



**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

## TRABAJO FIN DE GRADO CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL EN CUENCA

Autor: Ignacio Antoñanzas Bernar

Director: Fernando Cepeda Fernández

Madrid

Agosto 2021



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
Climatización de un hotel en Cuenca  
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2020/21 es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido  
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Ignacio Antoñanzas Bernar

Fecha: 27/08/2021

Autorizada la entrega del proyecto  
EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Fernando Cepeda

Fecha: 29/ 08/ 2021





**COMILLAS**  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO  
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL EN CUENCA

Autor: Ignacio Antoñanzas Bernar

Director: Fernando Cepeda Fernández

Madrid

Agosto 2021



# CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL EN CUENCA

**Autor: Antoñanzas Bernar, Ignacio.**

Director: Cepeda Fernández, Fernando.

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es diseñar una instalación de climatización para un hotel en Cuenca. Se procederá a calcular las cargas de verano y de invierno. Con estos resultados se diseñarán las tuberías y los conductos de la instalación a la vez que los equipos terminales. Posteriormente se dimensionarán los equipos primarios necesarios, y se procederá a realizar un presupuesto. En todo momento se considerará y respetará el marco legal vigente.

**Palabras clave:** Cargas, tuberías, conductos, equipos.

### 1. Introducción

El edificio está dividido en cuatro plantas. Un sótano, la planta baja y dos plantas de habitaciones. El sótano y la planta baja cuentan con estancias diversas como algún despacho o sala de reuniones. Además, la planta baja cuenta con un salón y una cafetería. Las dos siguientes plantas están aprovechadas con habitaciones sencillas y dos aptas para discapacitados. Este hotel tiene además un garaje y una cubierta. En ésta última es donde se encontrará la maquinaria necesaria para la instalación.

### 2. Definición del Proyecto

El objetivo es mantener temperaturas interiores de 25 grados en verano y 21 grados en invierno en todas las zonas climatizadas del edificio.

El primer paso es calcular la carga climática de la región (Cuenca). Para ello se utiliza el manual Carrier, que proporciona datos climáticos de la Península Ibérica. Se ha tomado como referencia la carga climática máxima, a saber, el día más caluroso en verano y el día más caluroso en invierno. Esto se hace para ajustar correctamente el tamaño de los dispositivos, y que siempre funcionen dentro de su rango de posibilidades.

Una vez calculada la carga, se puede determinar y seleccionar el tamaño del equipo. Hay dos instalaciones principales:

- Tuberías y fan coils: las bombas transportan agua a los fan coils a través de tuberías y son las encargadas de resistir las cargas sensibles y potenciales en cada habitación. Hay un circuito de agua fría que se encarga de transportar el agua a una temperatura de 7 grados y luego devolverla a 12 grados, y otro circuito de agua caliente que eleva la temperatura del agua a 60 grados y luego vuelve a 50 grados. Cada circuito tiene su propia bomba.
- Climatización y conductos, encargados de la renovación de aire exigida por normativa.

Estos dos tipos de redes están alimentados por un sistema de producción de calefacción y refrigeración central instalado en la cubierta del edificio.

Las dimensiones de las tuberías y conductos se completan con el apoyo de esquemas y gráficas que permiten calcular las pérdidas incurridas para que se pueda determinar correctamente el tamaño del equipo de impulso. Los circuitos que transportan aire están formados por climatizadores y conductos. Por otro lado, el equipo que se encarga de distribuir el agua son las tuberías y bombas de agua. Además, se deben agregar varios accesorios a estas tuberías y conductos, como codos, tes, válvulas de control, de regulación y de retención, y sistemas reductores.

### **3. Resultados**

Debido al diseño del edificio y sus condiciones, se han establecido dos circuitos principales de tuberías: Planta Baja y Sótano, y Planta Primera y Segunda. En el caso de los conductos se han diseñado cuatro circuitos: Uno separado que se encarga de climatizar el salón y la cafetería, otros dos para cada planta de habitaciones, y finalmente uno que se encarga de los fancoils de la planta baja y el sótano. Todas estas redes están representadas en los planos realizados con la herramienta Autocad.

Para los equipos principales, se utilizarán dos calderas encargadas de la producción de agua caliente, y cinco enfriadoras para el agua fría

Finalmente, se ha realizado un presupuesto. A lo largo de todo el proyecto, una de las pautas ha sido optimizar todos los equipos para minimizar los costos de instalación. Así, el coste total del proyecto de instalación es: 514.316,49 euros.

Se ha añadido un pliego de condiciones que muestra los requerimientos de los equipos durante su uso y mantenimiento.

# **AIR-CONDITIONING OF A HOTEL IN CUENCA**

**Author: Antoñanzas Bernar, Ignacio.**

Director: Cepeda Fernández, Fernando.

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

## **ABSTRACT**

The aim of the project is to design an air conditioning installation for a hotel in Cuenca. The summer and winter loads will be calculated. With these results, the pipes and ducts of the installation will be designed, together with the terminal equipment. Subsequently, the necessary primary equipment will be dimensioned and a quotation will be prepared. The current legal framework will be considered and respected at all times.

**Keywords:** Loads, pipes, ducts, equipment.

## **1. Introduction**

The building is divided into four floors. A basement, the ground floor and two floors of rooms. The basement and the ground floor have various rooms such as an office or a meeting room. In addition, the ground floor has a lounge and a cafeteria. The next two floors are used for single rooms and two rooms suitable for the disabled. The hotel also has a garage and a roof terrace. The latter is where the machinery necessary for the installation will be located.

## **2. Project Definition**

The objective is to maintain indoor temperatures of 25 degrees in summer and 21 degrees in winter in all air-conditioned areas of the building.

The first step is to calculate the climatic load of the region (Cuenca). For this purpose, the Carrier manual is used, which provides climatic data for the Iberian Peninsula. The maximum climatic load has been taken as a reference, namely the hottest day in summer and the hottest day in winter. This is done in order to adjust the size of the devices correctly, so that they always work within their range of possibilities.

Once the load has been calculated, the size of the equipment can be determined and selected. There are two main installations:

- Piping and fan coils: pumps transport water to the fan coils through pipes and are responsible for resisting the sensible and potential loads in each room. There is a cold water circuit that transports the water to a temperature of 7 degrees and then returns it to 12 degrees, and a hot water circuit that raises the water temperature to 60 degrees and then returns it to 50 degrees. Each circuit has its own pump.

- Air conditioning and ducts, responsible for the air renewal required by regulations.

These two types of networks are fed by a central heating and cooling production system installed on the roof of the building.

The dimensions of the pipes and ducts are completed with the support of diagrams and graphs that allow the losses incurred to be calculated so that the size of the impulse equipment can be correctly determined. The circuits that transport air are made up of air conditioners and ducts. On the other hand, the equipment that is responsible for distributing the water are the water pipes and pumps. In addition, various fittings must be added to these pipes and ducts, such as elbows, tees, control, regulating and check valves, and reducing systems.

### **3. Results**

Due to the design of the building and its conditions, two main pipe circuits have been established: Ground Floor and Basement, and First and Second Floor. In the case of ducts, four circuits have been designed: One separate one that is in charge of air-conditioning the lounge and cafeteria, another two for each floor of rooms, and finally one that is in charge of the fancoils of the ground floor and basement. All these networks are represented in the plans made with the Autocad tool.

For the main equipment, two boilers will be used to produce hot water and five chillers for cold water.

Finally, a budget has been drawn up. Throughout the project, one of the guidelines has been to optimise all the equipment in order to minimise installation costs. Thus, the total cost of the installation project is: 514,316.49 euros.

A set of specifications has been added showing the requirements of the equipment during use and maintenance.

# ÍNDICE

## 1. MEMORIA

<b>1.1 Objeto</b> .....	9
<b>1.2 Normativa vigente</b> .....	9
<b>1.3 Bases de diseño</b>	
<b>1.3.1 Descripción del edificio</b> .....	10
<b>1.3.2 Características constructivas</b> .....	10
1.3.2.1 Descripción de los cerramientos	
1.3.2.2 Características de los cerramientos	
1.3.2.3 Factores de orientación	
<b>1.3.3 Condiciones climatológicas exteriores</b> .....	11
<b>1.3.4 Condiciones internas</b> .....	13
1.3.4.1 Temperaturas objetivo	
1.3.4.2 Niveles de ocupación e iluminación	
1.3.4.3 Requisitos de la norma	
<b>1.4 Cálculos de cargas</b>	
<b>1.4.1 Cargas de verano</b> .....	14
1.4.1.1 Cargas debidas a la radiación solar a través de cristales	
1.4.1.2 Cargas debidas a la transmisión por paredes y muros exteriores	
1.4.1.3 Cargas debidas a la transmisión por muros interiores	
<b>1.4.2 Cargas de invierno</b> .....	16
<b>1.4.3 Resultados de las cargas</b> .....	17
<b>1.5 Diseño de la instalación</b> .....	22
<b>1.5.1 Cálculo y selección de fan-coils</b> .....	23
<b>1.5.2 Redes de tuberías</b> .....	26
<b>1.5.3 Válvulas</b> .....	29
<b>1.5.4 Selección de bombas</b> .....	29
<b>1.5.5 Redes de conductos</b> .....	30
<b>1.5.6 Cálculo y selección de climatizadores</b> .....	31
<b>1.5.7 Selección de productores primarios</b> .....	33

<b>2. ANEXOS</b>	
<b>2.1 Cálculo de cargas</b> .....	36
<b>2.2 Redes de tuberías</b> .....	39
<b>2.3 Redes de conductos</b> .....	45
<b>2.4 Válvulas</b> .....	49
<b>3. PLANOS</b>	
<b>3.1 Red de conductos sótano</b> .....	53
<b>3.2 Red de conductos planta baja</b> .....	54
<b>3.3 Red de conductos planta primera</b> .....	55
<b>3.4 Red de conductos planta segunda</b> .....	56
<b>3.5 Red de tuberías sótano</b> .....	57
<b>3.6 Red de tuberías planta baja</b> .....	58
<b>3.7 Red de tuberías planta primera</b> .....	59
<b>3.8 Red de tuberías planta segunda</b> .....	60
<b>4. PRESUPUESTO</b> .....	61
<b>5. PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....	76

---

# ***1. MEMORIA***

---

## **1.1 OBJETO**

El objetivo del proyecto es implementar todo el proceso de climatización de un hotel ubicado en Cuenca. Para ello tendré en cuenta las necesidades del edificio y su ubicación. Una de las principales características de este proyecto es que lo haré de la misma manera que los ingenieros contratados por el gobierno o instituciones de enseñanza privadas. Esto significa que el diseño conceptual de la instalación se realizará de acuerdo con la carga ambiental de la zona y las necesidades especiales del edificio. A través de este diseño conceptual, se puede formular un catálogo y presupuesto de los equipos necesarios.

El proyecto se llevará a cabo de acuerdo con toda la normativa vigente para la edificación de instalaciones térmicas y bajo la aplicación de factores de seguridad para asegurar su correcto funcionamiento. Un factor muy importante del proyecto es el coste, por ello, optimizaremos al máximo nuestra instalación para que sea económicamente viable.

Es necesario comprender profundamente el significado de la estructura del edificio en el diseño del dispositivo, por lo que es necesario planificar las redes de tuberías hidráulicas y conductos. La forma y el tamaño del edificio son cruciales a la hora de diseñar el recorrido de estas redes. Es necesario superar los problemas inherentes a la forma del edificio y aprovechar su espacio para optimizar la instalación y hacerla efectiva.

## **1.2 NORMATIVA VIGENTE**

Con el fin de respetar el marco legal vigente se han respetado todas las normativas y leyes de climatización y edificación que se muestran en los siguientes documentos:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).
- Normas UNE.
- Normas DIN de aplicación.
  
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad de aire y protección de la atmósfera. (BOE número 275, 16/11/2007).

## **1.3 BASES DE DISEÑO**

### **1.3.1 Descripción del edificio**

El objeto de estudio será un hotel ubicado en la ciudad de Cuenca

Este edificio consta de cuatro plantas, un sótano, la planta baja y dos superiores. Se ha considerado que la altura de los techos es de aproximadamente tres metros. Consta con varios huecos centrales y pequeños jardines y terrazas que permiten la entrada de luz en algunas de las estancias del sótano y en las habitaciones de las dos plantas superiores que no dan a la fachada exterior. La planta primera y segunda presentan un diseño arquitectónico idéntico.

La planta baja, además de ser el acceso principal, contiene la recepción, administración y dirección. También incluye una cafetería con su respectiva cocina y terraza, y un salón. Además, tiene cuatro habitaciones sencillas. En el sótano se encuentran una sala de reuniones, una de relax, un despacho, un economato y varios cuartos de maquinaria y almacenes. En las plantas primera y segunda hay 38 habitaciones en cada una, incluyendo dos para discapacitados. Finalmente, en la cubierta se encuentran todas las instalaciones y maquinaria necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación de climatización que se ha diseñado.

Se ha considerado los pasillos, escaleras y almacenes como estancias no climatizadas.

### **1.3.2 Características constructivas**

#### 1.3.2.1 Descripción de los cerramientos

Se han realizado varias suposiciones para el diseño. Una de ellas es que todas las ventanas de las habitaciones presentan una altura de 1,5 metros. En el acceso de la cafetería a la terraza se considera un ventanal de altura completa.

Estos supuestos pueden parecer irrelevantes, pero son importantes a la hora de calcular la carga climática de cada habitación porque el vidrio no es térmicamente tan aislante como las paredes, como veremos en la tabla de coeficientes de transmisión.

### 1.3.2.2 Características transmisoras de los cerramientos

Cada tipo de cerramiento presenta unos factores de transmisión diferentes. De ahí la importancia de las suposiciones de las ventanas de la manera descrita en el punto 1.3.2.1.

Descripciones de los cerramientos	Coefficiente de transmisión (Kcal/h.m <sup>2</sup> .°C)	Factor de ganancia solar
Cristales	2,92	0,48
Muros exteriores	0,86	
Puertas	2	
Tabiques	1,2	
Suelos	1,1	
Techos	2,02	
Tejados	0,73	

Tabla 1: Características transmisoras de los cerramientos

### 1.3.3 Condiciones climatológicas exteriores

La severidad climática es una clasificación que tiene en cuenta las temperaturas más altas de verano y las más bajas en invierno para clasificar a las provincias. Esta clasificación se encuentra en el *Código Técnico sobre la Edificación o CTE*.

	A4	B4	C4		
SC (verano)	A3	B3	C3	D3	E1
			C2	D2	
			C1	D1	
	SC (invierno)				

Tabla 2: Clasificación de severidad climática

Cuenca está clasificada con una severidad D3 con inviernos fríos y veranos moderadamente cálidos.

Para el cálculo se seleccionará el momento más desfavorable posible para que todo el equipo sea del tamaño correcto y no se superen sus límites operativos. Para la estación de refrigeración, elegiremos la época más calurosa del año, y para la estación de calefacción, elegiremos la época más fría. Esta información está recopilada en el *IDAE Condiciones climatológicas exteriores de proyecto, en el apartado 6. Datos de Estaciones*. Estas condiciones que se han tenido en cuenta a la hora del cálculo provienen de la norma UNE 100-001.

Provincia	Estación	Indicativo
Cuenca	Cuenca	8096

**UBICACIÓN: CENTRO CIUDAD**

**Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO**

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
956	40°04'00"	02°08'17"W	63.849	14.605	6.682	

**CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)**

TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-11,7	-4,9	-3,1	14,3	78,9	39,1

**CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)**

TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
38,0	34,2	18,5	33,1	18,7	31,7	18,7	16,9

**CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)**

TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)
20,8	20,8	20,0	20,0	19,2	19,2

**VALORES MEDIOS MENSUALES**

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD_15 (°C)	GD_20	GDR_20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	4,3	6,6	246	362	0		
Febrero	5,8	7,8	204	308	0		
Marzo	8,9	10,9	153	261	1		
Abril	10,9	13,4	105	200	4		
Mayo	15,5	17,6	53	128	22		
Junio	21,7	24,4	7	36	79		
Julio	24,0	26,5	2	16	101		
Agosto	23,5	25,8	2	21	91		
Septiembre	18,8	21,4	15	59	36		
Octubre	13,6	16,1	61	153	7		
Noviembre	7,5	10,0	168	278	0		
Diciembre	4,7	7,0	239	355	0		

Rosa de los vientos: velocidad media 2,30 m/s

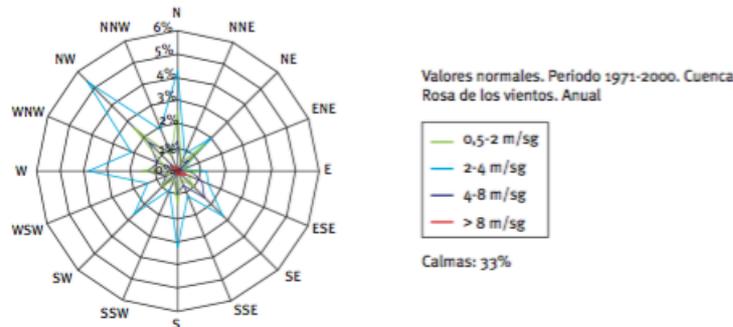


Tabla 3: Valores medios mensuales de las temperaturas en Cuenca

Para el cálculo se seleccionará el momento más desfavorable posible para que todo el equipo sea del tamaño correcto y no se superen sus límites operativos. Para la estación de refrigeración, elegiremos la época más calurosa del año, y para la estación de calefacción, elegiremos la época más fría. Esta información está recopilada en el *IDAE Condiciones climáticas exteriores de*

proyecto, en el apartado 6. Datos de Estaciones. Estas condiciones que se han tenido en cuenta a la hora del cálculo provienen de la norma UNE 100-001.

Temperatura seca exterior máxima Cº	38
Temperatura seca exterior mínima Cº	-11,7
Temperatura húmeda exterior máxima Cº	20,8

Tabla 4: Condiciones climáticas Cuenca

### 1.3.4 Condiciones internas

#### 1.3.4.1 Temperaturas objetivo

La temperatura interior objetivo en cada estación se es la que queremos mantener en las habitaciones en cada momento.

Temperatura objetivo Verano	24±1ºC
Temperatura objetivo Invierno	20 ±1ºC

Tabla 4: Temperaturas objetivo

Estas temperaturas son diferentes para reducir los costes de instalación y son aptas para las actividades que se realizan en el edificio en todo momento.

#### 1.3.4.2 Niveles de ocupación e iluminación

Se establece un nivel de ocupación medio de 1 persona cada 8 metros cuadrados para las zonas comunes, y una ocupación media de 2 personas por habitación o estancia más pequeña. Se han establecido algunas cargas medias por ocupación y alumbrado que han sido usadas a la hora de calcular las cargas térmicas.

- Personas: 57 Kcal/h (Calor sensible)
- Personas: 55 Kcal/h (Calor latente)
- Alumbrado: 20 W/m<sup>2</sup>.
- Máquinas y otros usos: 10 W/m<sup>2</sup>.

#### 1.3.4.3 Requisitos de la norma

Este edificio presenta zonas comunes, que según la norma necesitan mejor calidad de aire, lo que implica un mayor caudal de aire de renovación.

El Rite impone en su norma que según los usos del edificio existen diferentes calidades de aire (IDA) obligatorias. En este caso presentamos dos tipos de IDA.

Tipo de IDA	Descripción	ppm	Caudal de aire exterior
IDA 2	Aire de buena calidad → Zonas comunes hoteles	500	12,5 l/s por persona
IDA 3	Aire de calidad media → Habitaciones hoteles	800	8 l/s por persona

Tabla 5: calidad del aire según el RITE

El Nivel sonoro máximo de acuerdo con la normativa IT 1.1.4.4: *Exigencia de Calidad del Ambiente Acústico* será respetado en todo momento.

## 1.4 CÁLCULO DE CARGAS

Este es el primer paso a la hora de diseñar el aire acondicionado de un edificio. Partimos de las condiciones externas e internas del edificio, las mismas características arquitectónicas, y el tamaño y ubicación de las habitaciones y estancias para lograr la máxima carga climática de cada habitación en verano e invierno. La carga máxima de cada habitación se da en diferentes momentos, principalmente en función de la orientación y momento del día.

Si la carga afecta cambios en la temperatura ambiente, la carga puede ser sensible, y si lo único que hacen es cambiar la humedad de la habitación, la carga puede ser latente.

Las contribuciones externas incluyen todas las cargas que afectan al edificio debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Esto incluye factores de transmisión y la dirección del edificio.

Los insumos interiores incluyen calor proporcionado por personas, computadoras, iluminación y equipo de laboratorio.

### 1.4.1. Cargas de verano

Para diseñar equipos de refrigeración, debemos considerar todas las cargas de calor presentes en el edificio. Tomaremos el peor de los casos para cada habitación, que suele suceder entre las 15:00 y las 17:00 horas en julio, aunque algunas veces en agosto o incluso septiembre.

Estas cargas incluyen cargas solares transmitidas desde el cristal de las ventanas, cargas solares transmitidas a través de paredes y muros exteriores,

ocupación, alumbrado, equipos y transmisión a través de puertas, paredes a locales no climatizados, pisos y techos.

#### 1.4.1.1 Cargas debidas a la radiación solar a través de cristales

Esta es la carga más grande y la carga que tiene el mayor impacto en el tamaño del equipo. Tiene una fuerte dependencia de la orientación de la habitación, el área del vidrio y la fecha y hora a analizar.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$Q = A \cdot G \cdot FGS$$

Donde:

- A es la superficie de cristal
- G es un factor que depende de la localización del hotel
- FGS es el factor de ganancia solar.
- Q es la carga térmica en kcal/h.

#### 1.4.1.2 Cargas debidas a la transmisión por paredes y muros exteriores

El calor transferido a través de las paredes externas y los muros es menor que el calor transferido a través del vidrio, pero es esencial para el cálculo de la carga. En la pared, el calor se transfiere a través de la diferencia de temperatura entre la superficie exterior y la superficie interior.

La dificultad o el peso térmico de la transferencia de calor a través de la pared depende de la densidad de la pared, es decir, el material de la pared, la capacidad del material para absorber calor y la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior.

Las fórmulas que se utilizan son:

$$Q = A \cdot \Delta T_{eq} \cdot K$$

$$\Delta T_{eqc} = a + \Delta T_{eqs} + Fc \cdot (Rs/Rm) \cdot (\Delta T_{eqm} - \Delta T_{eqs})$$

Donde:

- A es el área del muro
- K coeficiente de transmisión de los muros.
- $\Delta T_{eqc}$ : Diferencia equivalente de temperatura corregida
- a: Factor de corrección.
- $\Delta T_{eqs}$ : Diferencia equivalente de temperatura a la sombra a la hora de cálculo.

- Fc: Factor de corrección referido al color.
- Rs: Máxima insolación, correspondiente al mes de julio, a través de una superficie de la orientación correspondiente.
- Rm: Máxima insolación, correspondiente al mes de julio, a través de una superficie en la orientación correspondiente.

#### 1.4.1.3 Cargas debidas a la transmisión por muros interiores

Corresponde al contacto entre estancias climatizadas con locales no climatizados como pueden ser las escaleras los pasillos y otras salas que no se climatizan.

La fórmula utilizada es:

$$Q = A \cdot \Delta TLNC \cdot K$$

Donde:

- A: Área del tabique interior.
- $\Delta TLNC$ : Diferencia de temperatura entre la zona no climatizada y la temperatura objetivo.
- K: Coeficiente de transmisión.

#### **1.4.2. Cargas de Invierno**

Al determinar el tamaño del equipo de calefacción en un edificio, solo debemos considerar la carga externa relacionada con la diferencia de temperatura.

No se considera la carga interna porque aportan calor, lo que ayuda a reducir las pérdidas por frío. Se determinará el tamaño del equipo de calefacción en función de la ausencia de estas cargas internas, es decir, como si la habitación estuviera apagada y vacía.

La fórmula utilizada para calcular las pérdidas en invierno es:

$$Q = K \cdot A \cdot \Delta T \cdot fv$$

Donde:

- K: Coeficiente de transmisión.
- A: Área del tabique
- Fv: Factor de vientos.
- $\Delta T$ : Diferencia de temperaturas.

### **1.4.3. Resultados de las cargas**

Utilizando la hoja de cálculo proporcionada, calculamos la carga de todas las estancias del edificio. Los resultados se presentan por plantas. Para los requisitos de refrigeración, la hoja de cálculo nos proporciona los resultados de calor sensible y calor latente de los lugares relevantes.

En la tabla de requisitos de calor, tenemos el valor de pérdida de temperatura que debe compensarse. El valor de la velocidad del aire exterior se utiliza para determinar el tamaño del climatizador.

Los resultados están expresados en Kilocalorías por hora y se pueden convertir a watios por la siguiente relación:  $1W = 0,86Kcal/h$ .

Tipo Habitación	Cantidad	Calor sensible efectivo	Calor total efectivo	Calor aire exterior	Gran Calor Total
Sala Reuniones	1	5445	6220	2474	8694
Despacho	1	3260	3648	1237	4885
Sala Relax	1	1838	2032	619	2651
Economato	1	1674	1965	928	2893

*Tabla 6: Cargas de Verano Sótano*

Tipo Habitación	Cantidad	Calor sensible efectivo	Calor total efectivo	Calor aire exterior	Gran Calor Total
Hall-Salón	1	6496	7121	1692	8813
Restaurante	1	10173	11778	4350	16128
Administración	1	918	1096	483	1579
Cocina	1	988	1166	483	1649
Dirección	1	1170	1348	483	1831
Dormitorio 1	3	1894	2052	309	2361
Dormitorio 2	1	2072	2226	273	2499

*Tabla 7: Cargas de Verano Planta Baja*

Tipo Habitación	Cantidad	Calor sensible efectivo	Calor total efectivo	Calor aire exterior	Gran Calor Total
Dormitorio 1	2	1705	1869	361	2230
Dormitorio 2	9	1378	1542	361	1903
Dormitorio 3	1	1546	1714	396	2110
Dormitorio 4	1	1420	1587	396	1983
Dormitorio 5	2	1583	1747	373	2120
Dormitorio 6	9	1556	1720	373	2093
Dormitorio 7	1	1662	1826	373	2199
Dormitorio 8	1	1767	1931	373	2304
Dormitorio 9	3	1555	1719	373	2092
Dormitorio 10	1	1706	1867	350	2217
Dormitorio 11	1	1435	1602	396	1998
Dormitorio 12	1	1544	1711	396	2107
Dormitorio 13	3	1376	1540	361	1901
Dormitorio 14	1	1359	1523	361	1884
Dormitorio 15	1	1791	1956	373	2329
Dormitorio 16	1	1807	1968	350	2318

*Tabla 8: Cargas de Verano Planta Primera*

Tipo Habitación	Cantidad	Calor sensible efectivo	Calor total efectivo	Calor aire exterior	Gran Calor Total
Dormitorio 1	2	1799	1962	362	2324
Dormitorio 2	9	1428	1594	379	1973
Dormitorio 3	1	1659	1827	396	2223
Dormitorio 4	2	1513	1680	396	2076
Dormitorio 5	2	1672	1836	373	2209
Dormitorio 6	9	1646	1810	373	2183
Dormitorio 7	4	1894	2061	396	2457
Dormitorio 8	1	1856	2020	373	2393
Dormitorio 9	2	1879	2040	350	2390
Dormitorio 10	4	1529	1696	396	2092
Dormitorio 11	1	1638	1805	396	2201
Dormitorio 12	1	1899	2064	373	2437

Tabla 9: Cargas de Verano Planta Segunda

Tipo Habitación	Cantidad	Kcal/h
Sala Reuniones	1	1478
Despacho	1	1048
Vestuarios	2	546
Sala Relax	1	982
Economato	1	344

Tabla 10: Pérdidas Invierno Sótano

Tipo Habitación	Cantidad	Kcal/h
Hall-Salón	1	2593
Restaurante	1	4301
Administración	1	0
Cocina	1	0
Dirección	1	772
Dormitorio 1	3	626
Dormitorio 2	1	979

Tabla 11: Pérdidas Invierno Planta Baja

Tipo Habitación	Cantidad	Kcal/h
Dormitorio 1	1	1328
Dormitorio 2	9	1008
Dormitorio 3	1	1172
Dormitorio 4	2	1330
Dormitorio 5	2	1217
Dormitorio 6	9	896
Dormitorio 7	4	896
Dormitorio 8	1	896
Dormitorio 9	2	1217
Dormitorio 10	4	1006
Dormitorio 11	1	1006
Dormitorio 12	1	1054

Tabla 13: Pérdidas Invierno Planta Segunda

Tipo Habitación	Cantidad	Kcal/h
Dormitorio 1	2	1057
Dormitorio 2	9	736
Dormitorio 3	1	845
Dormitorio 4	1	1059
Dormitorio 5	2	947
Dormitorio 6	9	626
Dormitorio 7	1	626
Dormitorio 8	1	626
Dormitorio 9	3	297
Dormitorio 10	1	617
Dormitorio 11	1	736
Dormitorio 12	1	736
Dormitorio 13	3	407
Dormitorio 14	1	728
Dormitorio 15	1	730
Dormitorio 16	1	947

Tabla 12: Pérdidas Invierno Planta Primera

## 1.5 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

El diseño de la instalación ha tenido en cuenta las características arquitectónicas y las condiciones constructivas del edificio. Se utilizará un sistema de climatizadores principales y unidades fan coil

Los fan coils se encargarán de contrarrestar la carga climática de la habitación en verano e invierno. Por lo tanto, estarán alimentados por dos circuitos de tubería diferentes. Uno de los circuitos entregará 7°C de agua para combatir las altas temperaturas, mientras que el otro entregará 60°C de agua y se encargará de compensar las pérdidas invernales. Por tanto, cada circuito cerrado dispone de un circuito de agua caliente y un circuito de agua fría, alimentados por sus propias bombas.

El sistema principal de aire acondicionado se encargará de transportar el flujo de aire exterior requerido para cada habitación a través de la red de conductos. Para poder renovar el aire de las habitaciones, esta instalación es absolutamente necesaria. La unidad de aire acondicionado o de tratamiento de aire estará equipada con baterías de calefacción y refrigeración, filtros de aire y válvulas de regulación y control. Empujará el aire a través del conducto hasta que llegue al fan coil.

Todas las habitaciones y estancias estarán climatizadas por uno o más fancoils según su tamaño, exceptuando la zona del vestíbulo, el salón y la cafetería, que tendrán su propio climatizador.

El sistema de climatización estará formado por distintas redes de conductos y tuberías que aprovecharán las características arquitectónicas del edificio. Los fancoils de la planta baja y el sótano comparten un mismo circuito de tuberías y conductos instalados en un falso techo, y su impulsión se hará desde la cubierta.

Los fancoils de las habitaciones de la planta primera y segunda comparten un circuito de tuberías que bajan desde la cubierta hasta la primera planta, pasando primero por la segunda. Sin embargo, por razones de espacio y para evitar el uso de climatizadores muy grandes, las redes de conductos de estas plantas van separadas. Un climatizador se encarga de la planta primera, y otro de la segunda planta.

Las zonas comunes de la planta baja tendrán su propia red de conductos que bajarán desde la cubierta hasta los difusores instalados en dicha zona. Las tuberías en cambio solo irán desde los sistemas de producción primarios hasta el climatizador de esta zona.

En la cubierta es donde se dispondrán los diferentes equipos necesarios para la climatización y renovación de aire. El aire de renovación proveniente de los

climatizadores llegará hasta los fan-coils de cada habitación, pero no se debe tener en cuenta a la hora de dimensionar los mismos. Los fan-coils elegidos están acondicionados para tratar el aire de renovación.

### 1.5.1 Cálculo y selección de fan-coils

El fancoil es un dispositivo que puede resistir las cargas invernales y estivales de la estancia en la que instala. Tienen un límite de carga que son capaces de contrarrestar, por lo que en una habitación grande con una gran carga, se decide utilizar varios fan coils. En una sala con más de un equipo, la carga se distribuirá uniformemente entre los equipos utilizados.

La potencia de enfriamiento requerida por cada fan coil debe ser mayor que la suma del calor latente y el calor sensible de la habitación dividida por el número de fancoils en la habitación. El calor efectivo total se ha calculado en la tabla de carga de verano. Recordar que el número 0,86 de las siguientes fórmulas corresponde a la conversión de kilocalorías por hora a vatios.

$$P_{\text{frigorífica}} (W) = \frac{\text{Calor efectivo} \left( \frac{Kcal}{h} \right)}{\text{Número de Fan-coils} * 0,86}$$

La potencia calorífica que tiene que dar el fan-coil es la que venza a todas las pérdidas de invierno de la habitación, dividida también por el número de fancoils en la estancia.

$$P_{\text{calorífica}} (W) = \frac{\text{Pérdidas efectivas} \left( \frac{Kcal}{h} \right)}{\text{Número de Fan-coils} * 0,86}$$

También hay que calcular la potencia sensible en frío, pues es un factor bastante determinante. Se podría dar el caso de que un equipo cumpliera con la potencia en frío, pero no con la sensible, lo que sería un problema. Para ello se utiliza el calor sensible de verano de la estancia, dividida por el número de equipos en dicha habitación.

$$P_{\text{sensible}} (W) = \frac{\text{Calor sensible} \left( \frac{Kcal}{h} \right)}{\text{Número de Fan-coils} * 0,86}$$

Los fan-coils elegidos serán de tipo cassette de la marca Termoven, cuyas características principales están explicadas en su catálogo. También se han tenido en cuenta las exigencias sonoras para no superar los dB permitidos. En la tabla siguiente además aparece el caudal de impulsión de cada fancoil, que se tendrá en cuenta para el dimensionamiento de los conductos.

Planta	Habitación	Cantidad	Fancoils/hab.	Pfrig. c/u (W)	Pcal. c/u (W)	Pot. Sensible (W)	Fancoil seleccionado
S	Sala Reuniones	1	2	3616	859	3166	FCS80 4024/3222 1100 m <sup>3</sup> /h
S	Despacho	1	1	4242	1219	3791	FCS90 6621/4626 1375 m <sup>3</sup> /h
S	Sala Relax	1	1	2363	1142	2137	FCS50 3689/2514 600 m <sup>3</sup> /h
S	Economato	1	1	2285	400	1947	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
B	Hall-Salón	1	1	8280	3015	7553	Climatizador
B	Restaurante	1	1	13695	5001	11829	Climatizador
B	Administración	1	1	1274	0	1067	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
B	Cocina	1	1	1356	0	1149	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
B	Dirección	1	1	1567	898	1360	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
B	Dormitorio 1	3	1	2386	728	2202	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
B	Dormitorio 2	1	1	2588	1138	2409	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 1	2	1	2173	1229	1983	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 2	9	1	1793	856	1602	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 3	1	1	1993	983	1798	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 4	1	1	1845	1231	1651	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 5	2	1	2031	1101	1841	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 6	9	1	2000	728	1809	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 7	1	1	2123	728	1933	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 8	1	1	2245	728	2055	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 9	3	1	1999	345	1808	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 10	1	1	2171	717	1984	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 11	1	1	1863	856	1669	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 12	1	1	1990	856	1795	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h

1	Dormitorio 13	3	1	1791	473	1600	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 14	1	1	1771	847	1580	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 15	1	1	2274	849	2083	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
1	Dormitorio 16	1	1	2288	1101	2101	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 1	2	1	2281	1544	2092	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 2	9	1	1853	1172	1660	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 3	1	1	2124	1363	1929	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 4	2	1	1953	1547	1759	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 5	2	1	2135	1415	1944	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 6	9	1	2105	1042	1914	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 7	4	1	2397	1042	2202	FCS50 3689/2514 600 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 8	1	1	2349	1042	2158	FCS50 3689/2514 600 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 9	2	1	2372	1415	2185	FCS50 3689/2514 600 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 10	4	1	1972	1170	1778	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 11	1	1	2099	1170	1905	FCS30 2328/1973 450 m <sup>3</sup> /h
2	Dormitorio 12	1	1	2400	1226	2208	FCS50 3689/2514 600 m <sup>3</sup> /h

Tabla 14: Selección de Fancoils

### 1.5.2 Red de tuberías

Las tuberías son las encargadas de transportar el caudal desde las bombas hasta los fancoils.

Las redes de tuberías en cada sección están formadas por 4 vías o tubos. La impulsión fría a 7 C°, el retorno frío a 12 C°, la impulsión caliente a 60 C° y el retorno caliente a 50 C°. Cada circuito (el caliente y el frío) tendrá su propia bomba.

Las tuberías llevan a cada equipo el caudal demandado. Hay que calcular para ello dos caudales, el del circuito de agua fría, y el de agua caliente. El caudal de agua caliente se calcula dividiendo las pérdidas de invierno por el número de fancoils de la habitación, y por el salto térmico. En el caso de agua caliente es de 10°C.

$$Q_{\text{caliente}}(\text{l/h}) = \frac{\text{Pérdidas efectivas}(\frac{\text{Kcal}}{\text{h}})}{\delta T * \text{Número de Fan-coils} * 0,86}$$

Para el caudal de agua fría se hace de manera similar. El calor efectivo de la estancia obtenido en las hojas de carga de verano se divide por el salto térmico frío, en este caso 5°C.

$$Q_{\text{frío}}(\text{l/h}) = \frac{\text{Calor efectivo}(\frac{\text{Kcal}}{\text{h}})}{\delta T * \text{Número de Fan-coils} * 0,86}$$

De esta manera obtenemos la siguiente tabla de caudales:

Planta	Habitación	Cantidad	Fancoils/hab.	Q frío	Q caliente
S	Sala Reuniones	1	2	622	74
S	Despacho	1	1	730	105
S	Sala Relax	1	1	406	98
S	Economato	1	1	393	34
B	Hall-Salón	1	2	712	130
B	Restaurante	1	2	1178	215
B	Administración	1	1	219	0
B	Cocina	1	1	233	0
B	Dirección	1	1	270	77
B	Dormitorio 1	3	1	410	63
B	Dormitorio 2	1	1	445	98

Planta	Habitación	Cantidad	Fancoils/hab.	Q frío	Q caliente
1	Dormitorio 1	2	1	374	106
1	Dormitorio 2	9	1	308	74
1	Dormitorio 3	1	1	343	85
1	Dormitorio 4	1	1	317	106
1	Dormitorio 5	2	1	349	95
1	Dormitorio 6	9	1	344	63
1	Dormitorio 7	1	1	365	63
1	Dormitorio 8	1	1	386	63
1	Dormitorio 9	3	1	344	30
1	Dormitorio 10	1	1	373	62
1	Dormitorio 11	1	1	320	74
1	Dormitorio 12	1	1	342	74
1	Dormitorio 13	3	1	308	41
1	Dormitorio 14	1	1	305	73
1	Dormitorio 15	1	1	391	73
1	Dormitorio 16	1	1	394	95
2	Dormitorio 1	2	1	392	133
2	Dormitorio 2	9	1	319	101
2	Dormitorio 3	1	1	365	117
2	Dormitorio 4	2	1	336	133
2	Dormitorio 5	2	1	367	122
2	Dormitorio 6	9	1	362	90
2	Dormitorio 7	4	1	412	90
2	Dormitorio 8	1	1	404	90
2	Dormitorio 9	2	1	408	122
2	Dormitorio 10	4	1	339	101
2	Dormitorio 11	1	1	361	101
2	Dormitorio 12	1	1	413	105

Tabla 15: Caudal frío y caliente para cada estancia

Una vez que se ha obtenido el caudal necesario en cada dispositivo, se desarrolla un plan de red de tuberías. Estos circuitos mostrarán la ruta de la tubería desde la bomba hasta cada dispositivo. Este plano es importante para comprender la cantidad de codos, cruces o tes y ramificaciones, que causarán más pérdidas en nuestra red.

Luego, utilizando la tabla de Moody's (aportada en los anexos), se puede seleccionar el diámetro apropiado para cada sección de la tubería en función del flujo a través de dicha sección (la suma del flujo de caudal de los fan coils a partir de entonces). Para elegir el diámetro, se deben considerar 3 factores:

- Según la normativa RITE la velocidad del agua en todos los tramos debe ser inferior a 2 m/s
- La normativa RITE exige que la pérdida de carga sea inferior a 30 mm.c.a.
- Con el fin de abaratar costes siempre se elegirá el diámetro de tubería más pequeño posible, o el que abarate más los costes de instalación.

La pérdida de carga en la tubería es causada por la introducción de accesorios y la fricción viscosa del fluido en contacto con la tubería. Por este motivo, cuanto mayor sea el diámetro de la tubería que tengamos, la pérdida de carga relativa se reducirá porque se reducirá la proporción de líquido en contacto directo con la tubería. Los accesorios aumentarán la pérdida de nuestro circuito, pero son necesarios para el correcto funcionamiento del circuito.

El material utilizado para la tubería es acero, que tiene aislamiento térmico externo e interno para minimizar la pérdida de energía. Al mismo tiempo, también se introducen elementos que fortalecen la parte más débil.

Se usarán diámetros de tubería estandarizados para facilitar el acceso a estos y reducir costes.

<u>Ø</u>	<u>DN (mm)</u>
1/2"	15
3/4"	20
1"	25
1 1/4"	32
1 1/2"	40
2"	50
2 1/2"	65
3"	80
4"	100
5"	125
6"	150
8"	200
10"	250
12"	300
14"	350

*Tabla 16: Diámetros estandarizados para tuberías.*

### **1.5.3 Válvulas**

En el anexo adjunto se pueden encontrar diferentes diagramas de válvulas que se usarán para calcular la pérdida en los circuitos. Hay esquemas para fan coils, para aires acondicionados y para bombas.

Las válvulas agregan muchas pérdidas al circuito diseñado, pero son necesarias para ajustar la entrada y salida de flujo de diferentes equipos, y funcionan como elemento de seguridad en caso de fallo o mantenimiento de ciertos equipos.

Los tipos de válvulas existentes son:

- Bola: Mecanismo de regulación de caudal.
- Reservado: Elementos de seguridad necesarios y exigidos por UNE.
- Supervisión
- Control: Proporcionan siempre el caudal que requiere el dispositivo.

La pérdida de cada una depende del diámetro de la tubería en la que estén implementadas.

### **1.5.4 Selección de bombas de la red de tuberías**

Las bombas del sistema proporcionan el flujo necesario para todos los equipos, por lo que se requieren que puedan proporcionar la suma del flujo máximo requerido por todos los equipos.

En cada circuito de tuberías habrá dos bombas, una para el circuito frío y otra para el circuito caliente. La bomba de circuito frío será más grande porque debe proporcionar un mayor caudal al equipo.

Para la selección de la bomba, se usará la tabla de cálculo de la red de tuberías (ver anexo) para calcular la caída de presión de la ruta más desfavorable. Si la bomba puede suministrar la ruta con la mayor pérdida de presión, no hay problema en suministrar las rutas restantes.

Por lo general, la ruta más desfavorable es la más larga. Para la pérdida de presión se considerarán todas las producidas por las válvulas y bombas centrífugas, así como las causadas por la fricción viscosa entre el fluido y las tuberías, los accesorios de las tuberías (codos de 90°, T ...), las válvulas de control y el retorno de las tuberías.

Las bombas utilizadas son:

Circuito	Pérdida de carga (M.C.A)	Caudal (m3/h)	Bomba
Planta 1 y Planta 2 Frío	8,22	26,68	EBARA ELINE D 50-160 0,55C
Planta 1 y Planta 2 Caliente	6,71	6,539	EBARA ELINE D 40-160 0,55A
Planta Baja y Sótano Frío	9,34	7,241	EBARA ELINE D 40-160 0,55A
Planta Baja y Sótano Caliente	5,36	0,968	EBARA ELINE D 40-125 0,55A

*Tabla 17: Selección de bombas de abastecimiento*

Una de las principales características de la bomba seleccionada es que se encuentran dos bombas en la misma carcasa, por lo que si falla una de las dos bombas, no es necesario interrumpir la circulación del agua por el circuito de la tubería.

### 1.5.5 Redes de conductos

El primer paso es seleccionar los difusores e instalarlos en habitaciones con diferentes estándares de ubicación, como no estar cerca de la pared o a menos de un metro de distancia entre sí. En este caso los fan coils que se utilizan en las estancias cumplen con estos estándares a la hora de colocarlos. Se puede simplificar pues el difusor está incluido directamente en la ubicación del fan coil.

El siguiente paso es calcular el tamaño del conducto, que se encarga de asociar nuestra habitación con el aire acondicionado principal, y es fundamental a la hora de renovar el aire de la habitación, que es la función principal del aire acondicionado. Cada parte de la red de tuberías consta de una red de impulso y una de retorno.

Para el cálculo del tamaño de conducto, se usará la hoja de cálculo proporcionada y la tabla de conversión indicada en el anexo. En la tabla se ingresa con el caudal que debe transportar cada tramo de conducto, se selecciona el diámetro equivalente y se obtienen la pérdida de carga y la velocidad del aire en dicho tramo

Los criterios utilizados para la elección del diámetro son los siguientes:

- El diámetro tiene que ser lo menor posible con el fin de abaratar costes y facilitar la instalación.
- La pérdida de carga unitaria esté comprendida entre 0,08 y 0,1 mm.c.a./ml como máximo.
- La velocidad tiene que ser menor a 10 m/s en todos los tramos y en todo momento.

Posteriormente, el diámetro equivalente de la sección circular se convierte mediante una tabla en una sección cuadrada o rectangular, cuya única finalidad es facilitar la instalación debido al problema de espacio del falso techo. Cuanto más cuadrada sea la sección de la tubería, presentará menos problemas de pandeo

Además, se añadirán a la instalación los accesorios necesarios, como válvulas de control, regulación y retención, codos de 90°, cruces y elementos difusores. La forma de sumarlos es aplicar la longitud equivalente que se muestra en la tabla del anexo y sumarla a la longitud total de la instalación, aumentando así su pérdida.

### **1.5.6 Cálculo y selección de climatizadores de aire primario**

Una vez diseñados los circuitos de los conductos, y sabiendo los caudales de impulsión, se suman todos los caudales de todos los equipos terminales, obteniendo el caudal de impulsión total de cada red de conductos. Se realiza el mismo proceso para las potencias frigorífica y calorífica para así poder dimensionar los equipos climatizadores.

Dado que el RITE señala que solo se pueden usar climatizadores de aire de un solo ventilador para caudales inferiores a  $1500 \text{ m}^3 / \text{h}$ , el tipo de aparato a utilizar tendrá dos ventiladores, uno para el circuito de ida y el otro para el retorno. Este último tendrá las mismas pérdidas que el primero. Además, contará con baterías de calentamiento y enfriamiento, así como diferentes válvulas de regulación y recuperación.

El climatizador es el encargado de proporcionar la fuerza necesaria para que el aire supere todas las caídas de presión en las tuberías y sus accesorios, así como las caídas de presión que se produzcan durante el proceso de difusión del aire en la habitación. La difusión del aire se producirá en el fan coil, que al ser de cassette se ajusta para la renovación del aire. Aun así, sigue siendo necesario agregar un regulador de flujo a cada fan coil.

Una vez diseñados los circuitos de los conductos, y sabiendo los caudales de impulsión, se suman todos los caudales de todos los equipos terminales, obteniendo el caudal de impulsión total de cada red de conductos. Se realiza el mismo proceso para las potencias frigorífica y calorífica para así poder dimensionar los equipos climatizadores.

El climatizador seleccionado proviene de la marca TROX y su serie TKM50HE, que ayuda a ajustar el tamaño de la unidad de tratamiento de aire de acuerdo con las especificaciones del cliente. Este ventilador consta de un ventilador eléctrico centrífugo, aspas de reacción y un motor de velocidad constante, tubos de cobre y baterías de calor y frío con aletas de aluminio y secciones de filtrado.

Los climatizadores utilizados son:

Circuito	Pérdida de carga (mm.c.a)	Caudal (m3/h)	Climatizador
Salón - Cafetería	11,72	5500	TROX serie TKM50HE 5500 m3/h 8/22 kW
Sótano y Planta Baja	12,65	7775	TROX serie TKM50HE 7800 m3/h 4,3/14 kW
Planta 1	15,53	17100	TROX serie TKM50HE 17200 m3/h 30/75 kW
Planta 2	16,17	18300	TROX serie TKM50HE 18500 m3/h 46/80 kW

Tabla 18: Selección de climatizadores

### 1.5.7 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PRIMARIOS

Estos sistemas son los encargados de calentar o enfriar el agua proveniente de la red central de Cuenca y que se usará en la instalación. Deberán hacer frente a todas las cargas de verano y a todas las pérdidas en invierno.

A la hora de dimensionar estos equipos, se calculan las cargas máximas de todo el edificio en conjunto, y no la suma de todos los máximos individuales de casa estancia. Se haría en las hojas de cálculo de cargas como si todo el edificio fuera un solo local.

Estas cargas máximas globales son:

Invierno: 952,23 kW

Verano: 1408,49 kW

El RITE manda instalar más de una caldera cuando la instalación requiera una potencia mayor a 400 kW. De esta forma se instalarán dos calderas iguales.

Sistema de Producción	Marca - Modelo	Unidades
Frío	Lennox Wa 300 A STD	5
Caliente	ADISA - ADI CD-M 500	2

Tabla 19: Selección de equipos primarios

Características:

Producción de frío:

- Potencia frigorífica: 283,4 kW.
- Marca: Lennox.
- Potencia consumida: 134,2 kW.
- Modelo: WA 300 A STD.
- Tipo: enfriamiento por condensación de aire.
- Compresores tipo Scroll.
- Ventilador axial

Producción de calor:

- Marca: ADISA
- Modelo: ADI CD-M500
- Potencia: 482 kW
- Tipo: Caldera generadora de gas tipo modular.
- Rendimiento: alto.
- Chimenea y colector de humos

Las calderas y sistemas de producción de frío serán alimentados por sus propias instalaciones de tubería primaria, las cuales estarán equipadas con bombas que solo funcionan en este circuito. No es necesario agregar un tanque para almacenar agua caliente, porque el volumen del circuito siempre es suficiente para abastecer todas las redes de tuberías.

---

## ***2. ANEXOS***

---

## 2.1 Cálculo de cargas

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS											
Proyecto:		Climatización de un centro docente								26 de Agosto de 2021	
Planta:		Planta Baja			Zona:		Becarios				
DIMENSIONES:		x		=		145,76 m <sup>2</sup>		HORA SOLAR:		14	
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES: AGOSTO	
CUENCA		CUENCA		CUENCA		CUENCA		CUENCA		CUENCA	
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES	
NORTE	Cristal	11,52	m2 x	45	x	0,48		249	Exteriores	BS	BH
NE	Cristal		m2 x	45	x	0,48			Interiores	30,9	23,4
ESTE	Cristal		m2 x	45	x	0,48			DIFERENCIA	24,0	17,0
SE	Cristal		m2 x	291	x	0,48				6,9	
SUR	Cristal		m2 x	453	x	0,48			CALOR LATENTE		
SO	Cristal		m2 x	291	x	0,48			Infiltración	m3/h x	5,9
OESTE	Cristal		m2 x	45	x	0,48			Personas	18	Personas
NO	Cristal		m2 x	45	x	0,48			Aplicaciones		x
Claraboya			m2 x	593	x	0,48			SUBTOTAL		990
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL	
NORTE	Pared	10,35	m2 x		x	0,86			Aire Ext.	810,00	m3/h x
NE	Pared		m2 x	7,7	x	0,86			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL		
ESTE	Pared	44,10	m2 x	13,8	x	0,86		523	CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL		
SE	Pared		m2 x	12,2	x	0,86			CALOR AIRE EXTERIOR		
SUR	Pared	19,80	m2 x	3,3	x	0,86		56	Sensible	810,00	m3/h x
SO	Pared		m2 x		x	0,86			Latente	810,00	m3/h x
OESTE	Pared		m2 x		x	0,86			SUBTOTAL		4.350
NO	Pared		m2 x		x	0,86			GRAN CALOR TOTAL		
Tejado-Sol			m2 x	5,5	x	0,73			16.128		
Tejado-Sombra			m2 x		x	0,73			A.D.P.		
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		FACTORES CALOR SENSIBLE	
Total Cristal		11,52	m2 x	6,9	x	2,92		232	10.173	Efec. Sens. Local	=
Tabiques LNC		44,25	m2 x	3,5	x	1,20		186	11.778	Efec. Total Local	=
Techo LNC		102,86	m2 x	3,5	x	2,02		727	ADP Indicado= °C		
Suelo		98,70	m2 x	3,5	x	1,10		380	ADP Seleccionado= 12 °C		
Suelo exterior			m2 x	6,9	x	1,10			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO		
Puertas			m2 x	6,9	x	2,00			ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 24,0 - 12 ADP)= 10,20		
Infiltración			m3/h x	6,9	x	0,30			CAUDAL DE AIRE M3/H	10.173	Sensible Local
CALOR INTERNO								TOTALES		3.325	
Personas		18	Personas	x		57		1.026	Observaciones:		
Alumbrado		2.915	Wattios x 0,86	x		1,25		3.134	N° DE O.T.:		
Aplicaciones, etc.			2.915	x		0,86		2.507	CALCULADO POR:		
Potencia				x					SUBTOTAL		
Ganancias Adicionales				x					9.020		
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		902	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL										9.922	
Aire Exterior		810,00	m3/h x	6,9	x	0,15	BF x 0,3		252		
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL										10.173	

Tabla 20: Cargas de verano del restaurante

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS															
Proyecto:		Climatización de un centro docente							26 de Agosto de 2021						
Planta:		Planta Baja			Zona:		Becarios								
DIMENSIONES:		x		=		53,06 m2		HORA SOLAR: 12							
CONCEPTO		SUPERFICIE	GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR	Kcal/h		MES: SEPTIEMBRE		CUENCA					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL						TOTALES		CONDICIONES			BS	BH	%HR	TR	Gr/Kgr
NORTE	Cristal		m2 x	45 x	0,48			Exteriores	30,9	23,4	53			15,1	
NE	Cristal		m2 x	45 x	0,48			Interiores	24,0	17,0	50			9,2	
ESTE	Cristal		m2 x	45 x	0,48			DIFERENCIA	6,9					5,9	
SE	Cristal		m2 x	291 x	0,48			CALOR LATENTE							
SUR	Cristal	12,75	m2 x	453 x	0,48	2,772		Infiltración	m3/h x	5,9	x	0,72			
SO	Cristal		m2 x	291 x	0,48			Personas	7	Personas	x	55		385	
OESTE	Cristal		m2 x	45 x	0,48			Aplicaciones							
NO	Cristal		m2 x	45 x	0,48			SUBTOTAL						385	
	Claraboya		m2 x	593 x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD			10 %		39		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL						424	
NORTE	Pared		m2 x	x	0,86			Aire Ext.	315,00	m3/h x	5,9 x	0,15	BF x 0,72	201	
NE	Pared		m2 x	7,7 x	0,86			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL						625	
ESTE	Pared		m2 x	13,8 x	0,86			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL						7.121	
SE	Pared		m2 x	12,2 x	0,86			CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared	17,70	m2 x	3,3 x	0,86	50		Sensible	315,00	m3/h x	6,9 x (1-	0,15 BF	) x 0,3	554	
SO	Pared		m2 x	x	0,86			Latente	315,00	m3/h x	5,9 x (1-	0,15 BF	) x 0,72	1.137	
OESTE	Pared	19,20	m2 x	x	0,86			SUBTOTAL						1.692	
NO	Pared		m2 x	x	0,86			GRAN CALOR TOTAL			8.812				
	Tejado-Sol		m2 x	5,5 x	0,73			A.D.P.							
	Tejado-Sombra		m2 x	x	0,73			FACTOR CALOR SENSIBLE	6.496	Efec. Sens. Local	=	0,91			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS						TOTALES		CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO							
Total Cristal	12,75	m2 x	6,9 x	2,92	257			AT=(1-0,15 BF)x(°C Loc	24,0	-	12	ADP)=	10,20		
Tabiques LNC	19,20	m2 x	3,5 x	1,20	81			CAUDAL DE AIRE M3/H	6.496	Sensible Local	=	2.123			
Techo LNC		m2 x	3,5 x	2,02				Observaciones:							
Suelo	53,06	m2 x	3,5 x	1,10	204			N° DE O.T.:							
Suelo exterior		m2 x	6,9 x	1,10				CALCULADO POR:							
Puertas		m2 x	6,9 x	2,00				SUBTOTAL				5.816			
Infiltración		m3/h x	6,9 x	0,30				COEFICIENTE DE SEGURIDAD			10 %		582		
CALOR INTERNO						TOTALES		CALOR SENSIBLE DEL LOCAL						6.398	
Personas	7	Personas	x	57	399			Aire Exterior	315,00	m3/h x	6,9 x	0,15	BF x 0,3	98	
Alumbrado	1.061	Wattios x 0,86	x	1,25	1.141			CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL						6.496	
Aplicaciones, etc.		1.061	x	0,86	912										
Potencia		x													
Ganancias Adicionales		x													

Tabla 21: Cargas de verano del Hall-Salón

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T <sup>int</sup> - T <sup>ext</sup> (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001											
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	28,0	1,15	1,10	0
CRISTAL	S	1,4	1,50	2,1		2,1	2,90	28,0	1,00	1,10	188
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	28,0	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E	6,2	3,00	18,5	0,0	18,5	0,49	28,0	1,15	1,10	321
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0	0,0	0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0
SUELO				60,2		60,2	1,00	14,0	1,00	1,15	970
LNC				83,0		83,0		14,0	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0										TOTAL 1478

Tabla 22: Pérdidas Invierno Sala Reuniones

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T <sup>int</sup> - T <sup>ext</sup> (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001											
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,90	28,0	1,35	1,15	0
CRISTAL	E	2,9	2,00	5,7		5,7	2,90	28,0	1,25	1,10	636
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,90	28,0	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,90	28,0	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,90	28,0	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,90	28,0	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO			0,0		0,0	2,90	28,0	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E	2,9	2,00	5,7	5,7	0,0	0,49	28,0	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO			0,0	0,0	0,0	0,49	28,0	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,91	28,0	1,00	1,15	0
SUELO				0,0		0,0	1,00	14,0	1,00	1,15	0
LNC		2,9		0,0		0,0		14,0	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0										TOTAL 636

Tabla 23: Pérdidas Invierno Despacho



$$H = 10^{-5} \times L \times (1/d) \times (\sqrt{2 \times R})$$

H = Pérdida de carga por metro de tubería (mm.c.a.)  
d = Diámetro interior real del tubo (mm.)  
v = Velocidad (m/s)

**TABLA CÁLCULO TUBERÍAS AGUA CALIENTE A 90 °C SEGÚN EL DIAGRAMA DE MOODY Y ECUACIONES ANEXAS PARA TUBERÍAS DE ACERO DIN 2460 Y 2462**

sección de Pirellaite  
sección de Biralas  
2ª sección de Kámba-Pirellaite  
sección de Colbrook-White

Suj. laminar R < 2.300  
Sub. Línea 2.300 < R < 100.000  
Sub. régimen turbulento R > 100.000  
zona de transición

$\lambda = 64 / R$   
 $\lambda = 0,316 / R^{0.25}$   
 $\lambda = 1 / (1,14 + 2 \log(1/d))^{0.25}$   
 $\lambda = -2 \log(100,71 + 5,74 \log(1/d))^{0.25}$   
k = rugosidad (mm) =  
R =  $\sigma^2$  de Rayleigh =  $v \times d / \nu$   
 $\nu =$  viscosidad cinemática  
 $1,308 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s para agua a 10°C  
 $0,328 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s para agua a 90°C

k considerado = 0,15 mm

Ø nominal pulgadas mm	DIN 2460										DIN 2462									
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	
Pérdida de carga en mm.c.a./m	12,5	16	21,6	27,2	35,9	47,6	63	80,8	103,6	135,8	170,3	207,3	266,4	339,7	429,6	538,8	669,3	822,7		
VELOCIDAD EN M/S																				
3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,7	2,2	2,9	3,7	4,7	6,0	7,7	9,8	12,4	15,7	19,9		
4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,6	2,1	2,7	3,5	4,5	5,8	7,4	9,4	12,0	15,3	19,5	24,7	31,1		
5	0,5	0,7	1,0	1,3	1,8	2,4	3,1	4,0	5,2	6,7	8,6	11,0	14,0	17,8	22,6	28,5	35,6	44,1		
6	0,6	0,9	1,3	1,7	2,3	3,1	4,0	5,2	6,7	8,6	11,0	14,0	17,8	22,6	28,5	35,6	44,1	54,1		
7	0,7	1,0	1,5	2,0	2,7	3,6	4,6	6,0	7,7	10,0	12,8	16,5	21,2	27,0	34,0	42,3	52,0	63,3		
8	0,8	1,2	1,8	2,4	3,2	4,2	5,4	7,0	9,0	11,5	14,8	19,0	24,2	30,6	38,3	47,4	58,0	70,3		
9	0,9	1,4	2,1	2,8	3,8	5,0	6,4	8,3	10,7	13,8	17,8	22,8	29,0	36,5	45,4	55,7	67,5	80,9		
10	1,0	1,5	2,2	3,0	4,0	5,2	6,7	8,7	11,2	14,4	18,5	23,7	30,0	37,6	46,5	56,8	68,7	83,3		
11	1,1	1,7	2,5	3,4	4,6	6,0	7,7	10,0	12,8	16,5	21,2	27,0	34,0	42,3	52,0	63,3	76,3	91,0		
12	1,2	1,8	2,7	3,6	4,8	6,3	8,1	10,5	13,5	17,5	22,5	28,5	36,0	44,5	54,5	65,5	78,5	94,0		
13	1,3	2,0	2,9	3,9	5,2	6,7	8,7	11,2	14,4	18,5	23,7	30,0	37,6	46,5	56,8	68,7	83,3	100,0		
14	1,4	2,1	3,1	4,1	5,4	7,0	9,0	11,5	14,8	19,0	24,2	30,6	38,3	47,4	57,5	68,7	82,0	98,0		
15	1,5	2,2	3,3	4,4	5,8	7,5	9,6	12,3	15,8	20,3	25,8	32,3	40,0	49,0	59,0	70,0	84,0	101,0		
16	1,6	2,4	3,6	4,8	6,3	8,1	10,5	13,5	17,5	22,5	28,5	36,0	44,5	54,5	65,5	78,5	94,0	112,0		
17	1,7	2,6	3,9	5,2	6,9	9,0	11,5	14,8	19,0	24,2	30,6	38,3	47,4	57,5	68,7	82,0	98,0	117,0		
18	1,8	2,8	4,2	5,6	7,4	9,6	12,3	15,8	20,3	25,8	32,3	40,0	49,0	59,0	70,0	84,0	101,0	121,0		
19	1,9	3,0	4,5	6,0	8,0	10,5	13,5	17,5	22,5	28,5	36,0	44,5	54,5	65,5	78,5	94,0	112,0	133,0		
20	2,0	3,2	4,8	6,4	8,5	11,2	14,4	18,5	23,7	30,0	37,6	46,5	56,8	68,7	83,3	100,0	118,0	141,0		
21	2,1	3,4	5,1	6,8	9,1	12,0	15,3	19,5	24,7	31,1	38,5	47,4	57,5	68,7	82,0	98,0	117,0	142,0		
22	2,2	3,6	5,4	7,2	9,6	12,8	16,5	21,2	27,0	34,0	42,3	52,0	63,3	76,3	91,0	108,0	128,0	151,0		
23	2,3	3,8	5,7	7,6	10,2	13,5	17,5	22,5	28,5	36,0	44,5	54,5	65,5	78,5	94,0	112,0	133,0	156,0		
24	2,4	4,0	6,0	8,0	10,8	14,4	18,5	23,7	30,0	37,6	46,5	56,8	68,7	83,3	100,0	118,0	141,0	164,0		
25	2,5	4,2	6,3	8,4	11,2	15,0	19,5	24,7	31,1	38,5	47,4	57,5	68,7	82,0	98,0	117,0	142,0	168,0		
26	2,6	4,4	6,6	8,8	11,8	15,8	20,3	25,8	32,3	40,0	49,0	59,0	70,0	84,0	101,0	119,0	143,0	171,0		
27	2,7	4,6	6,9	9,2	12,3	16,5	21,2	27,0	34,0	42,3	52,0	63,3	76,3	91,0	108,0	128,0	151,0	175,0		
28	2,8	4,8	7,2	9,6	12,8	17,5	22,5	28,5	36,0	44,5	54,5	65,5	78,5	94,0	112,0	133,0	156,0	179,0		
29	2,9	5,0	7,5	10,0	13,5	18,5	23,7	30,0	37,6	46,5	56,8	68,7	83,3	100,0	118,0	141,0	164,0	183,0		
30	3,0	5,2	7,8	10,4	14,0	19,5	24,7	31,1	38,5	47,4	57,5	68,7	82,0	98,0	117,0	142,0	168,0	187,0		
31	3,1	5,4	8,1	10,8	14,8	20,3	25,8	32,3	40,0	49,0	59,0	70,0	84,0	101,0	119,0	143,0	169,0	191,0		
32	3,2	5,6	8,4	11,2	15,3	21,2	27,0	34,0	42,3	52,0	63,3	76,3	91,0	108,0	128,0	151,0	175,0	195,0		
33	3,3	5,8	8,7	11,6	15,8	21,2	27,0	34,0	42,3	52,0	63,3	76,3	91,0	108,0	128,0	151,0	175,0	199,0		
34	3,4	6,0	9,0	12,0	16,5	22,5	28,5	36,0	44,5	54,5	65,5	78,5	94,0	112,0	133,0	156,0	180,0	203,0		
35	3,5	6,2	9,3	12,4	17,0	23,0	29,0	37,0	46,0	56,0	67,0	80,0	96,0	116,0	138,0	161,0	185,0	207,0		
36	3,6	6,4	9,6	12,8	17,5	23,5	29,5	37,5	46,5	56,5	67,5	80,5	96,5	116,5	138,5	161,5	185,5	211,0		
37	3,7	6,6	9,9	13,2	18,0	24,0	30,0	38,0	47,0	57,0	68,0	81,0	97,0	117,0	140,0	163,0	187,0	215,0		
38	3,8	6,8	10,2	13,6	18,5	24,5	30,5	38,5	47,5	57,5	68,5	81,5	97,5	117,5	140,5	163,5	187,5	219,0		
39	3,9	7,0	10,5	14,0	19,0	25,0	31,0	39,0	48,0	58,0	69,0	82,0	98,0	118,0	141,0	164,0	188,0	223,0		

Tabla 25: Tabla de Moody para agua a 50 °C

Accesorios/Válvulas	Ø pulgadas mm	Longitud equivalente (m)														
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
Codo a 45°					0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1	2,7	3,3	3,9
Codo a 90°					0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3	3,6	4,2	5,4	6,6	8,1
Codo a 90° Radio largo					0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7	3,9	4,8	5,4
Té o Cruz					1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,5	6	7,5	9	10,5	15	18
Válv MARIPOSA								1,8	2,1	3	3,6	3,6	3	3,6	5,7	6,4
Válv COMPUERTA		0,18	0,21	0,27	0,3	0,46	0,7	0,85	0,98	1,2	1,8	2,1	2,7	3,6	3,9	
Válv RETENCION de clapeta oscilante					1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4	13,5	16,5	19,5
Válv RETENCION de asiento								12,1	18,9	19,7	25,4	30,5	35,9	47,3	61,9	
Válv BOLA		0,18	0,21	0,27	0,3	0,46	0,7	0,85	0,98	1,2	1,8	2,1				
Filtros de agua		1,5	1,7	1,8	2,6	2,6	3,2	9	10	15	15,4	19	36	50	64	

Tabla 26: Pérdida de carga para accesorios y válv









### 2.3 Redes de conductos

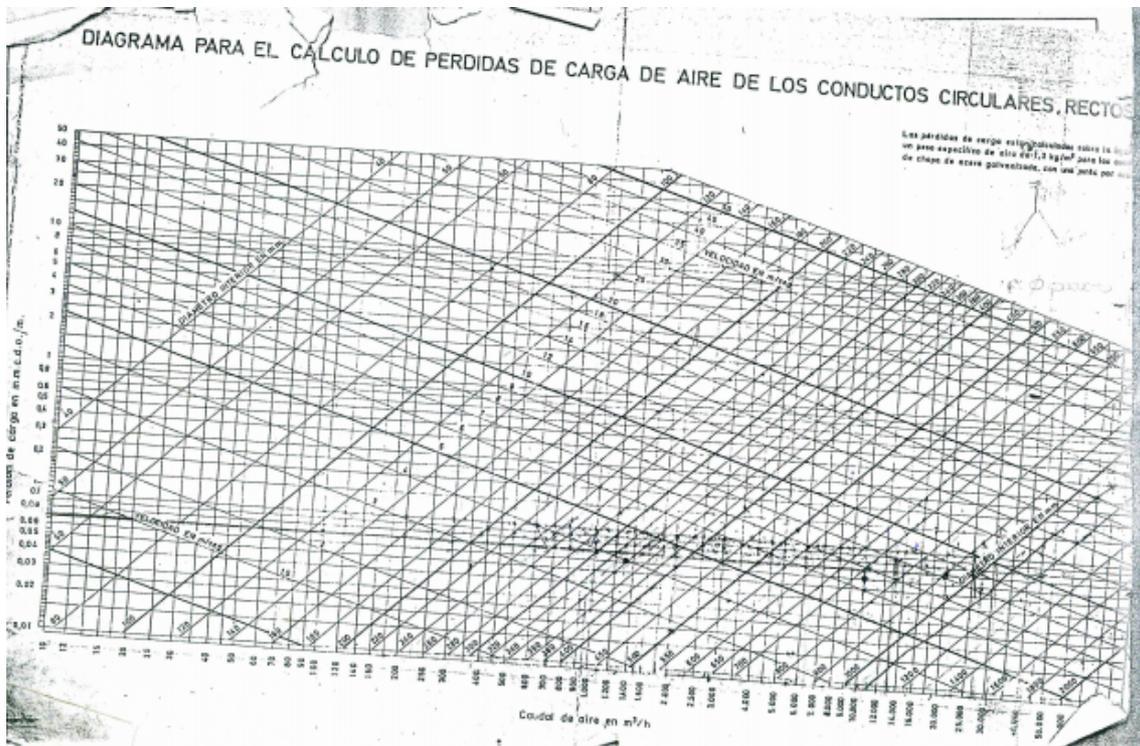


Diagrama para diámetros, pérdidas y velocidades en conductos

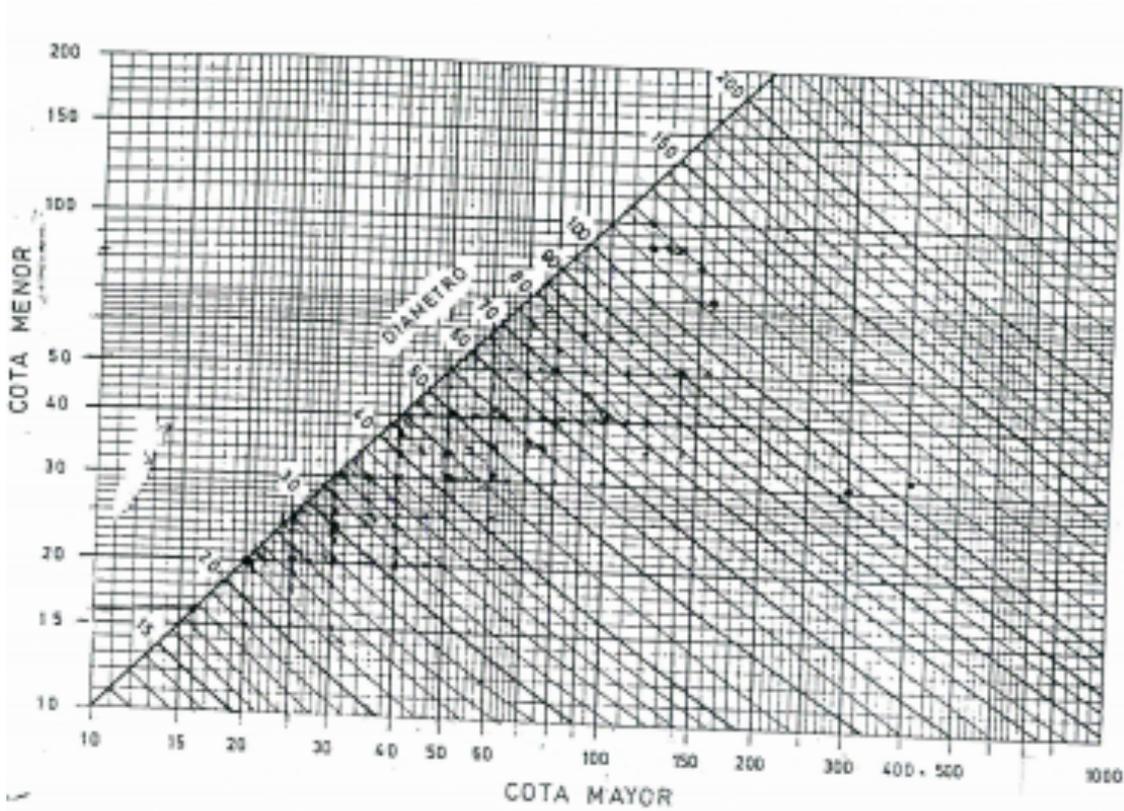


Diagrama para la conversión de secciones circulares a rectangulares en conductos

alto (mm)	1200	900	750	600	500	400	300	250	200	150
ancho (mm)										
2400	9,22	7,38	6,51	5,65	4,67					
1800	8,25	6,9	6,2	5,05	4,42	3,8	3,56			
1500	8	6,51	5,65	4,77	4,18	3,56	2,95			
1200	7,67	5,9	5,28	4,42	4,18	3,26	2,62	2,4	2,39	
1050		5,9	5,03	4,42	3,87	3,25	2,66	2,4	2,08	
900		5,6	4,79	4,14	3,53	2,98	2,7	2,36	2,08	
800			4,76	4,11	3,54	2,95	2,33	2,08	1,72	
700				3,84	3,54	2,95	2,33	2,08	1,72	
600				3,74	3,26	2,91	2,33	2,05	1,75	1,47
500					3,25	2,66	2,05	1,8	1,47	1,17
400						2,66	2,05	1,76	1,47	1,17
300							2,05	1,76	1,47	1,15
250								1,47	1,19	1,19
200									1,16	0,88
150										0,88

Tabla 31: LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE CODOS A 90° CON RELACIÓN R/D = 1,25

v (m/s)	REDUCCIÓN	DERIVACIÓN
1	0,20	0,33
1,5	0,46	0,75
2	0,82	1,33
2,5	1,27	2,07
3	1,83	2,98
3,5	2,50	4,06
4	3,26	5,30
4,5	4,13	6,71
5	5,09	8,28
5,5	6,16	10,02
6	7,34	11,93
6,5	8,61	14,00
7	9,98	16,23
7,5	11,46	18,63
8	13,04	21,20
8,5	14,72	23,93
9	16,50	26,83
9,5	18,39	29,90
10	20,38	33,13
10,5	22,46	36,52
11	24,65	40,08
11,5	26,95	43,81
12	29,34	47,70
12,5	31,84	51,76
13	34,43	55,98
13,5	37,13	60,37
14	39,94	64,93
14,5	42,84	69,65
15	45,84	74,53
15,5	48,95	79,58
16	52,16	84,80
16,5	55,47	90,18
17	58,88	95,73
17,5	62,40	101,45
18	66,02	107,33
18,5	69,73	113,37
19	73,55	119,58
19,5	77,48	125,96
20	81,50	132,50

Tabla 32: LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS

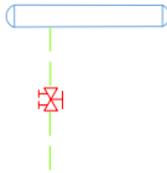




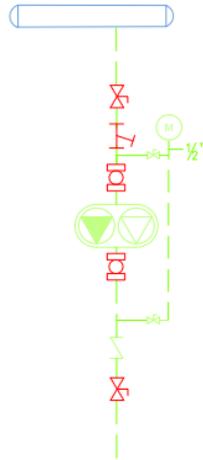
## 2.4 Válvulas

### DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

#### RETORNO DE BOMBA



#### IMPULSIÓN



⇒ VÁLVULA DE CORTE TIPO MARIPOSA PARA  $\varnothing > 2"$

⊗ VÁLVULA DE CORTE TIPO BOLA PARA  $\varnothing \leq 2"$

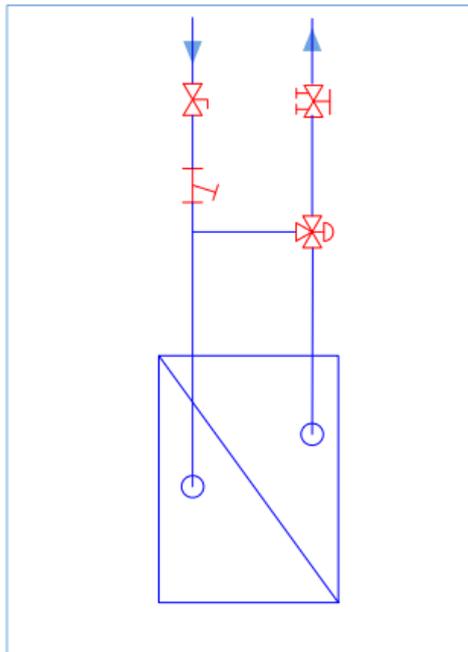
⊏ FILTRO

⊗ VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

⊗ VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

⊏ MANGUITO ANTIVIBRATORIO

### DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS



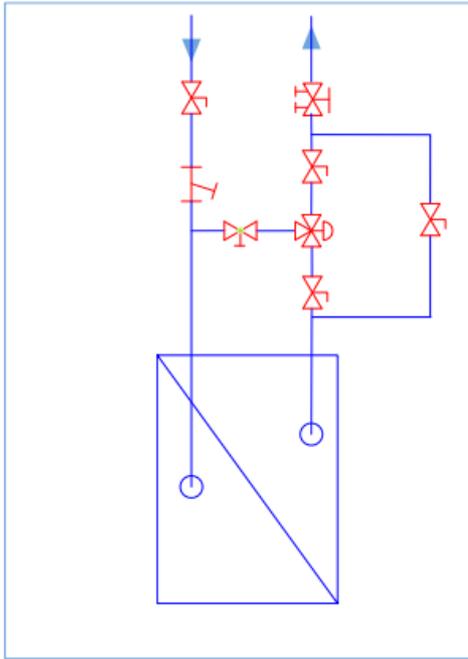
⊗ VÁLVULA DE CORTE

⊏ FILTRO

⊗ VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

⊗ VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

## CONEXIÓN BATERIA CLIMATIZADORES



 VÁLVULA DE CORTE

 FILTRO

 VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

 VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

 VÁLVULA DE ASIENTO O GLOBO

---

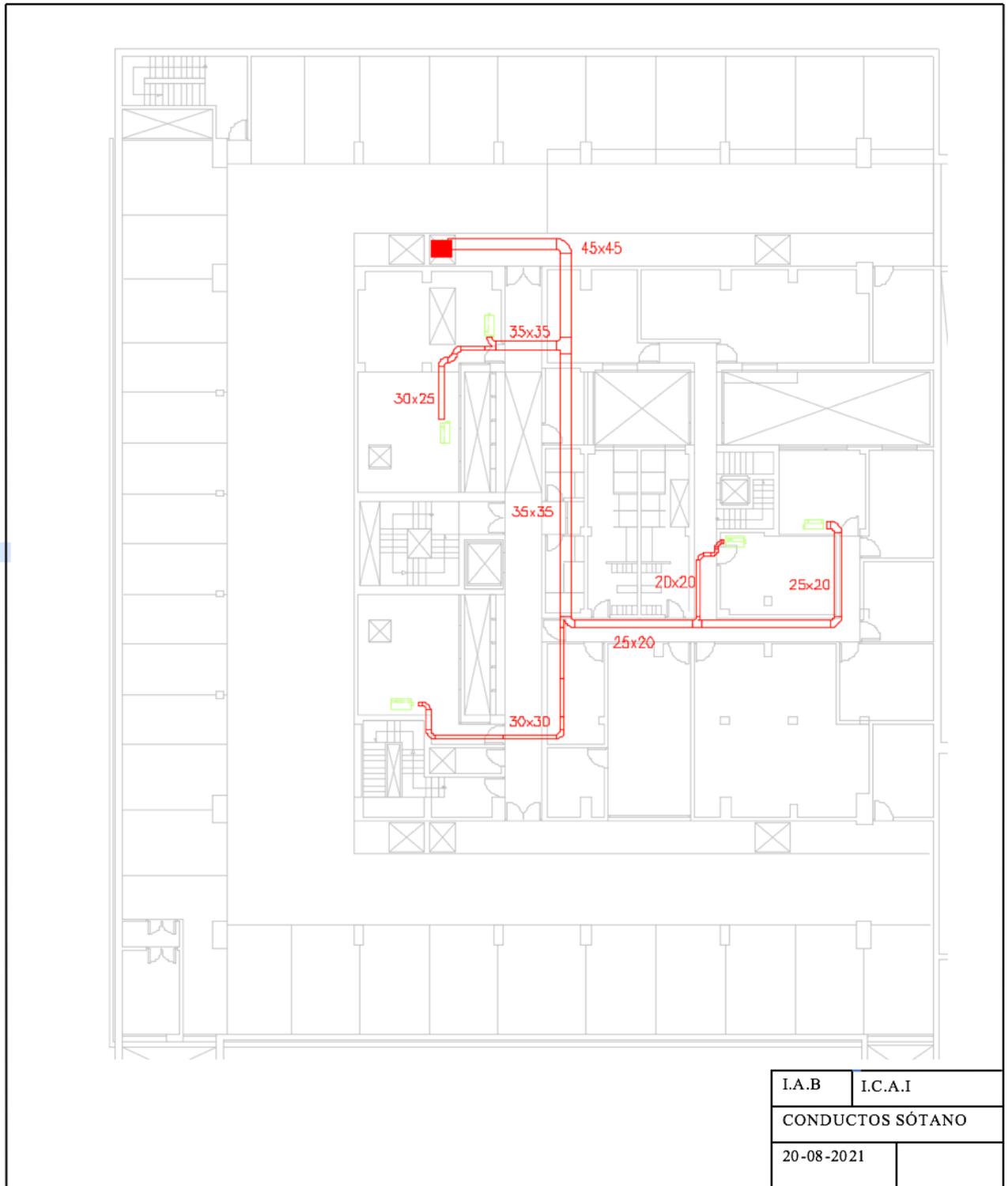
## ***3.PLANOS***

---

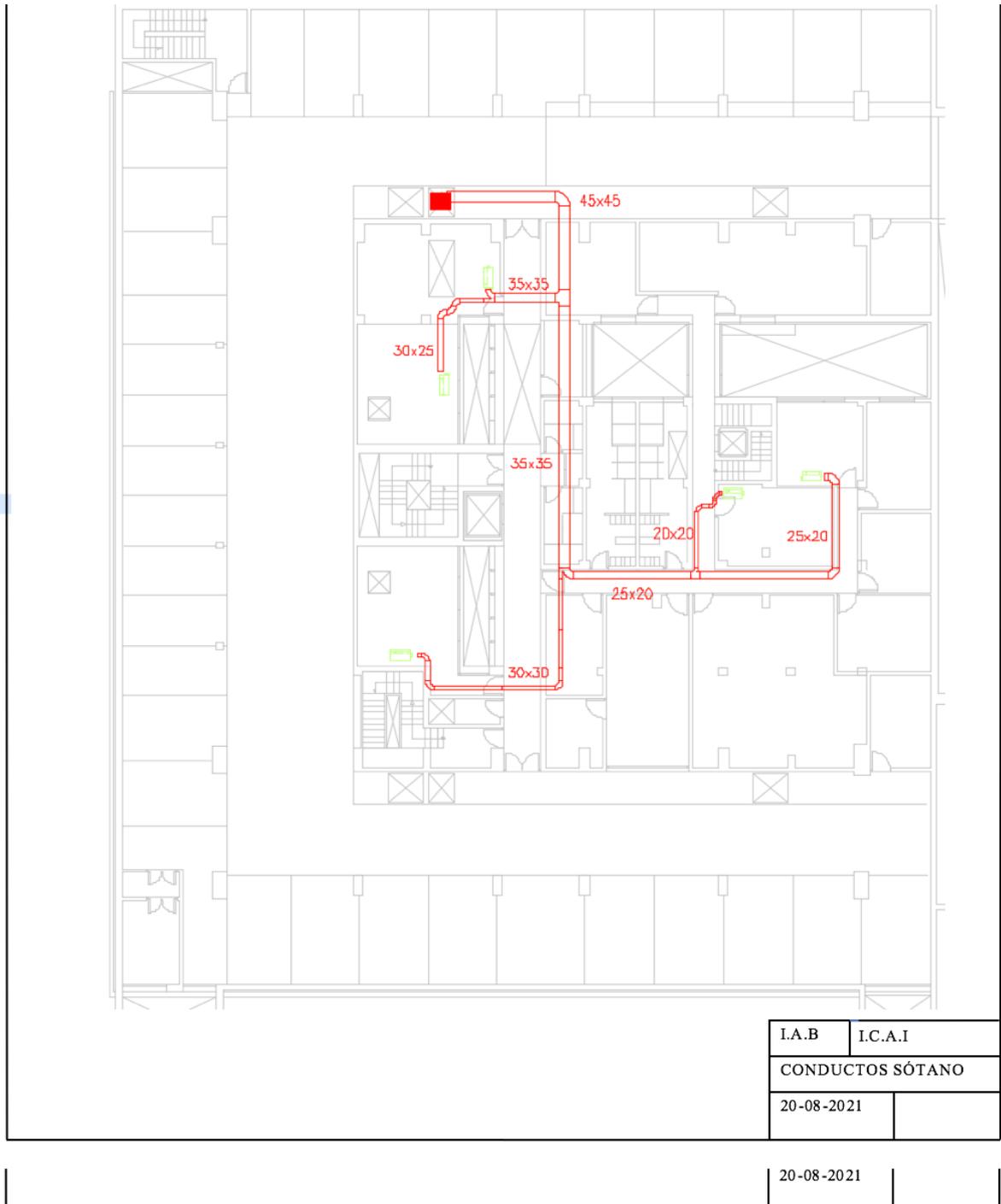
## Índice

3.1	Red de conductos planta sótano.....	53
3.2	Red de conductos planta baja.....	54
3.3	Red de conductos planta primera.....	55
3.4	Red de conductos planta segunda.....	56
3.5	Red de tuberías planta sótano.....	57
3.6	Red de tuberías planta baja.....	58
3.7	Red de tuberías planta primera.....	59
3.8	Red de tuberías planta segunda.....	60

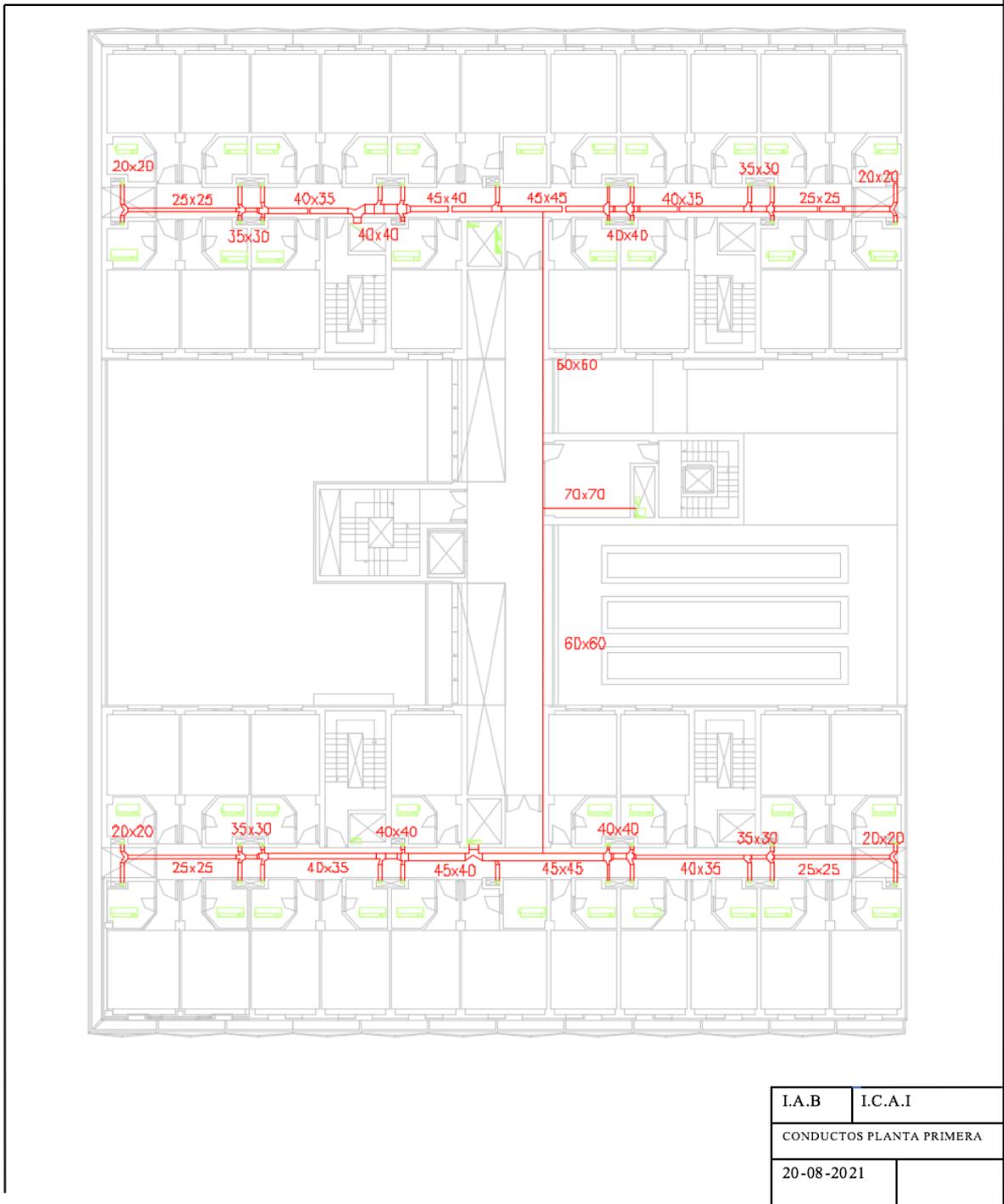
### 3.1 Plano 1: Conductos Sótano



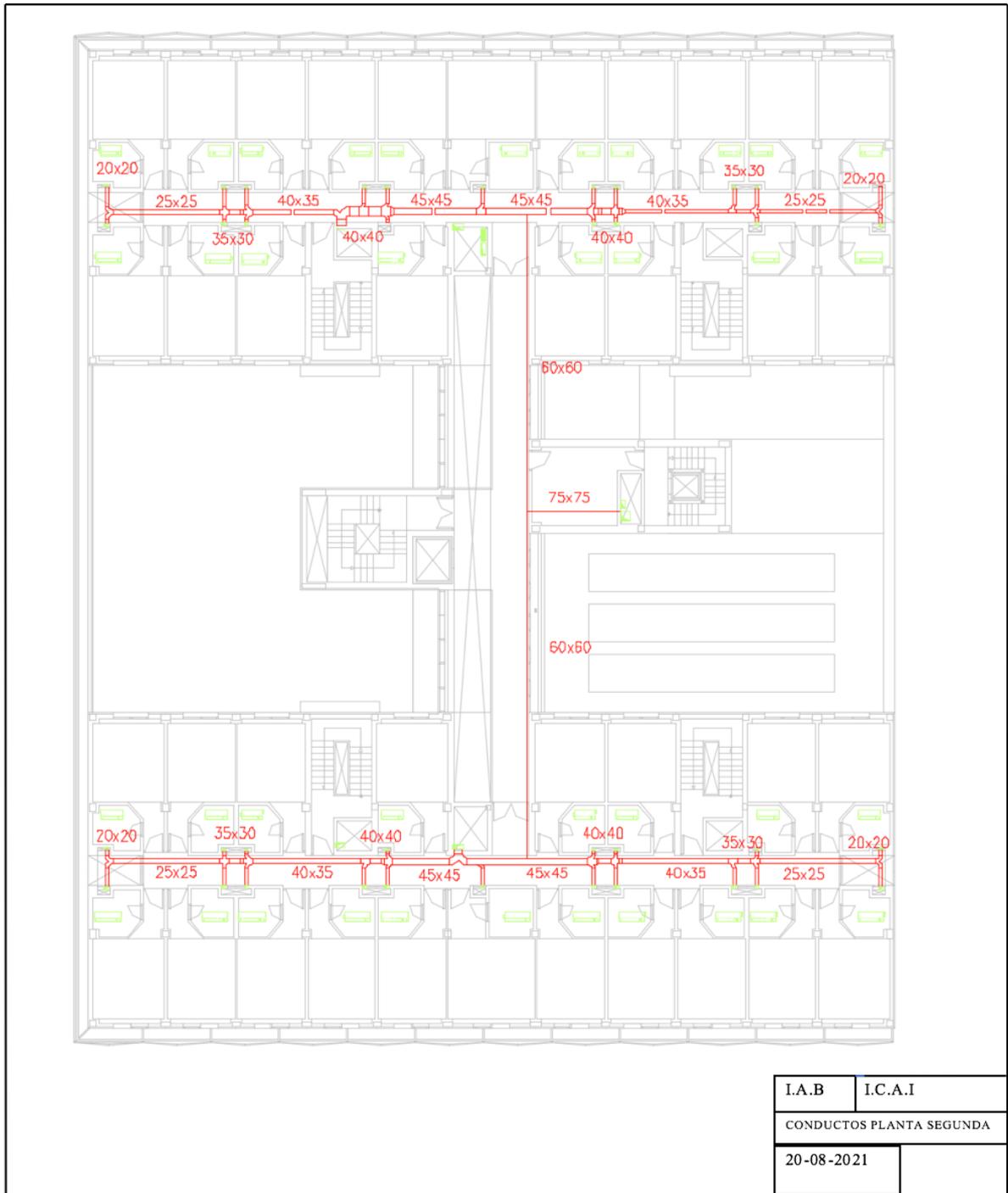
### 3.2 Plano 2: Conductos Planta Baja



### 3.3 Plano 3: Conductos Planta Primera

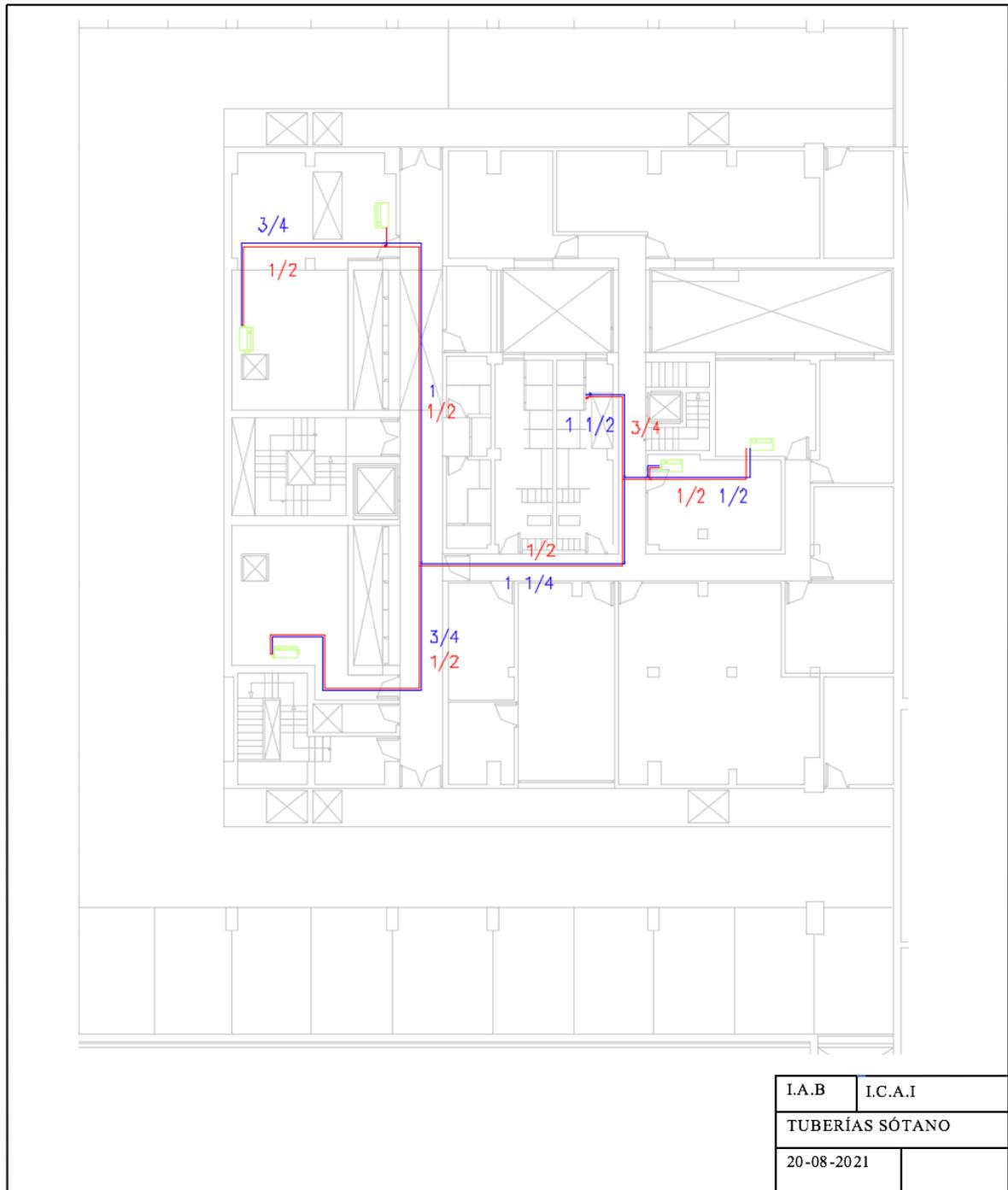


### 3.4 Plano 4: Conductos Planta Segunda

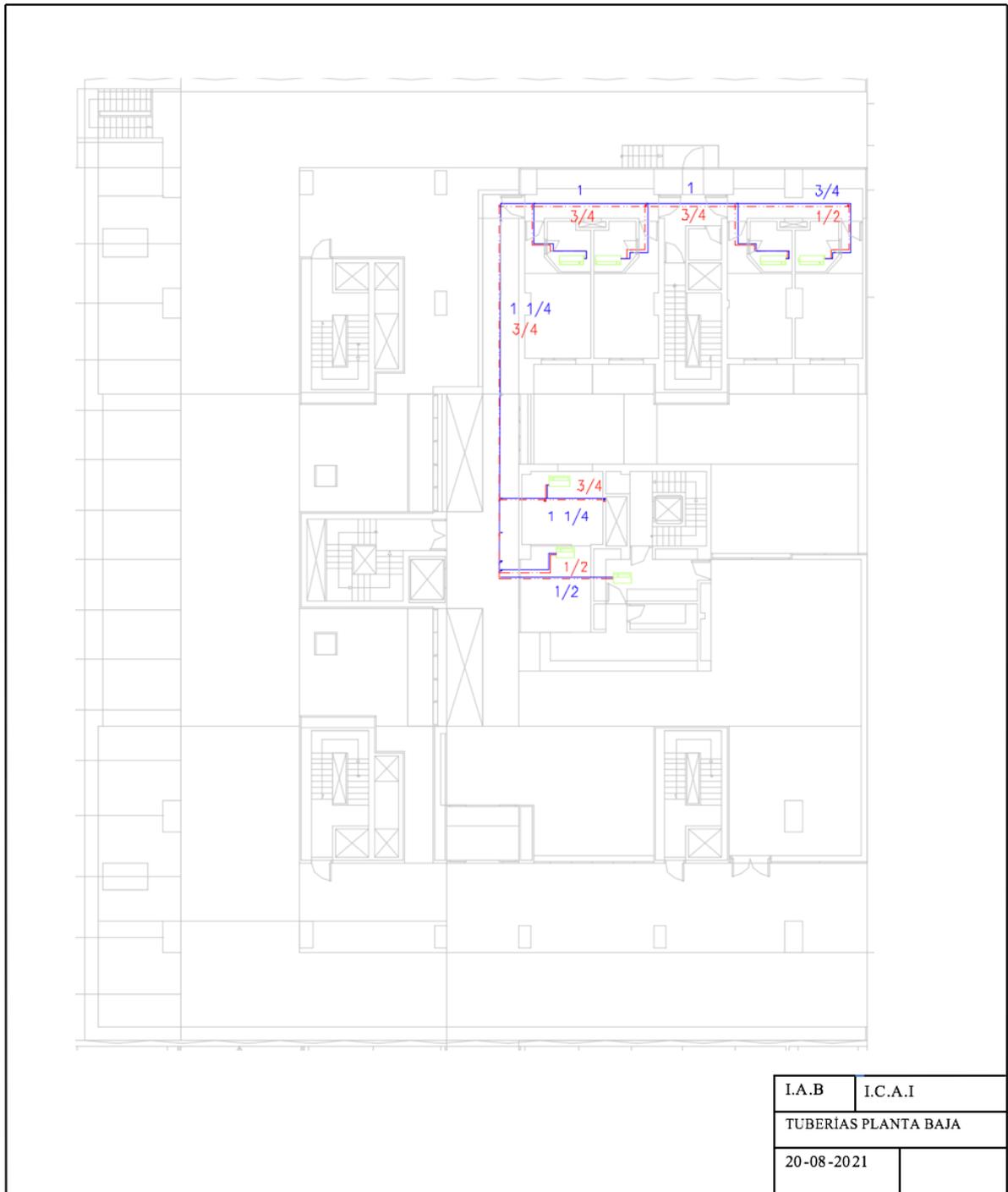


### 3.5 Plano 5: Red de tuberías Sótano

En los planos de tuberías se puede observar cómo ambos circuitos, el de calefacción y el de refrigeración siguen un mismo recorrido. En el recorrido se muestran los distintos diámetros de cada circuito.

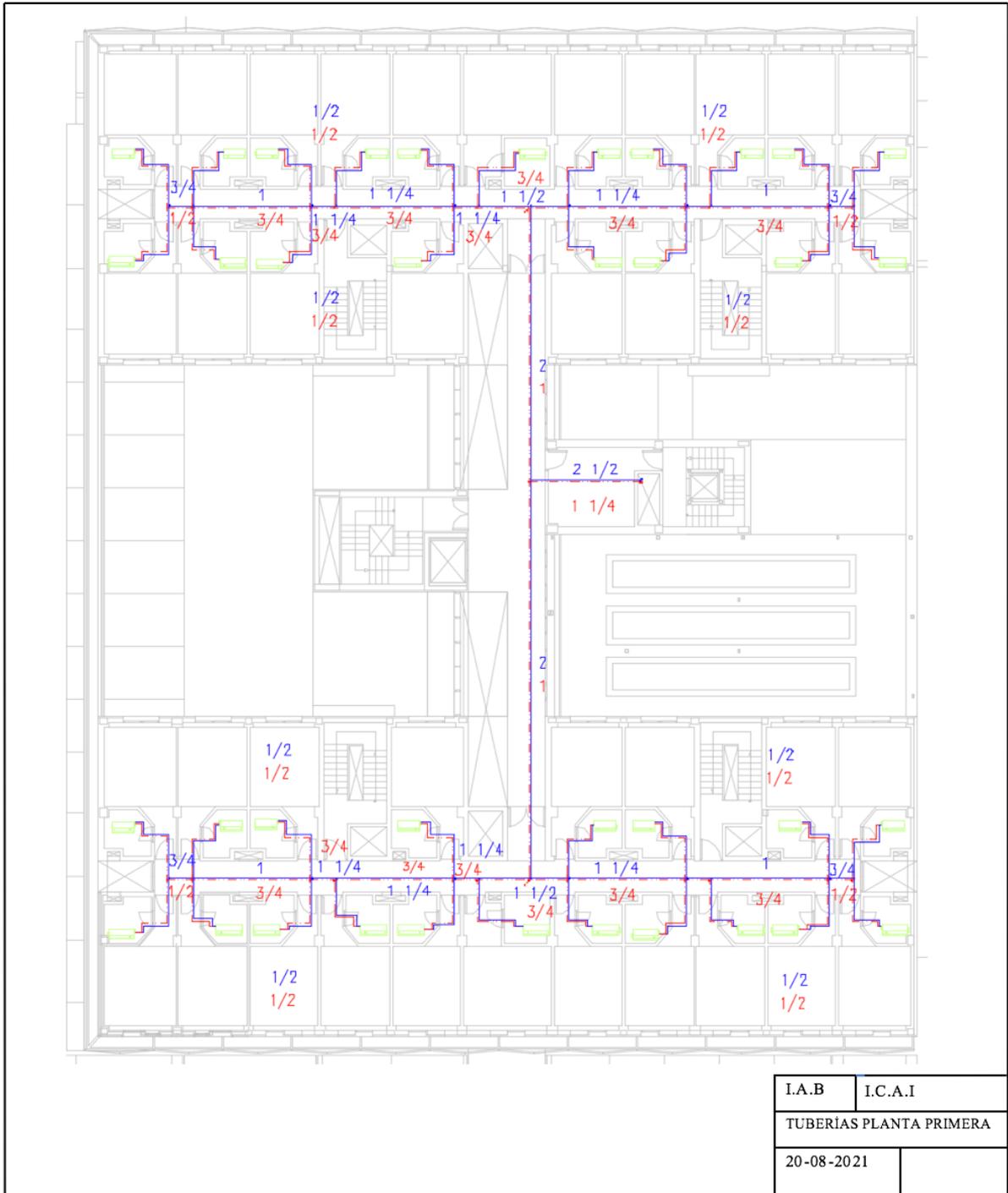


### 3.6 Plano 6: Red de tuberías Planta Baja

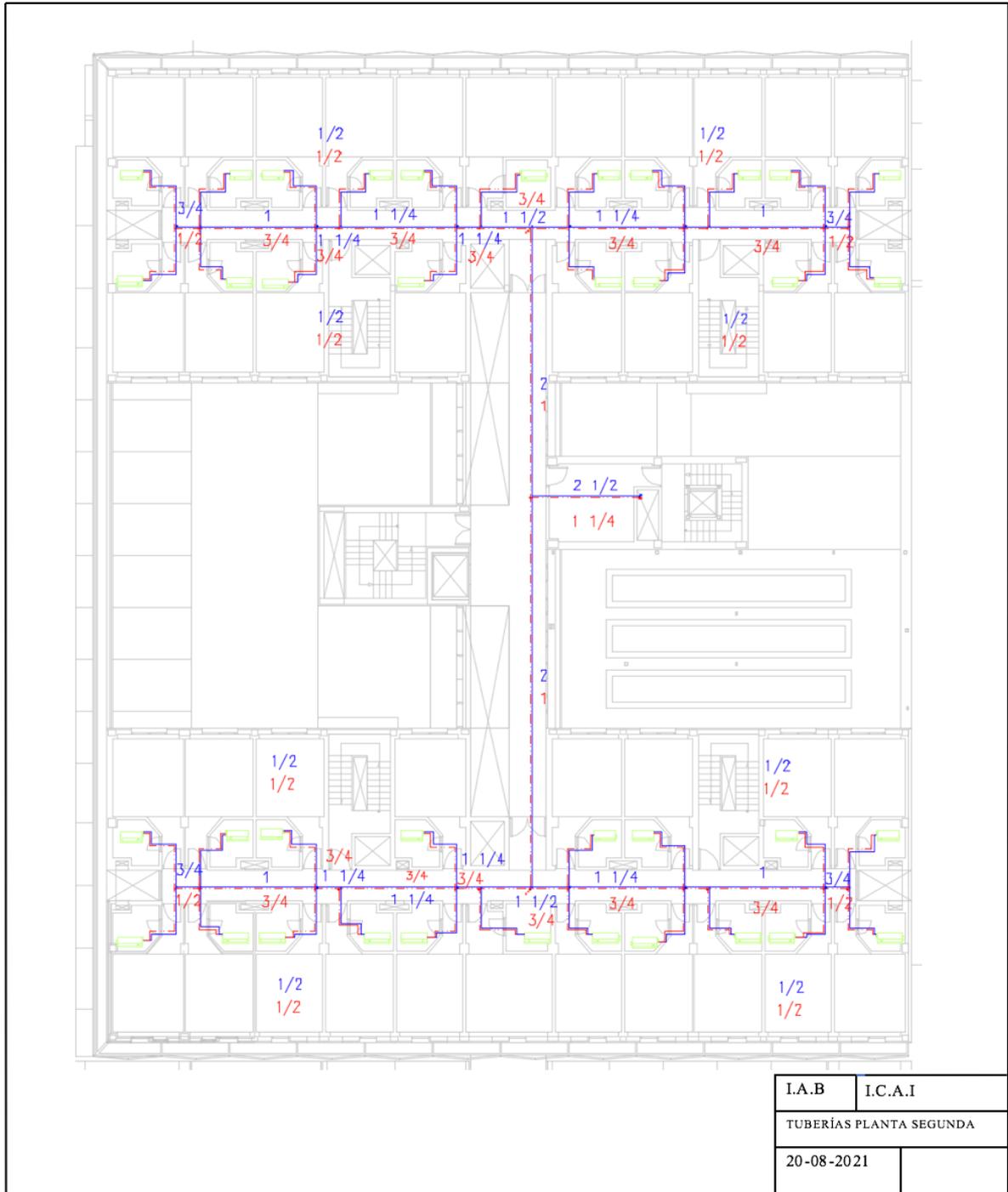


I.A.B	I.C.A.I
TUBERÍAS PLANTA BAJA	
20-08-2021	

### 3.7 Plano 7: Red de tuberías Planta Primera



### 3.8 Plano 8: Red de tuberías Planta Segunda



---

## ***4.PRESUPUESTO***

---

En este apartado se valorarán los precios totales de todos los equipos utilizados en la instalación.

EQUIPO Y DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Planta enfriadora de agua, condensada por aire Potencia frigorífica: 283,4 kW Potencia eléctrica consumida: 134,2 kW Tipo compresores: SCROLL Nº circuitos independientes: 2 Tipo ventiladores: AXIAL Presión disponible: 0 Pa Marca/modelo: LENNOX Wa 300 A STD	5	37548,3	187.741,50 €
Caldera generadora de gas tipo modular. Potencia: 482 KW Rendimiento: alto. Chimenea y colector de humos Marca: ADISA Modelo: ADI CD-M500	2	21.918,90	43.837,80
Bancada a base de estructura metálica para colocación de planta enfriadora	5	600	3000
Depósito de expansión cerrado de membrana recambiable, de 50 l de capacidad, construido con chapa de acero soldado, para una presión de 60 kPa, timbrado por Delegación de Industria, con válvula de seguridad, manómetro, grifo de vaciado y toma de regulación de presión. Completamente instalado. Marca/modelo: SEDICAL REFLEX N50/6 o equivalente	6	147,5	885

Depósito de expansión cerrado de membrana recambiable, de 100 l de capacidad, construido con chapa de acero soldado, para una presión de 60 kPa, timbrado por Delegación de Industria, con válvula de seguridad, manómetro, grifo de vaciado y toma de regulación de presión. Completamente instalado. Marca/modelo: SEDICAL REFLEX N100/6 o equivalente	2	253,05	506,1
--	---	--------	-------

### Climatizadores

EQUIPO Y DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Central de tratamiento de aire para el salon y la cafetería			
Formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor de velocidad constante, baterías de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado, con las siguientes características: Caudal de ventilador de impulsión: 5500 m <sup>3</sup> /h Batería de frío (mínimo 6 filas): 8 KW Batería de calor (mínimo 2 filas): 22 KW p.e.d= 11,72 mm.c.a  Marca / Modelo: Trox serie TKM50HE	1	7537,25	7537,25
Central de tratamiento de aire para el sotano y planta baja			

<p>Formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor de velocidad constante, baterías de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado, con las siguientes características: Caudal de ventilador de impulsión: 7800 m<sup>3</sup>/h</p> <p>Batería de frío (mínimo 6 filas): 4,3 KW Batería de calor (mínimo 2 filas): 14 KW p.e.d= 12,75 mm.c.a</p> <p>Marca / Modelo: Trox serie TKM50HE</p>	1	10.686,00	10.686,00
<p>Central de tratamiento de aire para la planta primera</p> <p>Formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor de velocidad constante, baterías de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado, con las siguientes características: Caudal de ventilador de impulsión: 17200 m<sup>3</sup>/h Batería de frío (mínimo 6 filas): 30 KW Batería de calor (mínimo 2 filas): 75 KW p.e.d= 15,5 mm.c.a</p> <p>Marca / Modelo: Trox serie TKM50HE</p>	1	23.564,00	23.564,00
<p>Central de tratamiento de aire para la planta segunda formado por ventiladores eléctricos de tipo centrífugo, con palas de reacción y motor de velocidad constante, baterías de agua en tubo de cobre y aletas de aluminio y secciones de filtrado, con las siguientes características:</p> <p>Caudal de ventilador de impulsión: 18300 m<sup>3</sup>/h</p>	1	25071	25071

Batería de frío (mínimo 6 filas): 46 KW Batería de calor (mínimo 2 filas): 80 KW p.e.d= 16,17 mm.c.a Marca / Modelo: Trox serie TKM50HE			
Bancada fabricada a base de estructura metálica para colocación y elevación de climatizador. Completamente instalada	4	160€	640€

**Elementos terminales (fan-coils y reguladores de caudal)**

<b>EQUIPO Y DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Fan-coil tipo cassette. De forma cuadrada, instalado en el falso techo. Acondicionado para asimilar el aire exterior de los conductos. Filtro de polipropileno. Ventilador radial con aislamiento clase F-4. Marca: Termoven Modelo: FCS-90 Suministro eléctrico: 230 V Potencia frigorífica: 6621 W Potencia sensible: 4626 W Caudal: 1375 m <sup>3</sup> /h Nivel sonoro: 55 dB	1	1.730,10	1.730,10
Fan-coil tipo cassette. De forma cuadrada, instalado en el falso techo. Acondicionado para asimilar el aire exterior de los conductos. Filtro de polipropileno. Ventilador radial con aislamiento clase F-4. Marca: Termoven Modelo: FCS-80	1	1.051,54	1.051,54

<p>Suministro eléctrico: 230 V  Potencia frigorífica: 4024 W  Potencia sensible: 4626 W  Caudal: 1100 m<sup>3</sup>/h  Nivel sonoro: 49 dB</p>			
<p>Fan-coil tipo cassette. De forma cuadrada, instalado en el falso techo. Acondicionado para asimilar el aire exterior de los conductos. Filtro de polipropileno. Ventilador radial con aislamiento clase F-4. Marca: Termoven  Modelo: FCS-50  Suministro eléctrico: 230 V  Potencia frigorífica: 3689 W  Potencia sensible: 2514 W  Caudal: 600 m<sup>3</sup>/h  Nivel sonoro: 46 dB</p>	9	964,00	8.676,00
<p>Fan-coil tipo cassette. De forma cuadrada, instalado en el falso techo. Acondicionado para asimilar el aire exterior de los conductos. Filtro de polipropileno. Ventilador radial con aislamiento clase F-4. Marca: Termoven  Modelo: FCS-30  Suministro eléctrico: 230 V  Potencia frigorífica: 2328 W  Potencia sensible: 1973 W  Caudal: 450m<sup>3</sup>/h  Nivel sonoro: 46 dB</p>	76	756,00	57.456,00
<p>Regulador de caudal de 125 mm de diámetro, con actuador eléctrico a 24 V con cierre total, con todos sus elementos de fijación. Completamente instalado.  Marca/modelo: TROXTVR/125/00/BCO/M</p>	87	296,00	25.752,00

Regulador de caudal de 160 mm de diámetro, con actuador eléctrico a 24 V con cierre total, sensor diferencial de presión y regulador de temperatura con comunicación tipo IRC al sistema de gestión del edificio, con todos sus elementos de fijación. Completamente instalado. Marca/modelo: TROX-TVV/160/00/BCO/M	2	300,49	600,98
Juego de lonas anti vibratorias para instalar en la impulsión y retorno de aire del fan-coil.	87	16,00	1.392,00

#### Equipos de impulsión de agua

Equipo y descripción	Unidades	Precio unitario	Precio total
Dos bombas centrífugas verticales unidas en un solo cuerpo. Aislamiento clase F. Eje de acero inoxidable. Frecuencia de alimentación 50 Hz. Juntas Klinglerit. Marca: Ebara Modelo: ELINE D 40-160, 0,55A Caudal: 7,41 l/s Velocidad de rotación nominal: 1450 r.p.m p.e.d: 8,22 M.C.A	2	1.437,00	2.874,00
Dos bombas centrífugas verticales unidas en un solo cuerpo. Aislamiento clase F. Eje de acero inoxidable. Frecuencia de alimentación 50 Hz. Juntas Klinglerit. Marca: Ebara Modelo: ELINE D 40-125, 0,55A	1	956,80	956,80

Caudal: 1,82 l/s Velocidad de rotación nominal: 1450 r.p.m p.e.d: 6,71 M.C.A			
Dos bombas centrífugas verticales unidas en un solo cuerpo. Aislamiento clase F. Eje de acero inoxidable. Frecuencia de alimentación 50 Hz. Juntas Klinglerit. Marca: Ebara Modelo: ELINE D 50-160, 0,55C Caudal: 2,21 l/s Velocidad de rotación nominal: 1450 r.p.m p.e.d: 5,36 M.C.A	1	1.214,40	1.214,40

#### Tuberías

DESCRIPCIÓN Y MEDIDAS	LONGITUD (M)	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 1/2" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.	1520	5,20	7.904,00
Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 3/4" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.	402,76	7,80	3.141,53

Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 1" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.	260,26	10,40	2.706,70
Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 1 1/4" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.	198,52	13,00	2.580,76
Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 1,5" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.	41,6	15,60	648,96
Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 2" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.	130	20,80	2.704,00
Tubería de acero negro estirado sin soldadura de 2 1/2" según norma DIN-2440, pintada con dos manos de antioxidante tipo minio, incluso p.p. de accesorios y elementos de soporte.	20,92	26,00	543,92
Aislamiento para tubería de 1/2", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 19 mm de espesor.	1520	6,01	9.135,20

Aislamiento para tubería de 3/4", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 19 mm de espesor.	402,76	6,88	2.770,99
Aislamiento para tubería de 1", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 19 mm de espesor.	260,26	7,14	1.858,26
Aislamiento para tubería de 1 1/4", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 27 mm de espesor.	198,52	9,81	1.947,48
Aislamiento para tubería de 1 1/2", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 27 mm de espesor.	41,6	10,65	443,04
Aislamiento para tubería de 2", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 27 mm de espesor.	130	13,81	1.795,30
Aislamiento para tubería de 2 1/2", a base de coquilla de espuma elastomérica tipo ARMAFLEX o similar, de 40 mm de espesor y forro de plancha de aluminio de 0,6 mm.	20,92	52,99	1.108,55

#### Redes de conductos

DESCRIPCIÓN Y MEDIDAS	LONGITUD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	(m)		
Conducto rectangular Sección 200x200. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado.	440	19,10	8.404,00

60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica			
Conducto rectangular Sección 250x200. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	33,78	23,2	783,696
Conducto rectangular Sección 250x250. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	135,2	27,3	3.690,96
Conducto rectangular Sección 300x250. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	44	31,60	1.390,40
Conducto rectangular Sección 300x300. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	28	33,1	926,8
Conducto rectangular Sección 350x300. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	30,6	34,2	1046,52
Conducto rectangular Sección 350x350. mm Fabricado en chapa galvanizada.	66,40	35,60	2.363,84

Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica			
Conducto rectangular Sección 400x350. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	81,76	37,9	3098,704
Conducto rectangular Sección 400x400. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	39,78	41,4	1.646,89
Conducto rectangular Sección 450x450. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	107,08	46,30	4.957,80
Conducto rectangular Sección 500x500. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	62,7	52,3	3.279,21
Conducto rectangular Sección 600x600. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	220	63,60	13.992,00
Conducto rectangular Sección 700x700. mm	68,00	77,30	5.256,40

Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica			
Conducto rectangular Sección 750x750. mm Fabricado en chapa galvanizada. Totalmente montado e instalado. 60% de la sección cubierta por aislamiento de espuma elastomérica	68,4	103,8	7.099,92

#### Válvulas y accesorios

EQUIPO Y DESCRIPCIÓN	UNIDADES	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Válvula de esfera, de la marca GENEBRE, diámetro 1/2".	174	10,00	1.740,00
Filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, PN-20, roscado, de diámetro 1/2".	174	9,92	1726,08
Filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, roscado, de diámetro 1".	1	12,73	12,73
Filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, roscado, de diámetro 2".	2	16,21	32,42
Filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, roscado, de diámetro 4".	1	31,23	31,23
Válvula de asiento de 3 vías, conexión con bridas , PN-16, de DN 65 , dotada de actuador todonada, alimentado a 24 V y confirmación de estado por interruptores fin de carrera. Completamente instalada.	1	755,96	755,96

Marca/modelo: HONEYWELL o equivalente			
Ud. válvula de mariposa, de la marca TTV o similar, PN-10, embridada, incluso contra bridas, juntas y demás accesorios, de diámetro 4".	3	168	504
Ud. válvula de retención, de la marca RUBER-CHECK o similar, PN-16, embridada, incluso contra bridas, juntas y demás accesorios, de diámetro 1"	1	58	58
Ud. válvula de retención, de la marca RUBER-CHECK o similar, PN-16, embridada, incluso contra bridas, juntas y demás accesorios, de diámetro 2"	2	73	146
Ud. válvula de retención, de la marca RUBER-CHECK o similar, PN-16, embridada, incluso contra bridas, juntas y demás accesorios, de diámetro 4"	1	102,5	102,5
Válvula de asiento de 3 vías, conexión con bridas , PN-16, de DN 50 , dotada de actuador todonada, alimentado a 24 V y confirmación de estado por interruptores fin de carrera. Completamente instalada. Marca/modelo: HONEYWELL o equivalente	2	547,83	1095,66

Válvula de equilibrado y control de 2 vías, fabricada en metal, con preajuste de caudal, tomas de presión 25mm dotada de actuador todo/nada, alimentado a 24 V y confirmación de estado por interruptores fin de carrera. Completamente instalada. Marca/modelo: T&A / TBV-C	174	34,42	5.989,08
Ud. filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, PN-10, embridado, incluso contra bridas, juntas y demás accesorios, de diámetro 4".	1	161,00	161,00
Ud. filtro colador tipo "Y", de la marca JC o similar, PN-10, embridado, incluso contra bridas, juntas y demás accesorios, de diámetro 2,5".	2	101,76	203,52

**TOTAL: 514.316,49 €**

**Total: 514.316,49€.**

**El presupuesto total de la instalación es de quinientos catorce mil, trescientos dieciséis con cuarenta y nueve euros**

**Madrid, Agosto 2021.**

---

## ***5. PLIEGO DE CONDICIONES***

---

## Índice:

1	Generalidades	80
1.1	Objeto y alcance	80
1.2	Definiciones	81
2	Dirección de obra	83
3	Aislamiento térmico	83
3.1	General	83
3.2	Materiales y características	84
3.3	Niveles de aislamiento	84
3.4	Barrera anti-vapor	85
3.5	Colocación	85
3.6	Aislamiento de tuberías	86
3.7	Aislamiento de conductos	86
3.8	Protección del aislamiento	86
4	Compuertas cortafuegos	87
4.1	General	87
4.2	Instalación	87
5	Conductos flexibles	88
5.1	General	88
5.2	Instalación	88
6	Fancoils	88
6.1	Generalidades	88
6.2	Elementos constitutivos	89
6.3	Instalación	89
6.4	Control y regulación	90
6.4.2	Información técnica	90
7	Compensadores de dilatación	90
7.1	General	90
7.2	Montaje	91
8	Rotulación e identificación de equipos y fluidos	91
8.1	General	91
9	Unidades de tratamiento de aire (recuperadores entálpicos)	92
9.1	General	92
9.2	Materiales	93
9.3	Elementos constitutivos.	93
9.4	Instalación	94

9.5	Información técnica	94
10	Depósitos de expansión	96
10.1	General	96
10.2	Materiales	96
10.3	Instalación	97
11	Difusores y rejillas	97
11.1	General	97
11.2	Materiales y construcción	97
11.3	Distribución y montaje	98
11.4	Medición de caudal	98
12	Elementos de regulación y control	99
12.1	General	99
12.2	Materiales e instalación	99
13	Valvulería	100
13.1	General	100
13.2	Conexiones	100
14	Bombas	101
14.1	General	101
14.2	Información Técnica	102
15	Elementos Antivibratorios	103
15.1	General	103
15.2	Instalación	103
16	Drenajes y vaciados	103
16.1	Drenajes	103
16.2	Vaciados	104
17	Acometidas de agua a equipos y redes	104
18	Pruebas y ensayos	105
18.1	General	105
18.2	Pruebas parciales	106
18.2.2	Pruebas mecánicas	106
18.2.3	Circuito refrigerante	107
18.2.4	Pruebas hidrotérmicas	107
18.2.5	Motores	107
18.2.6	Ventiladores	108
18.2.7	Conductos	108
18.3	Otras pruebas	108
19	Recepción	108

19.1	Condiciones de aceptación y rechazo	109
19.2	Equipos frigoríficos	109
19.3	Elementos emisores	111
19.4	Elementos de bombeo	111

## 1 Generalidades

### 1.1 Objeto y alcance

El objeto del presente documento es establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, los equipos y el montaje de las instalaciones de Climatización correspondientes al Centro Comercial “La Montaña” en Aranjuez. En particular, se definen los siguientes conceptos:

- ✓ Características y especificaciones de los materiales y equipos, su suministro e instalación.
- ✓ Trabajos a realizar por el Contratista.
- ✓ Forma de realizar las instalaciones y el montaje.
- ✓ Pruebas y ensayos, durante el transcurso de la obra, a la Recepción Provisional y a la Recepción Definitiva.
- ✓ Garantías exigidas.

Será cometido del Contratista el suministro de todos los equipos, materiales, servicios y mano de obra necesarios para dotar al Edificio de las instalaciones descritas en la Memoria, representadas en Planos y recogidas en Mediciones u otros documentos de este Proyecto. Todo ello según las normas, reglamentos y prescripciones vigentes que sean de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene.

Asimismo, será cometido del Contratista lo siguiente:

- ✓ La conexión de todos los equipos relacionados con las instalaciones, o los que la D.T. estime de su competencia, aún no estando incluidas expresamente.
- ✓ Las pruebas y puesta en marcha, y cuanto conlleve.
- ✓ Planos finales de obra, “así construido”, en papel y en soporte informático, y tres informes con especificaciones y características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento. Los planos contendrán:

- Todos los trabajos de climatización instalados exactamente de acuerdo con el diseño original.
  - Todos los trabajos de climatización instalados correspondientes a modificaciones o añadidos al diseño original.
  - Toda la información dimensional necesaria para definir la ubicación exacta de todos los equipos que, por estar ocultos, no es posible seguirles el recorrido por simple inspección a través de los medios comunes de acceso, establecidos para inspección y mantenimiento.
- ✓ La limpieza inmediata y, si se precisa, transporte a vertedero de material sobrante, de todos los tajos y zonas de actuación.
  - ✓ Sellado ignífugo de huecos y pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesan las instalaciones.
  - ✓ Las ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
  - ✓ El pequeño material y accesorios, así como transporte y movimiento de todos los equipos.
  - ✓ Los elementos de fijación y soporte, previa aprobación de los mismos por la D.T., de todos los aparatos.
  - ✓ Todo el material y equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc., para dejar un perfecto acabado.
  - ✓ Las bancadas y sistemas antivibradores para equipos que lo requieran o indique la D.T.
  - ✓ La imprimación y pintura de todo el material férreo utilizado para bancadas, soportes, herrajes, etc., que se requiera.
  - ✓ En general, cuanto sea necesario para dejar el conjunto de las instalaciones que se adjudican totalmente rematadas y funcionando correctamente.

## 1.2 Definiciones

Para la instalación de climatización, el término “Contratista” significa la empresa que ejecuta dicha instalación, o su representante autorizado.

El término “Dirección Técnica”, en adelante D.T., significa la persona o personas responsables técnicamente del montaje, o su representante.

Tanto en los planos como en las especificaciones para las instalaciones de climatización, ciertas palabras no técnicas serán entendidas con un significado específico que se define a continuación haciendo caso omiso a indicaciones contrarias en las condiciones generales o cualquier otro documento de control de las instalaciones de climatización.

Cada vez que se emplee el término “Suministro” se entenderá incluida la definición del material, el dimensionado, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costes de embalaje, desembalaje, transporte y almacenamiento en obra, procedimientos, especificaciones, planos, cálculos, manuales y programas para todo lo anterior, para la Propiedad y las Administraciones competentes, necesario para construir y fabricar el material, así como los costes derivados de visados, tasas, etc. para realizar la instalación.

En los términos “Instalación” o “Montaje” se entenderá incluido el coste de medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, realización de pasamuros, paso de forjados, sellado de los mismos, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexión eléctrico o mecánico, mantenimiento durante la obra, limpieza, medición final, asistencia a la Propiedad en inspecciones, entrega, adopción de medidas de seguridad contra robo, incendio, sabotaje, daños naturales y accidentes a las personas o a las cosas.

“Proveer”: Suministrar e instalar.

“Nuevo”: Fabricado hace menos de dos años y nunca usado anteriormente.

Por último, el término “Prueba” incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra accidentes

a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

## **2 Dirección de obra**

El Contratista actuará en todo momento bajo las órdenes de la D.T., a quien únicamente pedirá la conformidad de sus trabajos y nuevas necesidades y, de acuerdo con la cual, resolverá los problemas o incidencias que pudieran presentarse.

## **3 Aislamiento térmico**

### **3.1 General**

El aislamiento térmico de las conducciones y los equipos se instalará después de las pruebas de estanqueidad del sistema y del limpiado y protección de las superficies.

Cuando la temperatura en algún punto el aislamiento térmico pueda descender por debajo de la temperatura del punto de rocío del aire ambiente, con la consecuente formación de condensados, la cara exterior del aislamiento deberá estar protegida por una barrera anti-vapor sin solución de continuidad.

Cuando la temperatura en algún punto de la masa aislante de un conducto de aire pueda descender por debajo de la temperatura del punto de rocío del aire en el interior del conducto, deberá protegerse por una barrera anti-vapor la cara interna del aislamiento.

El aislamiento no quedará interrumpido en el paso de los elementos estructurales del edificio. El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con el aislamiento, con una holgura no superior a 3 centímetros. Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento en los soportes de las conducciones.

El puente térmico constituido por el soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico entre el mismo y la conducción, excepto cuando se trate de un conducto de transporte de aire o, en el caso de las tuberías, el soporte sea un punto fijo, la temperatura del fluido sea superior a 15 °C ó la conducción transporte agua sanitaria.

Tras la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y control y las válvulas quedarán visibles y accesibles.

Las franjas de color y las flechas de distinción del fluido transportado en las conducciones se pintarán o pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de la protección del mismo.

La Dirección facultativa rechazará cualquier material aislante que muestre evidencia de estar mojado o húmedo.

### **3.2 Materiales y características**

Los materiales aislantes utilizados se identificarán según la clasificación establecida en el anexo 5 de la NBE-CT.

El fabricante de material aislante garantizará las características de conductividad, densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua y demás características mediante etiquetas y marcas de calidad.

Todos los materiales aislantes empleados deberán haber sido sometidos a los ensayos indicados en las normas UNE mencionadas en la NBE-CT, anexo 5, párrafo 5.2.5. En el caso de que el material no esté certificado debidamente y ofrezca dudas sobre la calidad, la Dirección facultativa podrá dirigirse a un laboratorio oficial para la realización de ensayos de comprobación, con cargo a la empresa instaladora.

La conductividad térmica de los materiales aislantes empleados no deberá superar la indicada en la tabla 2.8 del anexo 2 de la NBE-CT o la establecida en la norma UNE correspondiente.

### **3.3 Niveles de aislamiento**

Las tuberías, conductos, equipos y aparatos deberán cubrirse con los espesores mínimos de aislamiento según el apéndice 03.1 (Espesores mínimos de aislamiento térmico) del reglamento RITE. En las mediciones se harán constar expresamente los espesores de aislamiento superiores a los indicados en dicho apéndice; de no existir indicaciones, se entenderá que son válidos dichos espesores.

Los conductos flexibles quedarán aislados con el mismo nivel del conducto aguas arriba, salvo que sean de tipo preaislado.

### **3.4 Barrera anti-vapor**

Cuando se precise la barrera anti-vapor, deberá situarse sobre la superficie expuesta a la más alta presión de vapor, usualmente la superficie de contacto con el ambiente.

Cualquier muestra de discontinuidad en la barrera anti-vapor será objeto de rechazo por la Dirección facultativa.

Se instalará un barrera anti-vapor sobre las superficies cuya temperatura pueda descender por debajo de la temperatura de rocío del ambiente. En particular, todos los materiales aislantes instalados sobre equipos, tuberías y conductos, en cuyo interior fluya un fluido con temperatura inferior a 15 °C, llevarán una barrera anti-vapor sobre la cara exterior del aislamiento. La barrera deberá tener una resistencia al paso del vapor superior a 100 MPa m<sup>2</sup> s/g.

### **3.5 Colocación**

El aislamiento se efectuará a base de mantas, fieltros, placas, segmentos o coquillas, soportadas según las instrucciones del fabricante. El asiento del material aislante será compacto y firme, sin cámaras de aire; el espesor se mantendrá uniforme. Cuando se requiera la instalación de varias capas, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.

El cierre de las juntas de la barrera anti-vapor será cuidadosa, disponiendo de amplios solapes.

El aislamiento y la barrera anti-vapor estarán protegidos con materiales adecuados, para evitar el deterioro, cuando estén expuestas a choque metálico y a las inclemencias meteorológicas. La protección se realizará según se indique en las mediciones.

Cuando sea necesaria la colocación de flejes distanciadores, con objeto de sujetar el revestimiento y conservar un espesor homogéneo, deberán colocarse placas de amianto u otro material aislante para evitar el puente térmico formado por ellos.

### **3.6 Aislamiento de tuberías**

El aislamiento térmico de tuberías aéreas o empotradas se realizará siempre con coquillas para diámetros inferiores a 25 cm; para tuberías de diámetros superiores se utilizarán fieltros o mantas.

El aislamiento se adherirá a la tubería, para lo cual las coquillas se atarán con venda y sucesivamente con plenitas galvanizadas (se prohíbe el uso de alambres). Las curvas y los codos se realizarán con trozos de coquilla cortados en forma de gajos. En ningún caso el aislamiento con coquilla presentará más de dos juntas longitudinales.

Cuando la temperatura de servicio de la tubería sea inferior a la temperatura ambiente, las coquillas deberán ser encoladas sobre la tubería y entre ellas, por medio de breas, materiales bituminosos o productos especiales.

Para tuberías empotradas podrán utilizarse aislamientos a granel, siempre que quede garantizado el valor del coeficiente de conductividad térmica del material empleado.

Todos los accesorios de la red de tuberías deberán cubrirse con el mismo nivel de aislamiento que la tubería, incluido la barrera anti-vapor. En ningún caso el material aislante impedirá la actuación sobre los órganos de maniobra de las válvulas, ni la lectura de los instrumentos de medida y control.

### **3.7 Aislamiento de conductos**

Los conductos de chapa metálica se aislarán según se indica en las mediciones. Se evitará la formación de bolsas de aire entre el conducto y el aislamiento. Durante el montaje se evitará que el espesor del aislamiento se reduzca por debajo del valor nominal.

El material aislante estará dotado de barrera anti-vapor, cuando el conducto transporte aire a temperatura inferior a 15 °C. La barrera será continua.

### **3.8 Protección del aislamiento**

Cuando así se indique en las mediciones, el material aislante tendrá un acabado resistente a las acciones mecánicas y, cuando sea instalado al exterior, a las inclemencias del tiempo.

La protección del aislamiento se aplicará siempre en equipos, aparatos y tuberías situados en la sala de máquinas y en tuberías que transcurran por pasillos de servicio, sin falso techo, amén de las conducciones instaladas en el exterior.

## **4 Compuertas cortafuegos**

### **4.1 General**

Las compuertas cortafuegos deberán tener una resistencia al fuego igual o superior a la del cerramiento donde vaya colocada y, en cualquier caso, no inferior a 90 minutos.

El cierre de la compuerta será manual y automático. El dispositivo automático actuará por calor y podrá estar dotado de un servo-motor todo-nada, mandado por un sistema de detección de humos y llamas, según se indique o no en las mediciones. El mando manual será de fácil acceso.

Las compuertas, si así se indicara en las mediciones, podrá estar dotada de un interruptor de final de carrera.

El cierre de la compuerta tendrá lugar por gravedad o por la acción de un muelle.

### **4.2 Instalación**

Se instalarán en el lugar indicado en los planos, debiendo estar sellado el espacio entre el cerramiento y el bastidor de la compuerta con una masilla de características adecuadas, que deberá ser aprobada por la dirección facultativa. Las compuertas se acoplarán a los conductos mediante bridas a través de piezas especiales de cambio de sección.

Las compuertas se soportarán independientemente de los conductos conectados a la misma.

## **5 Conductos flexibles**

### **5.1 General**

Los conductos flexibles serán de material no inflamable y que no desprenda gases tóxicos, serán resistentes a las acciones agresivas del ambiente, resistirán una presión interior de al menos 2000 Pa sin rotura y soportarán temperaturas de al menos 60 °C sin deteriorarse.

El conducto flexible será el indicado en las mediciones.

### **5.2 Instalación**

La suspensión de los conductos flexibles deberá hacerse a los intervalos recomendados por el fabricante. El elemento de soporte en contacto con el conducto flexible deberá tener la suficiente anchura para evitar la reducción del diámetro interior.

Las unidades terminales y los conductos rígidos deberán estar soportados a la estructura del edificio de forma firme independientemente del conducto flexible al que están conectados.

La longitud de los conductos flexibles será la menor posible. Deberán instalarse en línea recta entre la conexión a la red de conducto y la unidad terminal, siempre que sea posible. El manguito sobre el cual se acople el conducto flexible, deberá tener una longitud mínima de 5 cm y deberá solaparse al menos 2'5 cm. La tolerancia máxima entre el diámetro exterior del manguito y el diámetro interior del conducto flexible será 1 mm.

## **6 Fancoils**

### **6.1 Generalidades**

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

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

Los cojinetes del motor y ventilador serán autolubrificantes sin necesidad de mantenimiento posterior. Los motores eléctricos dispondrán del mecanismo necesario para su arranque.

El equipo tendrá prevista una conexión a la red de tierra del edificio. La batería estará dotada de purgadores manuales. La bandeja de condensado tendrá una conexión de desagüe de al menos media pulgada (1/2").

## **6.2 Elementos constitutivos**

Los fancoil estarán constituidos por los siguientes elementos:

- ✓ Chasis o estructura en material inoxidable.
- ✓ Baterías de intercambio térmico agua-aire (baterías de frío y calor).
- ✓ Ventilador.
- ✓ Filtro de are.
- ✓ Placa de mando del ventilador.
- ✓ Conexiones de alimentación de agua,
- ✓ Conexiones de alimentación eléctrica.
- ✓ Bandeja de recogida de condensados con drenaje.
- ✓ Paneles de cerramiento con aislamiento acústico.
- ✓ Placa de identificación.
- ✓ Rejillas de aspiración y descarga.

## **6.3 Instalación**

La distancia entre la pared inferior de los tubos de aletas del convector y la parte inferior de la apertura de entrada de aire, deberá ser de quince centímetros.

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

## **6.4 Control y regulación**

La capacidad frigorífica del fancoil se podrá realizar actuando sobre la variación del caudal de aire mediante las distintas velocidades del ventilador, generalmente de control manual, o actuando sobre el caudal de agua suministrado a la tubería mediante válvula automática, todo-nada o modulante.

### **6.4.2 Información técnica**

El fabricante deberá suministrar la documentación técnica correspondiente con la siguiente información:

- ✓ Denominación, tipo y tamaño.
- ✓ Caudal de aire en cada velocidad del ventilador.
- ✓ Potencia frigorífica sensible y total, en función de la temperatura y caudal del agua fría y de las condiciones higrométricas del aire a la entrada, para cada velocidad del ventilador.
- ✓ Consumo del ventilador en cada velocidad.
- ✓ Nivel de ruido de presión sonora en dBA para un local tipo en cada velocidad del ventilador.
- ✓ Características de la corriente eléctrica necesaria.
- ✓ Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- ✓ Limitación de presión hidráulica.

## **7 Compensadores de dilatación**

### **7.1 General**

Los compensadores de dilatación se instalarán donde se requiera, según la experiencia de la empresa instaladora. Los dilatadores deberán situarse siempre entre dos anclajes de fijación y deberán ser calculados de forma que absorban la dilatación

debida a la máxima variación de temperatura previsible. Los soportes incluidos entre los puntos fijos deberán permitir el libre movimiento de la tubería.

Los compensadores deberán recubrirse con el mismo espesor de aislamiento que la tubería donde estén instalados; de forma que en ningún caso el aislamiento podrá impedir el movimiento del dilatador.

Las conexiones podrán realizarse con manguitos para soldar a la tubería, con bridas montadas por cuellos rebordeados o con bridas soldadas. Con diámetros nominales inferiores a 5 cm la unión será por manguitos, para diámetros superiores se hará por bridas de acero..

## **7.2 Montaje**

Según la membrana venga o no pretensada de fábrica, habrá que soltar el anillo de retención o proceder a un pretensado en obra respectivamente, para que el compensador quede en condiciones de trabajo. En caso que sea necesario el pretensado, se realizará bajo la supervisión del responsable de la empresa instaladora, previo cálculo y siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los compensadores de dilatación se montarán entre dos puntos de anclaje o puntos fijos. De un lado y otro del compensador, si éste sólo admite movimientos axiales, deberán instalarse soportes de guiado, uno de los cuales podrá eliminarse si, como es recomendable en la mayoría de los casos, el dilatador se situara cerca de un punto fijo.

## **8 Rotulación e identificación de equipos y fluidos**

### **8.1 General**

Los fluidos de las diferentes tuberías y conductos, aislados o no, se identificarán mediante bandas de colores, según las normas UNE, añadiéndose un texto rotulado con letras blancas o negras de 2'5 cm de alto, identificador del fluido. Cada tubería o conducto exhibirá flechas indicando el sentido del flujo.

En tuberías aisladas, la identificación se realizará mediante cinta adhesiva de celulosa laminada con una capa transparente de etil celulosa. Todas las identificaciones mencionadas se ejecutarán de igual forma. Las tuberías no aisladas se identificarán con bandas de color pintadas.

En el caso de conductos, se indicará si son de retorno, impulsión, extracción. Etc., designando la zona o la planta a la que sirven. La identificación mediante colores se realizará con bandas de 8 cm de ancho.

Todos los equipos estarán provistos de la correspondiente placa identificativa, que defina la denominación específica y la zona a la que atiende.

Todas las válvulas dispondrán de una chapa inoxidable, con la referencia de identificación grabada.

Cada equipo eléctrico de corte y maniobra deberá ser identificado mediante rótulos grabados.

## **9 Unidades de tratamiento de aire (recuperadores entálpicos)**

### **9.1 General**

Se consideran unidades de tratamiento de aire aquellos equipos sin producción propia de frío o calor que sirven para suministrar a través de una red de conductores de aire, el aire tratado a los locales pertinentes.

La velocidad de paso del aire por las baterías de enfriamiento no será superior a dos metros y medio por segundo (2,5 m/s).

La velocidad de paso del aire por las baterías de calefacción no será superior a tres metros por segundo (3 m/s).

El nivel de ruido producido por la climatizadora será inferior a 45 NC a una distancia de dos metros (2 m).

Las secciones de filtros, baterías y ventiladores serán fácilmente accesibles para su limpieza, inspección y reparación.

Excepto en los casos de motor directamente acoplado al eje del ventilador, en todos los demás casos, existirá un sistema para ajustar la velocidad del ventilador y la tensión de las correas.

La bandeja de recogida de condensados, tendrá un drenaje con una sección mínima de veinte milímetros ( 20 mm) de diámetro, fácilmente accesible para su limpieza y protegida con una malla filtrante contra trozos de fibras.

## **9.2 Materiales**

Las unidades de tratamiento de aire serán construidas en chapa galvanizada con un espesor no inferior a cero coma ocho milímetros (0,8 mm) según el tipo de construcción.

Los paneles estarán dotados con una capa de veinticinco milímetros (25 mm) de fibra de vidrio de densidad no inferior a 12 kg/m<sup>3</sup>.

El interior de los paneles estará tratado de forma que no se desprendan partículas del material aislante y que no se produzca corrosión en ninguno de sus componentes, o estarán cubiertas de chapa metálica perforada o no (tipo Sandwich).

Los materiales constitutivos de una climatizadora serán incombustibles.

## **9.3 Elementos constitutivos.**

Los componentes mínimos de una climatizadora son los siguientes:

- ✓ Envoltente con paneles desmontables.
- ✓ Aislamientos de la envoltente incorporados en los paneles.
- ✓ Ventilador con motor, soportes antivibratorio y acoplamiento.
- ✓ Acoplamiento elástico a la salida del ventilador.
- ✓ Baterías de tratamiento de aire.
- ✓ Filtro de aire.
- ✓ Bandeja de drenaje.
- ✓ Elementos de soporte o cuelgue.

Opcionalmente, las centrales incluirán :

- ✓ Sistema de humidificación.
- ✓ Separador de gotas.
- ✓ “By-pass” sobre baterías.
- ✓ Compuertas de zona.

#### **9.4 Instalación**

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

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

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

#### **9.5 Información técnica**

El fabricante deberá suministrar:

- ✓ Descripción, componentes y designación.
- ✓ Curvas características del ventilador incorporado a la central.
- ✓ Pérdidas de presión en el circuito del aire, en función del caudal.
- ✓ Pérdidas de presión en cada una de las baterías, en función del caudal de agua.
- ✓ Características y eficiencia del filtro de aire.
- ✓ Presión total disponible a la salida de la climatizadora.
- ✓ Velocidad de salida del aire en la boca del ventilador.

- ✓ Dimensiones, pesos y cotas de conexiones.
- ✓ Características de la corriente eléctrica de alimentación del motor.
- ✓ Condiciones de humedad y temperatura del aire a la salida de la batería, para las condiciones establecidas en la entrada en función de :
  1. Caudal del fluido transportado.
  2. Temperatura del fluido transportado.
  3. Caudal y presión de aire circulado a través de la batería.
- ✓ Pérdida de carga producida por la batería en el lado aire, en función del caudal.
- ✓ Pérdida de carga producida en el lado del fluido portado, en función de su caudal.
- ✓ Presión de prueba y presión de trabajo máximo admisible.
- ✓ Limitaciones relativas al aire de fluido portado en cuanto a problemas de corrosión en los metales componentes de las baterías.
- ✓ Velocidades máximas admisibles en el aire a su paso por la batería sin que se arrastren gotas de condensado.
- ✓ Velocidad máxima del fluido portador o caudal máximo sin que se produzca erosión.
- ✓ Dimensiones, pesos y cotas de conexiones.
- ✓ Nivel de ruido del conjunto del climatizador.

Los pasos de los tubos a través del bastidor estarán perfectamente sellados para impedir toda fuga de aire entre los tubos y el bastidor.

La pérdida de carga en el conjunto de la batería, no será superior a 10 m.c.a.

En las baterías de agua-aire los circuitos estarán diseñados para que no se produzcan bolsas de aire y el desaire se realice en todos ellos garantizando un perfecto llenado.

Las aletas de las baterías tendrán una distribución uniforme y su misión con los tubos será inalterable por los cambios de temperatura y presión debido a las condiciones de trabajo.

## **10 Depósitos de expansión**

### **10.1 General**

Los depósitos de expansión se instalarán en todos los circuitos cerrados de la instalación, en los lugares indicados en los Planos y según se indique en las Mediciones.

Los datos que sirven de base para la selección del mismo son los siguientes:

- ✓ Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- ✓ Temperatura mínima de funcionamiento..
- ✓ Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- ✓ Presiones mínima y máxima de servicio, en depósitos cerrados.
- ✓ Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del depósito y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento.

Los depósitos cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y llevarán la correspondiente placa de timbre.

### **10.2 Materiales**

Los materiales a emplear en la fabricación de los depósitos de expansión son los que se describen a continuación:

- Depósitos de expansión cerrados.
  - ✓ Cuerpo de acero de calidad, soldado en atmósfera inerte, fosfatado y pintado.

- ✓ Membrana impermeable de caucho, de elevada elasticidad y resistente a las altas temperaturas.
  - ✓ Válvula de llenado de gas inerte, precintada.
  - ✓ Carga de gas inerte (nitrógeno).
  - ✓ Conexión a la red por rosca o brida.
- Nota.- El depósito cerrado tendrá el cuerpo dividido en dos partes, por medio de un acoplamiento por brida, para permitir el recambio de la membrana, cuando su volumen total sea igual o superior a 100 litros.

### **10.3 Instalación**

Los depósitos de expansión se conectarán a la red en la aspiración de las bombas de los circuitos primarios.

La conexión a la red deberá realizarse de manera que no pueda crearse una bolsa de aire en el mismo.

## **11 Difusores y rejillas**

### **11.1 General**

La selección de difusores y rejillas se hará de manera que en la zona de ocupación no se produzcan niveles de presión sonora debidos al funcionamiento de la instalación, superiores a los indicados en las RITE-ITE, en función del tipo del local.

Antes de la adquisición del material, la empresa instaladora presentará a la Dirección Facultativa una muestra de todos los elementos de distribución que pretende instalar, con el acabado y el color elegidos por la Dirección Facultativa.

### **11.2 Materiales y construcción**

Según lo que se indique en las mediciones.

El área libre de las rejillas de retorno será por lo menos del 70%.

Las compuertas de sobrepresión tendrán las aletas de plástico o de aluminio provistas de burletes de plástico y eje de latón.

Las bocas de extracción de aire de locales húmedos serán circulares, con control de caudal por rotación del núcleo central, construidas de material plástico.

### **11.3 Distribución y montaje**

Los elementos de difusión de aire se instalarán en los lugares indicados en los planos, y con los tamaños especificados en los mismos.

La empresa instaladora deberá entregar, cuando así se lo pida la Dirección Facultativa, unos planos que reflejen la situación de todos los elementos que se instalen en el techo, coordinando con las otras empresas instaladoras y con la constructora y teniendo en cuenta la modularidad del falso techo y de la fachada.

La distribución de los elementos en los locales y sus selección se hará de manera que se evite:

- ✓ El choque de corrientes de aire procedentes de dos difusores contiguos, dentro del alcance del chorro de aires.
- ✓ El “by-pass” de aire entre un difusor o rejilla de impulsión y una rejilla de retorno.
- ✓ La creación de zonas sin movimiento de aire.
- ✓ La estratificación del aire.

La conexión de difusores o rejillas a la red de conductos o al plenum se efectuará después de haber presentado a la Dirección Facultativa planos de detalle que tengan en cuenta el acabado de la superficie y su constitución.

### **11.4 Medición de caudal**

La medida del caudal de difusores y rejillas de impulsión, necesaria para efectuar el equilibrado del sistema, se hará posicionando el aparato de medida en el punto marcado en la rejilla o difusor. La lectura del instrumento, del tipo recomendado por el fabricante, deberá multiplicarse por el factor indicado por el mismo.

Para las rejillas de retorno la medición del caudal se hará por medio de una campana cónica o piramidal.

Las medidas se harán conforme a lo indicado en la norma UNE- Instalaciones de climatización

## **12 Elementos de regulación y control**

### **12.1 General**

Se incluyen en este pliego, los elementos siguientes:

- ✓ Termostatos y reguladores de temperatura ambiente.
- ✓ Sondas de temperatura, humedad y entalpía.
- ✓ Válvulas motorizadas y actuadores de compuertas.
- ✓ Central de regulación.
- ✓ Sonda de presión.

### **12.2 Materiales e instalación**

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la indicada por el termostato una vez alcanzado el equilibrio, será como máximo de 1°C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5° C. El termostato resistirá sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura-cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.

Los reguladores de temperatura ambiente serán electrónicos, 24V + -20% y señal de mando progresivo de 0 a 20 V.

El termostato dispondrá de cursor para su accionamiento situado en lugar visible, junto con escala de temperatura en grados Celsius comprendido entre 5 y 35, con divisiones de grado en grado y en cifra cada 5. El cursor podrá bloquearse en un punto determinado.

Se colocarán en la pared opuesta a la descarga del aire a una altura de 1,5 m. del suelo, se evitará su colocación en paredes soleadas o en la proximidad de fuentes de calor.

## **13 Valvulería**

### **13.1 General**

En cualquier tipo de válvula, el acabado de las superficies de asiento y obturador deberá asegurar la estanqueidad al cierre de las mismas para las condiciones de servicio.

El volante y la palanca deberán ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deberán ser intercambiables. La empaquetadura deberá ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla. Las válvulas roscadas y las válvulas de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre las tuberías y el obturador.

En el cuerpo de las válvulas irán troquelados las presión nominal y el diámetro nominal.

### **13.2 Conexiones**

Salvo que se indique lo contrario en las mediciones, las conexiones de las válvulas serán del siguiente tipo, según el diámetro nominal de las mismas:

- ✓ Hasta DN 20: conexiones roscadas hembra.
- ✓ DN 25, 32 y 40: conexiones roscadas hembra o bridas.

- ✓ Desde DN 50: conexiones por bridas.

## **14 Bombas**

### **14.1 General**

Se instalarán los elementos antivibratorios necesarios para impedir la transmisión de vibraciones a las estructuras y a las redes de tuberías.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación queda en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni en la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motobomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedará bien alineados y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapezoidales.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por la tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará preferentemente al suelo y no a las paredes. Se recomienda aislar elásticamente el grupo motobomba del resto de la instalación y de la estructura del edificio.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30°C.

La bomba y el motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficiente para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista, será conducida al desagüe correspondiente. En todo caso, el goteo del prensaestopas, cuando deba existir, será visible.

## **14.2 Información Técnica**

El fabricante deberá suministrar con las bombas centrífugas, la siguiente información:

- ✓ Tipo, modelo y número de serie.
- ✓ Curvas características de funcionamiento, en las que se relacionen caudales, presiones y rendimientos para cada combinación de :
  1. Motor
  2. r.p.m.
  3. Tipo de impulsor.
- ✓ Variación de la presión neta positiva requerida en la aspiración de la bomba en función del caudal.
- ✓ Características de la corriente de alimentación.
- ✓ Presión y temperatura máxima de trabajo.
- ✓ Limitaciones en cuanto a posiciones de funcionamiento.
- ✓ Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- ✓ Instrucciones de montaje y mantenimiento.

## **15 Elementos Antivibratorios**

### **15.1 General**

Todos los equipos con partes móviles (bombas, compresores, etc) deberán instalarse con las recomendaciones del fabricante, poniendo especial cuidado en la nivelación y alineación de los elementos de transmisión. Deberán estar dotados de los antivibradores que recomiende el fabricante con el fin de no transmitir vibraciones al edificio.

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

Los elementos antivibratorios serán del tamaño adecuado a la unidad en la que estén montados. Serán de tipo soporte metálico o caucho. Los de caucho serán del tipo antideslizante.

Las redes de tuberías se instalarán en zonas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas y preferentemente por conductos registrables de obra y fijaciones antivibratorias. Las redes de tuberías estarán equipadas con dispositivos para evitar golpes de ariete.

### **15.2 Instalación**

Los antivibradores quedarán instalados de forma que soporten igual carga. La forma de fijación de los antivibradores debe ser aquella que mejor permita la función a que se destinen, pudiéndose realizar mediante espárragos o puntos de soldadura.

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

## **16 Drenajes y vaciados**

### **16.1 Drenajes**

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

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

## **16.2 Vaciados**

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

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

## **17 Acometidas de agua a equipos y redes**

En toda instalación de agua existirá un círculo de alimentación que disponga de una válvula de retención y otra de corte, antes de la conexión a la instalación, recomendándose la instalación de un filtro.

La tubería de alimentación de agua podrá realizarse al depósito de expansión o a una tubería de retorno.

No podrá realizarse dicha alimentación con una conexión directa a la red de distribución de agua urbana, siendo necesaria una separación entre ambos circuitos.

Se instalará un equipo para el tratamiento de agua de alimentación en caso de que no se cumplan, para ésta, las limitaciones especificadas por los fabricantes de los equipos.

La alimentación automática de agua a las instalaciones únicamente se permitirá cuando esté suficientemente garantizado el control de la estanqueidad de la misma.

En cualquier caso, la alimentación de agua al sistema no podrá realizarse por razones de salubridad, con una conexión directa a la red de distribución urbana. Será necesaria la existencia de una separación física entre ambos circuitos. Para este fin, se considerará suficiente el llenado a través de depósitos de expansión abiertos, o bien que la instalación de fontanería disponga de grupo de presión instalado de acuerdo con la legislación vigente.

Se identificarán todas las tuberías mediante colores y sentidos de flujo del fluido que circula por ellas.

## **18 Pruebas y ensayos**

### **18.1 General**

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo sido probada y puesta a punto, (pruebas en vacío y en carga, control de fugas, etc.) el instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en los capítulos siguientes.

Estas pruebas serán las mínimas exigidas, pudiendo la Dirección Facultativa, si lo considerase oportuno, dictaminar otras que tuviesen relación con la verificación de la prestación de la instalación.

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia de las personas que determine la Dirección de Obra, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad.

El instalador pondrá a disposición de la Dirección de Obra todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación. Se excluye la prestación de energía, agua y combustible necesarios, que será a cargo de otros salvo que el contrato, de forma expresa lo contemple de forma diferente, tanto para la realización de las pruebas como para la simulación de las condiciones nominales necesarias.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos homologados, pertenecientes al instalador, previamente contrastados y aprobados por la Dirección de Obra. En ningún caso deben utilizarse los aparatos fijos pertenecientes a la instalación, sirviendo así mismo las mediciones para el contraste de éstos.

## **18.2 Pruebas parciales**

Durante la construcción se realizarán pruebas de todos los elementos que deben quedar ocultos y no se cubrirán hasta que estas pruebas parciales den resultados satisfactorios a juicio del Director Facultativo. Igualmente, se deben hacer pruebas parciales de todos los elementos que indique el Director Facultativo.

Para la ejecución de las pruebas finales, es condición necesaria que la instalación haya sido previamente equilibrada y puesta a punto.

### **18.2.2 Pruebas mecánicas**

Terminada la instalación será sometida en conjunto a todas las pruebas que aquí se indican así como a las que indique el Director, debiéndose realizar todas las modificaciones, reparaciones y sustituciones necesarias hasta que estas pruebas sean satisfactorias a juicio del Director Facultativo. El instalador está obligado a suministrar todo el equipo necesario para las pruebas requeridas. Todos los equipos y materiales deberán ser sometidos a las pruebas siguientes :

- ✓ Intercambiadores de energía térmica : Para todos los equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica (baterías), se realizará una comprobación individual, midiendo los caudales en juego, las pérdidas de presión estática y las temperaturas seca y húmeda de los fluidos y se calculará la eficiencia, comparándola con la de proyecto.
- ✓ Red de agua : Independiente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, todos los equipos y conducciones deberán someterse a una prueba final de estanqueidad, como mínimo a una presión interior de prueba en frío, equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 KPa y una duración no menor a veinticuatro horas.

Posteriormente, se realizarán pruebas de circulación de agua de circuitos (bombas en marcha), comprobación de limpieza de los filtros de agua y medida de presiones. Por último, se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a temperatura de régimen

### **18.2.3 Circuito refrigerante**

Se separarán del circuito todas aquellas partes que recomiende el fabricante, cerrándole totalmente el exterior. El circuito así preparado se rellenará de gas inerte (nitrógeno) seco dándole una presión 300 psi (21 kg/cm<sup>2</sup>). Esta presión deberá mantenerse durante un periodo no menor de 48 horas. Con objeto de tener presente la corrección de la temperatura se tomarán las temperaturas en los momentos de lectura.

Una vez que la prueba de hermeticidad haya dado resultados satisfactorios, se procederá a permitir la salida de gas inerte del circuito. Concluida esta evacuación natural, se conectará una bomba de vacío del tipo adecuado para este uso, con la que llegará a un vacío del orden de 0,25 mm. de Hg. de presión absoluta, debiéndose medir esta presión midiendo la temperatura de evaporación de agua destilada. Una vez conseguido este vacío se mantendrá la bomba de funcionamiento durante no menos de 72 horas, debiéndose hacer durante este tiempo, no menos de una determinación de presión cada 12 horas.

El circuito cerrado y separada la bomba, debe mantenerse el vacío durante 48 horas. Para determinar la presión absoluta después de pasadas las 48 horas, se operará con la bomba de funcionamiento.

### **18.2.4 Pruebas hidrotérmicas**

Se realizarán las pruebas que, a criterio del Director, sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno o verano, obteniendo un estadillo de condiciones hidrotérmicas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas.

### **18.2.5 Motores**

Para los motores eléctricos, se comprobará que la potencia absorbida por los motores eléctricos, en las condiciones de funcionamiento correspondientes al máximo caudal de los ventiladores, es igual a la de proyecto.

### **18.2.6 Ventiladores**

Para ventiladores se medirán el caudal, las presiones totales en la aspiración y la descarga y la velocidad de rotación y se comprobará que las condiciones de funcionamiento del ventilador responden a las de proyecto, admitiéndose una diferencia máxima de más o menos diez por ciento (10%) entre el valor de proyecto y la media aritmética de, al menos, tres medidas consecutivas.

### **18.2.7 Conductos**

En los elementos para la impulsión y captación de aire, se comprobarán los caudales de todos los elementos, admitiéndose que la diferencia entre éstos y los datos de proyecto no sea superior a más o menos diez por ciento (10%).

Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por el aislamiento o cierre de obras de albañilería y de falsos techos, es preciso realizar una prueba de estanqueidad para asegurar la perfecta ejecución de los conductos y sus accesorios y del montaje de los mismos. La prueba podrá realizarse sobre la red total o, si ésta es muy grande, podrá subdividirse en partes convenientemente. Las aperturas de terminación de los conductos, donde irán conectadas las rejillas o las unidades terminales, deberán cerrarse por medio de tapones, de chapa u otro material, perfectamente sellados. El montaje de los tapones se hará al mismo tiempo que los conductos para evitar la introducción de cualquier material en ellos y se quitarán en el momento de efectuar la conexión de los elementos terminales

## **18.3 Otras pruebas**

Por último, se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de sanidad, seguridad, confortabilidad, eficiencia energética, fiabilidad y duración marcada en el proyecto y de acuerdo con la reglamentación vigente. Particularmente, se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

## **19 Recepción**

Una vez realizadas las pruebas mencionadas en los párrafos anteriores con resultados satisfactorios para el Director, debiendo, además, estar la instalación debidamente acabada de pintura, limpieza, remates, etc., se presentará el certificado de la instalación según modelo del RITE, ante la Delegación Provincial del Ministerio correspondiente para potencias superiores a 10 kW en frío y superiores a 6 kW en producción de calor.

Una vez cumplimentados los requisitos previstos en el párrafo anterior, se realizará el acta de recepción provisional, en el que la firma instaladora entregará al Director Facultativo, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos :

- ✓ Resultados de las pruebas.
- ✓ Manual de instrucciones,
- ✓ Libro de mantenimiento
- ✓ Libro-Registro del usuario del Ministerio, debidamente diligenciado.
- ✓ Proyecto “así construido”, en el que junto a una descripción de la instalación, se relacionarán todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como los planos definitivos de lo ejecutado.
- ✓ Un ejemplar de :Copia del Certificado de la Instalación presentado ante la Delegación provincial del Ministerio correspondiente.

### **19.1 Condiciones de aceptación y rechazo**

### **19.2 Equipos frigoríficos**

Se determinarán las deficiencias energéticas de los equipos frigoríficos en las condiciones de trabajo. Los equipos frigoríficos montados en fábrica no deberán someterse a otras pruebas específicas, entendiendo que han sido sometidos a las mismas en fábrica. No obstante, para los equipos frigoríficos de importación, la prueba de estanqueidad requerida por el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, se justificará mediante certificación de una entidad reconocida internacionalmente en el país de origen, legalizada por el representante español en aquel país o, en su caso, mediante certificación de laboratorio de ensayos nacional reconocido por el Ministerio de Industria y Energía.

El Director en caso de ser dudoso el estado de recepción del equipo importado, podrá exigir en cualquier caso la última certificación citada. Poseerán la documentación técnica exigible y especificada para cada equipo.

La carcasa de Equipos Unitarios de Acondicionamiento tendrá una robustez tal que pueda soportar, sin deformación, los esfuerzos que en su funcionamiento sean de prever, inclusive los impactos de transporte.

La carcasa estará protegida contra la corrosión. Las compuertas no tendrán en su movimiento contacto con otras partes móviles del aparato. Los paneles y secciones que forman la carcasa del aparato estarán firmemente fijados a la estructura. Esta fijación no perderá su eficacia por efecto del peso, las vibraciones o consecutivas maniobras de desmontaje y montaje.

Las partes móviles estarán protegidas contra la corrosión. No existirán válvulas entre el dispositivo limitador de presión del circuito frigorífico y el circuito de alta presión entre compresor y condensador.

Todas las partes del equipo que puedan quedar aisladas y sometidas a presión, tendrán dispositivos de descarga para impedir presiones elevadas en caso de incendio, tales como:

- ✓ Válvulas de descarga.
- ✓ Tapones de máxima presión.
- ✓ Tapones fusibles.

Los tapones fusibles se autorizarán sólo para recipientes de diámetro inferior a siete centímetros (7 cm) y de capacidad inferior a ochenta litros (80 l). En cualquier caso, estos dispositivos, estarán situados por encima del nivel de líquido.

Las partes sometidas a presión del refrigerante, en el lado de alta presión, deberán resistir, como mínimo, las presiones como se establecen en el Reglamento de Seguridad para equipos e instalaciones frigoríficas.

Los motores y las transmisiones de las plantas enfriadoras de agua, deben estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal. La maquinaria frigorífica y sus elementos complementarios deben estar dispuestos de forma que todas sus partes sean fácilmente accesibles e inspeccionables y, en particular, las uniones mecánicas deben ser observables en todo momento.

Todo elemento de un equipo frigorífico, incluidos los indicadores de nivel de líquido, que forme parte del circuito de refrigerante debe ser probado, antes de su puesta en marcha, a una presión igual o superior a la de trabajo, pero nunca inferior a la indicada en la Tabla 1 de la Instrucción MI-IF 010, sin que se manifieste pérdida o escape alguno del fluido en la prueba.

### **19.3 Elementos emisores**

Se realizará una comprobación individual de todos los climatizadores y fancoil que intervengan en la instalación, anotando las condiciones de funcionamiento. Se exigirá la documentación técnica especificada.

La carcasa será de robustez suficiente para soportar el transporte. Los fancoil no tendrán ningún desperfecto en su acabado. La carcasa estará protegida contra la corrosión así como todas las partes.

Las partes móviles no entrarán en interferencia con ningún otro elemento y estarán protegidas para evitar daños a personas. Los paneles estarán firmemente unidos al bastidor sin posibilidad de desprenderse por efecto de la vibración en su funcionamiento.

### **19.4 Elementos de bombeo**

Estarán en posesión de la documentación técnica exigible.

Los materiales de construcción del equipo deberán ser aptos de acuerdo con el líquido que circule por éste, en lo que se refiere a :

- ✓ Temperatura
- ✓ Grado de corrosividad.
- ✓ Características abrasivas.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable y el acoplamiento mecánico entre ambos tendrá la protección suficiente para evitar daños contra el personal.

Se comprobarán las condiciones de funcionamiento dadas por el fabricante y si los resultados varían en más de diez por ciento (10%) se rechazará el equipo. Elementos auxiliares

Estarán en posesión de la documentación técnica exigible.

Se realizará una comprobación individual de todos los elementos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.