez terminado el montaje se procederá a una limpieza general de todo el equipo, tanto exterior como interiormente. La limpieza interior de radiadores, baterías, calderas, enfriadores, tuberías, etc., se realizará con disoluciones químicas para eliminar el aceite y la grasa principalmente.

Todas las válvulas, motores, aparatos, etc., se montarán de forma que sean fácilmente accesibles para su conservación, reparación o sustitución. Los envolvertes metálicos o protecciones se asegurarán firmemente pero al mismo tiempo serán fácilmente desmontables. Su construcción y sujeción será tal que no se produzcan vibraciones o ruidos molestos. Las conducciones estarán identificadas mediante colores normalizados UNE con indicación del sentido de flujo del fluido que circula por ellas.

Cuando las tuberías pasen a través de muros, tabiques, formados, etc., se dispondrán manguitos protectores que dejen espacio libre alrededor de la tubería, debiéndose rellenar este espacio de una materia plástica.

Los tubos tendrán la mayor longitud posible, con objeto de reducir al mínimo el número de uniones. Al realizar la unión de dos tuberías no se forzarán éstas, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud. No se podrán realizar uniones en los cruces de muros, forjados, etc. Todas las uniones deberán poder soportar una presión superior en un 50% a la de trabajo.

Se evitará en lo posible la utilización de materiales diferentes en una canalización, de manera que no se formen pares galvánicos. Las tuberías ocultas en el terreno deberán disponer de una adecuada protección anticorrosiva.

Las conexiones de los aparatos y equipos a las redes de tuberías se harán de forma que no exista interacción mecánica entre aparato y tubería, exceptuando las bombas en línea y no debiendo transmitirse al equipo ningún esfuerzo mecánico a través de la conexión procedente de la tubería. Toda conexión será realizada de tal manera que pueda ser fácilmente desmontable para sustitución o reparación del equipo o aparato.

En los tramos curvos, los tubos no presentarán garrotas y otros defectos análogos, ni aplastamiento y otras deformaciones en su sección transversal. Siempre que sea posible, las curvas se realizarán por cintrado de los tubos, o con piezas curvas, evitando la utilización de codos. Los cintrados de los tubos hasta 50 mm se podrán hacer en frío, haciéndose los demás en caliente.

Los elementos de control y regulación serán los apropiados para los campos de temperaturas, humedades, presiones, etc., en que normalmente va a trabajar la instalación. Los elementos de control y regulación estarán situados en locales o elementos de tal manera que den indicación correcta de la magnitud que deben medir o regular, sin que esta indicación pueda estar afectada por fenómenos extraños a la magnitud que se quiere medir o controlar. Todos los aparatos de regulación irán colocados en un sitio en el que fácilmente se pueda ver la posición de la escala indicadora de los mismos o la posición de regulación que tiene cada uno.

4. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

4.1. General

Todos los materiales y equipos se someterán a las siguientes pruebas:

1. La ejecución de la instalación termina con la entrega de la instalación al promotor o usuario para iniciar el periodo de uso así como el de mantenimiento.
2. La entrega se realiza en el proceso de recepción que intercala un periodo de tiempo transitorio (desde la provisional a la definitiva) donde, aunque la propiedad sea del promotor, existen se realizan comprobaciones, modificaciones y funcionamiento normal de la instalación.
3. Para realizar la recepción de la instalación deberían estar realizadas, además del montaje completo, las pruebas y ajustes especificados, así como la puesta en marcha.
4. El instalador se responsabilizará de la ejecución de las pruebas funcionales, del buen funcionamiento de la instalación y del estado de la misma hasta su entrega a la propiedad.
5. El instalador, salvo orden expresa, entregará la instalación llena y en funcionamiento.
6. Al objeto de la recepción de la instalación se entenderá que el funcionamiento de la misma es correcto, cuando la instalación satisfaga como mínimo las pruebas parciales incluidas en el presente capítulo.

4.2. Pruebas parciales

1. Todas las pruebas estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción a obra.
2. Durante la ejecución de obra, todos los tramos de tubería, uniones o elementos que vayan a quedar ocultos, deberían ser expuestos para su inspección y deberían quedar expresamente aprobado su montaje antes de quedar ocultos.
3. Adicionalmente, se inspeccionarán los soportes de tubería utilizados, los diámetros, trazados y pendientes de tuberías, la continuidad de los aislamientos, etc.

4.2.1 Pruebas de equipos

1. Los materiales y componentes deberían llegar a obra con Certificación de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor. Su recepción se realizará comprobando el cumplimiento de las especificaciones de proyecto y sus características aparentes.
2. Se registrarán los datos de funcionamiento para que puedan ser comparados con los de proyecto.

4.2.2 Pruebas de estanqueidad de redes hidráulicas

1. Todas las redes de circulación de fluidos portadores deberían ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.
2. Son aceptables las pruebas realizadas de acuerdo a UNE 100151, en función del tipo de fluido transportado.
3. El procedimiento a seguir para las pruebas de estanqueidad hidráulica, en función del tipo de fluido transportado y con el fin de detectar fallos de continuidad en las tuberías de circulación de fluidos portadores, comprenderá las fases que se relacionan a continuación.
4. Las pruebas de estanqueidad requerirán el cierre de todos los terminales abiertos. Debería comprobarse que los aparatos y accesorios que queden incluidos en la sección de la red que se pretende probar puedan soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales aparatos y accesorios deberían quedar excluidos, cerrando válvulas o sustituyéndolos por tapones. Es fundamental una

prueba de estanqueidad con nitrógeno seco a 30 bar de presión de al menos 1 semana una vez terminada la instalación.

5. Para ello, una vez completada la instalación, la limpieza podrá efectuarse llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, con agua o con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

4.3. Puesta en marcha y pruebas funcionales

1. Las pruebas funcionales permitirán comprobar que las condiciones y los parámetros de funcionamiento cumplen las especificaciones de proyecto
2. Se podrán emplear los procedimientos y criterios descritos en la norma UNE- ENV 12977-2:2002 Sistemas solares térmicos y componentes. Instalaciones a medida.
3. Se comprobará el comportamiento global de la instalación realizando una prueba de funcionamiento diario, consistente en verificar, que en un día claro, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al atardecer.
4. Se realizará el llenado de circuitos y la purga del aire de la instalación. La operación de llenado y purga debería completarse con el funcionamiento de bombas que permitan arrastrar las bolsas y burbujas de aire de toda la instalación.
5. Se pondrán en funcionamiento las bombas de circulación de agua, verificando y anotando los parámetros de funcionamiento: caudales, presión y consumo eléctrico.
6. Se verificará que al circular el agua se produce el calentamiento de los circuitos.
7. Se comprobará que al producirse el calentamiento de los fluidos de los circuitos, el incremento de presión de los circuitos es el adecuado.
8. Se verificarán los caudales de agua de cada circuito y se realizará comprobación del equilibrado hidráulico de la instalación, realizando los ajustes necesarios para conseguir los valores definidos en el proyecto.
9. Se realizarán medidas de temperatura del fluido en los puntos previstos de la instalación.
10. Se comprobará el arranque automático y sin intervención del usuario del

conjunto de las instalaciones, verificando expresamente que no se ha perdido líquido de los circuitos y las bombas mueven el caudal de diseño.

11. Se medirán los niveles de ruido producidos por bombas y fluidos en movimiento.
12. Todas las pruebas, controles y actuaciones realizadas durante las pruebas, ajustes y puesta en marcha deberían quedar adecuadamente registrado en el registro previsto, con los resultados obtenidos, e incorporado al resto de la documentación de la instalación.

4.4. Comprobaciones finales

Las pruebas funcionales permitirán comprobar que las condiciones y los parámetros de funcionamiento satisfacen los requisitos de proyecto:

- Comprobación del funcionamiento de la instalación en distintos regímenes de funcionamiento dentro del rango: sin consumo o con consumo doble del previsto en proyecto.
- Comprobación de la eficiencia energética del sistema de ventilación.
- Comprobación de los recuperadores de calor y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica.
- Comprobación del rendimiento de la instalación de los cassettes.
- Comprobación del funcionamiento de los elementos de regulación y control
- Comprobación de las temperaturas y los saltos térmicos de todos los circuitos
- Comprobación que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes.
- Comprobación del funcionamiento y del consumo de los grupos de bombeo en las condiciones reales de trabajo y la comprobación de la estanqueidad de los mismos.

Estudios con Entidad Propia

Índice Estudios con Entidad Propia

1.	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	120
1.1.	Riesgo de daños a terceros.....	120
1.2.	Asistencia a accidentados	120
1.3.	Recepción y acopio de material y maquinaria	120
1.4.	Montaje de tuberías.....	120
1.5.	Montaje de conductos y rejillas	121
1.6.	Puesta a punto y pruebas	121
2.	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	121
2.1.	Eliminación de residuos	122

1. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

1.1. Riesgo de daños a terceros

Para evitar daños a terceros la obra se vallará en todo su perímetro y no se permitirá la entrada a toda persona ajena a la misma. Los riesgos más probables son:

- Caída de objetos de cualquiera de las plantas
- Caída de personas a zanjas si transitan cuando se realizan las excavaciones
- Atropellos por maquinaria pesada

1.2. Asistencia a accidentados

En la obra existirá un plano de la zona en el que se indicarán los centros médicos más cercanos, donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Así mismo existirá un listado telefónico donde figuren los teléfonos y direcciones de los citados centros, así como los servicios de ambulancias, taxis, etc, más cercanos, para un rápido traslado de los accidentados.

1.3. Recepción y acopio de material y maquinaria

Se preparará la zona del solar para recibir a los camiones. Se alzarán los materiales con ayuda de balancines mediante el gancho de la grúa, posándose en el suelo sobre una superficie preparada “a priori” evitando así los riesgos de atrapamiento, corte o caída por balanceo de la carga, además de desplomes sobre personas y riesgos por interferencias en lugares de paso.

1.4. Montaje de tuberías

El transporte de tuberías se realizarán inclinando la carga hacia atrás evitando así golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados.

1.5. Montaje de conductos y rejillas

Los tramos de conductos se transportarán mediante eslingas que los abracen de boca a boca por el interior del conducto, evitando el riesgo de derrame de la carga sobre personas y el riesgo de caída por balanceo de la carga, por choque o viento. Se procederá de la misma forma para el transporte y ubicación de los conductos, de gran tamaño en fibra de vidrio. Las rejillas se montarán desde escaleras de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, eliminando el riesgo de caída.

1.6. Puesta a punto y pruebas

Antes y durante el inicio de la puesta en marcha se instalarán las protecciones en las partes móviles y se informaría mediante un letrero el corte momentáneo de la energía eléctrica de red.

2. GESTIÓN DE RESIDUOS

Los residuos que se espera generar en la instalación que se proyecta serán principalmente los procedentes de las reformas de las habitaciones y demás espacios habitables para la instalación de tuberías y cassettes además de los tubos de ventilación y recuperador de calor.

Codificados mediante el código LER (Orden MAM/304/2002) y expresando los volúmenes de cada elemento, se tendrán los siguientes residuos:

Código	Denominación	Volumen (m3)
17 02 03	Plástico	0,2
17 04 01	Cobre, bronce, latón	0,01
17 04 02	Aluminio	0,01
17 04 05	Hierro y acero	0,01
17 04 07	Metales mezclados	0,01
17 04 11	Cables	0,02
17 05 04	Tierra y piedras	0,4
17 06 04	Materiales de aislamiento	0,01
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición	0,15
20 01 01	Papel y cartón	0,2
20 01 28	Pinturas, tintas, adhesivos y resina	0,01
20 01 35	Equipos eléctricos y electrónicos desechados	0,2
		1,23

2.1. Eliminación de residuos

Dado el volumen de residuos que se espera generar, será necesaria la utilización de un contenedor de un volumen de 2 m³ que descargará en cualquier vertedero autorizado situado en un radio de 50 km.