



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERIA (ICAI)

CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN MADRID

Autor: Javier Aranda Cano
Director: Fernando Cepeda Fernández

Madrid
Julio 2015



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN ACCESO ABIERTO (RESTRINGIDO) DE DOCUMENTACIÓN

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Javier Aranda Cano , como alumno de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (COMILLAS), **DECLARA**

que es el titular de los derechos de propiedad intelectual, objeto de la presente cesión, en relación con el proyecto de final de carrera Climatización y Ventilación de un edificio de oficinas en Madrid, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual como titular único o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor (firmante) declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita* (*con las limitaciones que más adelante se detallan*) por todos los usuarios del repositorio y del portal e-ciencia, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución, de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra (a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión.

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia, el repositorio institucional podrá:



- (a) Transformarla para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporarla a internet; realizar adaptaciones para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así como incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- (b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- (c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.¹
- (d) Distribuir copias electrónicas de la obra a los usuarios en un soporte digital.²

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

- a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada. A tal fin deberá ponerse en contacto con el vicerrector/a de investigación (curiarte@rec.upcomillas.es).
- d) Autorizar expresamente a COMILLAS para, en su caso, realizar los trámites necesarios para la obtención del ISBN.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

¹ En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría redactado en los siguientes términos:

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo institucional, accesible de modo restringido, en los términos previstos en el Reglamento del Repositorio Institucional

² En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría eliminado.



5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

a) Deberes del repositorio Institucional:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.



b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 1 de Julio de 2015

ACEPTA
Javier Aranda Cano

Fdo:.....



Proyecto realizado por el alumno/a:
Javier Aranda Cano

Fdo.: .

Fecha: 01 / 07/ 2015

Autorizada la entrega del proyecto cuya información no es de carácter confidencial
EL DIRECTOR DEL PROYECTO
Fernando Cepeda Fernández

Fdo.

Fecha: 02/ 07/ 2015

Vº Bº del Coordinador de Proyectos
José Ignacio Linares Hurtado

Fdo.:

Fecha: 03/07/ 2015



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN MADRID

Autor: Javier Aranda Cano

Director de Proyecto: Fernando Cepeda Fernández

Entidad Colaboradora: Universidad Pontificia de Comillas ICAI.

Resumen del proyecto

El objeto de este proyecto es el estudio y diseño de un sistema de climatización y ventilación en un edificio destinado a oficinas en la ciudad de Madrid. Para ello, se han aplicado todas las normativas legales vigentes y se han empleado métodos técnicos y económicos aplicados a las características del edificio.

El edificio posee una forma circular. Los cerramientos exteriores verticales se han realizado con un muro cortina de cristal y la cubierta de hormigón armado.

El edificio dispone de tres plantas y un sótano dedicado a almacenes, siendo objeto de estudio: planta baja, primera planta y segunda planta. Cada planta tiene una superficie de 2620,7 m², siendo la superficie total a aclimatar de 7862,1 m². El sótano y los baños que contiene el edificio se han considerado como locales no climatizados (LNC) y no han sido objeto de estudio. La superficie total que abarcan las zonas LNC es de 2941,4 m². Cada planta está dividida en cuatro módulos bien diferenciados, a los cuales se les aplicarán un estudio independiente para luego sacar conclusiones generales sobre el sistema común a emplear. Se dispone de ocho oficinas en la segunda planta que se han estudiado de forma independiente. El área total que ocupan las oficinas es de 137 m².

La climatización y ventilación del edificio debe satisfacer las necesidades de confort tanto en verano (refrigeración) como en invierno (calefacción), incluyendo las cargas máximas que afectan a los distintos módulos del edificio. Para ello se emplea un sistema de: enfriadoras, calderas, climatizadores, fan coils, tuberías, conductos, difusores y rejillas para lograr aclimatar de manera eficiente todas las zonas de estudio.



La primera parte del proyecto comprende el cálculo de cargas térmicas en verano e invierno, para las cuales se han tenido en cuenta las condiciones externas en los meses de julio y enero respectivamente. Las cargas que afectan al edificio se clasifican en: exteriores o interiores y sensibles o latentes.

En verano se tienen en cuenta las siguientes cargas: ocupación, tratamiento del aire exterior, iluminación y aparatos eléctricos, transmisión por LNC, transmisión por fachadas, transmisión por cubierta e irradiación a través de cristales. Además, para hallar la carga máxima de cada módulo o del edificio en su totalidad, se ha realizado un estudio de las distintas horas del día candidatas a producir la máxima carga, ya que hay que jugar con las cargas que producen la irradiación y la transmisión.

En invierno solo se tendrán en cuenta las cargas exteriores por transmisión y las de tratamiento del aire exterior, ya que las demás cargas internas son favorables a la calefacción del edificio. Las cargas por transmisión se verán acrecentadas por los factores de régimen y viento, que son diferentes según la orientación de las fachadas del edificio. El aire exterior debe seguir siendo tratado para asegurar la ventilación, aunque en el cálculo de cargas se considere el edificio vacío.

Una vez calculadas las cargas del edificio, se ha escogido el sistema de climatización y ventilación. Para ello, no se ha sumado la carga máxima de cada módulo, si no que se ha dimensionado el sistema tratando al edificio como un solo conjunto y se ha aplicado factores de simultaneidad de ocupación e iluminación para evitar así su sobredimensionamiento. La carga total a tratar será de 965,5 kW en verano y de 1049 kW en invierno.

Se ha escogido un sistema de climatización de cuatro tubos, dos para refrigeración y dos para calefacción. El agua caliente está generada por dos calderas de condensación a gas Vitocrossal 200 modelo CM2 de 620 kW. El agua fría está generada por dos enfriadoras por condensación de aire de 506 kW marca CARRIER modelo 3ORB 262-802. Estos equipos, puestos en paralelo, son capaces de funcionar independientemente y aislados entre sí. Todos los equipos de generación están ubicados en la parte superior derecha de la cubierta del edificio.

La renovación del aire se ha llevado a cabo mediante un sistema de climatización de cuatro climatizadores. Estas baterías se encargan de tratar el aire primario e introducirlo en los diferentes fan-coils para cumplir las exigencias de calidad de aire IDA 2 del RITE. Cada climatizador trata el aire de un mismo módulo para las tres plantas. Debido a la complicada atención de las exigencias locales de aire primario por parte de este sistema,



se ha instalado en cada planta y antes de cada fan-coil compuertas de control de caudal automáticas.

El tratamiento de las cargas locales de cada módulo se ha llevado a cabo por un sistema de fan-coils. Cada módulo posee tres fan-coils Termoven CF-51 (siendo en total de treinta y seis) capaces de contrarrestar las cargas máximas que se puedan producir en cada módulo. Las oficinas, debido a su menor tamaño y poca ocupación, se han aclimatado con ocho fan-coils tipo cassette del modelo FCS de la empresa Termoven.

La distribución de agua desde los equipos de producción a las distintas baterías, está constituido por un sistema de tuberías, siendo el agua motivada por un sistema de bombas. Existen diez circuitos independientes entre si: uno para enfriadoras con tres bombas (una auxiliar), uno para las dos calderas con tres bombas (una de auxiliar), dos circuitos (calefacción y refrigeración) para las baterías de climatizadores con dos bombas cada circuito (una auxiliar), seis circuitos (calefacción y refrigeración) correspondientes a las tres plantas con dos bombas cada circuito (una auxiliar).

Cada bomba se encarga de contrarrestar la pérdida de presión de cada circuito de tuberías debido a: la fricción con la tubería, los cambios de flujo debidos a tes, codos y reducciones, pérdidas en las baterías, valvulería, elementos antivibratorios y filtros. En el dimensionamiento de las tuberías, se ha limitado la velocidad del agua a 2 m/s y una pérdida de carga máxima por metro lineal de 30 mm.c.a. El sistema de válvulas asegura el control del caudal y la presión de los circuitos. Las tuberías son de acero DIN 2240 y DIN2448 electrosoldado longitudinalmente.

Existen tres tipos de circuitos de conductos. Uno de ellos va desde los climatizadores exteriores hasta los fan-coils con el aire primario. Los otros dos tipos de circuitos corresponden a cada fan-coil (salvo los de tipo cassette). Éstos poseen un conducto de impulsión y otro de retorno de aire secundario para lograr el intercambio de calor deseado en el módulo. Cada circuito de conductos posee una compuerta contraincendios. Para dimensionar los conductos, se ha establecido un máximo de perdida de carga de 0,1 mm.c.a por metro lineal y una velocidad máxima de 10 m/s. Los tubos son rectangulares debido a la falta de espacio en el falso techo. Siempre que se pueda, se mantendrá la medida en un lado en el conducto rectangular. Los conductos de los que se disponen en la instalación son de chapa galvanizada, aislados con protección de aluminio y de tipo Climaver fibra de vidrio Climaver Neto.



Se ha establecido un ventilador por fan-coil, motivando el aire tanto en el conducto de impulsión como el de retorno. Los climatizadores poseen su propio ventilador. Estos ventiladores combaten las pérdidas de carga del recorrido más desfavorable del circuito debidas a: fricción en conductos, cambios de caudal, pérdidas en difusión y compuertas.

La difusión del aire procedente del conducto de impulsión de los fan-coils es llevada a cabo por noventa y nueve difusores circulares Trox 600x48 mm de la empresa Technik. Se ha respetado una distancia mínima en su colocación y no superan un máximo de 45 dB de potencia sonora. Están distribuidos de manera que se consiga una homogeneización de la carga.

Se han colocado un total de treinta y dos rejillas Trox 525Hx525L mm de la empresa Technik para el retorno del aire secundario, para después pasar a mezclarse con el aire primario antes de llegar al fan-coil. Respetan una distribución para un retorno homogéneo del aire.

Se han aislado las tuberías y los conductos correctamente para no perder más de un 4% de la potencia que transportan. Además, cuando estén expuestos a la intemperie, dispondrán de una protección de aluminio sobre el aislante de 0,6 mm. Los espesores de los aislante se pueden consultar en la sección IT 1.2.4.2 del RITE.

De acuerdo con la normativa de instalaciones superiores a 70 kW, se debe de llevar una serie de controles, revisiones y mantenimientos preventivos según contempla la IT 3.3 del RITE.

Se ha cumplido con la normativa IT 1.3.4.3 contra incendios.

El presupuesto total del proyecto es de 1.746.394,08 euros.



AIR CONDITIONING AND VENTILATION OF AN OFFICE BUILDING IN MADRID

Author: Javier Aranda Cano

Director of the Project: Fernando Cepeda Fernández

Collaborating Institution: Universidad Pontificia de Comillas ICAI.

Project Summary

The target of this project is to study and design the air conditioning and ventilation of an office building in Madrid. To do that, the valid laws and the technical and economic methods have been applied to the building characteristics.

The building shape is circular. The building vertical envelopes have been designed with glass and the roof has been built with concrete.

The building is provided with three floors and one cellar for warehouses. Each floor has 2.620 m², with an overall conditioning area of 7862,1 m². The toilets and the cellar have not been studied in this project, so they have been treated as non-conditioned areas (LNC). The whole LNC have occupied 2941,4 m². The floor lay out consists of four well-differentiated sectors, which have been studied in a separate manner to then make common conclusions about the conditioning system election. There are 8 offices in the second floor, which have been divided. All the offices occupied an area of 137 m².

The conditioning and ventilation of the building has to accomplish the requirements of comfort in summer (cooling) and winter (heating), including the maximum charges that affect the different sectors. A system of: chillers, boilers, conditioners, fan-coils, diffusors and return grills have been used in an efficient way to fulfill the conditioning objectives.

The first part of this project is concerned with thermal loads in summer and winter, where the maximum loads of the external conditions in July and January have been taken into account. The loads are divided in: externals or internals and sensitive and latent.



These are the charges that have been considered in summer: occupation, treatment of the external air, illumination, electric devices, transmission loads due to LNC, transmission loads due to the roof and irradiation through the glass wall. To calculate the maximum sector or building load, it's necessary to study the possible hours which are likely of producing the maximum load, this is due to the fact that irradiation and transmission have different maximums loads depending on time.

In winter, the external loads are the only ones that have been considered, as the other internal loads make a favourable contribution to the building heating. The transmission loads have been increased by the regime and wind factors, which are different due to the building facade orientation. The external (primary) air has to be conditioned to ensure the ventilation, in spite of the fact that the calculation of the building has been considered without occupation.

Once calculated the building loads, a conditioning and ventilation system has been chosen. To calculate this system, the maximum loads of each sector haven't been summed to obtain the overall result, instead the system has been designed to condition the whole building as an unique sector. They have been applied with a simultaneous factors for illumination and occupation to avoid oversizing. The overall load to condition is 965,5 kW in summer and 1049 kW in winter.

A four pipe systems has been chosen, two of them are dedicated to cooling and the other two are for the heating system. The hot water is produced by two gas-condensed boilers Vitocrossal 200 CM2 model of 620 kW. Two air-condensed chillers Carrier 30RB 262-802 of 506 kW produce the cold water. These units have been connected in parallel and they are capable of working independently and in an isolated manner.

Four conditioners arranged on the roof drive the internal air renovation. They are the responsible of conditioning the primary air, which will be led to the fan-coil system placed in the building sectors. The quality of the air has to fulfill the IDA 2 specified in the RITE. Each condicionator conditions the same sector in the three studied floors. With this system, it's very difficult to provide the local primary air required per fan-coil and floor, thus there have been automatic control flow gates installed.

The conditioning of the local loads of each sector consists of a fan-coil system. Each sector has three fan-coils Termoven CF-51. All together they are capable of fighting the



maximum loads that can be produced in each sector. The offices, due to their smaller size and their dew occupation, have been conditioned with eight fan-coils cassette FCS model of the Termoven company.

The distribution of the water from de production units to the fan-coils and conditioners, are constituted by a pipe system. The water is driven with electropumps. There are eight independent pipe loops: one for the chillers with three pumps (one is auxiliary), one for the boilers with three pumps (one is auxiliary), two pipe loops (cooling and heating) for the conditioners with two pumps each one (one is auxiliary), six pipe loops (cooling and heating) corresponding to the three floors with two pumps (one is auxiliary).

Each pump has to be capable to overcome the pressure drop of its corresponding loop. This pressure drop is due to: the pipe's friction, changes of the flux path (t forms, reductions or elbows), valves, pressure drops in the conditioners and the fan-coils, antivibrations devices and filters. To size the pipes, the water speed has been limited at 2 m/s and the pressure drop per linear meter has been restricted to 30 mm.c.a. The valve system ensures a right control of the flow and the pressure of each pipe loop. The pipes are arranged by steel Din 2240 and Din 2448 with a longitudinal electrowelded.

There are three different ductworks. One of them is leaded from the primary-air conditioners to the fan-coils. Each fan-coil (except the cassettes one) with an impulsion and return duct of secondary air to achieve the heat exchange in each sector. To size of the ductwork, it has been established two constraints: the threshold velocity in the ductwork is 10 m/s and the maximum pressure drop per linear meter is 0,1 mm.c.a. The ducts have a rectangular section due to the building is short of space in the ceiling. If it is possible, one size of the rectangle should be kept. The ducts are made of galvanized sheet isolated and with aluminium protection and Climaver fiberglass, Climaver Neto type.

One fan per fan-coil has been chosen, driving the air through the impulsion and return duct. The conditioners have their own fan. These fans have to have enough power to impulse the air through the most unfavourable pressure drop path.

The diffusion of the secondary air is driven by ninety diffusors Trox 600x48 mm of Technik Company. They respect a minimum distance among them in their emplacement and they are behind the noise threshold of 45 dB. The lay out of the diffusors achieves a homogenization of the conditioned air.



Thirty-two put grids Trox 525Hx525L mm of Technik Company for the return of the secondary air have been put. After the return, the air gets back again to the fan-coil, crossing a mixer where the primary and secondary air are mixed.

All the pipes and the ducts have been isolated properly to not losing more than a 4% of the power that they lead. Therefore, when they are exposed to weather, they have been protected with a 0,6mm protector layer of aluminium. The thickness of the insulator can be found in section IT 1.2.4.2 of the RITE.

According to the regulations that apply to installations with a consumption higher than 70 kW of the IT 3.3 RITE, it is necessary to make preventive controls, revisions and maintenances.

The regulations IT 1.3.4.3 of RITE against fire have been fulfilled.

The total budget of the project is 1.746.394,08 euros.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA



Índice

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	19
1.2 CÁLCULOS.....	43



1.1 MEMORIA

DESCRIPTIVA



Índice

1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	19
1.1.1 INTRODUCCIÓN	21
1.1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO	21
1.1.1.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO	21
1.1.1.3 HERRAMIENTAS Y PROGRAMAS UTILIZADOS	22
1.1.1.4 NORMATIVAS DE APLICACIÓN	23
1.1.2 BASES DEL DISEÑO	25
1.1.2.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	25
1.1.2.2 CONDICIONES EXTERIORES E INTERIORES	26
1.1.2.3 COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA	26
1.1.2.4 FACTOR DE GANANCIA SOLAR	27
1.1.2.5 ALUMBRADO Y APARAMENTA ELÉCTRICA	27
1.1.2.6 COEFICIENTES DE VIENTO Y DE RÉGIMEN	27
1.1.2.7 FACTOR DE BY PASS	28
1.1.2.8 OCUPACIÓN	28
1.1.3 SOLUCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ADOPTADO	29
1.1.3.1 GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE	29
1.1.3.2 GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA	31
1.1.3.3 CLIMATIZADORES Y VENTILACIÓN DEL AIRE	32
1.1.3.4 FAN COILS	33
1.1.3.5 SISTEMA DE TUBERÍAS	34
1.1.3.6 CONDUCTOS	35
1.1.3.7 DIFUSORES	36
1.1.3.8 REJILLAS	37
1.1.3.9 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS	38
1.1.3.10 CHIMENEAS	38
1.1.3.11 SALA DE MAQUINAS	39
1.1.3.12 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	39
1.1.3.13 MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO	39
1.1.3.14 SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN	42



1.1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el cálculo y diseño de las instalaciones de climatización y ventilación de un edificio de oficinas en la ciudad de Madrid, cumpliendo las condiciones técnicas y legales que contempla la normativa vigente.

El edificio dispone de tres plantas y un sótano dedicado a almacenes, siendo objeto de estudio: planta baja, primera planta y segunda planta. Cada planta está dividida en cuatro módulos bien diferenciados, a los cuales se le aplicará un estudio independiente para luego sacar conclusiones generales sobre el sistema común a emplear. El edificio posee una forma circular y los cerramientos exteriores verticales se realizan con un muro cortina de cristal, construcciones habituales para edificios de oficinas.

Se fijarán unos parámetros de principio básicos aplicando criterios lógicos y funcionales, teniendo en cuenta las características estructurales y arquitectónicas del edificio. También se tendrá en cuenta la explotación y el mantenimiento de la instalación a diseñar.

La climatización y ventilación del edificio debe de satisfacer las necesidades de confort tanto en verano (refrigeración) como en invierno (calefacción), incluyendo las cargas máximas que afectan a los distintos módulos del edificio. Para ello se empleará un sistema de: enfriadoras, calderas, climatizadores, fan coils, tuberías, conductos, difusores y rejillas para lograr aclimatar de manera eficiente todas las zonas de estudio del edificio de oficinas.

Una vez dimensionado el sistema de climatización y ventilación, se estudiará su coste y se reflexionará sobre su viabilidad económica.

1.1.1.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Una vez conocidas y definidas las distintas orientaciones de la fachada, se realiza el estudio de cargas térmicas por módulo en el que influye la hora del día, el mes del año y la radiación que incide en cada parte del módulo según su orientación.

Este estudio de cargas (sensibles y latentes) se realizará a nivel de cada módulo y a nivel general del edificio, al cual se le aplicará unos factores de simultaneidad, tanto en la ocupación considerada como en la iluminación, para evitar un sobredimensionamiento de las instalaciones.



Sabidas las cargas y ocupación, se definirá el aire de ventilación (aire primario) exterior y el aire necesario para aclimatar cada módulo en particular o el edificio en general.

Una vez analizadas las cargas y los caudales de aire de ventilación necesarios, se seleccionarán los equipos necesarios para una buena distribución y eficiencia energética, respetando los niveles sonoros establecidos para oficinas y de acuerdo a las exigencias del R.I.T.E.

Se diseñará un sistema de tuberías que lleve el fluido de intercambio de calor del sistema central de generación de agua caliente y fría a los distintos climatizadores y fan coils que se han definido en cada módulo, así como las pérdidas de presión que deberán superar las bombas.

Igualmente se realizarán los cálculos de caudales de aire a vehicular, así como las pérdidas de carga en las redes de conductos de impulsión, retorno y extracción, para el diseño de los ventiladores correspondientes de Climatizadores, Extractores y Fan-coils.

Por ultimo se realiza un presupuesto, donde se enumera de forma parcial y total, todos los elementos que intervienen en el proyecto y su coste económico.

1.1.1.3 HERRAMIENTAS Y PROGRAMAS UTILIZADOS

Se ha desarrollado el proyecto con los siguiente programas informáticos:

-AutoCad 2014 (versión en inglés): Ha servido para la realización de los planos y esquemas de funcionamiento

-Excel 2010: Hoja de cálculo en la que se ha aplicado las formulas y se han realizado tablas de datos para un mejor manejo de datos e información.

Se ha consultado estos manuales de fabricantes para sacar conclusiones a la hora de elegir los equipos:

-Termoven equipos de climatización “Fan-Coils tipo Cassette”.

- Termoven equipos de climatización “Unidades Fan-Coils serie CF”.

-Manuales de conductos Grupo Cobra.

-Trox Technik para difusores y rejillas.



-Catálogo técnico 2008 RB 30 de enfriadoras CARRIER.

-Catálogo Viessman Vitocrossal 200 modelo CM2.

Reglamentos en los que se ha basado el cálculo y sus restricciones (las cuales se citaran más adelante):

-RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

-Reglamento Técnico de Edificación.

-Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.1.1.4 NORMATIVAS DE APLICACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto se ha contemplado la normativa vigente, que posee un alcance municipal, autonómico y nacional, citándose de modo concreto las siguientes:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 312/2005, de 18 de Marzo de 2005 sobre la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia contra el fuego.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido en la Ley de Aguas.
- Reglamento de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas, según el Decreto 2.414/61, de 30 de Noviembre, de la Presidencia del Gobierno.
- Instrucciones para la aplicación del Reglamentos de Actividades Molestas, Nocivas, Insalubres y Peligrosas, aprobado por Orden de 15 de Marzo de 1963.
- Orden 1187/1998 y Real Decreto 865/2003, de Julio, y UNE 1000030:2005 por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para el control y prevención de la legionelosis .



- Real Decreto 556/1989, de 19 de Mayo: Medidas mínimas de accesibilidad al edificio.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, donde se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 136/1999, 18 de Mayo, por el que se aprueba el Reglamento de la intervención integral de la Administración Ambiental.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, en el cual se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Decreto Ley 99/85, de 17 de Octubre, Normativa de Aislamiento Acústico.
- Real Decreto 276/1995 sobre aplicación de la Directiva 90/396/CEE sobre aparatos a gas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1853/1993, de 22 de Octubre, del Ministerio de la Presidencia. Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales.
- Orden 17-XII-1985. Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles.
- B.O.E 07/03/1980 :Cumplimiento de la normativa básica de dimensionamiento de instalaciones interiores.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, de 8 de Noviembre.
- Real Decreto 1627/1997 sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Normas Tecnológicas de Edificación del Ministerio de Obras públicas y Urbanismo NTE.
- Normas UNE de aplicación.
- Pliego de condiciones técnicas (adjunto en el epígrafe 4).



1.1.2 BASES DEL DISEÑO

1.1.2.1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio de oficinas posee como cerramientos exteriores verticales, un muro cortina de cristal. El tejado se ha realizado de un forjado de hormigón. Posee forma circular y cuenta con los siguientes espacios:

- Patio interior y exterior.
- Sótano: Dedicado a almacenes, por lo que se definirá como “Local No Climatizado” y contará con 2620,7 m².
- Planta Baja: 2620,7 m² a aclimatar.
- Primera Planta: 2620,7 m² a aclimatar.
- Segunda Planta: 2620,7 m² a aclimatar.
- Total a aclimatar: 7.862,1 m².

La distribución de plantas es idéntica en las tres plantas de estudio, estando divididas en 4 módulos con las siguientes características:

- Módulo 1: 755,8 m² y 110,46 m² de Locales No Climatizados (LNC) destinados a la utilización de aseos.
- Módulo 2: 650,78 m² y 69 m² de LNC para aseos.
- Módulo 3 : 615,6 m² y 30,78 m² de LNC para aseos.
- Módulo 4: 598,52 m² y 110,46 m² de LNC para aseos.

En la segunda planta hay además 8 oficinas, que se estudiarán de forma separada, cuya área total abarca 137 m².



1.1.2.2 CONDICIONES EXTERIORES E INTERIORES

Éstas son las condiciones exteriores en Madrid para verano e invierno. Las condiciones interiores consideradas cumplen la IT 1.1 del RITE sobre Exigencia de Bienestar e Higiene, consultadas en la Tabla 1.1.4.

- Verano:
 - T^a seca exterior: 34,2 °C.
 - Humedad relativa exterior: 27%.
 - T^a seca interior: 24 °C.
 - Humedad relativa interior: 50%.
 - Diferencia de humedad específica entre aire exterior e interior: 0,5 gr/kg.
 - Hora base considerada: Julio a las 15h.
- Invierno:
 - T^a seca exterior: -6 °C.
 - Humedad relativa exterior: 26%.
 - T^a seca interior: 22 °C.
 - Humedad relativa interior: 50%.
 - Diferencia de humedad específica entre aire exterior e interior: 7,7 gr/kg.
 - Hora base considerada: Enero a las 8 horas.

1.1.2.3 COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA

Estos van a ser los coeficientes de transmisión térmica que se han utilizado en el cálculo de cargas térmicas. Dependen del tipo de material y se han elegido según el Reglamento Técnico de Edificación:



Cristales	2,5	kcal/h m ² °C
Tabiques (LNC)	1,2	kcal/h m ² °C
Suelos interiores	1,1	kcal/h m ² °C
Techos	2,02	kcal/h m ² °C
Cubiertas	0,91	kcal/h m ² °C

Tabla 1.2.1: Coeficientes de Transmisión Térmica

1.1.2.4 FACTOR DE GANANCIA SOLAR

El factor de ganancia solar representa la radiación directa del sol a través de una superficie cristalina. El factor está comprendido entre 0 y 1, donde 0 representaría una superficie totalmente opaca. En este proyecto se ha seleccionado un tipo de vidrio para el cerramiento exterior con valor de 0,48. Además, la incidencia de la radiación dependerá:

- Si hay cortinas o persianas: No se han considerado en el caso más desfavorable.
- Factor de limpieza del cristal: El cristal estará siempre limpio y bien mantenido, por lo que tiene un factor de 1.
- El tipo de marco: Influye en la radiación también, en este proyecto se ha cogido un factor de 1,17.

1.1.2.5 ALUMBRADO Y APARAMENTA ELÉCTRICA

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, se ha considerado una potencia de alumbrado de 20 W/m² y una potencia para aparatos eléctricos de 15 W/m².

1.1.2.6 COEFICIENTES DE VIENTO Y DE RÉGIMEN

Tienen en cuenta las diferentes orientaciones de la fachada y su influencia con el viento y suponen una mayoración de las pérdidas obtenidas para los cálculos de invierno. Los valores considerados son los siguientes:



	Factos viento	Coefficiente de régimen
N	1,35	1,15
NO	1,28	1,15
O	1,20	1,15
NE	1,30	1,15
E	1,25	1,10
S	1,10	1,10
SE	1,13	1,10
SO	1,10	1,10
Horizontal	1	1,15

Tabla 1.2.2: Coeficientes de Viento y de Régimen

1.1.2.7 FACTOR DE BY PASS

El factor de by pass corresponde al aire que no pasa por el intercambiador de calor de la batería debido a pérdidas de rendimiento de la batería por no conseguir un intercambio de la totalidad del aire al 100%. Se ha considerado en este proyecto un factor de by pass de 7% en todas las baterías (fan-coils y climatizadores).

1.1.2.8 OCUPACIÓN

Según la Evaluación de las Condiciones de Evacuación en Centros de Trabajo, establecido por el Instituto Nacional de Higiene y Trabajo, se ha supuesto una ocupación media de 1 persona por cada 10 m². La distribución de personas por módulo y planta es:

Módulo 1	76
Módulo 2	65
Módulo 3	62
Módulo 4	60
Por planta	263
Total	789

Tabla 1.2.3: Ocupación por módulo, plantas y total.

La carga térmica que desprende una persona, definiendo el puesto de trabajo en una oficina como no forzoso, es la siguiente:



- $Q_{sp} = 57$ kcal/h/persona de calor sensible.
- $Q_{sl} = 55$ kcal/h/persona de calor latente.

1.1.3 SOLUCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ADOPTADO

Se ha escogido un sistema centralizado a cuatro tubos, con producción de calor en invierno mediante dos calderas de gas, y producción de frío mediante dos enfriadoras, condensadas por aire, en verano.

La ubicación física de las centrales de producción de frío y calor se encuentra en la parte superior derecha de la cubierta del edificio, donde mediante un sistema de bombas primarias y secundarias se hace llegar el agua a los distintos climatizadores y fan-coils.

El acondicionamiento del aire primario se llevará a cabo por climatizadores del tipo todo aire exterior, distribuyendo este aire por un sistema de conductos hasta llegar a los fan-coils.

Los fan-coils asegurarán las condiciones de confort locales de cada módulo, utilizando el aire exterior para una correcta ventilación y controlando el caudal interior de aire secundario del módulo para que se produzca el intercambio de calor deseado para combatir las cargas térmicas.

A continuación se explicará con detalle la elección del sistema de climatización y ventilación adoptado además de los equipos empleados.

1.1.3.1 GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE

El agua caliente es producida por dos calderas de condensación a gas Vitocrossal 200 modelo CM2 de 620 kW. Este diseño cumple con la IT 1.2.4 de eficiencia energética del RITE, ya que al exigir una potencia mayor a 400 kW se ha escalonado dicha potencia en dos equipos puestos en paralelo, capaces de funcionar independientemente y aislados, y con un rendimiento 97%. Cada caldera posee una chimenea independiente de acero inoxidable que cumple con la altura de la normativa.

Además, estas calderas poseen las siguientes características:

- Elevada fiabilidad y larga vida útil gracias a la superficie de transmisión Inox-Crossal de acero inoxidable resistente a la corrosión.



- Superficie de transmisión Inox-Crossal para una eficaz transmisión térmica y una elevada cuota de condensación.
- Efecto de autolimpieza gracias a la superficie lisa de acero inoxidable.
- Combustión poco contaminante debido a la baja carga de la cámara de combustión y a la cámara de combustión de un paso.
- Funcionamiento especialmente silencioso.
- Es posible escoger entre funcionamiento estanco y atmosférico.
- Las conexiones hidráulicas de la instalación se pueden montar por la parte superior de la caldera.
- Pueden funcionar con temperaturas de agua bajas, hasta 30°C en el retorno.
- Llevan un intercambiador para recuperación de calor de los gases de combustión que mejora sensiblemente el rendimiento respecto de otro tipo de calderas.

El sistema de generación de agua caliente (circuito primario) se encuentra en la parte superior derecha del tejado y está compuesto por el esquema de funcionamiento que refleja el plano CI-09. Existe dos bombas en paralelo que suministran un caudal de 90,3 m³/h (por bomba). Cada una necesita suministrar la presión de 7 m.c.a para conseguir un intercambio de calor eficiente y superar las pérdidas de carga producidas por los conductos, los quemadores y las válvulas. Los cálculos de estas bombas se pueden consultar en el apartado de Tuberías y Bombas 2.5. Existe otra bomba de reserva que se activará en caso de fallo de alguna de las principales.

El circuito posee un complejo sistema de válvulas: válvulas de regulación micrométrica que sirven para regular el caudal, válvulas selectoras para elegir las bombas, filtros, válvulas de mariposa y asiento, manguitos antivibratorios, válvulas de corte por si fuera necesario parar alguna de las bombas o el sistema. El circuito además cuenta con un sistema de llenado y de control de presión.

Una vez calentada el agua en el circuito primario, se dispone de cuatro circuitos secundarios, dispuesto cada uno con dos bombas (siendo una de reserva) y semejante sistema de válvulas al del circuito primario. La función de estos circuitos es la de transportar el agua caliente hacia los distintos fan-coils y climatizadores del edificio. Se ha considerado un salto térmico de 10 °C entre impulsión y retorno (60° - 50°). Los cuatro circuitos y sus características son los siguientes:



- Circuito Planta Baja: Alimenta a 12 fan-coils distribuidos en los 4 módulos del edificio. La bomba posee una presión de 14,4 m.c.a y un caudal de 24 m³/h. La bomba también contempla la pérdida de presión debida al circuito de retorno.
- Circuito Primera Planta: Alimenta a 12 fan-coils distribuidos en los 4 módulos del edificio. La bomba posee una presión de 13 m.c.a y un caudal de 18,9 m³/h. La bomba también contempla la pérdida de presión debida al circuito de retorno.
- Circuito Segunda Planta: Alimenta a 12 fan-coils distribuidos en los 4 módulos del edificio. La bomba posee una presión de 13 m.c.a y un caudal de 25 m³/h. La bomba también contempla la pérdida de presión debida al circuito de retorno.
- Circuito Climatizadores: Alimenta a 4 climatizadores. La bomba posee una presión de 13,5 m.c.a y un caudal de 46 m³/h. La bomba también contempla la pérdida de presión debida al circuito de retorno.

Los cálculos de las bombas de los circuitos secundarios para calefacción se pueden consultar en el apartado Tuberías y bombas 2.5.

1.1.3.2 GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA FRÍA

La producción de agua fría se lleva a cabo mediante dos enfriadoras de 506 kW marca CARRIER modelo 30RB 262-802. Están conectadas en paralelo y cumplen las normativas de eficiencia energética para la generación de frío IT 1.2.4.1 del RITE.

Los equipos emplean refrigerante R410, exento de cloro del grupo HFC sin potencial de destrucción del ozono y con alta densidad, requiriendo menos cantidad.

El circuito de refrigerante incluye entre dos y cuatro compresores conectados en paralelo. Con carga parcial, alrededor del 99 % del tiempo de funcionamiento, sólo funcionan los compresores absolutamente necesarios. En estas condiciones, los compresores en funcionamiento son aún más eficientes desde el punto de vista energético, cumpliendo las secciones de Eficiencia energética del control de las instalaciones térmicas (IT 1.2.4.3) y Contabilización de consumos (IT1.2.4.4) del RITE.

El sistema de distribución y el principio de funcionamiento es el mismo que en la producción de agua caliente, es decir, son circuitos independientes (ya que es un sistema a cuatro tubos) pero con idénticas características de funcionamiento y los mismos elementos. Solamente cambian los caudales y las presiones de las bombas de los circuitos secundarios y primarios. El salto térmico entre la impulsión y el retorno es de 5°C, siendo la temperatura de salida en las baterías de 7°C (IT 1.2.4.1) y la de entrada 12°C. A continuación se indica el caudal y presión de las bombas de los circuitos de refrigeración:



- Circuito Planta Baja: Alimenta a 12 fan-coils. Presión: 15,5 m.c.a y caudal 53 m³/h.
- Circuito Primera Planta: Alimenta a 12 fan-coils. Presión: 15,5 m.c.a y caudal 50,2 m³/h.
- Circuito Segunda Planta: Alimenta a 12 fan-coils. Presión: 18,3m.c.a y caudal 63,5 m³/h.
- Circuito Climatizadores: Alimenta a 4 climatizadores. Presión: 15,5 m.c.a y caudal 31,3 m³/h.
- Circuito Primario: Alimenta a dos enfriadoras. Dos bombas principales de una presión de 17 m.c.a y un caudal de 83,1 m³/h por bomba.

Los cálculos de la presión de las bombas se pueden consultar en los apartado Tuberías y Bombas 2.5. La descripción gráfica del esquema de distribución queda reflejado en los planos desde CI-01 al CI-08.

1.1.3.3 CLIMATIZADORES Y VENTILACIÓN DEL AIRE

Se han instalado cuatro climatizadores en la cubierta. Se misión es la de mantener las condiciones de ventilación y tratamiento del aire exterior que requiere el edificio debido básicamente a las personas.

Para fijar los parámetros de caudales mínimos, se ha cumplido con la exigencia de la IT 1.1.4.2 del RITE: Se ha establecido una calidad de aire IDA 2 (aconsejable para oficinas), la cual define que el aporte de caudal de aire exterior depende del número de personas, siendo el caudal mínimo por persona de 12,5 litros/segundo. Se enfatiza las personas en el cálculo, ya que no hay procesos industriales, actividades laboriosas y está prohibido fumar.

Cada climatizador satisface las necesidades de aire exterior de un mismo módulo para las tres plantas de estudio, por ejemplo, el climatizador 4 se encargará de tratar el aire para los módulos: 2.4, 1.4, 0,4. Una vez tratado el aire, se conducirá a los fan-coils de cada módulo.

Los climatizadores no exigen conductos de retorno, ya que el aire primario que se está introduciendo en cada módulo y en el total del edificio no supera el volumen, por lo que

el aire exterior no sobrepresiona demasiado el edificio. Los aspectos constructivos del climatizador se asemeja a los de la siguiente figura:

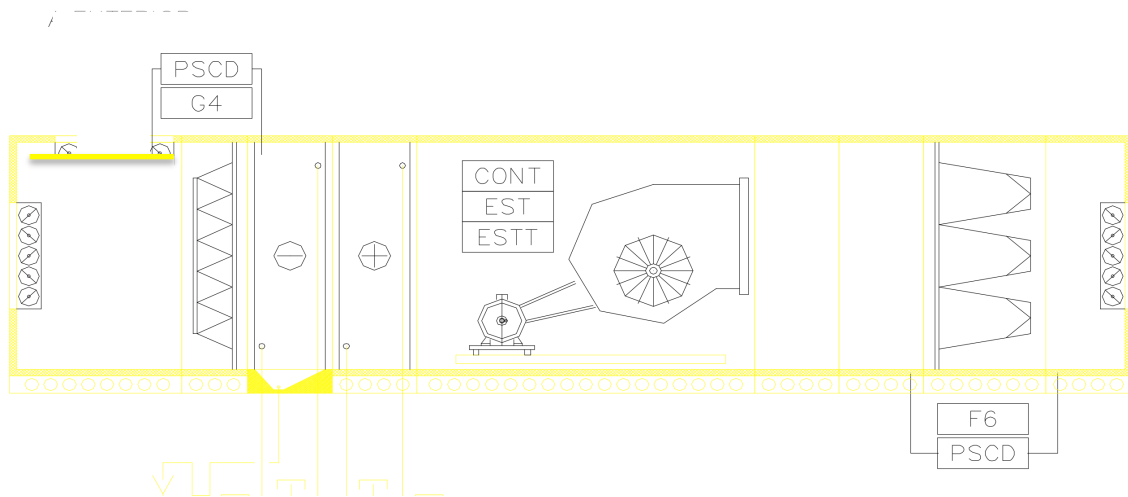


Ilustración 1.3.1: Partes del tipo de climatizador escogido

Tiene baterías de frío y de calor, posee filtros y compuertas reguladoras de caudal. El ventilador vencerá las pérdidas de carga de la red de conductos.

El cálculo de caudales de aire y las potencias se puede consultar en los apartados Cargas Térmicas 2.1 y Elección de Climatizadores 2.4. La disposición de éstos se puede ver en el plano CI-14.

1.1.3.4 FAN COILS

Hay un total de 44 fan-coils, encargados de contrarrestar las cargas térmicas máximas que se producen en cada módulo.

Para los módulos se ha utilizado unidades de Fan-coils Termoven, en concreto el modelo CF-51. Son fan-coils de importantes potencias y necesitarán una red de conductos individual para propagar el aire de intercambio de calor. Se ha comprobado que ningún módulo supere las limitaciones de potencia del fan-coil, ya sea sensible o latente, o de calefacción o refrigeración. Cada módulo posee un total de 3 fan-coils CF-51, habiendo 12 por planta y 36 en todo el edificio. El cálculo de las cargas que debe contrarrestar cada fan-coil CF-51 están descritos en los apartados Cargas Térmicas 2.1 y Elección de Fan-Coils 2.3. También se debe consultar el cálculo de Aire Secundario en el apartado 2.2.



En la planta segunda existen 8 oficinas, las cuales serán equipadas con fan-coils tipos Cassette modelos FCS. Estas baterías no necesitarán de conductos aunque si recibirán aire primario de los conductos procedentes de los climatizadores. El cálculo de las cargas que debe contrarrestar cada fan-coil tipo Cassette están descritos en el apartado Cargas térmicas 2.1 y Elección de Fan-Coils 2.3.

1.1.3.5 SISTEMA DE TUBERÍAS

Las tuberías utilizadas son circulares y son de acero DIN 2240 y DIN2448 electrosoldado longitudinalmente. Existen 10 circuitos independientes:

- Circuito primario de las enfriadoras. Plano CI-09
- Circuito primario de las calderas de gas. Plano CI-10
- Circuito secundario de refrigeración de la planta baja. Plano CI-01
- Circuito secundario de calefacción de la planta baja. Plano CI-05
- Circuito secundario de refrigeración de la primera planta. Plano CI-02
- Circuito secundario de calefacción de la primera planta. Plano CI-06
- Circuito secundario de refrigeración de la segunda planta. Plano CI-03
- Circuito secundario de calefacción de la segunda planta. Plano CI-07
- Circuito secundario de refrigeración de climatizadores. Plano CI-04
- Circuito secundario de calefacción de climatizadores. Plano CI-08

Se ha dimensionado la pérdida de carga de cada circuito en el caso más desfavorable, siendo normalmente la alimentación de la batería más alejada, además se ha considerado:

- Velocidad máxima del agua de 2 m/s.
- Máxima pérdida de carga por metro lineal de tubería de 30 mm.c.a/ml.
- Pérdida de carga en el fan-coil de 3 m.c.a.



- Válvulas de los equipos, codos, “tes” y reducciones significativas.
- Se ha añadido un coeficiente de seguridad del 10%.

El cálculo de la red de tuberías se puede consultar en el apartado 2.6 Tuberías y Bombas.

1.1.3.6 CONDUCTOS

Los conductos que se disponen en la instalación son de chapa galvanizada aislado con protección de aluminio y de Climaver fibra de vidrio tipo Climaver Neto. Para el diseño de todas las redes de conductos se ha considerado las siguientes bases y limitaciones:

- Las pérdidas por metro lineal no serán superiores a 0,1 mm.c.a.
- La velocidad en el conducto se limitará a 10 m/s.
- Se evitará en la medida de lo posible el empleo de codos innecesarios.
- Los conductos serán rectangulares, ya que se dispone de suficiente espacio en el falso techo. Cuando haya reducciones y siempre que se pueda, se mantendrá en un lado del conducto la medida anterior y se variará la restante. La relación entre el lado mayor y el lado menor nunca podrá ser superior a 3, ya que podría aparecer pandeo en su puesta en funcionamiento y construcción.
- En cada circuito de conductos habrá una compuerta contraincendios de tamaño correspondiente a la mayor sección del conducto, evitando la propagación de incendios por conductos y siguiendo la IT 1.3.4.3 del RITE de protección contra incendios.
- En ningún conducto se supera las presiones máximas admisibles contempladas en la IT 1.2.4.2.4 del RITE.
- La estanqueidad de la red de conductos será en todo momento de clase B o superior según la IT 1.2.4.2.4 del RITE.

Existen tres tipos de conductos bien diferenciados en cuanto al cálculo y función se refiere:

- Conductos de climatizadores: Van desde los climatizadores de la cubierta a todos los fan-coils y son en total cuatro circuitos (cuatro módulos) mediante un único ventilador. Para ello, hay un conducto vertical común que conecta todas las



plantas, a partir de ese conducto hay una derivación por planta para alimentar a todos los fan-coils de la misma. Se debe considerar una compuerta de regulación de caudal con un regulador de caudal de aire mecánico automático en cada toma a cada fan-coil, para que se pueda ajustar en cada caso al caudal de aire primario individual necesario. Además de las anteriores, también se consideran reguladores en cada salida en planta. Estas compuertas generan una pérdida de carga que se ha considerado en los cálculos de pérdida de carga del conducto, y que se puede consultar en el apartado Conductos y Ventiladores 2.6.

- Conductos fan-coils: Son en total 36 de impulsión y 36 de retorno, correspondiendo a cada fan-coil CF-51. El aire necesario para aclimatar y ventilar el módulo es impulsado por un ventilador hacia los difusores, después las rejillas recogen el aire y lo llevan a un mezclador, donde se mezcla con el aire procedente del conducto de aire primario de los ventiladores. Se debe enfatizar que al no tener extracción de ningún tipo, el conducto de impulsión y retorno comparten el mismo ventilador. El cálculo de conductos de impulsión se pueden ver en los apartados Conductos y Ventiladores 2.6, Difusores 2.7 y Rejillas 2.8.

No se expondrá las características de cada ventilador como se ha hecho anteriormente en tuberías, ya que hay demasiados circuitos, se podrá consultar en el apartado de resultados.

1.1.3.7 DIFUSORES

En este proyecto van a ser los encargados de difundir el aire procedente de los conductos de los fan-coils. Se dispondrán de manera tal que se minimicen las corrientes de aire y el choque de venas de aire, para evitar superar las velocidades indicadas en el RITE, en la zona de ocupación.

En los planos están representados mediante una cruz de línea discontinua de ejes y se pueden revisar en cualquiera de los planos: CI-15, CI-16, CI-17 de conductos. El cálculo de difusores se puede revisar en el apartado Difusores 2.7.

Se ha escogido difusores rotacionales de la Serie VDW de la empresa Tox Technik. Estos son los tamaños de los que disponen:



Datos técnicos						
Tamaño	L_{WA}	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	45 dB(A)
300 x 8	Q	155	183	215	260	306
	Δp	21	30	41	60	83
400 x 16	Q	240	280	325	390	455
	Δp	16	22	30	43	59
500 x 24	Q	265	325	390	470	570
	Δp	11	17	25	36	53
600 x 24	Q	400	480	570	675	800
	Δp	11	16	22	31	44
600 x 48	Q	480	585	700	840	1.000
	Δp	12	17	25	36	52
652 x 54	Q	500	590	720	825	1.000
	Δp	12	17	24	33	44
825 x 72	Q	790	950	1.140	1.365	1.625
	Δp	11	16	23	32	46

Tabla 1.3.1: Tabla de difusores disponibles de la empresa Trox Technik

Se han escogido difusores de 600x48 mm con una pérdida de carga de 36 Pa y una impulsión máxima de 840 m³/h. La potencia sonora es de 40 dB, cumpliendo los límites de contaminación acústica en oficinas.

No se ha escogido un difusor de mayor tamaño por comodidad instalación, ya que las placas artificiales del techo suelen ser de 600x600 mm.

1.1.3.8 REJILLAS

Las rejillas son las encargadas del retorno del aire que aclimata el módulo, para después pasar al mezclador y seguidamente a la batería. Su colocación debe ser diagonal a la de los difusores para evitar una recolección inmediata del aire de impulsión.

Se representan mediante una raya en los planos al final de los conductos y se pueden revisar en cualquiera de los planos: CI-18, CI-19, CI-20 de conductos. El cálculo de rejillas se puede consultar en el apartado 2.8 Rejillas.

Se han escogido rejillas cuadradas de 525x525 mm de las serie AT del fabricante Tox Technik poseen una pérdida de carga de 13 Pa, y una potencia sonora máxima de 40 dB.

Su instalación es sencilla en las placas artificiales del techo.



1.1.3.9 AISLAMIENTO DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS

Todas las tuberías y accesorios, así como equipos, aparatos y depósitos de las instalaciones térmicas dispondrán de un aislamiento térmico, además, cuando las tuberías o los equipos estén instalados en el exterior del edificio, las terminaciones finales del aislamiento deberán poseer la protección de aluminio suficiente contra la intemperie.

Las pérdidas térmicas globales por el conjunto de conducciones no superarán el 4 % de la potencia máxima que transporta.

Para la determinación del espesor de aislamiento, se puede consultar la sección IT 1.2.4.2 del RITE, donde se clasifican los distintos espesores requeridos para el aislamiento en función de la temperatura del fluido y el diámetro de tubería.

Todos los conductos y accesorios dispondrán de un aislamiento térmico suficiente para que la pérdida de calor no sea mayor que el 4 % de la que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones.

Los conductos de tomas de aire exterior se aislarán con el nivel necesario para evitar la formación de condensaciones. Los recorridos en exterior se cubrirán de aislamiento con una terminación de protección en chapa de aluminio de 0.6 mm.

1.1.3.10 CHIMENEAS

Se ha cumplido la IT 1.3.4.1.3 para de escoger las calderas:

- La evacuación de los humos de combustión se hará de forma individual por caldera, disponiendo cada generador de su propia chimenea de evacuación de humos.
- El tramo horizontal del sistema de evacuación con pendiente hacia el generador de calor será lo mas corto posible.
- Se dispondrá de un registro en la parte inferior del conducto de evacuación que permita la eliminación de residuos sólidos y líquidos.



1.1.3.11 SALA DE MAQUINAS

Esta situada en la parte superior derecha de la cubierta del edificio. En ella se encuentran los circuitos primarios de las condensadoras y las calderas, además de todas las bombas necesarias para las tuberías del edificio. Además, contiene la valvulería y los dispositivos de control mecánicos para el buen funcionamiento de los circuitos.

Su correcto funcionamiento y dimensionamiento está recogido por la IT 1.3.4.1.1 del RITE de exigencia de seguridad en la sala de maquinas, además, se cumplirás las normas UNE en cuanto: ventilación, iluminación, separación entre bombas y equipos, seguridad eléctrica, dimensiones mínimas de la sala, protección contra la humedad y el diseño de desagües. En cuanto a protección contra incendios, se explicará en el apartado siguiente.

1.1.3.12 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se cumplirá la normativa vigente IT 1.3.4.3

1.1.3.13 MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO

Se aplicará la IT 3.3 para instalaciones cuya potencia sea mayor de los 70kW. En esta tabla recoge la limpieza, comprobaciones y revisiones necesarias:



OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Limpieza de evaporadores	t
Limpieza de condensadores	t
Comprobación de estanqueidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	m
Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas.	2t
Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea.	2t
Limpieza del quemador de la caldera.	m
Revisión del vaso de expansión.	m
Revisión de los sistemas de tratamiento de agua.	m
Comprobación de material refractario.	2t
Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera.	m
Revisión general de calderas de gas.	t
Comprobación de niveles de agua en circuitos	m
Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	t
Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	2t
Comprobación de tarado de elementos de seguridad	m
Revisión y limpieza de filtros de agua	2t

Tabla 1.3.2: Manual de uso y mantenimiento



Revisión y limpieza de filtros de aire	m
Revisión de baterías de intercambio térmico	t
Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	m
Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	2t
Revisión de unidades terminales agua-aire	2t
Revisión de unidades terminales de distribución de aire	2t
Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t
Revisión de equipos autónomos	2t
Revisión de bombas y ventiladores	m
Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	m
Revisión del estado del aislamiento térmico	t
Revisión del sistema de control automático	2t
Instalación de energía solar térmica	*

Tabla 1.3.2: Manual de uso y mantenimiento

- s: una vez a la semana.
- m: una vez al mes, la primera al inicio de la temporada.
- t: una vez por temporada (año).
- 2t: dos veces por temporada(año): una al inicio de la misma y otra a la mitad del periodo de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.
- *: De acuerdo a lo establecido en el CTE DB HE.



1.1.3.14 SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

No existen superficies con posibilidad de contacto accidental con temperatura superior a 60 °C, excepto emisores de calor que tendrán una temperatura menor de 80 °C.

Todos los equipos proyectados están situados de forma que sea posible su limpieza, mantenimiento y utilización, estando todos los elementos de medida, control, protección y maniobra en lugares visibles y fácilmente accesibles.

Los equipos o aparatos instalados en falsos techos son perfectamente registrables, dado que éstos son desmontables sin necesidad de recurrir a herramientas.

Se proyecta la instalación de elementos de medida suficientes para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros que intervienen de forma fundamental en el funcionamiento de los sistemas.

De acuerdo a lo reflejado en el esquema de principio de la instalación de aire acondicionado, existen los siguientes equipos de medida :

- Termómetros en colectores de impulsión y retorno.
- Manómetros en vasos de expansión.
- Termómetros en impulsión y retorno de cada circuito secundario.
- Manómetros para lectura de la diferencia de presión entre aspiración e impulsión de bombas.
- Pirómetro en cada chimenea.
- Termómetros y manómetros en entrada y salida de cada circuito de intercambiadores de calor.
- Termómetros en entrada y salida de agua de baterías de climatizadores.
- Puntos de toma para lectura de magnitudes relativas al aire antes y después de las baterías de climatizadores.
- Puntos de lectura de temperatura de aire antes y después de recuperadores de calor.
- Lectura permanente, a través del sistema de control centralizado, de las temperaturas en impulsión, retorno y aire exterior de climatizadores.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

1.2 CÁLCULOS



Índice

1.2 CÁLCULOS.....	43
1.2.1 CARGAS TÉRMICAS.....	45
1.2.1.1 INVIERNO	45
1.2.1.2 VERANO.....	48
1.2.1.3 CARGA TOTAL DEL EDIFICIO	54
1.2.1.4 RESULTADO DE CARGAS EN EL EDIFICIO	55
1.2.2 CAUDAL DE AIRE SECUNDARIO.....	55
1.2.3 ELECCIÓN DE FAN COILS.....	57
1.2.4 ELECCIÓN DE CLIMATIZADORES	58
1.2.5 TUBERÍAS Y BOMBAS	59
1.2.6 DIFUSORES.....	63
1.2.7 REJILLAS	64
1.2.8 CONDUCTOS Y VENTILADORES.....	64



1.2.1 CARGAS TÉRMICAS

Las cargas térmicas se han calculado a nivel total y particular del edificio, que corresponde a cada módulo del edificio y a las oficinas de la segunda planta. Todos los coeficientes y datos técnicos que se han asumido están descritos en el apartado 1.2 Bases de Diseño. Las tablas de las que se han obtenido los datos se encuentra en el apartado 5.7 de anexos y están referenciadas si son necesarias.

1.2.1.1 INVIERNO

Se calcula la carga máxima, que se da a las 8 de la mañana en Enero, con el edificio vacío y los equipos eléctricos e iluminación apagados. Toda la carga térmica procede del **exterior**.

1.2.1.1.1 Calor sensible

- **Cargas por transmisión:** A través de fachadas y techos.

$$Q_t = k * S * f_v * C_p * (T_{int} - T_{ext})$$

- Q_t : Potencia térmica transmitida por las fachadas, techos. (kcal/h)

- k : Coeficiente de transmisión. (kcal/h²Cm²)

- S : Superficie de intercambio de calor. (m²)

- f_v : Factor de viento. (-)

- C_p : Coeficiente de régimen. (-)

- T_{int} - T_{ext} : Diferencia de temperaturas entre la zona de confort térmica y el exterior. (°C)

- **Cargas de transmisión en Locales No Climatizados (LNC):** Se considera la mitad del salto térmico con el exterior.

$$Q_{tlnc} = k * S * f_v * C_p * (T_{int} - T_{ext})/2$$

- Q_{tlnc} : Potencia térmica transmitida por las fachadas, techos. (kcal/h)



-k: Coeficiente de transmisión. (kcal/h°Cm²)

-S: Superficie de intercambio de calor. (m²)

-f_v: Factor de viento. (-)

-C_p: Coeficiente de régimen. (-)

-T_{int}-T_{ext}: Diferencia de temperaturas entre la zona de confort térmica y el exterior. (°C)

- **Aire Primario:** Hay que tenerlo en cuenta el caudal de ventilación aunque el edificio esté desocupado, ya que estará ocupado y el tratamiento de este aire supone un gran gasto energético.

$$Q_{sa} = 0,3 * \dot{Q} * (T_{int} - T_{ext}) * (1 - f_{bp})$$

-Q_{sa}: Potencia térmica sensible que aporta el aire exterior.

- \dot{Q} : Caudal necesario de ventilación impulsado por los climatizadores. (m³/h)

-T_{int}-T_{ext}: Diferencia de temperaturas entre la zona de confort térmica y el exterior. (°C)

-f_{bp}: Factor by pass del climatizador.

1.2.1.1.2 Calor Latente

- **Aire Primario:** Importante carga debido a la poca energía sensible que posee el aire exterior.

$$Q_{la} = 0,72 * \dot{Q} * (w_{int} - w_{ext}) * (1 - f_{bp})$$

-Q_{la}: Potencia térmica latente que aporta el aire exterior.

- \dot{Q} : Caudal necesario de ventilación impulsado por los climatizadores. (m³/h)

-w_{int}-w_{ext}: Diferencia de humedades específicas entre la zona de confort y el exterior. (gr/kg)



- f_{bp} : Factor by pass del climatizador. (-)

1.2.1.1.3 Total

El total se corresponde a la suma de todas las cargas térmicas anteriores siendo:

- $Q_{sensible} = Q_t + Q_{tnlc} + Q_{sa}$
- $Q_{latente} = Q_{la}$

Para escoger los equipos, se han separado las cargas debidas al aire del resto (como aparece en el ejemplo de más abajo), ya que están no intervienen en la elección de los fan coils, siendo objeto de los climatizadores exteriores.

1.2.1.1.4 Ejemplo de cálculo de cargas en invierno

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Módulo	ORIEN	ancho	alto	Área	K	ΔT	f_v	C.p	TOTAL
2.2		(m)	(m)	(m²)	(Kcal/hm²°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	7,76	3	23,3	2,9	28	1,35	1,15	2.935
CRISTAL	SE	20,52	3	61,6	2,9	28	1,125	1,1	6.186
CRISTAL	S	30,78	3	92,3	2,9	28	1	1,1	8.248
CRISTAL	NO	15,5	3	46,5	2,9	28	1,275	1,15	5.543
Tejado	H			650,8	0,91	28	1	1,15	19.069
LNC		23	3	69	1,2	14	1	1	1.159
								TOTAL	58.221
Aire ext.	m³/h	Kcal/h							
Calor Sensible	2.925	22.850							
Calor Latente		15.081							

Tabla 2.1.1: Ejemplo Cargas Invierno



1.2.1.2 VERANO

1.2.1.2.1 Cargas Sensibles

Exteriores

- **Insolación a través del vidrio:** Calor que entra directamente por los rayos del sol a través del vidrio, en este proyecto será toda la fachada.

$$I = Ma * Mu * L * Alt * Fv * S$$

-I: Carga térmica en kcal/h por insolación

-Ma: Máxima aportación solar a través del cristal, depende de la hora, mes, y orientación (kcal(hm²)). Se puede obtener en la pagina 267 de anexos 5.7.

-Mu: Coeficiente de corrección por el marco que sujeta la cristalera. (-)

-Alt: Coeficiente de Altitud. (-)

-Fv: Factor de ganancia solar. (-)

-Superficie del vidrio. (m²)

- **Cargas por transmisión:** fachadas.

$$Qt = k * S * (Text - Tint)$$

-Qt: Potencia térmica transmitida por las fachadas, techos. (kcal/h)

-k: Coeficiente de transmisión. (kcal/h°Cm²)

-S: Superficie de intercambio de calor. (m²)

-T_{int}-T_{ext}: Diferencia de temperaturas entre la zona de confort térmica y el exterior. (°C)

- **Techos:** Los techos son constructivamente igual que las fachadas y el intercambio de calor es idéntico:



$$Q_{te} = k * S * \Delta t_e$$

Donde:

-Q: Potencia térmica transmitida por el techos (kcal/h)

-k: Coeficiente de transmisión. (kcal/h^oCm²)

-S: Superficie de intercambio de calor. (m²)

Pero influyen otra serie de factores que se ven reflejados en el término Δt_e , que se corresponde con la formula:

$$\Delta t_e = a + \Delta t_{es} + b \frac{Ra}{Rm} * (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

-a: Corrección proporcionada por la tabla [...] teniendo en cuenta un incremento distinto de 8°C entre la temperatura interior y exterior (esta ultima tomada a las 15h del mes considerado), y una variación de la temperatura del aire exterior (durante el día) de 11 °C. Se puede obtener en la página 278 del anexo 5.7. (-)

- Δt_{es} : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra. Se puede obtener en la página 278 del anexo 5.7.

- Δt_{em} : Diferencia equivalente de temperatura a ala hora considerada para la pared soleada. Se puede obtener en la página 279 del anexo 5,7.

-b: Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared, b=1 color oscuro, b=0,78 color claro y b=0,5 blanco.

-Ra: Máxima insolación correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical. Se puede obtener en la página 279 del anexo 5.7. (kcal/hm²)

-Rm: Máxima insolación en el mes de a Julio a 40° grados latitud norte, a través de una superficie acristalada vertical. Se puede obtener en la página 267 del anexo 5.7. (kcal/hm²)



	hora	Tint	S	k	ΔT	a	b	tem	tes	Re	Rm	te	Total
Junio	11	32,4	755,8	2,02	8,4	-2,5	0,55	5,5	0	642	631	0,6	882
	12	33	755,8	2,02	9	-1,6	0,55	8,9	1,1	642	631	3,9	5.977
	13	33,3	755,8	2,02	9,3	-0,6	0,55	12,8	2,8	642	631	7,8	11.902
	14	33,6	755,8	2,02	9,6	-0,6	0,55	15,6	4,4	642	631	10,1	15.370
	15	33,6	755,8	2,02	9,6	-0,6	0,55	18,3	5,5	642	631	12,1	18.416
	16	33,6	755,8	2,02	9,6	-0,6	0,55	21,1	6,7	642	631	14,2	21.615
	17	33,6	755,8	2,02	9,6	-0,6	0,55	22,2	7,2	642	631	15	22.891
Julio	12	33,6	755,8	2,02	9,6	-0,6	0,55	8,9	1,1	631	631	4,8	7.313
	14	34,2	755,8	2,02	10,2	-0,6	0,55	15,6	4,4	631	631	10	15.206
	15	34,2	755,8	2,02	10,2	-0,6	0,55	18,3	5,5	631	631	11,9	18.229
	16	34,2	755,8	2,02	10,2	-0,6	0,55	21,1	6,7	631	631	14	21.405
	17	34,2	755,8	2,02	10,2	-0,6	0,55	22,2	7,2	631	631	14,9	22.672
Agosto	14	34,2	755,8	2,02	10,2	-0,6	0,55	15,6	4,4	580	631	9,5	14446
	15	34,2	755,8	2,02	10,2	-0,6	0,55	18,3	5,5	580	631	11,4	17360
	16	34,2	755,8	2,02	10,2	-0,6	0,55	21,1	6,7	580	631	13,4	20427
	17	34,2	755,8	2,02	10,2	-0,6	0,55	22,2	7,2	580	631	14,2	21654

Tabla 2.1.2: Cálculo de Cargas en la cubierta

- **Cargas de transmisión en Locales No Climatizados (LNC):** Se considera la mitad del salto térmico con el exterior.

$$Q_{lnc} = k * S * (T_{iext} - T_{int})/2$$

- Q_{lnc} : Potencia térmica transmitida por los tabiques. (kcal/h)

-k: Coeficiente de transmisión. (kcal/h^oCm²)

-S: Superficie de intercambio de calor. (m²)

- $T_{ext}-T_{int}$: Diferencia de temperaturas entre la zona de confort térmica y el exterior. (°C)

- **Aire Primario:** Caudal necesario para la ventilación del edificio, procedente del sistema de climatizadores.



$$Q_{sa} = 0,3 * \dot{Q} * (T_{ext} - T_{int}) * (1 - f_{bp})$$

- Q_{sa} : Potencia térmica sensible que aporta el aire exterior.
- \dot{Q} : Caudal necesario de ventilación impulsado por los climatizadores. (m^3/h)
- $T_{int}-T_{ext}$: Diferencia de temperaturas entre la zona de confort térmica y el exterior. ($^{\circ}C$)
- f_{bp} : Factor by pass del climatizador.

Interiores

- **Personas:** Las personas desprenden un calor sensible que se calcula como:

$$Q_{ps} = n * Q_{sp}$$

- Q_{ps} : Calor sensible debido a la ocupación. (kcal/h)
- n : Número de personas del recinto considerado. (personas)
- Q_{sp} : Calor sensible que desprende cada persona. (kcal/h)

- **Aparatos eléctricos:** La carga térmica de los aparatos eléctricos se han calculado en base a la superficie:

$$Q_{elec} = 0,86 * S/P_e$$

- Q_{elec} : Calor sensible debido a la aparatación eléctrica. (kcal/h)
- 0,86: Coeficiente de las reactancias.
- S : Superficie de la superficie estudiada. (m^2)
- P_e : Potencia eléctrica destinada a aparatos eléctricos instalada por unidad de superficie. (W/m^2).



- **Iluminación:** La carga térmica de la iluminación se ha calculado en base a la superficie:

$$Q_i = 0,86 * S / P_i$$

- Q_i : Calor sensible debido a la iluminación. (kcal/h)

-0,86: Coeficiente debido a las reactancias.

-S: Superficie de la superficie estudiada. (m^2)

- P_i : Potencia eléctrica de iluminación instalada por unidad de superficie. (W/m^2).

1.2.1.2.2 Cargas Latentes

Exteriores

- **Aire Primario**

$$Q_{la} = 0,72 * \dot{Q} * (w_{int} - w_{ext}) * (1 - f_{bp})$$

- Q_{la} : Potencia térmica latente que aporta el aire exterior.

- \dot{Q} : Caudal necesario de ventilación impulsado por los climatizadores. (m^3/h)

- $w_{int} - w_{ext}$: Diferencia de humedades específicas entre la zona de confort y el exterior. (gr/kg)

- f_{bp} : Factor by pass del climatizador.

Interiores

- **Personas:** Las personas desprenden un calor latente que se calcula como:



$$Q_{pl} = n * Q_{lp}$$

- Q_{pl} : Calor latente debido a la ocupación. (kcal/h)

- n : Número de personas del recinto considerado. (personas)

- Q_{lp} : Calor latente que desprende cada persona. (kcal/h)

1.2.1.2.3 Total

Calcular la carga máxima total en verano es algo complejo, ya que hay que jugar entre distintas horas candidatas por la interacción entre la irradiación y la transmisión, e incluso el techo puede determinar la elección de una hora u otra. Aquí un ejemplo del módulo 2.1 para hallar dicho máximo:

mes	hora	corrección	temp	Q
Junio				
	11	1,8	32,4	21.099
	12	1,2	33	13.473
	13	0,9	33,3	12.722
	14	0,6	33,6	18.034
	15	0,6	33,6	26.290
	16	0,6	33,6	31.628
	17	0,6	33,6	34.900
Julio				
	12	0,6	33,6	15.012
	14	0	34,2	18.046
	15	0	34,2	25.726
	16	0	34,2	31.628
	17	0	34,2	33.871
Agosto				
	14	0	34,2	16.700
	15	0	34,2	23.230
	16	0	34,2	28.300
	17	0	34,2	29.012

Tabla 2.1.3: Comprobación de Cargas en Verano en distintas horas.



Una vez tenido en cuenta esto, el cálculo se obtiene como el sumatorio de todas las cargas descritas anteriormente:

$$-Q_{\text{sensible}} = Q_t + Q_{\text{tInc}} + Q_{\text{te}} + Q_{\text{sa}} + Q_{\text{ps}} + Q_{\text{elec}} + Q_i$$

$$-Q_{\text{latente}} = Q_{\text{la}} + Q_{\text{pl}}$$

$$-Q_{\text{total}}: Q_{\text{sensible}} + Q_{\text{latente}}$$

Aunque por comodidad para la elección de equipos se ha desglosado de esta forma los resultados:

Potencia Sensible	75.277	Kcal/h
Potencia Latente	4.636	Kcal/h
Potencia Sensible aire exterior	9.160	Kcal/h
Potencia Latente aire exterior	1.145	Kcal/h
Potencia Total	90.218	Kcal/h

Tabla 2.1.4: Desglose de potencias en el módulo 2.1

1.2.1.2.4 Ejemplo de cálculo de cargas en verano

Al contar con más factores que el de invierno, no se puede ajuntar. Todos las tablas de cálculo están adjuntadas en el anexo 5.1.

1.2.1.3 CARGA TOTAL DEL EDIFICIO

La carga total del edificio, ya sea en verano o en invierno, no equivale al máximo de todos los módulos, ya que no se van a dar nunca a la vez. Para ello se ha estudiado el edificio como conjunto, y se le ha aplicado el cálculo descrito en el apartado 2.1.1 y 2.1.2. Con la única excepción, que a la aparamenta eléctrica, iluminación y personas, se ha multiplicado por un factor de simultaneidad de 0,85, ya que todas las luces, equipos electrónicos y personas no van a estar a máxima carga todo el tiempo.



1.2.1.4 RESULTADO DE CARGAS EN EL EDIFICIO

Esta tabla muestra un resumen de las cargas calculadas en cada módulo, oficinas y a nivel global del edificio:

kcal/h	Verano	Invierno
Modulo2.1	90.219	65.268
Modulo2.2	73.038	58.221
Modulo2.3	75.547	57.071
Modulo2.4	97.840	69.410
Modulo 1.1	88.362	56.237
Modulo 1.2	68.913	39.836
Modulo 1.3	63.780	39.685
Modulo 1.4	81.664	52.504
Modulo 0.1	87.144	75.808
Modulo 0.2	71.955	51.362
Modulo 0.3	67.234	50.588
Modulo 0.4	85.022	63.104
Oficina 1	6.067	2.992
Oficina 2	1.754	1.756
Oficina 3	2.097	1.288
Oficina 4	3.191	2.994
Oficina 5	6.067	2.992
Oficina 6	2.097	1.288
Oficina 7	6.067	1.756
Oficina 8	3.191	2.994
Total edificio	166.102	902.049

Tabla 2.1.5: Cargas térmicas en el edificio

1.2.2 CAUDAL DE AIRE SECUNDARIO

Para que sea posible la refrigeración o calefacción del establecimiento, se debe calcular el caudal que debe de pasar a través de la batería para conseguir el confort deseado.

Teniendo en cuenta solamente las cargas térmicas del local/módulo sin considerar las del aire:

$$\text{Factor de Calor Sensible} = \frac{Q_{\text{sensible local}}}{Q_{\text{total local}}}$$



Según este factor, se escogerá un ADP.

A continuación se calcula el incremento de temperatura:

$$\Delta T = (1 - f_{bp}) * (T_{int} - ADP)$$

Donde:

- ΔT : Es el incremento de temperatura. ($^{\circ}\text{C}$)

- f_{bp} : Factor by-pass.

-ADP:

- T_{int} : Temperatura interna del local.

Una vez sabido el aumento de temperatura, se calcula el caudal de aire secundario necesario como:

$$\dot{Q} = \frac{Q_{sensiblelocal}}{0,3 * \Delta T}$$

- \dot{Q} : Caudal de aire secundario. (m^3/h)

He aquí el resultado del cálculo de aire secundario por módulo y fan coil:

Caudales de aire	
Cada Fan-coil	m^3/h
Modulo2.1	7.956
Modulo2.2	6.443
Modulo2.3	6.638
Modulo2.4	8.522
Modulo 1.1	7.310
Modulo 1.2	5.678
Modulo 1.3	5.090
Modulo 1.4	6.911
Modulo 0.1	7.707
Modulo 0.2	5.981
Modulo 0.3	5.434
Modulo 0.4	7.245

Tabla 2.2.1: Caudales de aire secundario en Fan-coils



1.2.3 ELECCIÓN DE FAN COILS

Para la elección de los fan coils se ha ido dividiendo la potencia total de cada módulo entre 3,4 y 5. Al dividir entre tres la potencia total del local (sin la potencia necesaria para tratar el aire exterior), todos los módulos cumplen las potencias máximas del fan-coil Termoven CF-51. Las cargas correspondientes a los fan coils de un determinado módulo tendrán todos la misma potencia debido a la división. He aquí un ejemplo de cómo cumple las características del fan-coil el módulo 2 de la primera planta:

Módulo 1.2	Refrigeración	
Fan Coils	3	
Potencia total	57032	Kcal/h
Potencia/unidad	19010	Kcal/h

Tabla 2.3.1: Elección de Fan-coils Refrigeración

Módulo 1.2	Calefacción	
Fan Coils	3	
Potencia total	39836	Kcal/h
Potencia/unidad	13279	Kcal/h

Tabla 2.3.2: Ejemplo Cargas Invierno

TAMAÑO	VEL.	m³/h.	kw	kcal/h	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.
CF-11	Max.	1290	6,9	5960	4,9	4213	1192	1,5	8,0	6923	1192	1,3	5,7	4860	486	1,1
	Med.	1250	6,7	5779	4,8	4103	1156	1,4	7,8	6699	1156	1,2	5,5	4747	475	1,0
	Min.	1160	6,4	5513	4,5	3859	1103	1,3	7,4	6373	1103	1,1	5,3	4575	457	0,9
CF-21	Max.	1975	10,8	9262	7,8	6687	1852	1,6	12,8	11025	1852	1,3	8,6	7422	742	2,5
	Med.	1690	9,7	8376	7,0	6031	1675	1,3	11,5	9916	1675	1,2	8,0	6863	686	2,2
	Min.	1240	7,8	6674	5,5	4738	1335	0,9	9,0	7766	1335	0,8	6,7	5762	576	1,6
CF-31	Max.	2720	14,8	12728	10,5	9037	2546	1,8	17,4	14930	2546	1,6	11,8	10122	1012	1,9
	Med.	2600	14,1	12083	10,0	8579	2417	1,7	16,4	14104	2417	1,4	11,3	9727	973	1,8
	Min.	2390	13,4	11558	9,5	8206	2312	1,6	15,6	13450	2312	1,3	10,9	9400	940	1,7
CF-41	Max.	3880	21,2	18266	15,3	13152	3653	2,0	25,2	21543	3653	1,8	16,6	14250	1425	1,5
	Med.	3230	18,7	14517	13,2	11394	2903	1,6	21,9	18808	2903	1,4	15,0	12875	1287	1,3
	Min.	2400	15,3	13158	10,7	9211	2632	1,1	17,7	15231	2632	1,0	12,9	11060	1106	1,0
CF-51	Max.	5150	28,8	24751	20,7	17821	4950	2,2	34,2	29378	4950	1,8	22,4	19290	1929	1,8
	Med.	3200	20,5	17621	14,5	12511	3524	1,2	23,7	20416	3524	1,0	17,2	14826	1483	1,1
	Min.	2075	13,9	11980	9,6	8266	2396	0,6	15,7	13493	2396	0,5	12,9	11060	1116	0,7

Tabla 2.3.3: Tabla de Características de los Fan-Coils



1.2.4 ELECCIÓN DE CLIMATIZADORES

La potencia disponible en los climatizadores corresponde al tratamiento de la carga sensible y latente del aire exterior. Se exigirá a la empresa que cumpla las características que se impone en este proyecto para la construcción de los mismos.

Como cada climatizador abastece a un modulo del total de las plantas, su potencia será igual a:

$$P_{clj} = \sum_i^3 Q_{as\ ij} + Q_{al\ ij} \quad \forall j$$

Siendo:

-i: Número de plantas

-j: Número de módulos (y climatizadores).

-P_{clj}: Potencia correspondiente al climatizador en calefacción o refrigeración debido al aire exterior primario. (kcal/h)

-Q_{as}: Calor sensible del aire primario para calefacción o refrigeración calculado anteriormente en las fórmulas de cargas térmicas 2.1.1.1. (kcal/h)

-Q_{al}: Calor latente del aire primario para calefacción o refrigeración calculado anteriormente en las formulas de cargas térmica calculadas en el apartado 2.1.1.2. (kcal/h)

Este es el resultado del cálculo:

Climatizadores		Potencia Calor kcal/h	kW	Potencia Frio kcal/h	kW
CI01	Tipo 1	133.051	154,7	44.823	52,1
CI02	Tipo 1	113.793	132,3	36.867	42,9
CI03	Tipo 1	108.541	126,2	37.968	44,1
CI04	Tipo 1	105.040	122,1	36.743	42,7

Tabla 2.4.1: Potencia de los Climatizadores



1.2.5 TUBERÍAS Y BOMBAS

La distribución de tuberías se ha explicado en el apartado 1.3.4, ahora se analizará el cálculo de las pérdidas de carga y su dimensionamiento, tanto para refrigeración como calefacción.

El cálculo de las tuberías de impulsión y retorno en todos los circuitos son iguales. Además, se considera que el agua que se impulsa es la misma que vuelve. El proceso de cálculo es el mismo tanto en invierno como en verano, cambiando solamente el salto térmico entre la impulsión y el retorno.

Para dimensionar las tuberías, hay que calcular ante todo el caudal requerido. El caudal cambia cuando hay una derivación, que se produce cuando se desvía agua del conducto principal a una batería.

Para saber el caudal que le corresponde a cada batería:

$$\dot{Q} = \frac{Q_b}{\Delta T}$$

- \dot{Q} : Caudal que atraviesa la batería. (l/h)

- Q_b : Potencia frigorífica o calorífica de la batería

- ΔT : Salto térmico permitido entre el conducto de impulsión y el de retorno. En este proyecto es de 5 °C (7°C a 13°C) en refrigeración y 10 °C (de 50°C a 40°C) en calefacción.

Se debe de ir acotando con numeración los puntos en los que hay cambio de caudal y calcular el nuevo caudal. Una vez se sepa el caudal de cada tramo, se recurre a la pagina 271 del anexo 5.7 donde se encontrará el diámetro mayor posible para un máximo de pérdida de carga lineal de 30 mm.c.a/ml y una velocidad de 2 m/s.

Ejemplo de cálculo de diámetros en la segunda planta para el circuito de refrigeración:



Tramo	Caudal l/h	Pérdida	V m/s	Diámetro
0.1	59.379	16	1,36	5"
1.2	58.771	15	1,32	5"
2.3	58.382	15	1,32	5"
3.4	58.046	15	1,32	5"
4.5	56.863	14	1,17	5"
5.6	52.374	13	1,23	5"
6.7	47.885	30	1,64	4"
7.8	43.396	25	1,5	4"
8.9	39.082	20	1,34	4"
9.10	34.767	17	1,21	4"
10.11	30.453	13	1,06	4"
11.12	26.008	10	0,93	4"
12.13	21.563	26	1,28	3"
13.14	17.119	17	1,02	3"
14.15	12.251	20	1	2" 1/2"
15.16	7.383	28	1	2"
16.17	2.515	23	0,7	1" 1/4"
17.18	1.908	14	0,54	1" 1/4"
18.19	1.572	10	0,45	1" 1/4"
19.20	1.183	23	0,58	1"

Tabla 2.5.1: Cálculo de caudales y dimensionamiento de tuberías-

El dimensionado de tuberías queda fijado, ahora es necesario saber con que fuerza se debe bombear el agua para vencer las pérdidas de carga. Para eso se cogerá el camino más largo, que en el caso de este proyecto, siempre es el tramo que alimenta la última batería.

Una vez sabido las pérdidas de carga debidas a la tubería (en los que también se debe tener en cuenta la longitud), se hallará los demás elementos que produzcan pérdida de carga. Esta pérdida de carga puede ser por geometrías y cambios de flujo: tes, codos o reducciones; o por elementos de control: válvulas, filtros y manguitos antivibratorios. Se hallará mediante las tablas correspondientes a la página 270 del anexo 5.7, el equivalente en longitud en m.c.a de pérdida de carga.



Se aplicará un coeficiente de seguridad de 10% para posibles factores que no se hayan considerado. La válvula de control produce una notable pérdida de carga de 3 m.c.a y el paso a través de la batería produce otra pérdida de 3 m.c.a. Una vez sabida la pérdida de carga del recorrido del circuito más desfavorable y el caudal del primer tramo (del punto 0 a 1), que es el total, se puede escoger la bomba.

He aquí un ejemplo de cálculo de la bomba del circuito de tuberías de refrigeración de la segunda planta:

	Q	DN	mm.c.a / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 45º		Total	BOLA		FILTR	
						uds	per		uds	perd	uds	per
0-1	52.968	4"	32	1,69	16,26			0	4	0,7	1	3,2
1-2	47.807	4"	26	1,53	5,26			0				
2-3	42.646	4"	21	1,37	45,08			0				
3-4	37.485	4"	17	1,21	37,18	2	1,2	2,4				
4-5	33.480	4"	14	1,1	28,98			0				
5-6	29.475	4"	11	0,97	34,3			0				
6-7	25.470	3"	31	1,4	53,85	2	0,9	1,8				
7-8	21.832	3"	23	1,21	24,5			0				
8-9	18.193	2" 1/2"	36	1,37	22,62			0				
9-10	14.553	2" 1/2"	24	1,12	37,3	2	0,9	1,8				
10-11	9.703	2" 1/2"	11	0,73	18,4			0				
11-12	4.852	1" 1/2"	39	1,02	15,8	2	0,6	1,2	1	0,27	1	1,8

Tabla 2.5.2: Ejemplo Pérdidas de carga



ASIENTO		RET		REG		Total válvulas	Perd	Perd acu
uds	perd	uds	perd	uds	perd			
1	0,7			1	3,3	10	520,3	520
							136,7	657
							946,6	1.604
							672,9	2.277
							405,7	2.682
							377,3	3.060
							1725,4	4.785
							563,5	5.349
							814,3	6.163
							938,4	7.101
							202,4	7.304
1	0,27	1	1,5			3,84	812,7	8.116
				Subtotal				8.116
				Batería (m.c.a.)				3
				válv control				3
							total	14,1
							% segur.	10
ALTURA DE LA BOMBA (M.C.A.)								15

Tabla 2.5.2: Ejemplo Pérdidas de carga

He aquí el resultado de todas las bombas:

Bombas	l/h	m.c.a.	m ³ /h
Circuito Planta baja fría	52.967	15,5	52,9
Circuito Planta primera fría	50.200	15,5	50,2
Circuito Planta segunda fría	63.320	18,3	63,3
Circuito Planta baja caliente	24.086	14,4	24
Circuito Planta primera caliente	18.826	13	18,8
Circuito Planta segunda Caliente	25.000	13,1	25
Circuito Climatizadores fría	31.280	15,5	31,2
Circuito Climatizadores caliente	46.042	13,4	46
Bobas Circuito Primario frio	83.100	17	83,1
Bombas Circuito Primario Calor	90.300	7	90,3

Tabla 2.5.3: Características de las bombas



1.2.6 DIFUSORES

Se ha calculado en el apartado 2.2 el aire secundario necesario para aclimatar cada módulo del edificio. A partir de ese aire total por módulo, se dividirá entre los tres fan-coils que hay en dicho módulo.

A cada fan-coil le corresponde impulsar cierto caudal para refrigerar o calentar el local, que se lleva a cabo mediante un sistema de difusores. A cada fan-coil se le requerirá por tanto un circuito de conductos de difusores.

El cálculo se basa en dividir el caudal de aire del fan-coil entre la capacidad de impulsión del difusor escogido y justificado en el apartado Aire Secundario 2.2. Se redondeará hacia arriba el resultado para asegurar la impulsión efectiva del aire.

Resultado de las unidades de difusores que se disponen por fan-coil en cada planta y módulo:

Caudales de aire		Difusores	600x48	840m ³ /h
Cada Fancoil	m ³ /h	40dB	Perdida	36 Pa
Modulo2.1	7.956	9,5	10	8.400
Modulo2.2	6.443	7,7	8	6.720
Modulo2.3	6.638	7,9	8	6.720
Modulo2.4	8.521	10,1	10	8.400
Modulo 1.1	73.010	8,7	8	6.720
Modulo 1.2	5.678	6,8	7	5.880
Modulo 1.3	5.090	6,1	6	5.040
Modulo 1.4	6.911	8,2	8	6.720
Modulo 0.1	7.707	9,2	10	8.400
Modulo 0.2	5.981	7,1	8	6.720
Modulo 0.3	5.433	6,5	7	5.880
Modulo 0.4	7.245	8,6	9	7.560

Tabla 2.6.1: Distribución de difusores por Módulo



1.2.7 REJILLAS

Las rejilla se encargan de retornar a la batería el aire de impulsión. Solamente las baterías de fan coils CF-51 disponen de rejillas.

El cálculo se basa en dividir el caudal de aire del fan-coil entre la capacidad de retorno de la rejilla escogida y justificada en el apartado Aire Secundario 2.2. Se redondeará hacia arriba el resultado para asegurar el retorno efectivo del aire.

Resultado de las unidades de rejillas que se disponen por fan-coil en cada planta y módulo:

Caudales de aire		Rejillas	3000m ³ /h	525Hx525L
Cada Fan-coil	m ³ /h	40dB	Perdida	13 Pa
Modulo2.1	7.956	2,65	3	9.000
Modulo2.2	6.443	2,15	3	9.000
Modulo2.3	6.638	2,21	3	9.000
Modulo2.4	8.521	2,84	3	9.000
Modulo 1.1	7.309	2,43	3	9.000
Modulo 1.2	5.678	1,89	2	6.000
Modulo 1.3	5.090	1,69	2	6.000
Modulo 1.4	6.911	2,30	3	9.000
Modulo 0.1	7.707	2,56	3	9.000
Modulo 0.2	5.981	1,9	2	6.000
Modulo 0.3	5.433	1,8	2	6.000
Modulo 0.4	7.245	2,4	3	9.000

Tabla 2.7.1: Distribución de Difusores por Módulo

1.2.8 CONDUCTOS Y VENTILADORES

La distribución de los distintos circuitos de conductos se ha explicado en el apartado 1.3.6. A continuación se señalara el proceso para el dimensionamiento de los conductos, que es común a todos, y después se señalara diferencia y se pondrá ejemplos de los distintos tipos de conductos que hay en el edificio.

Una vez sabidos los caudales necesarios para impulsar o retornar debido a: los fan-coils (aire primario desde los climatizadores), difusores o rejillas, se debe dimensionar el



tamaño de los conductos. El caudal cambia cuando hay una derivación, que se produce cuando se desvía el flujo de aire.

Se debe de ir acotando con numeración los puntos en los que hay cambio de caudal y calcular el nuevo. Una vez se sepa el caudal de cada tramo, se recurre a las páginas 276 y 277 del anexo 5.7, donde se encontrará el diámetro mayor posible para un máximo de pérdida de carga lineal de 0,1 mm.c.a/ml y una velocidad de 10 m/s.

Debido a la falta de espacio en el falso techo, se convierte mediante la tabla de la página 277 del anexo 5.7 el diámetro (circular) en una sección equivalente rectangular.

Sabida la dimensión de cada tramo de conducto, se llevará a cabo la elección del ventilador, que vencerá la pérdida de carga del circuito más desfavorable, que suele ser el más alejado al punto de impulsión del ventilador.

Esta pérdida de carga consiste en:

- Perdidas por la longitud de la tubería.
- Perdidas por derivaciones, codos y reducciones.
- Pérdidas en difusión, retorno o alimentación de la batería.
- Perdidas por compuertas antiincendios.
- Perdidas por compuertas de control de caudal en el caso de los conductos de climatizadores.
- Coeficiente de seguridad de un 10%.

El ventilador de los conductos de las baterías de fan-coils será el mismo tanto para la ida como para la vuelta.

He aquí un ejemplo del dimensionamiento y del cálculo del ventilador de los conductos de impulsión y retorno del fan-coil 1.2:



Tramo	Q m ³ /h	Ø eq. mm	a x b mm	Long. m	Tipo Accesorio	L. eq.	nº acces	L. Total	mm.c. a/ml	Total
0-1	5880	550	600x400	2	Derivación	16,23	1	28,21	0,08	2,2
					Reducción	9,98	1	38,19		
1-2	3360	450	600x300	1,78	Reducción	5,09	1	6,87	0,08	0,6
2-3	2520	400	600x250	3,54	Reducción	4,13	1	7,67	0,09	0,7
3-4	1680	360	400x300	4	Codo	2,05	1	9,31	0,09	0,8
					Reducción	3,26	1	3,26		
4-5	840	450	400x200	5,72				5,72	0,1	0,6
Compuertas contraincendios 600x400										1,4
								Subtotal		6,3
								Pérdida en difusión		3,2
								Coef. Seg. %		0,1
								TOTAL		10,5

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº	L. Tot	mm.c.	Total
0-1	6000	550	600x400	3,44	Derivación	16,2	1	32,56	0,1	3,2
					Codo	2,9	1	2,91		0
					Reducción	10	1	9,98		0
1-2	3000	450	600x300	5,7				5,7	0,07	0,4
Compuertas contraincendios 600x400								0		1,4
								Subtotal		5
								Pérdida en ión Retorno		3,2
								Coef. Seg. %		0,1
								TOTAL		9

Tabla 2.8.1: Cálculo de pérdidas de carga en conducto de impulsión y retorno.

La potencia total del ventilador será = 9 + 10,46= 19,46 m.c.a.



He aquí el resultado del caudal y potencia de todos los ventiladores:

Ventiladores			
Modulo	Fan-coil	m.c.a	m ³ /h
Modulo 0.1	0.1	25	8.400
	0.2	22	8.400
	0.3	20	8.400
Modulo 0.2	0.4	20	6.720
	0.5	19,5	6.720
	0.6	23	6.720
Modulo 0.3	0.7	19	5.040
	0.8	19	5.040
	0.9	19	5.040
Modulo 0.4	0.10	22	7.560
	0.11	25	7.560
	0.12	28	7.560
Modulo 1.1	1.1	25	8.400
	1.2	19	8.400
	1.3	20	8.400
Modulo 1.2	1.4	20	5.880
	1.5	20	5.880
	1.6	22,5	5.880
Modulo 1.3	1.7	19	5.040
	1.8	19	5.040
	1.9	19	5.040
Modulo 1.4	1.10	22	6.720
	1.11	25	6.720
	1.12	28	6.720
Modulo 2.1	2.1	28	8.400
	2.2	25	8.400
	2.3	25	8.400
Modulo 2.2	2.4	21,5	6.720
	2.5	21,5	6.720
	2.6	22	6.720
Modulo 2.3	2.7	21,5	6.720
	2.8	21,5	6.720
	2.9	21,5	6.720
Modulo 2.4	2.10	21,5	8.400
	2.11	23	8.400
	2.12	27,5	8.400

Tabla 2.8.2: Características de los ventiladores



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Ventiladores climatizadores	m3/h	m.c.ca
Modulo1	30780	31
Modulo2	26325	32
Modulo3	26325	31,5
Modulo4	26325	32,5

Tabla 2.8.3: Caudal de Aire Primario en Climatizadores



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

DOCUMENTO Nº 2

PLANOS



Índice General

Lista de planos.....71

Planos.....73



Nº de plano	Descripción del Plano	Nº de planos
CI-01	Distribución de tuberías de refrigeración en la planta baja	1
CI-02	Distribución de tuberías de refrigeración en la primera planta	1
CI-03	Distribución de tuberías de refrigeración en la segunda planta	1
CI-04	Distribución de la línea de tuberías refrigeración climatizadores	1
CI-05	Distribución de la línea de tuberías de calefacción en la planta baja	1
CI-06	Distribución de la línea de tuberías de calefacción en la primera planta	1
CI-07	Distribución de la línea de tuberías de calefacción en la segunda planta	1
CI-08	Distribución de la línea de tuberías de calefacción climatizadores	1
CI-09	Esquema de principio de funcionamiento de las enfriadoras	1
CI-10	Esquema de principio de funcionamiento de las calderas	1
CI-11	Distribución de conductos de aire primario en la planta baja (I)	1
CI-12	Distribución de conductos de aire primario en la primera planta (II)	1
CI-13	Distribución de conductos de aire primario en la segunda planta (III)	1
CI-14	Distribución de conductos de aire primario en la cubierta (IV)	1
CI-15	Distribución de conductos de impulsión de aire secundario en la planta baja	1
CI-16	Distribución de conductos de impulsión de aire secundario en la primera planta	1
CI-17	Distribución de conductos de impulsión de aire secundario en la segunda planta	1
CI-18	Distribución de conductos de retorno de aire secundario en la planta baja	1
CI-19	Distribución de conductos de retorno de aire secundario en la primera planta	1
CI-20	Distribución de conductos de retorno de aire secundario en la segunda planta	1



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

DOCUMENTO Nº 3
PLIEGO DE
CONDICIONES



ÍNDICE

3.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....	116
1.1.1 Definiciones	118
1.1.2 Descripción de la instalación.....	119
1.1.3 Marcas y modelos alternativos.....	119
1.1.4 Dirección de obra	119
1.1.4 Códigos y normas aplicables	119
3.2 ENFRIADORAS DE AGUA DE CONDENSACIÓN POR AGUA	120
3.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES	120
3.2.2 COMPRESORES.....	120
3.2.3 CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN	121
3.2.4 EVAPORADOR.....	121
3.2.5 CONDENSADOR.....	121
3.2.6 CUADRO ELÉCTRICO DE CONTROL	122
3.2.7 VARIOS.....	124
3.3 CALDERAS	124
3.4 CHIMENEAS MODULARES.....	126
3.5 CLIMATIZADORES	126
3.6 FAN-COILS.....	128
3.6.1 Generalidades	128
3.6.2 Elementos constitutivos.....	129
3.6.3 Instalación	129
3.6.4 Control y regulación.....	130
3.6.5 Información técnica.....	130
3.7 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS	130
3.7.1 General.....	130
3.8 REDES DE AGUA, MATERIALES Y MONTAJE.....	131
3.8.1 GENERAL	131
3.8.2 SOPORTE DE TUBERÍAS.....	133
3.8.9 MANGUITOS PASA MUROS	133
3.8.10 MATERIALES Y NORMATIVA DE TUBERÍAS DE ACERO	134
3.9 AISLAMIENTO TÉRMICO.....	135
3.9.1 General.....	135
3.9.2 Materiales y características	136
3.9.3 Niveles de aislamiento	136
3.9.4 Barrera anti-vapor	136
3.9.5 Colocación	137
3.9.6 Aislamiento de tuberías.....	137
3.9.7 Protección del aislamiento.....	138
3.10 Valvulería.....	138
3.10.1 General.....	138
3.10.2 Conexiones	138
3.11.1 General.....	139
3.11.2 Instalación	139
3.12 Bombas	140
3.12.1 General.....	140
3.12.2 Información Técnica.....	141
3.13 DRENAJES Y VACIADOS.....	141
3.13.1 Drenajes.....	141
3.13.2 Vaciados.....	142
3.14 ACOMETIDAS DE AGUA A EQUIPOS Y REDES.....	142
3.15 CONDUCTOS DE AIRE EN BAJA VELOCIDAD	143



3.15.1 GENERAL.....	143
3.15.2 CONDUCTOS DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADA.....	143
3.15.3 SOPORTE DE CONDUCTOS.....	144
3.15.4 AISLAMIENTOS	144
1.16 VENTILADORES	145
1.16.1 Envolverte	145
1.16.2 Boca de entrada.....	145
1.16.3 Filtro.....	145
1.16.4 Grupo motoventilador.....	146
3.17 COMPUERTAS CORTAFUEGOS.....	147
3.17.1 General.....	147
3.17.2 Instalación	147
3.18 DIFUSORES Y REJILLAS	147
3.18.1 General.....	147
3.18.2 Materiales y construcción.....	148
3.18.3 Distribución y montaje.....	148
3.18.4 Medición de caudal	149
3.19 ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL.....	149
3.19.1 General.....	149
3.19.2 Materiales e instalación	149
3.20 PRUEBAS Y ENSAYOS.....	150
3.20.1 General.....	150
3.20.2 Pruebas parciales	151
3.20.3 Otras pruebas	153
3.20.4 Recepción.....	153
3.21 CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	154
3.21.1 Equipos frigoríficos	154
3.21.2 Elementos emisores	155
3.21.3 Elementos de bombeo	155



3.1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del pliego de condiciones es el de establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, los equipos y el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación de un edificio destinado a oficinas en Madrid. 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 Dirección Técnica estime de su competencia, aún no estando incluidas expresamente.
- Las pruebas y puesta en marcha, y cuanto conlleva.
- Planos finales de obra, “*as built*”, en papel y en soporte informático, y tres dossiers con especificaciones y características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento. Los planos contendrán:
- Todos los trabajos de ventilación instalados exactamente de acuerdo con el diseño original.
- Todos los trabajos de ventilación 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.
- Las zanjas y rozas que se precisen para paso de tuberías, así como su posterior remate y sellado.
- 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.
- Los huecos de paso de los tubos se realizarán con brocas, colocando pasatubos, y el paso de las bandejas haciendo cortes limpios y colocando un marco que delimite el hueco.
- 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 suportación, previa aprobación de los mismos por la Dirección Técnica, de todos los aparatos: cuadros, bandejas, conductores, conducciones y tuberías, que se consideren de su competencia.
- Todo el material y equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc., para dejar un perfecto acabado.
- Las bancadas y sistemas antivibradores para equipos y cuadros que lo requieran o indique la Dirección Técnica.
- La pintura en el color que se defina de cuadros, equipos, tubos, bandejas, canalizaciones, conducciones, etc., que discurran por zonas de público u otros espacios y, no estando expresamente recogido en otros apartados de este Proyecto, lo ordene la Dirección Técnica.
- 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.

1.1.1 Definiciones

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

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

Tanto en los planos como en las especificaciones para las instalaciones de ventilación, 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 eléctricas.

Cada vez que se emplee el término “Suministro” se entenderá incluida la definición del material, el dimensionamiento, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costos 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 costo de medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, fijación de cuadros, cajas, bases de columnas, realización de pasamuros, paso de forjados, sellado de los mismos, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexionado 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.



1.1.2 Descripción de la instalación

Los materiales, equipos y trabajos incluidos en este documento comprenden todas las instalaciones de climatización y ventilación que le sean encomendadas al Contratista, así como los trabajos auxiliares eléctricos, mecánicos o de albañilería relacionados con ellas.

1.1.3 Marcas y modelos alternativos

Se ofertarán e instalarán las marcas y modelos de los materiales y equipos definidos en los documentos del proyecto.

En caso de existir cualquier razón relacionada con el plazo o el coste para emplear otras marcas o modelos diferentes a los reflejados en proyecto, el Contratista podrá presentar soluciones alternativas a la Dirección Técnica., por escrito y siempre debidamente justificadas.

De ser así, el Contratista presentará precios contradictorios, siempre que puedan ser comparados con la solución base de proyecto y que las calidades a emplear sean de características similares o superiores a las especificadas.

1.1.4 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.

1.1.4 Códigos y normas aplicables

Serán de obligado cumplimiento lo especificado en:

- Norma Técnica de la Edificación. Instalaciones de Salubridad. Ventilación.

En cuanto a los materiales y equipos a emplear, cumplirán lo especificado en la Normativa Nacional (Normas UNE) que se especifican en cada uno de los apartados correspondientes.

Las instalaciones eléctricas necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos de ventilación cumplirán lo especificado en el R.E.B.T.



3.2 ENFRIADORAS DE AGUA DE CONDENSACIÓN POR AGUA

3.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las plantas enfriadoras de agua de condensación por agua serán de las características, tipo y potencia que se indican en los documentos del proyecto.

Cada unidad formará un conjunto completo y por tanto preparado para su funcionamiento con total autonomía, necesitando únicamente la conexión hidráulica para suministro de agua refrigerada, la eléctrica para el accionamiento y los desagües para las purgas de los puntos bajos.

La carcasa de la unidad será metálica, aislada y estanca con tratamiento de intemperie. El conjunto estará nivelado y asentado sobre una bancada, sobre soportes antivibratorios de tipo muelle, independientemente de los amortiguadores propios internos de los compresores. Especial atención habrá de ponerse en la selección de la unidad para que los niveles sonoros y de vibración no rebasen la reglamentación existente en este área, en particular la ordenanza municipal correspondiente, requisito éste imprescindible para la recepción provisional y definitiva de la máquina.

Llevará instalada una rejilla de protección para el evaporador y compresores.

En lugar visible llevará de forma clara e indeleble, la placa de identificación así como dossier adjunto con la documentación indicada en ITE 4.11.1. Todo ello en castellano y con el sistema internacional de medidas. En su construcción, montaje y puesta en marcha deberá cumplirse la normativa vigente, especialmente el reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas (MI.IF) y el RITE.

3.2.2 COMPRESORES

Serán compresores de tornillos gemelos, semiherméticos, con silenciador interno, o Scholl, y válvula de retención. Los compresores estarán encapsulados para reducir su nivel sonoro. Dispondrán de válvula de cierre en la descarga. El refrigerante será R407c / R134a / R410a.

El control de capacidad se realizará por válvula solenoide mediante control electrónico, capaz de reducir la capacidad de la unidad al 20% de la de plena carga. El compresor arrancará sin carga.

La refrigeración del motor se realizará por inyección directa de líquido y el motor estará protegido con termistor interno de sobrecarga.



El sistema de lubricación incluirá prefiltro y filtro interno.

El conjunto motor-compresor irá montado sobre bastidor metálico por medio de amortiguadores adecuados tipo Silent-Block.

3.2.3 CIRCUITOS DE REFRIGERACIÓN

Los componentes del circuito de refrigerante incluirán separadores de aceite, limitadores de presión de alta y baja, válvulas de cierre en las líneas de descarga y de líquido, filtros secadores, visores con indicadores de humedad, dispositivos electrónicos de expansión y carga completa para el funcionamiento con refrigerante y aceite de compresores.

3.2.4 EVAPORADOR

Será del tipo carcasa y tubos y estará provisto para expansión seca del refrigerante en un haz de tubos de cobre sin costura, provistos de aletas internas para lograr un alto rendimiento en el intercambio térmico. Será fácilmente extraíble para su mantenimiento y limpieza para lo que dispondrá de cabezales desmontables. La carcasa exterior irá aislada con un mínimo de 19 mm. de aislamiento conformado flexible homologado que constituirá, además, una barrera de vapor.

La unidad dispondrá de los circuitos de refrigerante independientes que se indiquen en los Documentos de Proyecto, con un mínimo de dos. Cada circuito irá provisto de los controles necesarios; incluirá silenciador de gas caliente, filtro secador, indicador de humedad y válvula de servicio de la línea de líquido. Cada circuito dispondrá de una válvula de expansión electrónica de alta precisión, adecuada para mantener el sobrecalentamiento preciso del refrigerante que entra en los cilindros de los compresores.

3.2.5 CONDENSADOR

Será del tipo carcasa y tubo para el intercambio de refrigerante - agua, diseñado para subenfriar el refrigerante líquido. Los tubos serán de cobre sin costura, provistos de aletas internas para lograr un alto rendimiento en el intercambio térmico. Serán fácilmente extraíbles para su mantenimiento y limpieza, por lo cual, dispondrá de cabezales desmontables. Deberá estar equipado con válvulas de alivio y cierre de líquido y un grifo de purga.



3.2.6 CUADRO ELÉCTRICO DE CONTROL

El equipo vendrá de fábrica con su cuadro eléctrico de protección, maniobra, vigilancia y control debidamente cableado.

Todos los componentes del cuadro serán de primera calidad. Si la máquina contratada no dispusiera de alguno de los elementos indicados dentro de los opcionales de serie o especiales, el instalador lo comunicará a la dirección antes del pedido, al objeto de que ésta adopte las medidas pertinentes.

Es imprescindible que el control de la máquina pueda hacerse a distancia desde el centro de control de instalaciones técnicas. Para ello necesariamente la máquina dispondrá de un procesador capaz de dialogar con la unidad central de control.

Controles:

Los controles de la unidad incluirán como mínimo la tarjeta del microprocesador y una pantalla de diagnósticos de 6 dígitos con teclado. Será capaz de realizar las siguientes funciones:

- Intercambio automático de los compresores.
- Control automático basado en la temperatura de salida del líquido enfriado, con detección de la temperatura de retorno del líquido.
- Limitar la velocidad de descenso de la temperatura del líquido enfriado a un valor ajustable entre 0,1 y 1,1 °C/min para evitar puntas de demanda excesivas en el arranque.
- Ajustar la temperatura de salida del agua enfriada de acuerdo con la temperatura de retorno del agua o por medio de una señal 0-10 V representativa de la temperatura exterior.
- Proporcionar un punto de consigna doble para la temperatura de salida del agua enfriada activada por una señal de cierre de contactos remotos.
- Permitir un control del límite de demanda de 2 niveles (entre el 0% y el 100%) activado por el cierre de un contacto remoto o por una señal 0-10 V.
- Controlar el funcionamiento de la bomba o bombas de agua.
- Permitir el funcionamiento de dos enfriadoras en un mismo sistema actuando como equipos principal / secundario.



Diagnósticos:

El módulo de visualización podrá mostrar puntos de consigna, estados del sistema y cualquier situación de alarma.

Módulo de control, que juntamente con el microprocesador, permitirá visualizar los resultados de una prueba de funcionamiento a plena carga para verificar el funcionamiento de todos los interruptores, sensores, ventiladores y compresores antes de la puesta en marcha de la enfriadora y realizar un diagnóstico y mantenimiento preventivo (circuito de agua incorrecto, filtro de aceite sucio).

Dispositivos de seguridad:

La unidad estará equipada con todos los componentes que, junto con el equipo de control, ofrecerán protección contra lo siguiente:

- Pérdida de la carga de refrigerante.
- Inversión del sentido de giro.
- Baja temperatura del agua enfriada.
- Baja presión de aceite (por compresor).
- Desequilibrio de corrientes.
- Sobrecarga térmica.
- Alta presión.
- Sobrecarga eléctrica.
- Pérdida de fase.

Los motores de los ventiladores estarán protegidos individualmente por un disyuntor. El control proporcionará una indicación general de alarma remota para cada circuito de refrigeración.



3.2.7 VARIOS

La unidad se suministrará totalmente montada y conexcionada y con certificado del fabricante sobre sus diferentes características y pruebas realizadas en fábrica. Asimismo se suministrarán todas las instrucciones de operación, composición, funcionamiento y mantenimiento en dos ejemplares y en español.

Queda incluido, durante el año de garantía, cuatro inspecciones y revisiones del equipo por parte del servicio oficial de fabricante, informando en cada uno de ellos, por escrito a la Propiedad y Dirección sobre el estado de conservación y uso del equipo.

3.3 CALDERAS

El instalador suministrará las calderas de producción de agua caliente, de las potencias y características indicadas en la memoria y en los planos, para funcionamiento con el combustible indicado.

Las calderas serán instaladas sobre bancadas de hormigón de características y dimensiones adecuadas, manteniendo las distancias indicadas en el RITE. Se suministrará un panel de control para instalar todo el equipo de arranque y puesta en marcha.

Las calderas serán de las marcas indicadas o aprobadas similares.

El equipo llevará su placa de identificación en castellano y con el Sistema Internacional de unidades, según se indica en RITE, con especial mención del rendimiento energético, debiendo entregarse junto con el equipo la documentación y accesorios indicados en la mencionada instrucción.

Las calderas cumplirán todos los reglamentos oficiales y deberán ser sometidas a las pruebas de construcción y presión necesarias por un representante de la Delegación de Industria, siendo suministradas con la placa de prueba, que lo acredite.

En obra se probará con una presión igual a vez y media superior a la prevista de funcionamiento con un mínimo de 6 Kg/cm².

Las calderas se suministrarán completas, montadas sobre plataforma incombustible resistente a la temperatura normal de funcionamiento y con panel de control. Si no fuera incluido el panel de control en el tipo normalizado el instalador suministrará cuadro de alarmas donde de forma óptica y acústica se manifiesten las desviaciones que por seguridad o energía ocurran en las calderas.



Las calderas serán suministradas con los accesorios siguientes:

- Utensilios necesarios para limpieza y conducción del fuego.
- Juego completo de válvulas, incluyendo :
 - Válvulas de seguridad. Con descarga a embudo y desagüe a exterior.
 - Válvulas de entrada de agua.
 - Válvulas de salida de agua.
 - Válvulas de extracción.
- Manguito para incorporación de diafragma de medición caudal.
- Manómetro de presión.
- Termómetro e hidrómetro.
- Sistema de tuberías de agua y combustible montado sobre caldera.
- Conexiones eléctricas entre el panel de mando y los diversos aparatos de control.
- Repuesto de juntas para acceso de hombres y registro de limpieza.
- Tramos de chimenea horizontal hasta el enganche con la vertical correspondiente, del material y características señaladas en mediciones.
- Los dispositivos de medida.
- Punto bajo y válvula conducida de evacuación de lodos.

Las calderas se suministrarán con aislamiento térmico adecuado instalado en fábrica y con cubiertas metálica exterior debidamente pintada. La superficie exterior no deberá tener temperaturas superiores a los 35°C.



3.4 CHIMENEAS MODULARES

El instalador estará obligado al suministro de materiales, montaje y puesta en servicio de las chimeneas correspondientes a los sistemas de evacuación de humos y gases de las calderas conforme a las características técnicas, dimensiones y calidades incluidas en los documentos del proyecto.

Las chimeneas serán de acero inoxidable de primera calidad AISI 304 o AISI 316 y serán de diseño modular con ausencia de puentes térmicos y estanqueidad total entre módulos. Las dilataciones de las chimeneas serán absorbidas de forma independiente en cada uno de los módulos.

Las chimeneas llevarán una capa de aislamiento realizado en fibra de lana de roca o material adecuado de espesores y densidades tales que las pérdidas de calor superficiales sean inferiores a $0,8 \text{ W/m}^2\text{°C}$ medidos a 200 grados centígrados. En cualquier caso, se cumplirán las normas locales, las normas del Ministerio de Industria y Energía en vigor y la norma RITE.

Las chimeneas se instalarán preferentemente en posición vertical. En caso de que deban instalarse en tramos horizontales éstos tendrán una pendiente mínima del 55%. En cualquier caso se dispondrán registros en el extremo inferior de las chimeneas para su limpieza y correcto mantenimiento.

Las chimeneas se terminarán por encima de la cubierta según la normativa vigente y ordenanzas municipales y se las dotará de un sombrerete con pendiente adecuada de la misma calidad y características del material de la chimenea

3.5 CLIMATIZADORES

Los climatizadores de tratamiento de aire estarán constituidos por un mueble metálico que responderá a las siguientes características:

- Estarán contruidos con perfiles y paneles de chapa de acero galvanizado formando módulos sectoriales, los cuales irán unidos entre sí y podrán ser extraídos con un simple desmontaje de los tornillos de unión. Igualmente los elementos ubicados en el interior de cada sección serán de fácil acceso. Los climatizadores estarán pintados exteriormente.
- El aislamiento interior estará compuesto de fibra de vidrio de 25 mm de espesor si el equipo es para instalación en interior, y de 50 mm si es para instalación en exterior, con una densidad no superior a los 75 Kg/m^3 , irá recubierto de una capa de neopreno, sujeto todo el sándwich con malla metálica galvanizada, que impida que el aire erosione el aislamiento.



- Las zonas de alojamiento de los ventiladores irán equipadas con puertas de acceso para inspección, con juntas estancas y ventanilla circular de vidrio con cámara de aire. En los climatizadores cuyo tamaño permita la permanencia de pie de una persona en su interior, estarán dotados de puntos de luz interiores debidamente protegidos. Los sectores de baterías y de filtros estarán provistos de sencillos sistemas para la fácil extracción de sus contenidos. La puerta del sector de ventilación llevará panel sándwich con aislamiento interior.
- Los espesores de chapa y perfiles que forman los distintos bastidores y módulos irán en relación con el caudal de aire y presión de los distintos aparatos.
- Los filtros, baterías, compuertas de aire y ventiladores cumplirán con las condiciones especificadas en cada uno de los climatizadores relacionados en el listado de mediciones y planos correspondientes.
- Los climatizadores dispondrán de antivibradores de caucho o de muelles en la bancada metálica de soporte. Estos amortiguadores deberán seleccionarse para un rendimiento del 95%.
- Los filtros de aire serán del tipo de "baja velocidad" regenerables y dispuestos en módulos, montados sobre el bastidor correspondiente. Los tamaños de los distintos módulos serán los normalizados en el mercado.
- La instalación será tal que filtre tanto el aire exterior como de retorno y permita un fácil desmontaje para proceder a las limpiezas y regeneraciones periódicas.
- Deberá tenerse una pérdida de carga en filtros completamente limpios inferior a 5 mm.c.a., trabajando a una velocidad frontal no superior a los 2,5 m/sg.
- Los distintos módulos de filtros estarán contruidos con marcos metálicos galvanizados, con malla metálica en ambas caras, que servirá para soporte de la manta filtrante y clip de fácil desmontaje que permita un rápido cambio de la misma. Todos los materiales utilizados para la construcción de los módulos filtrantes deben llevar tratamiento anticorrosivo.
- Las unidades con sección de mezcla se suministrarán con compuertas manuales en dicha sección, que permitan la mezcla del aire de retorno y aire exterior. Las lamas de las compuertas tendrán perfil aerodinámico, los mecanismos de articulación se dispondrán fuera del paso de aire y la velocidad del aire por las compuertas no superará 5 m/sg.



- Se suministrarán e instalarán baterías de agua caliente y fría en los distintos climatizadores, según características indicadas en los planos y mediciones. Las baterías de agua se dimensionarán de manera que no provoquen una pérdida de carga en el aire excesiva y la velocidad de paso de aire a través de la batería de agua caliente nunca superará los 3,5 m/sg. La velocidad de paso de aire a través de la batería de frío no superará los 3 m/sg.
- Todas las baterías serán de construcción robusta con colectores de impulsión y retorno al mismo lado, estarán fabricadas con tubo de cobre y aletas de aluminio. Estarán dotadas de bridas en los colectores de unión y dispondrán de grifos de vaciado y purga en el extremo inferior de los colectores y manguito para purga de aire en el extremo superior de los mismos. En el colector de entrada y salida dispondrán de vaina para toma de temperatura y válvula para la toma de presión. Una vez dispuestas en los respectivos climatizadores se comprobará el buen estado de las aletas, peinándolas si fuera necesario.
- Las baterías serán de un solo cuerpo, no permitiéndose el montaje de dos o más módulos en paralelo que entorpecieran y disminuyeran la sección frontal.
- Donde así se indique se suministrará una batería de calefacción por resistencias eléctricas de la potencia y escalonamientos indicados en los planos. La resistencia se suministrará instalada de fábrica y estará enclavada con el ventilador de impulsión por medio de un presostato, tal y como se indica en los planos correspondientes. La resistencia se suministrará con sus protectores y sus contactores térmicos.
- Se suministrarán e instalarán los grupos motoventiladores centrífugos de características especificadas en el apartado correspondiente de este Pliego de Condiciones.

3.6 FAN-COILS

3.6.1 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 fan-coil 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").

3.6.2 Elementos constitutivos

Los fan-coil 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.

3.6.3 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.



3.6.4 Control y regulación

La capacidad frigorífica del fan-coil 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.

3.6.5 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 dB 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.

3.7 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

3.7.1 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.

3.8 REDES DE AGUA, MATERIALES Y MONTAJE

3.8.1 GENERAL

El instalador estará obligado al suministro de materiales, montaje y puesta en servicio de las redes de agua conforme a las características técnicas, implantación y calidades previstas en la documentación del proyecto.

El montaje deberá ser de primera calidad y completo. Siempre que sea posible las tuberías deberán instalarse paralelas a las líneas del edificio a menos que se indique otra cosa. En la alineación de las tuberías no se admitirán desviaciones superiores al 2 por 1.000. Toda la tubería, válvulas, etc., deberán instalarse suficientemente separadas de otros materiales y obras.

Serán instaladas para asegurar una circulación de fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire, y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos. Para ello se mantendrán pendientes mínimas de 5 mm por m en el sentido ascendente para la evacuación de aire o descendente para desagüe de puntos bajos. Cuando las limitaciones de altura no permitan la indicada pendiente se realizará escalón en tubería con curva normal en el punto alto y desagüe en el bajo estando ambos conducidos a sumidero y a la red general de desagüe.

Se instalarán purgadores de aire en los puntos más altos y drenajes en los puntos más bajos quedando incluido en el suministro las válvulas de bola, tuberías de purga, desagüe,



colector abierto de desagües de purgas, botellones y en general todos los elementos necesarios hasta el injerto en bajantes, red de desagües o sumideros. El diámetro mínimo de la tubería de desaire será DN 15 en general y DN 20 en verticales.

La tubería se instalará de forma que permita su libre expansión sin causar desperfectos a otras obras o al equipo al cual se encuentra conectada, equipándola con suficientes dilatadores o liras de dilatación o anclajes deslizantes. Los recorridos horizontales de las tuberías de agua deberán tener una inclinación ascendente realizada por medio de reducciones excéntricas en las uniones en las que se efectúa un cambio de diámetro.

Las tuberías de drenaje deberán tener una pendiente descendente en la dirección del agua de 10 mm por metro lineal y en ningún caso esta pendiente será inferior a 6 mm por metro lineal, en cuyo caso deberá comunicarlo a la Dirección para que tome las medidas oportunas.

Las tuberías deberán ser cortadas exactamente y en las uniones, tanto roscadas como soldadas, presentarán un corte limpio y sin rebabas.

Todas las derivaciones de tuberías se harán con piezas prefabricadas en T, soldadas en tres cordones (entrada, salida y derivación) para diámetros inferiores a DN 50 y con derivaciones tipo "zapato" en sentido del flujo para diámetros iguales o superiores a DN 50. Los extremos de las tuberías se limarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de goma, amianto, Klingerit o el elemento adecuado al fluido circulante.

Las soldaduras serán efectuadas por soldadores de primera categoría, con certificado oficial y supervisión efectiva.

Una vez recibidas en obra y antes de su correcto apilado las tuberías de acero negro (forjado o estirado) serán pintadas con una primera capa de minio. Si se acopiasen al exterior las pilas deberán estar cubiertas con lonas o plásticos. Durante el montaje, los extremos abiertos de las tuberías deberán estar protegidos.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá de la siguiente forma:

- Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo, mínimo 600 kPa.
- Llenado de la instalación con disolución química para eliminar grasas y aceites.
- Llenado de la instalación con agua dosificada anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de las bombas.



- Vaciado por todos los puntos bajos.
- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

En las acometidas a bombas, la transformación al diámetro de acometida se realizará con reducción troncocónica concéntrica de 30 grados. En la curva de aspiración se dispondrá un punto de desagüe salvo que exista en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

3.8.2 SOPORTE DE TUBERÍAS

Las tuberías de circulación de agua enfriada y caliente respectivamente serán provistas de soportes que permitan la continuidad del aislamiento. A tal fin, para tuberías de DN 50 o inferiores, la protección se hará mediante un manguito de chapa galvanizada sobre el aislamiento, en segmentos de 180 °, de 1,2 mm de espesor y 300 mm de longitud centrada en el soporte de la tubería. Para tuberías aisladas de DN 65 y mayores (excepto tuberías de agua fría) se utilizarán cunas de protección de aislamiento, en acero, soldadas a la tubería. Para tuberías de agua fría aislada de DN 65 y mayores se utilizarán bloques sólidos de material aislante de espesor igual al del aislamiento, en segmentos de 90°, longitud mínima de 300 mm.

La suportación de las tuberías será realizada de acuerdo con UNE 100 152-88 "CLIMATIZACIÓN. SOPORTES DE TUBERÍA".

Las varillas se fijarán a encastres recibidos en los techos o paramentos.

El soporte de las tuberías, se realizará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tramos de tuberías, dejando libres las zonas de posible movimiento tales como curvas etc. La unión entre soporte y tuberías se realizará por medio de elemento elástico.

Cuando dos o más tuberías tengan recorridos paralelos y estén situadas en la misma altura podrán tener un soporte común suficientemente rígido, seleccionando las varillas de suspensión teniendo en cuenta los pesos. Los extremos de las varillas serán roscados, de 50 mm como mínimo, para permitir regulación en altura de las tuberías.

3.8.9 MANGUITOS PASA MUROS

Siempre que la tubería atraviese obras de albañilería o de hormigón será provista de manguitos pasamuros para permitir el paso de la tubería sin estar en contacto con la obra de fábrica. Estos manguitos serán de un diámetro suficientemente amplio para permitir el paso de la tubería aislada sin dificultad y quedarán enrasados con los pisos o tabiques en los que queden empotrados. Se harán de acero galvanizado. Los espacios libres entre



tuberías y manguitos serán rellenados con empaquetadura de material ignífugo si atraviesan sectores de incendio y con fibra de vidrio en los otros casos. Las penetraciones a través de los muros exteriores serán estancas. Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm de la parte superior de los pavimentos.

3.8.10 MATERIALES Y NORMATIVA DE TUBERÍAS DE ACERO

Todas las tuberías cumplirán los requisitos que se indican a continuación. Las designaciones, espesores, tolerancias, etcétera se ajustarán a las normas siguientes:

- Tuberías hasta DN 150. Según norma DIN 2440.
- Tuberías de DN 150 y superiores. Según norma DIN 2448.
- Curvas y accesorios. Según normas de la tubería correspondiente.

El hierro presentará una estructura fibrosa, con una carga de rotura a la tracción superior a 40 Kg/cm² y un alargamiento mínimo del 15%. En los ensayos de curvado de tubos a 1800 con radio interior de 4 veces el diámetro, no se apreciarán fisuras ni hilos de ninguna clase.

La tubería deberá haber sido probada en fábrica a una presión de 50 Kg/cm². En obra se probará a una presión doble de la prevista de trabajo con un mínimo de 6 Kg/cm². En todo caso cumplirán los mínimos exigidos por las normas Une 19040 ó 19041.

Los materiales de las tuberías serán los que se indican a continuación, realizando su montaje en la forma en que se dice para las aplicaciones siguientes:

- Tubería de agua caliente o fría en circuito cerrado.
- Acero forjado para diámetros inferiores a DN 150.
- Accesorios y uniones roscadas para tuberías de DN 50 o inferiores y uniones soldadas o embridadas según determine la Dirección de obra. Las tuberías comprendidas entre el diámetro de DN 50 y el de DN 150 tendrán las uniones soldadas, quedando el uso de la rosca, la soldadura, o la brida para curvas o accesorios a juicio de la Dirección de obra. En general, hasta DN 50 roscadas o soldadas y superiores a DN 50 embridadas.
- Tuberías de circuito de condensación, desagüe o circuitos abiertos.
- En acero galvanizado, con todas las uniones o accesorios con rosca, para diámetros de DN 50 o inferiores y soldadas, embridadas o roscadas según determine la Dirección de obra, para diámetros superiores a DN 50. En caso de



soldadura, inmediatamente después, deberá limpiarse y pintarse con doble capa de pintura antioxidante. Las piezas o figuras especiales una vez conformadas deberán galvanizarse de nuevo.

3.9 AISLAMIENTO TÉRMICO

3.9.1 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.



3.9.2 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.

3.9.3 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.

3.9.4 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 m² s/g.

3.9.5 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.

3.9.6 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.



3.9.7 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.

3.10 Valvulería

3.10.1 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.

3.10.2 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.



3.11 ELEMENTO ANTIVIBRATORIOS

3.11.1 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.

3.11.2 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.



3.12 Bombas

3.12.1 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.



3.12.2 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 :
 - Motor
 - r.p.m.
 - 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.

3.13 DRENAJES Y VACIADOS

3.13.1 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.



3.13.2 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.

3.14 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.



3.15 CONDUCTOS DE AIRE EN BAJA VELOCIDAD

El instalador estará obligado al suministro, montaje y puesta en funcionamiento de los conductos de sección rectangular o circular de baja velocidad conforme a las características técnicas, implantación y calidades incluidas en los documentos del proyecto.

3.15.1 GENERAL

Los canales de aire de baja presión se fabricarán con paneles de fibra de vidrio tipo CLIMAVER PLUS o con chapa galvanizada según se indique en los documentos de proyecto.

3.15.2 CONDUCTOS DE CHAPA DE ACERO GALVANIZADA

Los conductos de chapa de acero galvanizada serán de primera calidad, de construcción engatillada tipo Pitsburg, de las dimensiones indicadas en los planos.

La construcción de los conductos se realizará de acuerdo con UNE 100 101 y UNE 100 102 y se sellarán de forma que se cumplan los requisitos de fugas de la norma UNE 100 104. Se tendrán en cuenta las normas ASHRAE.

Durante el montaje, todas las aperturas existentes en el conducto deberán ser tapadas y protegidas de forma que impidan la entrada de polvo u otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vaya conformando el conducto se limpiará su interior y se eliminarán rebabas y salientes.

No se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores hasta que no se haya realizado la prueba de estanqueidad. Si por necesidades hubiera que realizar alguna apertura, el tapado posterior de protección, indicado en el párrafo anterior, será lo suficientemente estanco para poder realizar las pruebas.

Todas las chapas estarán debidamente matrizadas.

El instalador adoptará las medidas de refuerzo necesarias de forma que cuando se origine la arrancada o el paro de los ventiladores no se produzca ruido por deformación de la chapa.

Las partes interiores de los conductos que sean visibles desde las rejillas y difusores se pintarán en negro.



Todos los codos rectos indicados en los planos se proveerán de aletas de dirección de doble chapa.

La relación del lado mayor al lado menor del conducto será como máximo de 4. Si por necesidades de montaje se superase esta relación se comunicará a la Dirección de obra y, si ésta lo considera oportuno, se adoptarán los separadores correspondientes.

Siempre que los conductos atraviesen un muro, tabiquería, forjado o cualquier otro elemento de obra civil, deberá protegerse su paso con manguito conformado de fibra de vidrio de forma que en ningún caso, morteros, escayolas, etc. queden en contacto con la chapa de los conductos.

3.15.3 SOPORTE DE CONDUCTOS

La suportación de los conductos de chapa se realizara de acuerdo con UNE 100 103 y la de los conductos de fibra de vidrio de acuerdo con la UNE 100 105.

3.15.4 AISLAMIENTOS

El instalador suministrará y montará el aislamiento para todos aquellos conductos metálicos en los que pueda existir una diferencia de temperatura entre el aire transportado y su ambiente periférico a 2°C., a excepción de los conductos de extracción y los de aire exterior a no ser que se indique lo contrario en el presupuesto.

En los conductos de aire caliente se usará manta aisladora, compuesta de fibras de vidrio, flexibles con una densidad de $17 \times 10^{-3} \text{ Kg/dm}^3$. ($\pm 10\%$) y un coeficiente de transmisión por pulgada de espesor de $1.25 \text{ Kcal/Hr.m}^2.\text{°C.}$, para una temperatura media del aire de 24°C. El espesor de la manta será de 40 mm. si el conducto discurre por áreas internas y de 60 mm. si fuera por el exterior. La sujeción de la manta al conducto será mediante fajas de adhesivo de 15 cm. De anchura cada 60 cm. Si fuera por el exterior. La sujeción de la manta al conducto será mediante fajas de adhesivo de 15 cm. De anchura cada 60 cm. De conducto, uniendo los bordes del aislador a tope y sellando las juntas con cinta de zuncho adherida sobre pintura. Posteriormente se asegurará el aislamiento con malla metálica de 10 cm máximo entre nudos. Caso de estar el conducto a la intemperie deberá llevar un acabado asfáltico.

En los conductos de aire frío, el aislamiento y su montaje es similar, añadiendo a la manta aislante, barrera de vapor, estando la superficie exterior acabada en hoja de papel de aluminio. El sellado de reborde y juntas, será con cintas o adhesivos de barrera contra-vapor. El instalador deberá proteger estos materiales durante la obra, rechazándose cualquier material que a la hora de la entrega resultase defectuoso por rasgados, humedades, etc.



1.16 VENTILADORES

Esta Especificación se refiere a ventiladores centrífugos de impulsión o extracción de aire para instalaciones de Aire Acondicionado.

Estos equipos estarán compuestos por: envolvente, boca de entrada, filtro (si así se especifica), y grupo motoventilador.

1.16.1 Envolvente

Estará formada por perfiles y paneles tipo "sándwich" de chapa galvanizada, pintada en caliente ya sea para instalación interior como a la intemperie.

El aislamiento térmico y acústico interior de los paneles será de 25 mm de espesor mínimo, siendo de material incombustible de acuerdo a DIN 4102.

Será totalmente desmontable y con manecillas para apertura y cierre de todos los paneles de registro, o puertas abisagradas en caso de que así se indique.

En el caso que así se especifique, la chapa interior de los paneles será chapa perforada siendo en este caso el aislamiento en manta de fibra de vidrio.

En caso que así se indique, se preverá iluminación estanca, incluyendo la preinstalación eléctrica interior correspondiente, bajo tubo de acero galvanizado, hasta interruptor estanco exterior y caja de conexión.

1.16.2 Boca de entrada

Vendrá provista de compuerta de regulación, preparada para su motorización ya sea para toma de aire o extracción. La velocidad de paso a través de la compuertas no será mayor de 5 m/s.

1.16.3 Filtro

En el caso que así se especifique, incorporará filtros de fibra plana, en "V", o de tipo metálico según se indique, con una eficacia mínima del 60% según AFI.

Serán de tipo desechable siempre que no se indique lo contrario, y en cualquier caso se montarán sobre marcos o carriles metálicos estanco respecto a la envolvente.



Deberán resistir el flujo de aire garantizando la imposibilidad de arrastre de fibras, siendo la velocidad de paso del aire por él la recomendada por el fabricante.

1.16.4 Grupo motoventilador

Se dispondrán los ventiladores de extracción o impulsión con las condiciones que se indiquen en Tablas de Características.

En general, los ventiladores serán centrífugos, de doble oído, con álabes a acción.

Deberán ser seleccionados en las zonas de funcionamiento recomendadas por el Fabricante, a fin de obtener el mejor rendimiento. A modo de sugerencia indicamos las siguientes velocidades máximas de descarga, en función de diferentes presiones estáticas:

- Presión estática inferior a 30 mm.c.a. : 10 m/s
- Presión estática de 30 a 65 mm.c.a. : 12 m/s
- Presión estática de 65 a 150 mm.c.a. : 13 m/s
- Presión estática superior a 150 mm.c.a. : 15 m/s

El grupo moto-ventilador irá montado sobre bancada común, aislado de la envolvente mediante antivibradores.

La transmisión se efectuará mediante poleas acanaladas intercambiables y correas trapezoidales, dimensionadas como mínimo para un 130 por 100 de la potencia del motor. La polea de transmisión del motor será regulable.

El motor será trifásico, con protección IP-54, montado sobre soporte regulable, marca SIEMENS o ASEA.

La impulsión del ventilador dispondrá de acoplamiento flexible para conexión a la embocadura de impulsión.



3.17 COMPUERTAS CORTAFUEGOS

3.17.1 General

Las compuertas cortafuegos deberán tendrán 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.

3.17.2 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.

3.18 DIFUSORES Y REJILLAS

3.18.1 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.



3.18.2 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.

3.18.3 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 plénium 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.



3.18.4 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.

3.19 ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

3.19.1 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.

3.19.2 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.

3.20 PRUEBAS Y ENSAYOS

3.20.1 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.



3.20.2 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.

- **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
- **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/cm²). 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.

- **Pruebas hidrámicas:** 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.
- **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.
- **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.
- **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.

3.20.3 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.

3.20.4 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.



3.21 CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

3.21.1 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, entendiéndose 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.

3.21.2 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.

3.21.3 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.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

DOCUMENTO Nº 4

PRESUPUESTO



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



Nº	uds	Descripción	uds	Precio	Importe
1		Equipos de producción de frío			
1.1	uds	<p>Enfriadora por condensación de aire 506 kW modelo 30RB -Refrigerante R-410a -Tensión: 400V-III ph-50 Hz -Caudal de agua en circuito interior:31,1 l/h -Presión estática en circuito interior: 17.2 mm.c.a -Dimensiones: 2198x2066x1966 mm -Peso: 4925 kg -Compresores scroll. -Ventiladores con bajo nivel sonoro, de material composite. Control por microprocesador autoadaptativo.</p> <p>Intercambiadores de calor de aluminio con microcanales (MCHX).Queda incluido panel de manómetros, detectores de flujo en circuitos de agua y enclavamientos de seguridad, carga de refrigerante, elementos antivibratorios de doble resorte y carcasa para apoyo sobre bancada y todos los elementos de control y seguridad necesarios. Todo ello instalado según planos y especificaciones técnicas, incluyendo embornado y comprobación de alimentación eléctrica.</p>	2	124.476,0€	248.952,00€
1.2	uds	<p>Unidad de llenado Ud. de llenado de la instalación, completo e instalado de acuerdo a planos y pliego de condiciones según RITE, incluso p.p. de tubería, válvula de corte, filtro, contador, desconector, presostato y resto de elementos necesarios para el correcto funcionamiento.</p>	2	640,42 €	1.281,00€
1.3	uds	<p>Conjunto de vaciado Ud. de vaciado de la instalación de producción de frío con tubería de PVC incluso válvulas de bola y conducido a sumidero, todo ello completo e instalado de acuerdo a planos y pliego de condiciones.</p>	2	85,24 €	170,00 €



1.4	uds	Soporte antibibratorio	12	20,25 €	243,00 €
1.5	uds	<p>Vaso de expansión NG 50/60 Suministro e instalación de vaso de expansión, marca SEDICAL o similar aprobado por la dirección facultativa, modelo NG 50/6, sin compresor. Datos técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presión máxima: 6 bar - Capacidad de acumulación necesaria: 300 litros <p>Incluso material auxiliar, transporte, montaje, válvula de seguridad a 6 bar, elementos de conexión necesarios para tuberías de impulsión y retorno, pruebas y puesta en servicio, según normativa vigente.</p>	1	1.291,74€	1.291,74€
				Subtotal	251.937,74€
2		Equipos de producción de calor			
2.1	uds	<p>Caldera Vitocrossal a gas 620kW Superficies de transmisión Inox-Crossal de acero inoxidable resistente a la corrosión, Aislamiento térmico de alta eficacia, cámara de combustión refrigerada por agua de acero inoxidable, amplias cámaras de agua para un buen efecto termosifón, quemador cilíndrico modulante Matrix , volumen de Caldera 503 l, peso 581 kg .</p>	2	152.520 €	305.040,00 €
2.2	uds	<p>Vaso de expansión NG 50/60 Suministro e instalación de vaso de expansión, marca SEDICAL o similar aprobado por la dirección facultativa, modelo NG 50/6, sin compresor. Datos técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presión máxima: 6 bar - Capacidad de acumulación necesaria: 500 litros <p>Incluso material auxiliar, transporte, montaje, válvula de seguridad a 6 bar, elementos de conexión necesarios para tuberías de impulsión y retorno, pruebas y puesta en servicio, según normativa vigente.</p>	1	2.152,90 €	2.152,90 €



2.3	uds	Unidad de llenado Ud. de llenado de la instalación, completo e instalado de acuerdo a planos y pliego de condiciones según RITE, incluso p.p. de tubería, válvula de corte, filtro, contador, desconector, presostato y resto de elementos necesarios para el correcto funcionamiento.	1	1.161,46 €	1.161,00 €
2.4	uds	Conjunto de vaciado Ud. de vaciado de la instalación de producción de frío con tubería de PVC incluso válvulas de bola y conducido a sumidero, todo ello completo e instalado de acuerdo a planos y pliego de condiciones.	1	255,72 €	256,00 €
2.5	uds	Soporte antivibratorio	12	20,25 €	243,00 €
				Subtotal	308.852,90 €
3		Climatizadores			
3.1	uds	Climatizador CI01 de 30780 m3/h Ud. Climatizador de aire primario de volumen constante, acústico para intemperie de configuración horizontal en una altura, formando un paralelepípedo, marca TERMOVEN modelo CLA-2007/2 formado con PANELES SANDWICH DE 50 MM DE ESPESOR AISLANT. Secciones: -Ventilador de impulsión y retorno RDH 560R o equivalente aprobado por la DF - Motores con aislamiento al menos de clase E, para trabajar con variador de frecuencia. - Prefiltros G4 en impulsión y extracción y filtro F9 en impulsión. - Sección de extracción y expulsión. Incluye todos los elementos necesarios para su conexionado eléctrico, canalizaciones y cableados, valvulerías, mantas de goma para su sentamiento sobre perfilaría metálica, antivibradores de muelles en ventiladores, bombas de humectación, puntos de luz interiores, registros abisagrados, bancada metálica y en general todo lo necesario para su correcto montaje y funcionamiento.	1	29.733,4 €	29.733,00 €



3.2	uds	Climatizador CI02 de 26325 m3/h, mismas características que el anterior	1	25.429,95€	25.430,00 €
3.3	uds	Climatizador CI03 de 26325 m3/h, mismas características que el anterior	1	25.429,9 €	25.430,00 €
3.4	uds	Climatizador CI04 de 26325 m3/h, mismas características que el anterior	1	25.429,9€	25.430,00 €
3.5	uds	Soporte antivibratorio	16	26,38 €	422,00 €
				Subtotal	106.445,00 €
4		Fan Coils			
4.1	uds	Fan-coils CF-51 Suministro y colocación de fan-coil, de tipo horizontal, en falso techo, constando de cuerpo metálico en chapa de acero galvanizada; construida en tubos de cobre y aletas de aluminio; dispone de purgadores, bandeja y bomba de condensados. Ventiladores equilibrados dinámica y estáticamente de funcionamiento silencioso, con lamas motorizadas. Potencia frío: 28,8 kW Potencia calor:34,2 kW Caudal aire: 400 m3/h Caudal agua fría: 443 l/h Caudal agua caliente: 280 l/h	36	1.000,00 €	36.000,00 €
4.2	uds	Fan-coils tipo Cassette FCS-30 Potencia frío: 2564 W Potencia calor: 2718 W Caudal aire: 750 m3/h Caudal agua fría: 497 l/h Caudal agua caliente: 246 l/h	4	550,00 €	2.200,00 €
4.3	uds	Fan-coils tipo Cassette FCS-80 Potencia frío: 7650 W Potencia calor: 7900 W Caudal aire: 1375 m3/h Caudal agua fría: 877 l/h Caudal agua caliente: 475 l/h	2	700,00 €	1.400,00 €
4.4	uds	Fan-coils tipo Cassette FCS-90 Potencia frío:9070 W Potencia calor: 11000 W Caudal aire: 1600 m3/h Caudal agua fría: 1389 l/h Caudal agua caliente: 525 l/h	2	750,00 €	1.500,00 €
				Subtotal	41.100,00 €



5		Electrobombas			
5.1	uds	Bomba refrigeración planta baja Q= 52,96 P=15,5 m.c.a, con cierre mecánico, acoplamiento espaciador, protector de embrague, bancada de inercia y demás accesorios y elementos necesarios para su correcto acabado y funcionamiento según planos y especificaciones técnicas, incluso embornado y comprobación de la alimentación eléctrica.	2	433,21 €	866,00 €
5.2	uds	Bomba refrigeración primera planta Q= 50,2 P=15,5 m.c.a, mismas características que la anterior	2	410,64 €	821,00 €
5.3	uds	Bomba refrigeración segunda baja Q= 63,32 P=18,3 m.c.a, mismas características que la anterior	2	517,96 €	1.036,00 €
5.4	uds	Bomba calefacción planta baja Q= 24 P=14,4 m.c.a, mismas características que la anterior	2	196,32 €	393,00 €
5.5	uds	Bomba calefacción primera planta Q= 18,9 P=13 m.c.a, mismas características que la anterior	2	154,60 €	309,00 €
5.6	uds	Bomba calefacción segunda baja Q= 25 P=13,1 m.c.a, mismas características que la anterior	2	204,50 €	409,00 €
5.7	uds	Bombas Climatizadores refrigeración Q=31,3 P=15,5 m.c.a, mismas características que la anterior	2	256,03 €	512,00 €
5.8	uds	Bombas climatizadores calefacción Q=46 P=13,4 m.c.a, mismas características que la anterior	2	376,28 €	753,00 €
5.9	uds	Bombas Circuito Primario frío Q= 83,1 P=17 m.c.a, mismas características que la anterior	3	679,76 €	2.039,00 €
5.10	uds	Bombas Circuito Primario calor Q=90,3 P=7 m.c.a, mismas características que la anterior	3	738,65 €	2.216,00 €
5.11	uds	Soportes antivibratorios	88	26,38 €	2.321,00 €
				Subtotal	11.675,00 €
6		Tubería y aislamiento			
6.1	ml	Tubería Ø 3/8" Acero AF , Tubería acero negro, DIN 2440, electrosoldadas longitudinalmente, aisladas con los espesores requeridos en la tabla 1.2.4.2 del RITE	12	22,80 €	274,00 €



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

6.2	ml	Tubería Ø 1/2" Acero AF , Mismas características que la anterior	160	33,80 €	5.408,00 €
6.3	ml	Tubería Ø 3/4" , Mismas características que la anterior	12	44,80 €	538,00 €
6.4	ml	Tubería Ø 1" Acero AF , Mismas características que la anterior	33	55,80 €	1.841,00 €
6.5	ml	Tubería Ø 1 1/4" Acero AF , Mismas características que la anterior	23,84	66,80 €	1.593,00 €
6.6	ml	Tubería Ø 1 1/2" Acero AF , Mismas características que la anterior	294,8	77,80 €	22.937,00 €
6.7	ml	Tubería Ø 2" Acero AF , Mismas características que la anterior	454,2	88,80 €	40.333,00 €
6.8	ml	Tubería Ø 2 1/2" Acero AF , Mismas características que la anterior	383,3	99,80 €	38.253,00 €
6.9	ml	Tubería Ø 3" Acero AF , Mismas características que la anterior	454,1	110,80 €	50.321,00 €
6.10	ml	Tubería Ø 4" Acero AF , Mismas características que la anterior	653,5	121,80 €	79.596,00 €
6.11	ml	Tubería Ø 5" Acero AF , Mismas características que la anterior	57	132,80 €	7.570,00 €
6.12	ml	Tubería Ø 3/8" Acero AC , Tubería acero negro, DIN 2440, electrosoldadas longitudinalmente, aisladas con los espesores requeridos en la tabla 1.2.4.2 del RITE	15,6	13 €	202,80 €
6.13	ml	Tubería Ø 1/2" Acero AC , Mismas características que la anterior	208	15,00 €	3.120,00 €
6.14	ml	Tubería Ø 3/4" Acero AC , Mismas características que la anterior	15,6	26,00 €	406,00 €
6.15	ml	Tubería Ø 1" Acero AC , Mismas características que la anterior	42,9	37,00 €	1.587,00 €
6.16	ml	Tubería Ø 1 1/4" Acero AC , Mismas características que la anterior	131	48,00 €	6.288,00 €
6.17	ml	Tubería Ø 1 1/2" Acero AC , Mismas características que la anterior	383,3	59,00 €	22.615,00 €
6.18	ml	Tubería Ø 2" Acero AC , Mismas características que la anterior	318	70,00 €	22.260,00 €
6.19	ml	Tubería Ø 2 1/2" Acero AC , Mismas características que la anterior	268,3	81,00 €	21.732,00 €
6.20	ml	Tubería Ø 3" Acero AC , Mismas características que la anterior	518	92,00 €	47.656,00 €
6.21	ml	Tubería Ø 4" Acero AC , Mismas características que la anterior	18	103,00 €	1.854,00 €
6.22	ml	Tubería Ø 5" Acero AC , Mismas características que la anterior	36,6	114,00 €	4.172,00 €



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

6.23	ml	Tubería Ø 4" Acero AC + AL , Tubería acero negro, DIN 2440, electrosoldadas longitudinalmente, aisladas con los espesores requeridos en la tabla 1.2.4.2 del RITE	102,3	124,34 €	12.730,00 €
6.24	ml	Tubería Ø 3" Acero AC + AL , Mismas características que la anterior	97,26	113,34 €	11.023,00 €
6.25	ml	Tubería Ø 2 1/2" Acero AC + AL , Mismas características que la anterior	109,3	102,34 €	11.191,00 €
6.26	ml	Tubería Ø 4" Acero AF + AL , Tubería acero negro, DIN 2440, electrosoldadas longitudinalmente, aisladas con los espesores requeridos en la tabla 1.2.4.2 del RITE	35,88	120,13 €	4.310,00 €
6.27	ml	Tubería Ø 3" Acero AF +AL , Mismas características que la anterior	66,50	131,13 €	8.720,00 €
6.28	ml	Tubería Ø 2 1/2" Acero AF + AL , Mismas características que la anterior	97,26	120,13 €	11.684,00 €
6.29	ml	Tubería Ø 2" Acero AF + AL , Mismas características que la anterior	103,3	109,13 €	11.279,00 €
				Subtotal	451.555,80 €
7		Valvulería			
7.1	uds	Válvula de bola 3/8"	2	26,74 €	53,00 €
7.2	uds	Válvula de bola 1/2"	4	32,74 €	131,00 €
7.3	uds	Válvula de bola 1"	8	38,74 €	310,00 €
7.4	uds	Válvula de bola 1 1/4"	30	44,74 €	1.342,00 €
7.5	uds	Válvula de bola 1 1/2"	27	50,74 €	1.370,00 €
7.6	uds	Válvula de bola 2"	12	59,74 €	717,00 €
7.7	uds	Válvula de bola 2 1/2"	5	68,74 €	344,00 €
7.8	uds	Válvula de bola 3"	3	86,74 €	260,00 €
7.9	uds	Válvula de bola 4"	5	104,74 €	524,00 €
7.10	uds	Válvula de bola 5"	1	122,74 €	123,00 €
7.11	uds	Válvula de bola 8"	1	140,74 €	141,00 €
7.12	uds	Válvula de equilibrado 3/8"	2	63,36 €	127,00 €
7.13	uds	Válvula de equilibrado 1/2"	4	69,36 €	277,00 €
7.14	uds	Válvula de equilibrado 1"	8	75,36 €	603,00 €
7.15	uds	Válvula de equilibrado 1 1/4"	30	81,36 €	2.441,00 €
7.16	uds	Válvula de equilibrado 1 1/2"	27	87,36 €	2.359,00 €
7.17	uds	Válvula de equilibrado 2"	12	96,36 €	1.156,00 €
7.18	uds	Válvula de equilibrado 2 1/2"	5	105,36 €	527,00 €
7.19	uds	Válvula de equilibrado 3"	3	123,36 €	370,00 €
7.20	uds	Válvula de equilibrado 4"	5	141,36 €	707,00 €
7.21	uds	Válvula de equilibrado 5"	1	159,36 €	159,00 €



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

7.22	uds	Válvula de equilibrado 8"	1	177,36 €	177,00 €
7.23	uds	Válvula de tres vías 3/8"	2	26,74 €	53,00 €
7.24	uds	Válvula de tres vías 1/2"	4	32,74 €	131,00 €
7.25	uds	Válvula tres vías 1"	8	38,74 €	310,00 €
7.26	uds	Válvula tres vías 1 1/4"	30	44,74 €	1.342,00 €
7.27	uds	Válvula tres vías 1 1/2"	27	88,41 €	2.387,00 €
7.28	uds	Válvula tres vías 2"	12	59,74 €	717,00 €
7.29	uds	Válvula tres vías 2 1/2"	5	68,74 €	344,00 €
7.30	uds	Válvula tres vías 3"	3	86,74 €	260,00 €
7.31	uds	Válvula tres vías 4"	5	104,74 €	524,00 €
7.32	uds	Válvula tres vías 5"	1	122,74 €	123,00 €
7.33	uds	Válvula tres vías 8"	1	140,74 €	141,00 €
7.34	uds	Válvula de asiento 2"	3	95,20 €	286,00 €
7.35	uds	Válvula de asiento 2 1/2"	5	112,40 €	562,00 €
7.36	uds	Válvula mariposa 3"	3	70,65 €	212,00 €
7.37	uds	Válvula mariposa 4"	5	91,01 €	455,00 €
7.38	uds	Válvula mariposa 5"	1	111,37 €	111,00 €
7.39	uds	Válvula mariposa 8"	1	131,73 €	132,00 €
7.40	uds	Manguito antibibratorio 3"	3	150,45 €	451,00 €
7.41	uds	Manguito antibibratorio 4"	5	168,85 €	844,00 €
7.42	uds	Manguito antibibratorio 5"	1	187,25 €	187,00 €
7.43	uds	Manguito antibibratorio 8"	1	205,65 €	206,00 €
7.44	uds	Válvula de control 3"	3	224,05 €	672,00 €
7.45	uds	Válvula de control 4"	4	242,45 €	970,00 €
7.46	uds	Válvula de control 5"	1	260,85 €	261,00 €
7.47	uds	Filtro 3/8"	2	26,74 €	53,00 €
7.48	uds	Filtro 1/2"	4	32,74 €	131,00 €
7.49	uds	Filtro 1"	8	38,74 €	310,00 €
7.50	uds	Filtro 1 1/4"	30	44,74 €	1.342,00 €
7.51	uds	Filtro 1 1/2"	27	50,74 €	1.370,00 €
7.52	uds	Filtro 2"	12	59,74 €	717,00 €
7.53	uds	Filtro 2 1/2"	5	88,41 €	442,00 €
7.54	uds	Filtro 3"	3	106,41 €	319,00 €
7.55	uds	Filtro 4"	5	124,41 €	622,00 €
7.56	uds	Filtro 5"	1	142,41 €	142,00 €
7.57	uds	Filtro 8"	1	160,41 €	160,00 €
7.58	Pa	Identificación de equipos y circuitos	1	337,00 €	337,00 €
7.59	Pa	Aislamiento completo valvulería	1	2.141,00 €	2.141,00 €
				Subtotal	33.985,00 €



8		Conductos			
8.1	m2	<p>Conducto de chapa galvanizada aislado + AI Sum. y col. de conducto rectangular de chapa de acero galvanizada con uniones tipo METU, de espesor s/UNE 100.102.88 aislado para conductos de aporte de aire primario y extracción desde los climatizadores de las dimensiones indicadas en los documentos del proyecto, incluso p.p. de elementos de unión, curvas, tes, derivaciones, uniones a equipos, ampliaciones, reducciones, soportes, refuerzos, accesorios, etc... Incluso aislamiento a base de manta de lana de vidrio de 60 mm de espesor, con barrera antivapor de papel kraft, sellado con cinta adhesiva de aluminio y acabado en chapa de aluminio de 0.6 mm de espesor. Fijación mediante flejes. Incluso instalación y pruebas, con todos los medios, accesorios y operaciones para su correcta instalación.. Se incluye parte proporcional de material auxiliar para su correcto montaje.</p>	2045	76,89 €	157.174,00 €
8.2	m2	<p>Conducto CLIMAVER FIBRA DE VIDRIO TIPO CLIMAVER NETO</p>	3067	21,40 €	65.617,08 €
				Subtotal	222.791,08 €
9		Difusión y accesorios			
9.1	uds	<p>Rejillas de retorno Trox 525Hx525L Suministro y colocación de REJILLA de características físicas y técnicas iguales o superiores a las de la marca Trox modelo AH-AG para retorno de la zona de hall de entrada de sems mm o similar aprobado por la Dirección Facultativa con regulación de caudal, instalada, homologada, según normas UNE y NTE-ICI-24/26. Incluso transporte, montaje, parte proporcional de accesorios tales como sellado de juntas, puente de montaje, soportes, elementos de fijación y piezas especiales de remate de montaje, conexión a red de conductos, pequeño material auxiliar, pruebas de funcionamiento y puesta en servicio. Todo ello según normativa vigente.</p>	32	43,23 €	1.383,36 €



9.2	uds	<p>Difusor rotacional Trox 600x48 Suministro e instalación de difusor rotacional para impulsión, marca TROX modelo VDW-I tamaño 320x26 o similar aprobado por la Dirección Facultativa, en ejecución rectangular en placa con plenum de conexión horizontal y compuerta de regulación, lacado c/RAL a elegir por la Dirección Facultativa.</p> <p>Incluso transporte, montaje, parte proporcional de accesorios tales como sellado de juntas, puente de montaje, soportes, elementos de fijación y piezas especiales de remate de montaje, conexión a red de conductos mediante conducto elástico de aluminio aislado, pequeño material auxiliar, pruebas de funcionamiento y puesta en servicio. Todo ello según normativa vigente.</p>	99	267,40 €	26.472,60 €
9.3	uds	<p>Compuerta de regulación de caudal 1000x1000 Ejecución rectangular de tipo automecánico para salida de conductos de extracción en plantas, marca TROX.</p> <p>Incluso transporte, montaje, parte proporcional de accesorios tales como sellado de juntas, marco de anclaje, soportes, elementos de fijación y piezas especiales de remate de montaje, pequeño material auxiliar, conexión a red de conductos, pruebas de funcionamiento y puesta en servicio. Todo ello según normativa vigente.</p>	4	511,75 €	2.047,00 €
9.4	uds	<p>Compuerta de regulación de caudal 1000x500 Mismas Características que la anterior</p>	8	487,00 €	3.896,00 €



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

9.5	uds	Compuerta de regulación de caudal 500x500 Mismas Características que la anterior.	12	348,75 €	4.185,00 €
9.6	uds	Compuerta cortaincendios 1000x1000 Suministro e instalación de COMPUERTA CORTAFUEGOS marca TROX mod FKA 3.5 con carcasa y elementos de accionamiento de chapa de acero galvanizado, disparo automático, servomotor Belimo BF-230T (230v disparo por fallo de corriente), con dos finales de carrera para indicación compuerta abierta/cerrada y fusible termoelectrico tarado a 72°C, rearme automático. Incluso cableado hasta la centralita de incendios y conexión a la misma y conexionado de la alimentación eléctrica. Ref.: CC2.5, 1.12, B.8, B.12. Incluso transporte, montaje, parte proporcional de accesorios tales como sellado de juntas, marco de anclaje, soportes, elementos de fijación y piezas especiales de remate de montaje, pequeño material auxiliar, conexión a red de conductos y a central de incendios, pruebas de funcionamiento y puesta en servicio. Todo ello según normativa vigente.	4	511,65 €	2.046,60 €
9.7	uds	Compuerta cortaincendios 600x600 Mismas Características que la anterior	27	381,00 €	10.287,00 €
9.8	uds	Compuerta cortaincendios 600x500 Mismas Características que la anterior	18	366,00 €	6.588,00 €
9.9	uds	Compuerta cortaincendios 600x400 Mismas Características que la anterior.	27	347,00 €	9.369,00 €
				Subtotal	66.274,56 €



10	Ventiladores				
10.1	uds	Ventilador 8400 m ³ /h P=19. Ventilador equilibrado dinámica y estáticamente de funcionamiento silencioso, con lamas motorizadas.	12	590,52 €	7.086,00 €
10.2	uds	Ventilador 7560 m ³ /h P=25 m.c.a, mismas características que el anterior	3	531,47 €	1.594,00 €
10.3	uds	Ventilador 6720 m ³ /h P=20 m.c.a, mismas características que el anterior	12	4.724,16 €	56.690,00 €
10.4	uds	Ventilador 5880 m ³ /h P=28 m.c.a, mismas características que el anterior	3	413,36 €	1.240,00 €
10.5	uds	Ventilador 5040 m ³ /h P=22 m.c.a, mismas características que el anterior	4	413,36 €	1.653,00 €
				Subtotal	68.263,00 €



11		Instalación de Control			
11.1	uds	<p>Instalación de Regulación y Control Sum. y col. de instalación de control y regulación de Honeywell, Siemens, Johnson Controls o similar incluyendo los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Puesto central para gestión de las instalaciones -Software de programación del puesto central y de los controladores distribuidos -Controladores distribuidos para gestión local con módulos de entradas y salidas de señales analógicas, digitales y universales -Elementos de campo, incluyendo, sondas, válvulas de control, actuadores de válvulas y compuertas, presostatos, etc -Cableado de interconexión entre los controladores y los elementos de campo -Bus de comunicaciones entre los controladores y el puesto central 	1	180.356,0€	183.514,00€
				Subtotal	183.514,00 €



Resumen de Subtotales y Total		
1	Equipos de producción de frio	251.937,74 €
2	Equipos de producción de calor	308.852,90 €
3	Climatizadores	106.445,00 €
4	Fan Coils	41.100,00 €
5	Electrobombas	11.675,00 €
6	Tubería y aislamiento	451.555,80 €
7	Valvulería	33.985,00 €
8	Conductos	222.791,08 €
9	Difusión y accesorios	66.274,56 €
10	Ventiladores	68.263,00 €
11	Instalación de Control	183.514,00 €
	Presupuesto total	1.746.394,08 €

Un millón setecientos cuarenta y seis mil trescientos noventa y cuatro y ocho céntimos.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

DOCUMENTO Nº 5

ANEXOS



ÍNDICE

ANEXOS	173
5.1 CÁLCULO DE CARGAS EN INVIERNO	175
5.2 CÁLCULO DE CARGAS EN VERANO	191
5.3. RED DE TUBERÍAS.....	209
5.4 CONDUCTOS DE AIRE PRIMARIO	227
5.5 CONDUCTOS DE DIFUSORES	233
5.6 CONDUCTOS DE REJILLAS.....	271
5.7 TABLAS	293



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

5.1 CÁLCULO DE CARGAS EN INVIERNO



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
2.1									
CRISTAL	N	17,5	3,00	52,5	2,90	28,0	1,35	1,15	6622
CRISTAL	NO	31,0	3,00	93,1	2,90	28,0	1,28	1,15	11087
CRISTAL	E	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,25	1,10	6873
CRISTAL	SE	41,0	3,00	123,1	2,90	28,0	1,13	1,10	12372
CRISTAL	O	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,20	1,15	5217
CUBIERTA	H			123,1	0,91	28,0	1,00	1,15	3608
LNC		36,8	3,00	110,5	1,20	14,0	1,00	1,00	1856
								TOTAL	65268
Aire Exterior	Caudal m3/h	kcal/h	T	%	w				
Calor Sensible	3420	26717	-6	26	0,5				



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C								
Temp. Interior	22	°C								
Temp. TERRENO	8	°C								
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^a int - T ^a ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)	
2.2										
CRISTAL	N	7,8	3,00	23,3	2,90	28,0	1,35	1,15	2935	
CRISTAL	SE	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,13	1,10	6186	
CRISTAL	S	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,00	1,10	8248	
CRISTAL	NO	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,28	1,15	5543	
CUBIERTA	H			650,8	0,91	28,0	1,00	1,15	19069	
LNC		23,0	3,00	69,0	1,20	14,0	1,00	1,00	1159	
								TOTAL	58221	
Aire Exterior	Caudal m ³ /h	kcal/h								
Carga Sensible	2925	22850								
Calor Latente	2925	15081								



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
2.3		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm²°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,35	1,15	5869
CRISTAL	NE	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,30	1,10	5406
CRISTAL	S	10,3	3,00	30,8	2,90	28,0	1,10	1,10	3024
CRISTAL	SO	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,20	1,15	10347
CUBIERTA	H			615,6	0,91	28,0	1,00	1,15	18038
								TOTAL	57071
Aire exterior	Caudal m3/h	kcal/h							
Carga Sensible	2790	21795							
Calor Latente	2790	14385							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
2.4		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	17,1	3,00	51,2	2,90	28,0	1,35	1,15	6448
CRISTAL	NE	23,3	3,00	69,8	2,90	28,0	1,30	1,15	8478
CRISTAL	E	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,25	1,10	5198
CRISTAL	SO	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,10	1,10	9073
CRISTAL	O	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,20	1,15	6898
CUBIERTA	H			598,5	0,91	28,0	1,00	1,15	17538
LNC		36,8	3,00	110,5	1,20	14,0	1,00	1,00	1856
								TOTAL	69410
Aire Exterior	Caudal m3/h	kcal/h							
Carga Sensible	2700	21092							
Calor Latente	2700	13921							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
1.1		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	17,4	3,00	52,2	2,90	28,0	1,35	1,15	6584
CRISTAL	NO	31,0	3,00	93,1	2,90	28,0	1,28	1,15	11087
CRISTAL	E	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,25	1,10	6873
CRISTAL	SE	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,13	1,10	6186
CRISTAL	O	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,20	1,15	5217
LNC		36,8	3,00	110,5	1,20	14,0	1,00	1,00	1856
								TOTAL	56237
Aire Exterior	Caudal m3/h	kcal/h							
Carga Sensible	3420	28728							
Calor Latente	3420	18434							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
1.2		(m)	(m)	(m ²)	(Kcal/hm ² °C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	7,8	3,00	23,3	2,90	28,0	1,35	1,15	2935
CRISTAL	SE	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,13	1,10	6186
CRISTAL	S	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,00	1,10	8248
CRISTAL	NO	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,28	1,15	5543
LNC		23,0	3,00	69,0	1,20	14,0	1,00	1,00	1159
								TOTAL	39837
Aire Exterior	Caudal m³/h	kcal/h							
Calor Sensible	2925	24570							
Calor Latente	2925	15766							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
1.3		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,35	1,15	5869
CRISTAL	NE	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,30	1,10	5406
CRISTAL	S	10,3	3,00	30,8	2,90	28,0	1,10	1,10	3024
CRISTAL	SO	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,20	1,15	10347
								TOTAL	39685
Aire Exterior	Cuadal m3/h	Kcal/h							
Calor Sensible	2790	23436							
Calor Latente	2790	15038							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
1.4		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	17,1	3,00	51,2	2,90	28,0	1,35	1,15	6448
CRISTAL	NE	23,3	3,00	69,8	2,90	28,0	1,30	1,15	8478
CRISTAL	E	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,25	1,10	5198
CRISTAL	SO	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,10	1,10	9073
CRISTAL	O	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,20	1,15	6898
LNC		36,8	3,00	110,5	1,20	14,0	1,00	1,00	1856
								TOTAL	52504
Aire Exterior	Caudal m3/h	kcal/h							
Calor Sensible	2700	22680							
Calor Latente	2700	14553							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
0.1		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	17,4	3,00	52,2	2,90	28,0	1,35	1,15	6584
CRISTAL	NO	31,0	3,00	93,1	2,90	28,0	1,28	1,15	11087
CRISTAL	E	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,25	1,10	6873
CRISTAL	SE	41,0	3,00	123,1	2,90	28,0	1,13	1,10	12372
CRISTAL	O	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,20	1,15	5217
LNC		36,8	3,00	110,5	1,20	14,0	1,00	1,00	1856
Suelo				755,8	1,10	14,0	1,00	1,15	13385
								TOTAL	75808
Aire Exterior	Caudal m3/h	kcal/h							
Calor Sensible	3420	28728							
Calor Latente	3420	18434							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
0.2		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	7,8	3,00	23,3	2,90	28,0	1,35	1,15	2935
CRISTAL	SE	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,13	1,10	6186
CRISTAL	S	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,00	1,10	8248
CRISTAL	NO	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,28	1,15	5543
LNC		23,0	3,00	69,0	1,20	14,0	1,00	1,00	1159
Suelo				650,8	1,10	14,0	1,00	1,15	11525
								TOTAL	51362
Aire Exterior	Caudal m3/h	kcal/h							
Calor Sensible	2925	24570							
Calor Latente	2925	15766							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
0.3		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,35	1,15	5869
CRISTAL	NE	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,30	1,10	5406
CRISTAL	S	10,3	3,00	30,8	2,90	28,0	1,10	1,10	3024
CRISTAL	SO	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,20	1,15	10347
Suelo				615,6	1,10	14,0	1,00	1,15	10902
								TOTAL	50588
Aire exterior	Caudal m3/h	kcal/h							
Calor Sensible	2790	23436							
Calor Latente	2790	15038							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6 °C								
Temp. Interior	22 °C								
Temp. TERRENO	8 °C								
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
0.4		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	17,1	3,00	51,2	2,90	28,0	1,35	1,15	6448
CRISTAL	NE	23,3	3,00	69,8	2,90	28,0	1,30	1,15	8478
CRISTAL	E	15,5	3,00	46,6	2,90	28,0	1,25	1,10	5198
CRISTAL	SO	30,8	3,00	92,3	2,90	28,0	1,10	1,10	9073
CRISTAL	O	20,5	3,00	61,6	2,90	28,0	1,20	1,15	6898
LNC		36,8	3,00	110,5	1,20	14,0	1,00	1,00	1856
Suelo				598,5	1,10	14,0	1,00	1,15	10600
								TOTAL	63104
Aire Exterior	Caudal m3/h	kcal/h							
Calor Sensible	2700	22680							
Calor Latente	2700	14553							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Salto Térmico	-28	°C							
OFICINA	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aext - T^aint	fv	Cpregimen	TOTAL
1 y 5		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			
Cristal	N	5,18	3	15,54	2,6	28	1,35	1,15	1756,36188
Cristal	O	4,1	3	12,3	2,6	28	1,20	1,15	1235,7072
Cristal	E	0	3	0	2,6	28	1,25	1,1	0
								TOTAL	2992

Temp. Exterior	22	°C							
Temp. Interior	-6	°C							
Salto Térmico	28	°C							
OFICINA	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aext - T^aint	fv	Cpregimen	Total
2 y 7		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			
Cristal	N	5,18	3	15,54	2,6	28	1,35	1,15	1756
Cristal	O	0	3	0	2,6	28	1,20	1,15	0
Cristal	E	0	3	0	2,6	28	1,25	1,1	0
								TOTAL	1756



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6 °C
Temp. Interior	22 °C
Salto Térmico	-28 °C

OFICINA	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^a ext - T ^a int (°C)	fv	Cpregimen	Total
3 y 6									
Cristal	N	3,8	3	11,4	2,6	28	1,35	1,15	1288
Cristal	O	0	3	0	2,6	28	1,20	1,15	0
Cristal	E	0	3	0	2,6	28	1,25	1,1	0
								TOTAL	1288

Temp. Exterior	-6 °C
Temp. Interior	22 °C
Salto Térmico	-28 °C

OFICINA	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^a ext - T ^a int (°C)	fv	Cpregimen	Total
4 y 8									
Cristal	N	5,18	3	15,54	2,6	28	1,35	1,15	1756
Cristal	O	0	3	0	2,6	28	1,20	1,15	0
Cristal	E	4,12	3	12,36	2,6	28	1,25	1,1	1237
								TOTAL	2993



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	-6	°C							
Temp. Interior	22	°C							
Temp. TERRENO	8	°C							
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup.bruta	K	T^aint - T^aext	fv	C.p.regimen	TOTAL
Total		(m)	(m)	(m2)	(Kcal/hm2°C)	(°C)			(Kcal/h)
CRISTAL	N	173,2	3,00	519,7	2,90	28,0	1,35	1,15	65510
CRISTAL	NE	116,4	3,0	349,2	2,90	28,0	1,30	1,15	42391
CRISTAL	E	108,1	3,00	324,4	2,90	28,0	1,25	1,10	36215
CRISTAL	SO	184,7	3,00	554,0	2,90	28,0	1,10	1,10	54436
CRISTAL	O	108,1	3,00	324,4	2,90	28,0	1,20	1,15	36346
CRISTAL	NO	139,7	3,00	419,0	2,90	28,0	1,28	1,15	50086
CRISTAL	SE	184,7	3,00	554,0	2,90	28,0	1,13	1,10	55920
CRISTAL	S	123,1	3,00	369,4	2,90	28,0	1,10	1,10	36290
LNC		289,9	3,00	869,7	1,20	14,0	1,00	1,00	14610
Techo				2620,7	0,91	28,0	1,00	1,15	76792
Suelo				2620,7	1,10	14,0	1,00	1,15	46413
								TOTAL	902049
Aire Exterior	Caudal m3/h	kcal/h						1049	kW
Calor Sensible	30179,25	235760,301						90205	l/h
Calor Latente	30179,25	151279,5265						90,2	m3/h
								45,1	m/3hbomba



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

5.2 CÁLCULO DE CARGAS EN VERANO



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	33,6	°C															
Temp. Interior	24	°C															
Salto Térmico	9,6	°C															
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL	
2.1		(m)	(m)	(m2)		(°C)	kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-					
Cristal	N	17,41	3	52,23	2,6	9,6	1303,6608	1,014	1,17	54	1	0,48				2910	
Cristal	NO	31,04	3	93,12	2,6	9,6	2324,2752	1,014	1,17	360	1	0,48				21414	
Cristal	O	15,52	3	46,56	2,6	9,6	1162,1376	1,014	1,17	436	1	0,48				12722	
Cristal	E	20,52	3	61,56	2,6	9,6	1536,5376	1,014	1,17	27	1	0,48				2483	
Cristal	SE	41,04	3	123,12	2,6	9,6	3073,0752	1,014	1,17	27	1	0,48				4966	
LNP		36,82	3	110,46	1,2	4,8	636,2496									636	
Techo	Hor															1857	
Iluminación																15116	13000
Aparamenta																11337	11337
Personas													76				3952
Caudal vent															3420		9160
																Total Sensible	79914
Latente																	
Personas	4636																
Aire Ventilaci	1145,016																
Total	5781,016																



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	33	°C														
Temp. Interior	24	°C														
Salto Térmico	9	°C														
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
2.2		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	8	3	23	3	9	545	1	1	38	1	0				1049
Cristal	NO	16	3	47	3	9	1090	1	1	38	1	0				2097
Cristal	SE	21	3	62	3	9	1441	1	1	290	1	0				11607
Cristal	S	31	3	92	3	9	2161	1	1	263	1	0				15990
LNP		23	3	69	1	5	372									372
Techo																5298
Aparamenta															9762	9762
Iluminacion															13016	11193
Personas													65			3380
Caudal Vent														2925		7345
															Total Latente	64714
Latente																
Personas	4636															
Aire Ventilación	1145,016															
Total	5781,016															



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	34,2	°C														
Temp. Interior	24	°C														
Salto Térmico	10,2	°C														
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
2.3		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7
Cristal	NE	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7
Cristal	SO	30,8	3,0	92,3	2,6	10,2	2448,9	1,0	1,2	374,0	1,0	0,5				22115,3
Cristal	S	10,3	3,0	30,8	2,6	10,2	816,3	1,0	1,2	65,0	1,0	0,5				1955,6
Techo	Hor															11766,3
Aparamenta															9234,0	9234,0
Iluminación															12312,0	10588,3
Personas													62,0			3224,0
Caudal vent														2790,0		7939,8
															Total Sensible	66672,9
Latente																
Personas		4636														
Aire Ventilaci		1145,016														
Total		5781,016														



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	34,2	°C														
Temp. Interior	24	°C														
Salto Térmico	10,2															
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
2.4		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	17,1	3,0	51,2	2,6	10,2	1356,5	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2201,2
Cristal	NE	23,3	3,0	69,8	2,6	10,2	1852,2	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				3005,5
Cristal	O	20,5	3,0	61,6	2,6	10,2	1632,6	1,0	1,2	439,0	1,0	0,5				17022,2
Cristal	E	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7
Cristal	SO	30,8	3,0	92,3	2,6	10,2	2448,9	1,0	1,2	374,0	1,0	0,5				22115,3
LNP		36,8	3,0	110,5	1,2	5,1	676,0									676,0
Techo	Hor															16176,4
Aparamenta															8977,8	8977,8
Iluminación															11970,4	10294,5
Personas													60,0			3120,0
Caudal vent														2700,0		7683,7
															Total Sensible	85592,7
Latente																
Personas		4636														
Aire Ventilaci		1145,016														
Total		5781,016														



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	33,6	°C
Temp. Interior	24	°C
Salto Térmico	9,6	

MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
1.1		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	17,4	3,0	52,2	2,6	9,6	1303,7	1,0	1,2	54,0	1,0	0,5				2909,8
Cristal	NO	31,0	3,0	93,1	2,6	9,6	2324,3	1,0	1,2	360,0	1,0	0,5				21414,5
Cristal	O	15,5	3,0	46,6	2,6	9,6	1162,1	1,0	1,2	436,0	1,0	0,5				12722,3
Cristal	E	20,5	3,0	61,6	2,6	9,6	1536,5	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				2483,1
Cristal	SE	41,0	3,0	123,1	2,6	9,6	3073,1	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				4966,1
LNP		36,8	3,0	110,5	1,2	4,8	636,2									636,2
Aparamenta															11337,0	11337,0
Iluminación															15116,0	12999,8
Personas													76,0			3952,0
Caudal vent														3420,0		9160,1
															Total Sensible	82580,9

Latente	
Personas	4636
Aire Ventilaci	1145,016
Total	5781,016



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	32,5	°C																
Temp. Interior	24	°C																
Salto Térmico	8,5	°C																
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL		
1.2		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-						
Cristal	N	7,8	3,0	23,3	2,6	8,5	514,5	1,0	1,2	38,0	1,0	0,5				1018,3		
Cristal	NO	15,5	3,0	46,6	2,6	8,5	1029,0	1,0	1,2	38,0	1,0	0,5				2036,5		
Cristal	SE	20,5	3,0	61,6	2,6	8,5	1360,5	1,0	1,2	377,0	1,0	0,5				14576,6		
Cristal	S	30,8	3,0	92,3	2,6	8,5	2040,7	1,0	1,2	241,0	1,0	0,5				14713,5		
LNP		23,0	3,0	69,0	1,2	4,3	351,7									351,7		
Aparamenta																9761,7	9761,7	
Iluminacion																13015,6	11193,4	
Personas													65,0				3380,0	
Caudal Vent														2925,0			6936,6	
																	Total Sensible	63968,4
Latente																		
Personas		4636																
Aire Ventilaci		1145,016																
Total		5781,016																



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	34,2 °C
Temp. Interior	24 °C
Salto Térmico	10,2 °C

MODULO	ORIENT.	anch o (m)	alto (m)	Sup (m2)	K	AT (°C)	Trans Kcal/h	Alt	Mar	Ma Kcal/m2h	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
1.3								-	-		-	-				
Cristal	N	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7
Cristal	NE	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7
Cristal	SO	30,8	3,0	92,3	2,6	10,2	2448,9	1,0	1,2	374,0	1,0	0,5				22115,3
Cristal	S	10,3	3,0	30,8	2,6	10,2	816,3	1,0	1,2	65,0	1,0	0,5				1955,6
Aparamenta															9234,0	9234,0
Iluminación															12312,0	10588,3
Personas													62,0			3224,0
Caudal vent														2790,0		7939,8
														Total Sensible		59064,4

Latente	
Personas	3782
Aire Ventilación	934,092
Total	4716,092



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	34,2	°C														
Temp. Interior	24	°C														
Salto Térmico	10,2	°C														
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
1.4		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	17,1	3,0	51,2	2,6	10,2	1356,5	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2201,2
Cristal	NE	23,3	3,0	69,8	2,6	10,2	1852,2	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				3005,5
Cristal	O	20,5	3,0	61,6	2,6	10,2	1632,6	1,0	1,2	439,0	1,0	0,5				17022,2
Cristal	E	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7
Cristal	SO	30,8	3,0	92,3	2,6	10,2	2448,9	1,0	1,2	374,0	1,0	0,5				22115,3
LNP		36,8	3,0	110,5	1,2	5,1	676,0									676,0
Aparamenta															8977,8	8977,8
Iluminación															11970,4	10294,5
Personas													60,0			3120,0
Caudal vent														2700,0		7683,7
															Total Sensible	77099,9
Latente																
Personas	3660															
Aire Ventilación	903,96															
Total	4563,96															



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	33,6	°C														
Temp. Interior	24	°C														
Salto Térmico	9,6															
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
0.1		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	17,4	3,0	52,2	2,6	9,6	1303,7	1,0	1,2	54,0	1,0	0,5				2909,8
Cristal	NO	31,0	3,0	93,1	2,6	9,6	2324,3	1,0	1,2	360,0	1,0	0,5				21414,5
Cristal	O	15,5	3,0	46,6	2,6	9,6	1162,1	1,0	1,2	436,0	1,0	0,5				12722,3
Cristal	E	20,5	3,0	61,6	2,6	9,6	1536,5	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				2483,1
Cristal	SE	41,0	3,0	123,1	2,6	9,6	3073,1	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				4966,1
LNP		36,8	3,0	110,5	1,2	4,8	636,2									636,2
Suelo				755,8	1,1	4,8	3990,6									3990,6
Aparamenta															11337,0	11337,0
Iluminación															15116,0	12999,8
Personas													76,0			3952,0
Caudal vent														3420,0		9160,1
															Total Sensible	86571,5
Latente																
Personas	4636															
Aire Ventilaci	1145,016															
Total	5781,016															



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	32,5	°C														
Temp. Interior	24	°C														
Salto Térmico	8,5															
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
0.2		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	7,8	3,0	23,3	2,6	8,5	514,5	1,0	1,2	38,0	1,0	0,5				1018,3
Cristal	NO	15,5	3,0	46,6	2,6	8,5	1029,0	1,0	1,2	38,0	1,0	0,5				2036,5
Cristal	SE	20,5	3,0	61,6	2,6	8,5	1360,5	1,0	1,2	377,0	1,0	0,5				14576,6
Cristal	S	30,8	3,0	92,3	2,6	8,5	2040,7	1,0	1,2	241,0	1,0	0,5				14713,5
LNP		23,0	3,0	69,0	1,2	4,3	351,7									351,7
Suelo				650,8	1,1	4,3	3042,4									3042,4
Aparamenta															9761,7	9761,7
Iluminacion															13015,6	11193,4
Personas													65,0			3380,0
Caudal Vent														2925,0		6936,6
															Total Sensible	67010,8
Latente																
Personas		3965														
Aire Ventilaci		979,29														
Total		4944,29														



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	34,2	°C															
Temp. Interior	24	°C															
Salto Térmico	10,2																
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL	
0.3		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	kcal/m2h	-	-					
Cristal	N	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7	
Cristal	NE	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7	
Cristal	SO	30,8	3,0	92,3	2,6	10,2	2448,9	1,0	1,2	374,0	1,0	0,5				22115,3	
Cristal	S	10,3	3,0	30,8	2,6	10,2	816,3	1,0	1,2	65,0	1,0	0,5				1955,6	
Suelo				615,6	1,1	5,1	3453,5									3453,5	
Aparamenta															9234,0	9234,0	
Iluminación															12312,0	10588,3	
Personas													62,0			3224,0	
Caudal Vent														2790,0		7939,8	
																Total Sensible	62517,9
Latente																	
Personas	3782																
Aire Ventilaci	934,092																
Total	4716,092																



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	34,2	°C														
Temp. Interior	24	°C														
Salto Térmico	10,2															
MODULO	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
0.4		(m)	(m)	(m²)		(°C)	kcal/h	-	-	Kcal/m²h	-	-				
Cristal	N	17,1	3,0	51,2	2,6	10,2	1356,5	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2201,2
Cristal	NE	23,3	3,0	69,8	2,6	10,2	1852,2	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				3005,5
Cristal	O	20,5	3,0	61,6	2,6	10,2	1632,6	1,0	1,2	439,0	1,0	0,5				17022,2
Cristal	E	15,5	3,0	46,6	2,6	10,2	1234,8	1,0	1,2	29,0	1,0	0,5				2003,7
Cristal	SO	30,8	3,0	92,3	2,6	10,2	2448,9	1,0	1,2	374,0	1,0	0,5				22115,3
LNP		36,8	3,0	110,5	1,2	5,1	676,0									676,0
Suelo				598,5	1,1	5,1	3357,7									3357,7
Aparamenta															8977,8	8977,8
Iluminación															11970,4	10294,5
Personas													60,0			3120,0
Caudal vent														2700,0		7683,7
															Total Sensible	80457,7
Latente																
Personas	3660															
Aire Ventilaci	903,96															
Total	4563,96															



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	33,6	°C														
Temp. Interior	24,0	°C														
Salto Térmico	9,6	°C														
OFICINA	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
1 y 5		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	5,2	3,0	15,5	2,6	9,6	387,9	1,0	1,2	54,0	1,0	0,5				865,7
Cristal	O	4,1	3,0	12,3	2,6	9,6	307,0	1,0	1,2	436,0	1,0	0,5				3360,9
Cristal	E	0,0	3,0	0,0	2,6	9,6	0,0	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				0,0
Techo	Hor															651,2
Iluminación															430,0	369,8
Apartamenta															322,5	322,5
Personas													2,0			104,0
Caudal vent														90,0		241,1
																5915,2
														Total Sensible		6067,3
Latente																
Personas		4636														
Aire Ventilaci		1145,016														
Total		5781,016														



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	33,6	°C														
Temp. Interior	24,0	°C														
Salto Térmico	9,6	°C														
OFICINA	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
4 y 8		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	5,2	3,0	15,5	2,6	9,6	387,9	1,0	1,2	54,0	1,0	0,5				865,7
Cristal	O	0,0	3,0	0,0	2,6	9,6	0,0	1,0	1,2	436,0	1,0	0,5				0,0
Cristal	E	4,1	3,0	12,4	2,6	9,6	308,5	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				498,5
Techo	Hor															644,2
Iluminación															425,4	365,8
Apartamenta															319,1	319,1
Personas													2,0			104,0
Caudal vent														90,0		241,1
																3038,4
															Total Sensible	3190,6
Latente																
Personas		4636														
Aire Ventilaci		1145,016														
Total		5781,016														



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	33,6	°C														
Temp. Interior	24,0	°C														
Salto Térmico	9,6	°C														
OFICINA	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL
4 y 8		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-				
Cristal	N	5,2	3,0	15,5	2,6	9,6	387,9	1,0	1,2	54,0	1,0	0,5				865,7
Cristal	O	0,0	3,0	0,0	2,6	9,6	0,0	1,0	1,2	436,0	1,0	0,5				0,0
Cristal	E	4,1	3,0	12,4	2,6	9,6	308,5	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				498,5
Techo	Hor															644,2
Iluminación															425,4	365,8
Apartamenta															319,1	319,1
Personas													2,0			104,0
Caudal vent														90,0		241,1
																3038,4
															Total Sensible	3190,6
Latente																
Personas		4636														
Aire Ventilaci		1145,016														
Total		5781,016														



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	33,6	°C															
Temp. Interior	24,0	°C															
Salto Térmico	9,6	°C															
OFICINA	ORIENT.	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL	
2 y 7		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-					
Cristal	N	5,2	3,0	15,5	2,6	9,6	387,9	1,0	1,2	54,0	1,0	0,5				865,7	
Cristal	O	0,0	3,0	0,0	2,6	9,6	0,0	1,0	1,2	436,0	1,0	0,5				0,0	
Cristal	E	0,0	3,0	0,0	2,6	9,6	0,0	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				0,0	
Techo	Hor															310,4	
Iluminación															205,0	176,3	
Apartamenta															153,8	153,8	
Personas													1,0			52,0	
Caudal vent														45,0		120,5	
																1678,8	
																Total Sensible	1754,4
Latente																	
Personas		4636															
Aire Ventilación		1145,016															
Total		5781,016															



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Temp. Exterior	34,2	°C																
Temp. Interior	24	°C																
Salto Térmico	10,2	°C																
MODULO	OR	ancho	alto	Sup	K	AT	Trans	Alt	Mar	Ma	L	fv	Pers	Vent	elec	TOTAL		
Total		(m)	(m)	(m2)		(°C)	Kcal/h	-	-	Kcal/m2h	-	-						
Cristal	N	173,2	3,0	519,7	2,6	10,2	13781,4	1,0	1,2	38,0	1,0	0,5				25026,6		
Cristal	NO	139,7	3,0	419,0	2,6	10,2	11112,9	1,0	1,2	344,0	1,0	0,5				93200,8		
Cristal	NE	116,4	3,0	349,2	2,6	10,2	9260,8	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				14629,9		
Cristal	O	108,1	3,0	324,4	2,6	10,2	8602,0	1,0	1,2	436,0	1,0	0,5				89135,9		
Cristal	E	108,1	3,0	324,4	2,6	10,2	8602,0	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				13589,2		
Cristal	S	123,1	3,0	369,4	2,6	10,2	9795,4	1,0	1,2	27,0	1	0,48				15474,5		
Cristal	SO	184,7	3,0	554,0	2,6	10,2	14693,1	1,0	1,2	260,0	1	0,48				96724,4		
Cristal	SE	184,7	3,0	554,0	2,6	10,2	14693,1	1,0	1,2	27,0	1,0	0,5				23211,8		
LNP		289,9	3,0	869,7	1,2	10,2	10644,8									10644,8		
Suelo				2620,7	1,1	10,2	29404,3									29404,3		
Techo	Hor															78613,1		
Iluminación															157242	133655,7		
Apartamenta															117931	100241,8		
Personas													789			34873,8		
Caudal vent														30179		13852,3		
																772278,9		
Area total	7862,1	m2														Latente		
Num Personas	789	-	Fsimul	0,85												Personas 48129		
Potencia Ilum	157242	W	Fsimul	0,85												Aire Ventilación 10104,0129		
Aparamenta	117931	W	Fsimul	0,85												Total 58233,0129		



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

5.3.RED DE TUBERÍAS



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Climatizadores Invierno

TRAMO	Q (l / h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
3-4	10504,0	2 1/2"	12,0	0,8	85,4	2,0	1,5	2,0	1,2					5,4
2-3	21358,0	3"	21,0	1,2	97,3			2,0	1,5	2,0	3,6			10,2
1-2	32737,0	4"	13,0	1,1	66,5			2,0	2,1	2,0	4,5			13,2
0-1	46042,0	4"	23,0	1,5	35,9					2,0	6,0			12,0

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4,0	0,7			1,0	3,2	1,0	0,7			1,0	3,3	10,0	1209,0	1209,0
													2256,7	3465,7
													1036,1	4501,9
2,0	1,2			1,0	15,0					1,0	6,6	24,0	1653,2	6155,1
Subtotal													6155,1	
bateria (mm.c.a.)													3000,0	
valv control													3000,0	
Total m.c.a													13,4	



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Fan coils planta baja

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
0-1	24086,0	3"	26,0	1,3	16,3									
1-2	21559,2	3"	21,0	1,2	5,3									
2-3	19032,3	3"	17,0	1,1	45,1									
3-4	16505,3	2 1/2"	29,0	1,3	37,2			2,0	1,2					2,4
4-5	14793,0	2 1/2"	23,0	1,1	29,0									
5-6	13081,2	2 1/2"	18,0	1,0	34,3									
6-7	11369,2	2 1/2"	13,0	0,9	53,9			2,0	0,9					1,8
7-8	9682,0	2 1/2"	11,0	0,8	24,5									
8-9	7996,7	2 1/2"	27,0	1,0	22,6									
9-10	6310,4	2 1/2"	17,0	0,8	37,3			2,0	0,9					1,8
10-11	4206,9	1" 1/2"	11,0	0,7	18,4									
11-12	2103,5	1" 1/2"	39,0	1,0	15,8			2,0	0,6					1,2



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4,0	0,7			1,0	3,2	1,0	0,7			1,0	3,3	10,0		
													422,8	422,8
													110,5	533,2
													766,4	1299,6
													1147,8	2447,4
													666,5	3113,9
													617,4	3731,3
													723,6	4454,9
													269,5	4724,4
													610,7	5335,1
													664,7	5999,8
													202,4	6202,2
1,0	0,3			1,0	1,8	1,0	0,3	1,0	1,5			3,8	812,8	7015,0
Subtotal														7015,0

bateria (mm.c.a.)	3000,0
valv control	3000,0
total	13015,0
% segur.	10%

ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	14,3
---	------



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Fan coils planta Primera Planta Invierno

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
0-1	18826,0	3"	16,0	1,0	16,3									
1-2	16951,0	2" 1/2"	30,0	1,3	5,3									
2-3	15077,0	2" 1/2"	24,0	1,1	45,1									
3-4	13202,0	2" 1/2"	19,0	1,0	37,2			2,0	1,2					2,4
4-5	11874,0	2" 1/2"	15,0	0,9	29,0									
5-6	10546,0	2" 1/2"	12,0	0,8	34,3									
6-7	9218,0	2" 1/2"	10,0	0,7	53,8			2,0	0,9					1,8
7-8	7896,0	2"	26,0	1,0	24,5									
8-9	6573,0	2"	18,0	0,5	22,6									
9-10	5250,0	2"	12,0	0,6	37,3			2,0	0,9					1,8
10-11	3500,0	1 1/2"	19,0	0,7	18,4									
11-12	1750,0	1 1/4"	11,0	0,6	15,8			2,0	0,6					1,2



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4,0	0,7			1,0	3,2	1,0	0,7			1,0	3,3	10,0		
													260,2	260,2
													157,8	418,0
													1081,9	1499,9
													752,0	2251,9
													434,7	2686,6
													411,6	3098,2
													556,4	3654,6
													637,0	4291,6
													407,2	4698,8
													469,2	5168,0
													349,6	5517,6
1,0	0,3			1,0	1,8	1,0	0,3	1,0	1,5			3,8	229,2	5746,8
Subtotal														5746,8

bateria (mm.c.a.)	3000,0
valv control	3000,0
total	11746,8
% segur.	10%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	12,9



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Fan coils Segunda Planta Invierno

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
0-1	24996,0	3"	28,0	1,4	3,5									
1.2	24697,0	3"	28,0	1,4	9,3									
2.3	24568,0	3"	27,0	1,3	6,6									
3.4	24393,0	3"	27,0	1,3	15,2			2,0	1,5	2,0	7,5			
4.5	24093,0	3"	26,0	1,3	3,6					2,0	7,5			
5.6	22219,0	3"	22,0	1,2	18,4					2,0	7,5			
6.7	20344,0	3"	19,0	1,1	28,9					2,0	6,0			
7.8	18470,0	3"	16,0	1,0	35,0			2,0	1,2	2,0	6,0			
8.9	16529,0	2 1/2"	29,0	1,2	24,2					2,0	6,0			
9.10	14588,0	2 1/2"	23,0	1,1	20,6					2,0	6,0			
10.11	12648,0	2 1/2"	17,0	1,0	83,2			2,0	1,2	2,0	6,0			
11.12	10745,0	2 1/2"	13,0	0,8	23,2					2,0	6,0			
12.13	8843,0	2 1/2"	9,0	0,7	13,0					2,0	4,5			
13.14	6941,0	2"	20,0	0,9	7,9			2,0	0,9	2,0				
14.15	4928,0	2"	11,0	0,6	28,0					2,0	3,6			
15.16	2915,0	1 1/4"	28,0	0,8	35,9					2,0	3,0			
16.17	903,0	1"	13,0	0,4	5,4					2,0	1,8			
17.18	603,0	3/4"	19,0	0,5	11,5			2,0	0,3	2,0	1,8			
18.19	428,0	3/4"	10,0	0,3	6,6									
19.20	299,0	1/2"	23,0	0,4	15,2	2,0	0,6							



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4,0	0,7			1,0	3,2	1,0	0,7			1,0	3,3	10,0	378,5	378,5
													260,3	638,9
													178,6	817,5
													896,0	1713,6
													483,1	2196,7
													734,2	2930,9
													777,3	3708,2
													790,9	4499,1
													1049,9	5549,0
													749,0	6298,0
													457,3	8414,8
													198,1	8612,9
													193,6	8806,5
													387,4	9193,9
													1172,7	10366,6
													116,5	10483,1
													298,3	10781,4
													66,1	10847,5
1,0	0,3			1,0	1,8	1,0	0,3	1,0	1,5			3,8	465,6	11313,2
Subtotal														11313,2

bateria (mm.c.a.)	300,0
valv control	300,0
total	11913,2
% segur.	10%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	13,1



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Circuito Caldera

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
0-1	50.640,0	4"	28,0	1,6	11,5	2,0	3,0							6,0
1-2	50.640,0	4"	27,0	1,8	1,8	2,0	3,0							6,0
2-3	50.640,0	4"	27,0	1,8	4,7					1,0	6,0			6,0
3-4	90.202,0	5"	30,0	1,9	36,6	3,0	3,6							10,8

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4,0	1,2	2,0	3,6	1,0	15,0	1,0	25,4			1,0	1,2	53,6	1.989,4	1.989,4
													210,6	2.200,0
		1,0	3,6							1,0	1,2	4,8	418,5	2.618,5
		1,0	3,6									3,6	1.530,0	4.148,5
Subtotal														4.148,5

bateria (mm.c.a.)	1.000,0
total	5.148,5
% segur.	10,0%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	5,7



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Climatizadores Verano

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
3-4	7348,572	2"	25	0,92	85,351	2	1,5	2	1,2					5,4
2-3	14942,1	2 1/2"	25	1,14	97,2626			2	1,5	2	3,6			10,2
1-2	22315,475	3"	24	1,23	66,5018			2	2,1	2	4,5			13,2
0-1	31280	4"	12	1,02	35,88					2	6			12

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4	0,7			1	3,2	1	0,7			1	3,3	10	2.518,78	2519
													2.686,57	5205
													1.912,84	7118
2	1,2			1	15					1	6,6	24	862,56	7981
Subtotal														7981

bateria (mm.c.a.)	3000
valv control	3000
total	13981
% segur.	10%

ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	15
--------------------------------------	----



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Fan coils planta baja Verano

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
0-1	52967,5	4"	32,0	1,7	16,3									
1-2	47806,8	4"	26,0	1,5	5,3									
2-3	42646,0	4"	21,0	1,4	45,1									
3-4	37485,3	4"	17,0	1,2	37,2			2,0	1,2					2,4
4-5	33480,3	4"	14,0	1,1	29,0									
5-6	29475,4	4"	11,0	1,0	34,3	167,1								
6-7	25470,4	3"	31,0	1,4	53,9			2,0	0,9					1,8
7-8	21831,9	3"	23,0	1,2	24,5	78,4								
8-9	18193,3	2" 1/2"	36,0	1,4	22,6									
9-10	14552,8	2" 1/2"	24,0	1,1	37,3			2,0	0,9					1,8
10-11	9703,2	2" 1/2"	11,0	0,7	18,4	78,3								
11-12	4851,6	1" 1/2"	39,0	1,0	15,8			2,0	0,6					1,2



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4,0	0,7			1,0	3,2	1,0	0,7			1,0	3,3	10,0		
													520,3	520,3
													136,8	657,1
													946,7	1603,8
													672,9	2276,6
													405,7	2682,3
													377,3	3059,6
													1725,4	4785,0
													563,5	5348,5
													814,3	6162,9
													938,4	7101,3
													202,4	7303,7
1,0	0,3			1,0	1,8	1,0	0,3	1,0	1,5			3,8	812,8	8116,4
Subtotal														8116,4

bateria (mm.c.a.)	3000,0
valv control	3000,0
total	14116,4
% segur.	10%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	15,5



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Fan coils planta primera invierno

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
0-1	50198,7	4"	29,0	1,6	16,3									
1-2	45304,0	4"	24,0	1,5	5,3									
2-3	40409,3	4"	10,0	1,3	45,1									
3-4	35514,5	4"	15,0	1,1	37,2			2,0	1,2					2,4
4-5	31712,4	4"	12,0	1,0	29,0	132,8								
5-6	27910,3	3"	37,0	1,5	34,3									
6-7	24108,2	3"	28,0	1,3	53,8			2,0	0,9					1,8
7-8	20699,9	3"	10,0	1,1	24,5	112,6								
8-9	17291,6	2" 1/2"	34,0	1,3	22,6									
9-10	13883,3	2" 1/2"	22,0	1,1	37,3			2,0	0,9					1,8
10-11	9255,5	2"	39,0	1,2	18,4									
11-12	4627,8	1" 1/2"	34,0	1,0	15,8			2,0	0,6					1,2



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4	0,7			1	3,2	1	0,7			1	3,3	10		
													471,5	471,5
													126,2	597,8
													450,8	1048,6
													593,7	1642,3
													347,8	1990,0
													1269,1	3259,1
													1557,9	4817,1
													245,0	5062,1
													769,1	5831,1
													860,2	6691,3
													717,6	7408,9
1,0	0,3			1,0	1,8	1,0	0,3	1,0	1,5			3,8	708,6	8117,5
Subtotal														8117,5

bateria (mm.c.a.)	3000,0
valv control	3000,0
total	14117,5
% segur.	10%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	15,5



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Fan coils planta segunda verano

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
0-1	63327,7	5"	16,0	1,4	3,5									
1.2	62720,0	5"	15,0	1,3	9,3									
2.3	62331,0	5"	15,0	1,3	6,6									
3.4	61995,3	5"	15,0	1,3	15,2			2,0	1,5	2,0	7,5			18,0
4.5	60812,2	5"	14,0	1,2	3,6					2,0	7,5			15,0
5.6	56021,5	5"	13,0	1,2	18,4					2,0	7,5			15,0
6.7	51230,8	4"	30,0	1,6	28,9					2,0	6,0			12,0
7.8	46440,1	4"	25,0	1,5	35,0			2,0	1,2	2,0	6,0			14,4
8.9	41900,5	4"	20,0	1,3	24,2					2,0	6,0			12,0
9.10	37361,0	4"	17,0	1,2	20,6					2,0	6,0			12,0
10.11	32821,4	4"	13,0	1,1	83,2			2,0	1,2	2,0	6,0			14,4
11.12	28099,4	4"	10,0	0,9	23,2					2,0	6,0			12,0
12.13	23377,3	3"	26,0	1,3	13,0					2,0	4,5			9,0
13.14	18655,3	3"	17,0	1,0	7,9			2,0	0,9	2,0				1,8
14.15	13275,3	2" 1/2"	20,0	1,0	28,0					2,0	3,6			7,2
15.16	7895,4	2"	28,0	1,0	35,9					2,0	3,0			6,0
16.17	2515,4	1" 1/4"	23,0	0,7	5,4					2,0	1,8			3,6
17.18	1907,7	1" 1/4"	14,0	0,5	11,5			2,0	0,3	2,0	1,8			4,2
18.19	1572,0	1" 1/4"	10,0	0,5	6,6									
19.20	1183,0	1"	23,0	0,6	15,2	2,0	0,6							1,2



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4,0	0,7			1,0	3,2	1,0	0,7			1,0	3,3	10,0	216,3	216,3
													139,5	355,8
													99,2	455,0
													497,8	952,8
													260,1	1213,0
													433,9	1646,8
													1227,3	2874,1
													1235,8	4109,9
													553,6	5387,6
													1269,1	6656,7
													351,7	7008,4
													572,4	7580,8
													164,5	7745,3
													704,4	8449,7
													1172,7	9622,4
													206,1	9828,5
													219,8	10048,3
													66,1	10114,4
1,0	0,3			1,0	1,8	1,0	0,3	1,0	1,5			3,8	465,6	10580,1
Subtotal														10580,1

bateria (mm.c.a.)	3000,0
valv control	3000,0
total	16580,1
% segur.	10%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	18,2



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Circuito: Enfriadoras

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	
0-1	83051	5"	27	1,8	11,5	2,0	3,6							7,2
1-2	83051	5"	27	1,8	1,8	2,0	3,6							7,2
2-3	83051	5"	27	1,8	4,7					1,0	7,5			7,5
3-4	166102	8"	10	1,4	36,6	3,0	5,4							16,2

BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd			
4,0	1,8	2,0	3,6	1,0	15,4	1,0	30,5			1,0	2,7	63,0	2204,6	2204,6
													243,0	2447,6
		1,0	3,6							1,0		3,6	426,6	2874,2
		1,0	3,6									3,6	564,0	3438,2
Subtotal														3438,2

bateria (mm.c.a.)	6000,0
total	9438,2
% segur.	10%

ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	10,4
--------------------------------------	------



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

5.4 CONDUCTOS DE AIRE PRIMARIO



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Módulo 1

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-0.2	30780,0	1000,0	1000x1000	35,6	Codo	7,0	1,0	42,6	0,1	3,8
					Derivación	23,9	1,0	23,9		
0.2-0.1	20520,0	900,0	1000x1000	3,0	Derivación	23,9	1,0	26,9	0,1	2,2
					Reduccion	14,7	1,0	14,7		
0.1-11	10260,0	650,0	1000x500	10,7	Codo 90	3,8	1,0	14,5	0,1	1,4
					Derivación	10,0	1,0	10,0		
11-12	6840,0	600,0	1000x500	17,1	Derivacion	10,0	1,0	27,1	0,1	2,2
					Reduccion	6,2	1,0	6,2		
12-13	3420,0	450,0	500x500	25,1	Codo	3,5	1,0	28,6	0,1	2,6
										0,7
					Reguladores de caudal de aire mecánico/automático	x6				12,0
								Subtotal		24,9
								Pérdida en difusión		3,0
								Coef. Seg. %		0,1
								TOTAL		30,7



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Módulo 3

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-0.2	26325,0	1000,0	1000x1000	20,7	Codo	7,0	1,0	27,7		
					Derivación	23,9	1,0	51,6		
					Reducción	14,7	1,0	66,3	0,1	6,0
0.2-0.1	17550,0	800,0	1000x500	3,0	Derivación	10,0	1,0	13,0	0,1	1,3
0.1-7	8775,0	650,0	1000x500	14,1	Codo	3,8	1,0	17,9		
					Derivación	10,0	1,0	27,9		
					Reducción	6,2	1,0	34,0	0,1	2,7
7-8	5850,0	550,0	500x500	11,6	Derivación	4,1	1,0	15,6	0,1	1,4
8-9	2925,0	450,0	500x500	11,2	Codo	3,5	1,0	14,7	0,1	1,2
Rejillas corta incendios										0,7
Reguladores de caudal de aire mecánico/automático					x6					12,0
									Subtotal	25,3
									Pérdida en difusión	3,2
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	31,3



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Módulo 4

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-0.2	26325,0	1000,0	1000x1000	21,8	Codo	7,0	1,0	28,8		
					Derivación	23,9	1,0	52,7		
					Reducción	14,7	1,0	67,5	0,1	6,1
0.2-0.1	17550,0	800,0	1000x500	3,0	Derivación	10,0	1,0	13,0	0,1	1,3
0.1-7	8775,0	650,0	1000x500	11,4	Codo	3,8	1,0	15,2		
					Derivación	10,0	1,0	25,2		
					Reducción	6,2	1,0	31,3	0,1	2,5
7-8	5850,0	550,0	500x500	15,9	Derivación	4,1	1,0	19,9	0,1	1,8
8-9	2925,0	450,0	500x500	18,2	Codo	3,5	1,0	21,7	0,1	1,7
Rejillas corta incendios										0,7
Reguladores de caudal de aire mecánico/automático					x6					12,0
Subtotal										26,1
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										32,2



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

5.5 CONDUCTOS DE DIFUSORES



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan coil 0.1

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	8400,0	650,0	600x600	4,9	Codo	3,7	1,0	17,3	0,1	1,4
					Reducción	8,6	1,0	8,6		
1-2	7560,0	600,0	600x500	1,5	Derivación	16,2	1,0	27,7	0,1	2,5
					Reduccion	10,0	1,0	10,0		
2-3	5880,0	550,0	600x400	2,5	Derivacion	16,2	1,0	28,7	0,1	2,3
					Reduccion	10,0	1,0	10,0		
3-4	3360,0	450,0	600x300	5,7	Codo	2,3	1,0	13,1	0,1	1,1
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
4-5	2520,0	400,0	600x250	15,1	Reduccion	4,1	1,0	19,3	0,1	1,7
5-6	1680,0	360,0	400x300	7,2	Codo	2,1	1,0	12,5	0,1	1,1
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
6-7	840,0	260,0	400x200	2,8				2,8	0,1	0,3
Compuertas contraincendios 600x600										1,3
									Subtotal	11,7
									Pérdida en difusión	3,2
									Coef. Seg. %	0,1
									TOTAL	16,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.2

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	7560,0	600,0	600x500	0,7	Derivacion	16,2	1,0	26,9	0,1	2,4
					Reduccion	10,0	1,0	10,0		
1-2	4200,0	500,0	600x400	4,7	Codo	2,9	1,0	34,5	0,1	2,8
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
2-3	3360,0	450,0	600x300	2,9	Reduccion	5,1	1,0	8,0	0,1	0,6
3-4	2520,0	400,0	600x250	3,4	Reduccion	4,1	1,0	7,5	0,1	0,7
4-5	1680,0	360,0	400x300	2,2	Codo	2,1	1,0	7,5	0,1	0,7
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
5-6	840,0	260,0	400x200	4,1				4,1	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										9,0
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										13,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.3

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	8400,0	650,0	600x600	1,5	Codo	3,7	1,0	5,2	0,1	0,4
1-2	5880,0	550,0	600x400	1,5	Derivacion	14,0	1,0	15,5	0,1	1,2
2-3	5040,0	550,0	600x400	3,5	Reduccion	7,3	1,0	10,8	0,1	0,8
3-4	4200,0	500,0	600x400	2,5	Codo	2,9	1,0	10,5	0,1	0,8
					Reduccion	5,1	1,0	15,6		
4-5	3360,0	450,0	600x300	2,1	Reduccion	5,1	1,0	7,2	0,1	0,6
5-6	2520,0	400,0	600x250	2,8	Codo	2,1	1,0	4,9	0,1	0,4
6-7	1680,0	360,0	400x300	4,0	Reduccion	3,3	1,0	7,3	0,1	0,7
7-8	840,0	260,0	400x200	4,0				4,0	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x600										1,3
Subtotal										6,6
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										10,8



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.4

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720,0	600,0	600x500	3,1	Codo	3,3	1,0	13,7	0,1	1,0
					Reduccion	7,3	1,0	7,3		
1-2	4200,0	500,0	600x400	1,7	Reduccion	5,1	1,0	6,8	0,1	0,5
2-3	3360,0	450,0	600x300	4,9	Codo	2,3	1,0	12,3	0,1	1,0
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
3-4	2520,0	400,0	600x250	4,6	Reduccion	4,1	1,0	8,7	0,1	0,8
4-5	1680,0	360,0	400x300	4,5	Codo	2,1	1,0	9,8	0,1	0,9
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
5-6	840,0	260,0	400x200	5,8				5,8	0,1	0,6
Compuertas contraincendi os 600x500										1,4
								Subtotal		6,1
								Pérdida en difusión		3,2
								Coef. Seg. %		0,1
								TOTAL		10,3



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.6

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	7560,0	600,0	600x500	0,7	Derivacion	16,2	1,0	26,9	0,1	2,4	
					Reduccion	10,0	1,0	10,0			
1-2	4200,0	500,0	600x400	4,7	Codo	2,9	1,0	34,5	0,1	2,8	
					Reduccion	5,1	1,0	5,1			
2-3	3360,0	450,0	600x300	2,9	Reduccion	5,1	1,0	8,0	0,1	0,6	
3-4	2520,0	400,0	600x250	3,4	Reduccion	4,1	1,0	7,5	0,1	0,7	
4-5	1680,0	360,0	400x300	2,2	Codo	2,1	1,0	7,5	0,1	0,7	
					Reduccion	3,3	1,0	3,3			
5-6	840,0	260,0	400x200	4,1				4,1	0,1	0,4	
Compuertas contraincendios 600x500										1,4	
										Subtotal	9,0
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	0,1
										TOTAL	13,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.7

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	5040,0	550,0	600x400	3,2	Derivacion	11,9	1,0	22,4	0,1	1,6
					Reduccion	7,3	1,0	7,3		
1-2	2520,0	400,0	600x250	5,4	Codo	2,1	1,0	11,6	0,1	1,0
					Reduccion	4,1	1,0	4,1		
2-3	1680,0	360,0	400x300	3,9	Reduccion	3,3	1,0	7,2	0,1	0,6
3-4	840,0	260,0	400x200	3,9				3,9	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x400										1,4
Subtotal										5,1
Pérdida en difusión										3,6
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										9,5



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.8

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	5.040,0	550,0	600x400	3,2	Derivacion	11,9	1,0	22,4	0,1	1,6
					Reduccion	7,3	1,0	7,3		
1-2	2.520,0	400,0	600x250	5,4	Codo	2,1	1,0	11,6	0,1	1,0
					Reduccion	4,1	1,0	4,1		
2-3	1.680,0	360,0	400x300	3,9	Reduccion	3,3	1,0	7,2	0,1	0,6
3-4	840,0	260,0	400x200	3,9				3,9	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x400										1,4
									Subtotal	5,1
									Pérdida en difusión	3,6
									Coef. Seg. %	0,1
									TOTAL	9,5



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.9

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	5040,0	550,0	600x400	3,2	Derivacion	11,9	1,0	22,4	0,1	1,6
					Reduccion	7,3	1,0	7,3		
1-2	2520,0	400,0	600x250	5,4	Codo	2,1	1,0	11,6	0,1	1,0
					Reduccion	4,1	1,0	4,1		
2-3	1680,0	360,0	400x300	3,9	Reduccion	3,3	1,0	7,2	0,1	0,6
3-4	840,0	260,0	400x200	3,9				3,9	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x400										1,4
Subtotal										5,1
Pérdida en difusión										3,6
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										9,5



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.10

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720,0	600,0	600x500	3,1	Codo	3,3	1,0	13,7	0,1	1,0
					Reduccion	7,3	1,0	7,3		
1-2	4200,0	500,0	600x400	1,7	Reduccion	5,1	1,0	6,8	0,1	0,5
2-3	3360,0	450,0	600x300	4,9	Codo	2,3	1,0	12,3	0,1	1,0
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
3-4	2520,0	400,0	600x250	4,6	Reduccion	4,1	1,0	8,7	0,1	0,8
4-5	1680,0	360,0	400x300	4,5	Codo	2,1	1,0	9,8	0,1	0,9
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
5-6	840,0	260,0	400x200	5,8				5,8	0,1	0,6
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										6,1
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										10,3



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.11

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	7560,0	600,0	600x500	0,7	Derivacion	16,2	1,0	26,9	0,1	2,4
					Reduccion	10,0	1,0	10,0		
1-2	4200,0	500,0	600x400	4,7	Codo	2,9	1,0	34,5	0,1	2,8
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
2-3	3360,0	450,0	600x300	2,9	Reduccion	5,1	1,0	8,0	0,1	0,6
3-4	2520,0	400,0	600x250	3,4	Reduccion	4,1	1,0	7,5	0,1	0,7
4-5	1680,0	360,0	400x300	2,2	Codo	2,1	1,0	7,5	0,1	0,7
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
5-6	840,0	260,0	400x200	4,1				4,1	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										9,0
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										13,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.12

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	8.400,0	650,0	600x600	4,9	Codo	3,7	1,0	17,3	0,1	1,4
					Reduccion	8,6	1,0	8,6		
1-2	7.560,0	600,0	600x500	1,5	Derivacion	16,2	1,0	27,7	0,1	2,5
					Reduccion	10,0	1,0	10,0		
2-3	5.880,0	550,0	600x400	2,5	Derivacion	16,2	1,0	28,7	0,1	2,3
					Reduccion	10,0	1,0	10,0		
3-4	3.360,0	450,0	600x300	5,7	Codo	2,3	1,0	13,1	0,1	1,1
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
4-5	2.520,0	400,0	600x250	15,1	Reduccion	4,1	1,0	19,3	0,1	1,7
5-6	1.680,0	360,0	400x300	7,2	Codo	2,1	1,0	12,5	0,1	1,1
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
6-7	840,0	260,0	400x200	2,8				2,8	0,1	0,3
Compuertas contraincendios 600x600										1,3
Subtotal										11,7
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										16,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.1

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	8.400,0	650,0	600x600	4,9	Codo	3,7	1,0	17,3	0,1	1,4
					Reduccion	8,6	1,0	8,6		
1-2	7.560,0	600,0	600x500	1,5	Derivacion	16,2	1,0	27,7	0,1	2,5
					Reduccion	10,0	1,0	10,0		
2-3	5.880,0	550,0	600x400	2,5	Derivacion	16,2	1,0	28,7	0,1	2,3
					Reduccion	10,0	1,0	10,0		
3-4	3.360,0	450,0	600x300	5,7	Codo	2,3	1,0	13,1	0,1	1,1
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
4-5	2.520,0	400,0	600x250	15,1	Reduccion	4,1	1,0	19,3	0,1	1,7
5-6	1.680,0	360,0	400x300	7,2	Codo	2,1	1,0	12,5	0,1	1,1
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
6-7	840,0	260,0	400x200	2,8				2,8	0,1	0,3
Compuertas contraincendios 600x600										1,3
Subtotal										11,7
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										16,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.2

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	5.880,0	550,0	600x400	2,0	Derivacion	16,2	1,0	28,2	0,1	2,3
					Reduccion	10,0	1,0	38,2		-
1-2	3.360,0	450,0	600x300	1,8	Reduccion	5,1	1,0	6,9	0,1	0,5
2-3	2.520,0	400,0	600x250	3,5	Reduccion	4,1	1,0	7,7	0,1	0,7
3-4	1.680,0	360,0	400x300	4,0	Codo	2,1	1,0	9,3	0,1	0,8
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		-
4-5	840,0	450,0	400x200	5,7				5,7	0,1	0,6
Compuertas contraincendios 600x400										1,4
Subtotal										6,3
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										10,5



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.3

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	8400,0	650,0	600x600	1,5	Codo	3,7	1,0	5,2	0,1	0,4
1-2	5880,0	550,0	600x400	1,5	Derivacion	14,0	1,0	15,5	0,1	1,2
2-3	5040,0	550,0	600x400	3,5	Reduccion	7,3	1,0	10,8	0,1	0,8
3-4	4200,0	500,0	600x400	2,5	Codo	2,9	1,0	10,5	0,1	0,8
					Reduccion	5,1	1,0	15,6		
4-5	3360,0	450,0	600x300	2,1	Reduccion	5,1	1,0	7,2	0,1	0,6
5-6	2520,0	400,0	600x250	2,8	Codo	2,1	1,0	4,9	0,1	0,4
6-7	1680,0	360,0	400x300	4,0	Reduccion	3,3	1,0	7,3	0,1	0,7
7-8	840,0	260,0	400x200	4,0				4,0	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x600										1,3
Subtotal										6,6
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										10,8



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.4

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6.720,0	600,0	600x500	3,1	Codo	3,3	1,0	13,7	0,1	1,0
					Reduccion	7,3	1,0	7,3		
1-2	4.200,0	500,0	600x400	1,7	Reduccion	5,1	1,0	6,8	0,1	0,5
2-3	3.360,0	450,0	600x300	4,9	Codo	2,3	1,0	12,3	0,1	1,0
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
3-4	2.520,0	400,0	600x250	4,6	Reduccion	4,1	1,0	8,7	0,1	0,8
4-5	1.680,0	360,0	400x300	4,5	Codo	2,1	1,0	9,8	0,1	0,9
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
5-6	840,0	260,0	400x200	5,8				5,8	0,1	0,6
Compuertas contraincendi os 600x500										1,4
Subtotal										6,1
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										10,3



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.5

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720,0	600,0	600x500	3,1	Codo	3,3	1,0	13,7	0,1	1,0
					Reduccion	7,3	1,0	7,3		
1-2	4200,0	500,0	600x400	1,7	Reduccion	5,1	1,0	6,8	0,1	0,5
2-3	3360,0	450,0	600x300	4,9	Codo	2,3	1,0	12,3	0,1	1,0
					Reduccion	5,1	1,0	5,1		
3-4	2520,0	400,0	600x250	4,6	Reduccion	4,1	1,0	8,7	0,1	0,8
4-5	1680,0	360,0	400x300	4,5	Codo	2,1	1,0	9,8	0,1	0,9
					Reduccion	3,3	1,0	3,3		
5-6	840,0	260,0	400x200	5,8				5,8	0,1	0,6
Compuertas contra incendios 600x500										1,4
Subtotal										6,1
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										10,3



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.6

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	7560,0	600,0	600x500	0,7	Derivacion	16,2	1,0	26,9	0,1	2,4	
					Reduccion	10,0	1,0	10,0			
1-2	4200,0	500,0	600x400	4,7	Codo	2,9	1,0	34,5	0,1	2,8	
					Reduccion	5,1	1,0	5,1			
2-3	3360,0	450,0	600x300	2,9	Reduccion	5,1	1,0	8,0	0,1	0,6	
3-4	2520,0	400,0	600x250	3,4	Reduccion	4,1	1,0	7,5	0,1	0,7	
4-5	1680,0	360,0	400x300	2,2	Codo	2,1	1,0	7,5	0,1	0,7	
					Reduccion	3,3	1,0	3,3			
5-6	840,0	260,0	400x200	4,1				4,1	0,1	0,4	
Compuertas contraincendios 600x500										1,4	
										Subtotal	9,0
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	0,1
										TOTAL	13,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.7

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	5040,0	550,0	600x400	3,2	Derivacion	11,9	1,0	22,4	0,1	1,6
					Reduccion	7,3	1,0	7,3		
1-2	2520,0	400,0	600x250	5,4	Codo	2,1	1,0	11,6	0,1	1,0
					Reduccion	4,1	1,0	4,1		
2-3	1680,0	360,0	400x300	3,9	Reduccion	3,3	1,0	7,2	0,1	0,6
3-4	840,0	260,0	400x200	3,9				3,9	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x400										1,4
Subtotal										5,1
Pérdida en difusión										3,6
Coef. Seg. %										0,1
TOTAL										9,5



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.8

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	5040	550	600x400	3,17	Derivacion	11,93	1	22,44	0,07	1,5708	
					Reduccion	7,34	1	7,34			
1-2	2520	400	600x250	5,42	Codo	2,05	1	11,6	0,09	1,044	
					Reduccion	4,13	1	4,13			
2-3	1680	360	400x300	3,92	Reduccion	3,26	1	7,18	0,09	0,6462	
3-4	840	260	400x200	3,92				3,92	0,1	0,392	
Compuertas contra incendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,053
										Pérdida en difusión	3,6
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,52



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.9

0-1	5040	550	600x400	3,17	Derivacion	11,93	1	22,44	0,07	1,5708
					Reduccion	7,34	1	7,34		
1-2	2520	400	600x250	5,42	Codo	2,05	1	11,6	0,09	1,044
					Reduccion	4,13	1	4,13		
2-3	1680	360	400x300	3,92	Reduccion	3,26	1	7,18	0,09	0,6462
3-4	840	260	400x200	3,92				3,92	0,1	0,392
Compuertas contraincendios 600x400										1,4
Subtotal										5,053
Pérdida en difusión										3,6
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										9,52



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.10

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720	600	600x500	3,14	Codo	3,26	1	13,74	0,07	0,9618
					Reduccion	7,34	1	7,34		
1-2	4200	500	600x400	1,66	Reduccion	5,09	1	6,75	0,08	0,54
2-3	3360	450	600x300	4,85	Codo	2,33	1	12,27	0,08	0,9816
					Reduccion	5,09	1	5,09		
3-4	2520	400	600x250	4,6	Reduccion	4,13	1	8,73	0,09	0,7857
4-5	1680	360	400x300	4,5	Codo	2,05	1	9,81	0,09	0,8829
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	5,8				5,8	0,1	0,58
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										6,132
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										10,27



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.11

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	7560	600	600x500	0,67	Derivacion	16,23	1	26,88	0,09	2,4192
					Reduccion	9,98	1	9,98		
1-2	4200	500	600x400	4,7	Codo	2,91	1	34,49	0,08	2,7592
					Reduccion	5,09	1	5,09		
2-3	3360	450	600x300	2,94	Reduccion	5,09	1	8,03	0,08	0,6424
3-4	2520	400	600x250	3,35	Reduccion	4,13	1	7,48	0,09	0,6732
4-5	1680	360	400x300	2,2	Codo	2,05	1	7,51	0,09	0,6759
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	4,1				4,1	0,1	0,41
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										8,9799
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										13,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.12

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	8400	650	600x600	4,9	Codo	3,74	1	17,25	0,08	1,38
					Reduccion	8,61	1	8,61		
1-2	7560	600	600x500	1,5	Derivacion	16,23	1	27,71	0,09	2,4939
					Reduccion	9,98	1	9,98		
2-3	5880	550	600x400	2,5	Derivacion	16,23	1	28,71	0,08	2,2968
					Reduccion	9,98	1	9,98		
3-4	3360	450	600x300	5,71	Codo	2,33	1	13,13	0,08	1,0504
					Reduccion	5,09	1	5,09		
4-5	2520	400	600x250	15,14	Reduccion	4,13	1	19,27	0,09	1,7343
5-6	1680	360	400x300	7,2	Codo	2,05	1	12,51	0,09	1,1259
					Reduccion	3,26	1	3,26		
6-7	840	260	400x200	2,84				2,84	0,1	0,284
Compuertas contraincendios 600x600										1,3
Subtotal										11,6653
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										16,35



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.1

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	8400	650	600x600	4,9	Codo	3,74	1	17,25	0,08	1,38	
					Reduccion	8,61	1	8,61			
1-2	7560	600	600x500	1,5	Derivacion	16,23	1	27,71	0,09	2,4939	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	5880	550	600x400	2,5	Derivacion	16,23	1	28,71	0,08	2,2968	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
3-4	3360	450	600x300	5,71	Codo	2,33	1	13,13	0,08	1,0504	
					Reduccion	5,09	1	5,09			
4-5	2520	400	600x250	15,14	Reduccion	4,13	1	19,27	0,09	1,7343	
5-6	1680	360	400x300	7,2	Codo	2,05	1	12,51	0,09	1,1259	
					Reduccion	3,26	1	3,26			
6-7	840	260	400x200	2,84				2,84	0,1	0,284	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	11,6653
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	16,35



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.2

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	7560	600	600x500	0,67	Derivacion	16,23	1	26,88	0,09	2,4192
					Reduccion	9,98	1	9,98		
1-2	4200	500	600x400	4,7	Codo	2,91	1	34,49	0,08	2,7592
					Reduccion	5,09	1	5,09		
2-3	3360	450	600x300	2,94	Reduccion	5,09	1	8,03	0,08	0,6424
3-4	2520	400	600x250	3,35	Reduccion	4,13	1	7,48	0,09	0,6732
4-5	1680	360	400x300	2,2	Codo	2,05	1	7,51	0,09	0,6759
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	4,1				4,1	0,1	0,41
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										8,9799
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										13,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.3

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	8400	650	600x600	1,5	Codo	3,74	1	5,24	0,08	0,4192
1-2	5880	550	600x400	1,5	Derivacion	14	1	15,5	0,08	1,24
2-3	5040	550	600x400	3,5	Reduccion	7,34	1	10,84	0,07	0,7588
3-4	4200	500	600x400	2,54	Codo	2,91	1	10,54	0,08	0,8432
					Reduccion	5,09	1	15,63		
4-5	3360	450	600x300	2,13	Reduccion	5,09	1	7,22	0,08	0,5776
5-6	2520	400	600x250	2,81	Codo	2,05	1	4,86	0,09	0,4374
6-7	1680	360	400x300	4	Reduccion	3,26	1	7,26	0,09	0,6534
7-8	840	260	400x200	4				4	0,1	0,4
Compuertas contraincendios 600x600										1,3
									Subtotal	6,6296
									Pérdida en difusión	3,2
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	10,81



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.4

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720	600	600x500	3,14	Codo	3,26	1	13,74	0,07	0,9618
					Reducción	7,34	1	7,34		
1-2	4200	500	600x400	1,66	Reduccion	5,09	1	6,75	0,08	0,54
2-3	3360	450	600x300	4,85	Codo	2,33	1	12,27	0,08	0,9816
					Reduccion	5,09	1	5,09		
3-4	2520	400	600x250	4,6	Reduccion	4,13	1	8,73	0,09	0,7857
4-5	1680	360	400x300	4,5	Codo	2,05	1	9,81	0,09	0,8829
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	5,8				5,8	0,1	0,58
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										6,132
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										10,27



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.5

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720	600	600x500	3,14	Codo	3,26	1	13,74	0,07	0,9618
					Reduccion	7,34	1	7,34		
1-2	4200	500	600x400	1,66	Reduccion	5,09	1	6,75	0,08	0,54
2-3	3360	450	600x300	4,85	Codo	2,33	1	12,27	0,08	0,9816
					Reduccion	5,09	1	5,09		
3-4	2520	400	600x250	4,6	Reduccion	4,13	1	8,73	0,09	0,7857
4-5	1680	360	400x300	4,5	Codo	2,05	1	9,81	0,09	0,8829
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	5,8				5,8	0,1	0,58
Compuertas contraincendi os 600x500										1,4
Subtotal										6,132
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										10,27



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.6

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	7560	600	600x500	0,67	Derivacion	16,23	1	26,88	0,09	2,4192
					Reduccion	9,98	1	9,98		
1-2	4200	500	600x400	4,7	Codo	2,91	1	34,49	0,08	2,7592
					Reduccion	5,09	1	5,09		
2-3	3360	450	600x300	2,94	Reduccion	5,09	1	8,03	0,08	0,6424
3-4	2520	400	600x250	3,35	Reduccion	4,13	1	7,48	0,09	0,6732
4-5	1680	360	400x300	2,2	Codo	2,05	1	7,51	0,09	0,6759
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	4,1				4,1	0,1	0,41
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										8,9799
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										13,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.7

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720	600	600x500	1,81	Derivacion	11,93	1	21,08	0,07	1,4756
					Reduccion	7,34	1	7,34		
1-2	4200	500	600x400	3,14	Reduccion	5,09	1	8,23	0,08	0,6584
2-3	3360	450	600x300	3,72	Codo	2,33	1	11,14	0,08	0,8912
					Reduccion	5,09	1	5,09		
3-4	2520	400	600x250	3,82	Codo	2,05	1	5,87	0,09	0,5283
4-5	1680	360	400x300	2	Derivacion	5,3	1	10,56	0,09	0,9504
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	2,54				2,54	0,1	0,254
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										6,1579
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										10,29



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.8

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720	600	600x500	1,81	Derivacion	11,93	1	21,08	0,07	1,4756
					Reduccion	7,34	1	7,34		
1-2	4200	500	600x400	3,14	Reduccion	5,09	1	8,23	0,08	0,6584
2-3	3360	450	600x300	3,72	Codo	2,33	1	11,14	0,08	0,8912
					Reduccion	5,09	1	5,09		
3-4	2520	400	600x250	3,82	Codo	2,05	1	5,87	0,09	0,5283
4-5	1680	360	400x300	2	Derivacion	5,3	1	10,56	0,09	0,9504
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	2,54				2,54	0,1	0,254
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										6,1579
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										10,29



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.9

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720	600	600x500	1,81	Derivacion	11,93	1	21,08	0,07	1,4756
					Reduccion	7,34	1	7,34		
1-2	4200	500	600x400	3,14	Reduccion	5,09	1	8,23	0,08	0,6584
2-3	3360	450	600x300	3,72	Codo	2,33	1	11,14	0,08	0,8912
					Reduccion	5,09	1	5,09		
3-4	2520	400	600x250	3,82	Codo	2,05	1	5,87	0,09	0,5283
4-5	1680	360	400x300	2	Derivacion	5,3	1	10,56	0,09	0,9504
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	2,54				2,54	0,1	0,254
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
Subtotal										6,1579
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										10,29



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.10

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total
0-1	6720	600	600x500	3,14	Codo	3,26	1	13,74	0,07	0,9618
					Reduccion	7,34	1	7,34		
1-2	4200	500	600x400	1,66	Reduccion	5,09	1	6,75	0,08	0,54
2-3	3360	450	600x300	4,85	Codo	2,33	1	12,27	0,08	0,9816
					Reduccion	5,09	1	5,09		
3-4	2520	400	600x250	4,6	Reduccion	4,13	1	8,73	0,09	0,7857
4-5	1680	360	400x300	4,5	Codo	2,05	1	9,81	0,09	0,8829
					Reduccion	3,26	1	3,26		
5-6	840	260	400x200	5,8				5,8	0,1	0,58
Compuertas contraincendios 600x500										1,4
									Subtotal	6,132
									Pérdida en difusión	3,2
									Coef. Seg. %	10%
									TOTAL	10,27



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.11

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	7560	600	600x500	0,67	Derivacion	16,23	1	26,88	0,09	2,4192	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	4200	500	600x400	4,7	Codo	2,91	1	34,49	0,08	2,7592	
					Reduccion	5,09	1	5,09			
2-3	3360	450	600x300	2,94	Reduccion	5,09	1	8,03	0,08	0,6424	
3-4	2520	400	600x250	3,35	Reduccion	4,13	1	7,48	0,09	0,6732	
4-5	1680	360	400x300	2,2	Codo	2,05	1	7,51	0,09	0,6759	
					Reduccion	3,26	1	3,26			
5-6	840	260	400x200	4,1				4,1	0,1	0,41	
Compuertas contraincendios 600x500										1,4	
										Subtotal	8,9799
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	13,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.12

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	8400	650	600x600	4,9	Codo	3,74	1	17,25	0,08	1,38	
					Reduccion	8,61	1	8,61			
1-2	7560	600	600x500	1,5	Derivacion	16,23	1	27,71	0,09	2,4939	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	5880	550	600x400	2,5	Derivacion	16,23	1	28,71	0,08	2,2968	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
3-4	3360	450	600x300	5,71	Codo	2,33	1	13,13	0,08	1,0504	
					Reduccion	5,09	1	5,09			
4-5	2520	400	600x250	15,14	Reduccion	4,13	1	19,27	0,09	1,7343	
5-6	1680	360	400x300	7,2	Codo	2,05	1	12,51	0,09	1,1259	
					Reduccion	3,26	1	3,26			
6-7	840	260	400x200	2,84				2,84	0,1	0,284	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	11,6653
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	16,35



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

5.6 CONDUCTOS DE REJILLAS



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.1

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	0,3	Derivacion	16,23	1	16,53	0,09	1,4877	
					Codo	3,74	1	3,74			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-4	3000	450	600x300	15,63				15,63	0,07	1,0941	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	3,8818
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	7,79

Fan Coil 0.2

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	0,3	Derivacion	16,23	1	16,53	0,09	1,4877	
					Codo	3,74	1	3,74			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-4	3000	450	600x300	15,63				15,63	0,07	1,0941	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	3,8818
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	7,79



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.3

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	2	Codo	3,74	1	15,72	0,09	1,4148	
					Reduccion	9,98	1	19,96			
1-2	6000	550	600x500	5	Reduccion	9,98	1	14,98	0,1	1,498	
2-3	3000	450	600x400	5,39	Codo	2,33	1	7,72	0,07	0,5404	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	4,7532
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	8,75

Fan Coil 0.4

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	3,44	Derivacion	16,23	1	32,56	0,1	3,256	
					Codo	2,91	1	2,91			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	5,7				5,7	0,07	0,399	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,055
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,08



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.5

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	0,9	Derivacion	16,23	1	27,11	0,1	2,711	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	4,62		14,72		4,62	0,07	0,3234	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	4,4344
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	8,4

Fan Coil 0.6

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	0,9	Derivacion	16,23	1	27,11	0,1	2,711	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	4,62		14,72		4,62	0,07	0,3234	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	4,4344
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	8,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.7

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	3,44	Derivacion	16,23	1	32,56	0,1	3,256	
					Codo	2,91	1	2,91			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	5,7				5,7	0,07	0,399	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,055
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,08

Fan Coil 0.8

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	3,44	Derivacion	16,23	1	32,56	0,1	3,256	
					Codo	2,91	1	2,91			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	5,7				5,7	0,07	0,399	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,055
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,08



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.9

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	3,44	Derivacion	16,23	1	32,56	0,1	3,256	
					Codo	2,91	1	2,91			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	5,7				5,7	0,07	0,399	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,055
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,08

Fan Coil 0.10

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 0.11

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38

Fan Coil 0.12

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.1

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	0,3	Derivacion	16,23	1	16,53	0,09	1,4877	
					Codo	3,74	1	3,74			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-4	3000	450	600x300	15,63				15,63	0,07	1,0941	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	3,8818
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	7,79

Fan Coil 1.2

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	0,3	Derivacion	16,23	1	16,53	0,09	1,4877	
					Codo	3,74	1	3,74			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-4	3000	450	600x300	15,63				15,63	0,07	1,0941	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	3,8818
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	7,79



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.3

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	2	Codo	3,74	1	15,72	0,09	1,4148	
					Reduccion	9,98	1	19,96			
1-2	6000	550	600x500	5	Reduccion	9,98	1	14,98	0,1	1,498	
2-3	3000	450	600x400	5,39	Codo	2,33	1	7,72	0,07	0,5404	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	4,7532
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	8,75

Fan Coil 1.4

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	3,44	Derivacion	16,23	1	32,56	0,1	3,256	
					Codo	2,91	1	2,91			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	5,7				5,7	0,07	0,399	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,055
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,08



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.5

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	0,9	Derivacion	16,23	1	27,11	0,1	2,711	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	4,62		14,72		4,62	0,07	0,3234	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	4,4344
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	8,4

Fan Coil 1.6

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	0,9	Derivacion	16,23	1	27,11	0,1	2,711	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	4,62		14,72		4,62	0,07	0,3234	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	4,4344
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	8,4



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.7

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	1,18	Derivacion	16,23	1	30,3	0,1	3,03	
					Codo	2,91	1	2,91			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	8,95				8,95	0,07	0,6265	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,0565
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,08

Fan Coil 1.8

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	3,44	Derivacion	16,23	1	32,56	0,1	3,256	
					Codo	2,91	1	2,91			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	5,7				5,7	0,07	0,399	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,055
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,08



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.9

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	6000	550	600x400	3,44	Derivacion	16,23	1	32,56	0,1	3,256	
					Codo	2,91	1	2,91			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	3000	450	600x300	5,7				5,7	0,07	0,399	
Compuertas contraincendios 600x400										1,4	
										Subtotal	5,055
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	9,08

Fan Coil 1.10

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 1.11

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38

Fan Coil 1.12

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.1

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38

Fan Coil 2.2

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.3

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	550	600x600	0,93	Derivacion	16,23	1	27,14	0,09	2,4426	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	450	600x400	15,67	Codo	14,72	1	40,37	0,1	4,037	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	350	600x300	13	Codo	2,38	1	15,38	0,07	1,0766	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	8,8562
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	13,26

Fan Coil 2.4

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.5

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38

Fan Coil 2.6

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	0,3	Derivacion	16,23	1	16,53	0,09	1,4877	
					Codo	3,74	1	3,74			
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-4	3000	450	600x300	15,63				15,63	0,07	1,0941	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	3,8818
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	7,79



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.7

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38

Fan Coil 2.8

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.9

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38

Fan Coil 2.10

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
 INGENIERO INDUSTRIAL

Fan Coil 2.11

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	2	Codo	3,74	1	15,72	0,09	1,4148	
					Reduccion	9,98	1	19,96			
1-2	6000	550	600x500	5	Reduccion	9,98	1	14,98	0,1	1,498	
2-3	3000	450	600x400	5,39	Codo	2,33	1	7,72	0,07	0,5404	
Compuertas contraincendios 600x600										1,3	
										Subtotal	4,7532
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	8,75

Fan Coil 2.12

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces,	L. Total	mm.c.a/ml	Total	
0-1	9000	650	600x600	1,13	Derivacion	16,23	1	27,34	0,09	2,4606	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
1-2	6000	550	600x400	6,86	Codo	2,91	1	19,75	0,1	1,975	
					Reduccion	9,98	1	9,98			
2-3	3000	450	600x300	5,76				5,76	0,07	0,4032	
Compuertas contraincendios 600x600										1,4	
										Subtotal	6,2388
										Pérdida en difusión	3,2
										Coef. Seg. %	10%
										TOTAL	10,38



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



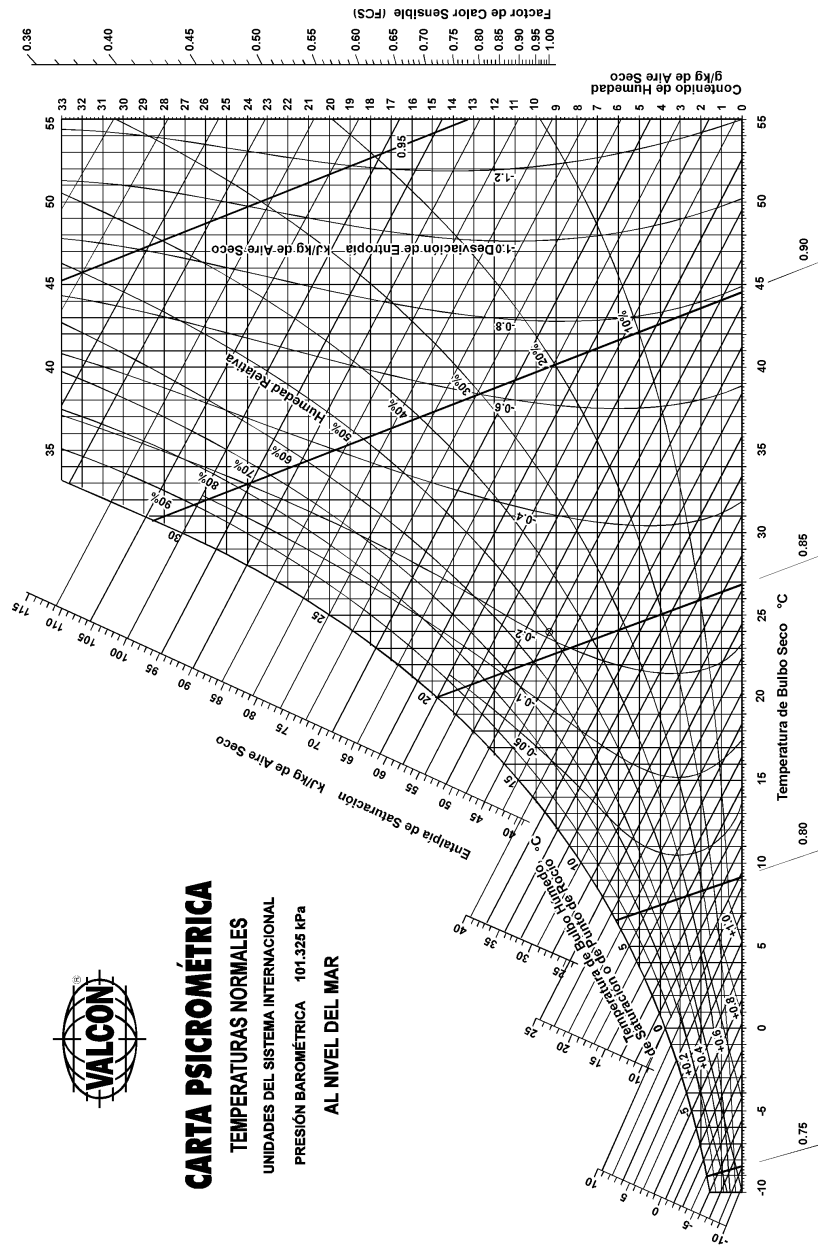
UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



5.7 TABLAS





UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

CAPÍTULO 4. GANANCIAS POR INSOLACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE VIDRIO

1-41

TABLA 15. APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)
 kcal/h × (m² de abertura)

40°

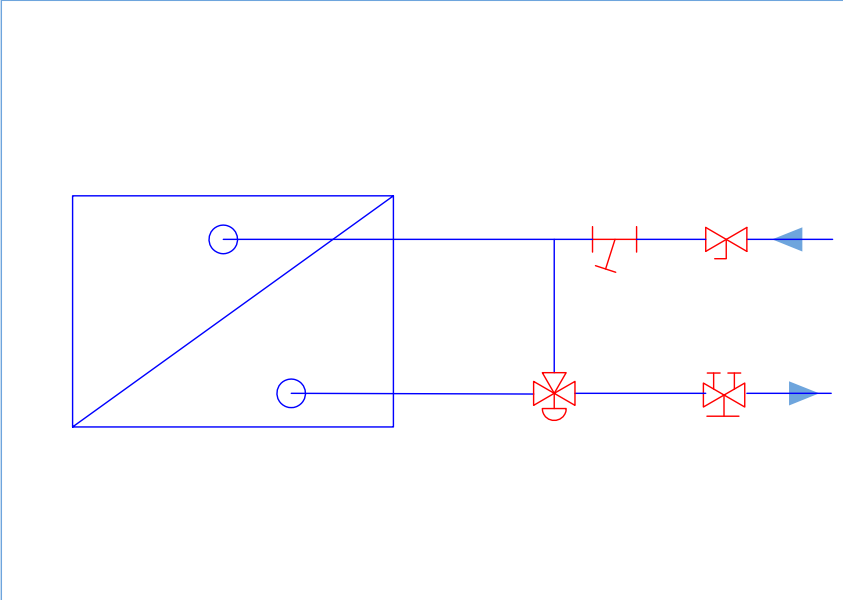
40°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	54	86	22 Diciembre	S	131		
	NE	320	360	303	198	81	38	38	38	38	35	32	27	16		SE	16		
	E	341	436	439	385	257	119	38	38	38	35	32	27	16		E	16		
	SE	138	238	295	301	268	192	92	38	38	35	32	27	16		NE	16		
	S	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16		N	16		
SO	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	NO	16				
O	16	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	16	O	16				
Horizontal	84	222	363	485	569	629	642	629	569	485	363	222	84	Horizontal	84				
22 Julio y 21 Mayo	N	65	38	32	35	38	38	38	38	38	35	32	38	65	21 Enero y 21 Noviembre	S	131		
	NE	287	344	284	179	70	38	38	38	38	35	32	27	13		SE	13		
	E	320	436	444	390	265	116	38	38	38	35	32	27	13		E	13		
	SE	146	260	322	339	298	222	113	40	38	35	32	27	13		NE	13		
	S	13	27	35	70	119	170	187	170	119	70	35	27	13		N	13		
SO	13	27	32	35	38	40	113	222	298	339	322	260	146	NO	13				
O	13	27	32	35	38	38	38	38	38	35	32	27	13	O	13				
Horizontal	65	198	341	463	550	610	631	610	550	463	341	198	65	Horizontal	65				
24 Agosto y 20 Abril	N	19	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	19	20 Febrero y 23 Octubre	S	131		
	NE	184	276	222	124	43	38	38	38	38	35	29	21	8		SE	8		
	E	227	398	439	393	273	122	38	38	38	35	29	21	8		E	8		
	SE	130	284	374	396	377	290	179	67	38	35	29	21	8		NE	8		
	S	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	8		N	8		
SO	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	8	NO	8				
O	8	21	29	35	38	38	38	38	38	35	29	21	8	O	8				
Horizontal	24	127	271	406	501	556	580	556	501	406	271	127	24	Horizontal	24				
22 Septiembre y 22 Marzo	N	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	22 Marzo y 22 Septiembre	S	131		
	NE	0	138	157	70	35	35	38	35	35	32	24	13	0		SE	0		
	E	0	314	404	377	268	122	38	35	35	32	24	13	0		E	0		
	SE	0	257	390	439	425	360	244	111	38	32	24	13	0		NE	0		
	S	0	32	119	219	298	330	379	330	298	219	119	32	0		N	0		
SO	0	13	24	32	38	111	244	360	425	439	390	257	0	NO	0				
O	0	13	24	32	35	35	38	35	35	32	24	13	0	O	0				
Horizontal	0	57	181	336	414	477	496	477	414	336	181	57	0	Horizontal	0				
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	20 Abril y 24 Agosto	S	131		
	NE	0	94	89	32	29	32	32	32	29	27	16	5	0		SE	0		
	E	0	230	317	330	238	105	32	32	29	27	16	5	0		E	0		
	SE	0	219	358	336	442	390	290	170	54	27	16	5	0		NE	0		
	S	0	57	160	282	371	417	432	417	371	282	160	57	0		N	0		
SO	0	5	16	27	54	170	290	390	442	336	358	219	0	NO	0				
O	0	5	16	27	29	32	32	32	29	27	16	5	0	O	0				
Horizontal	0	21	78	173	273	333	349	333	273	173	78	21	0	Horizontal	0				
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	0	8	19	24	27	27	27	24	19	8	0	0	21 Mayo y 23 Julio	S	131		
	NE	0	0	32	19	24	27	29	27	24	19	8	0	0		SE	0		
	E	0	0	246	271	200	89	29	27	24	19	8	0	0		E	0		
	SE	0	0	395	390	423	390	314	189	73	19	8	0	0		NE	0		
	S	0	0	160	282	377	428	450	428	377	282	160	0	0		N	0		
SO	0	0	8	19	73	189	314	390	423	390	295	0	0	NO	0				
O	0	0	8	19	24	27	29	29	27	24	19	8	0	0	O	0			
Horizontal	0	0	43	116	198	249	279	249	198	116	43	0	0	Horizontal	0				
22 Diciembre	N	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	21 Junio	S	131		
	NE	0	0	19	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0		SE	0		
	E	0	0	195	233	184	84	27	27	24	16	5	0	0		E	0		
	SE	0	0	238	363	401	385	311	198	81	19	5	0	0		NE	0		
	S	0	0	138	268	363	428	447	428	363	268	138	0	0		N	0		
SO	0	0	5	16	81	198	311	385	401	363	238	0	0	NO	0				
O	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	O	0				
Horizontal	0	0	21	86	149	206	230	206	149	86	21	0	0	Horizontal	0				

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encuadrados-máximos anuales

DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS



 VÁLVULA DE CORTE

 FILTRO

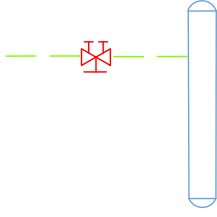
 VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

 VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

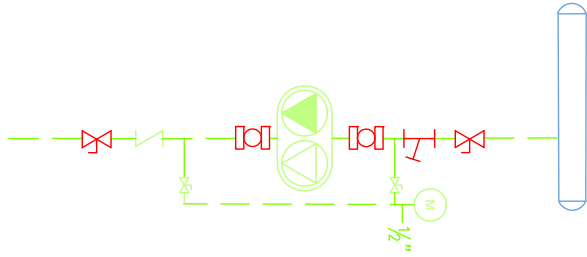


DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

RETORNO DE BOMBA



IMPULSIÓN



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

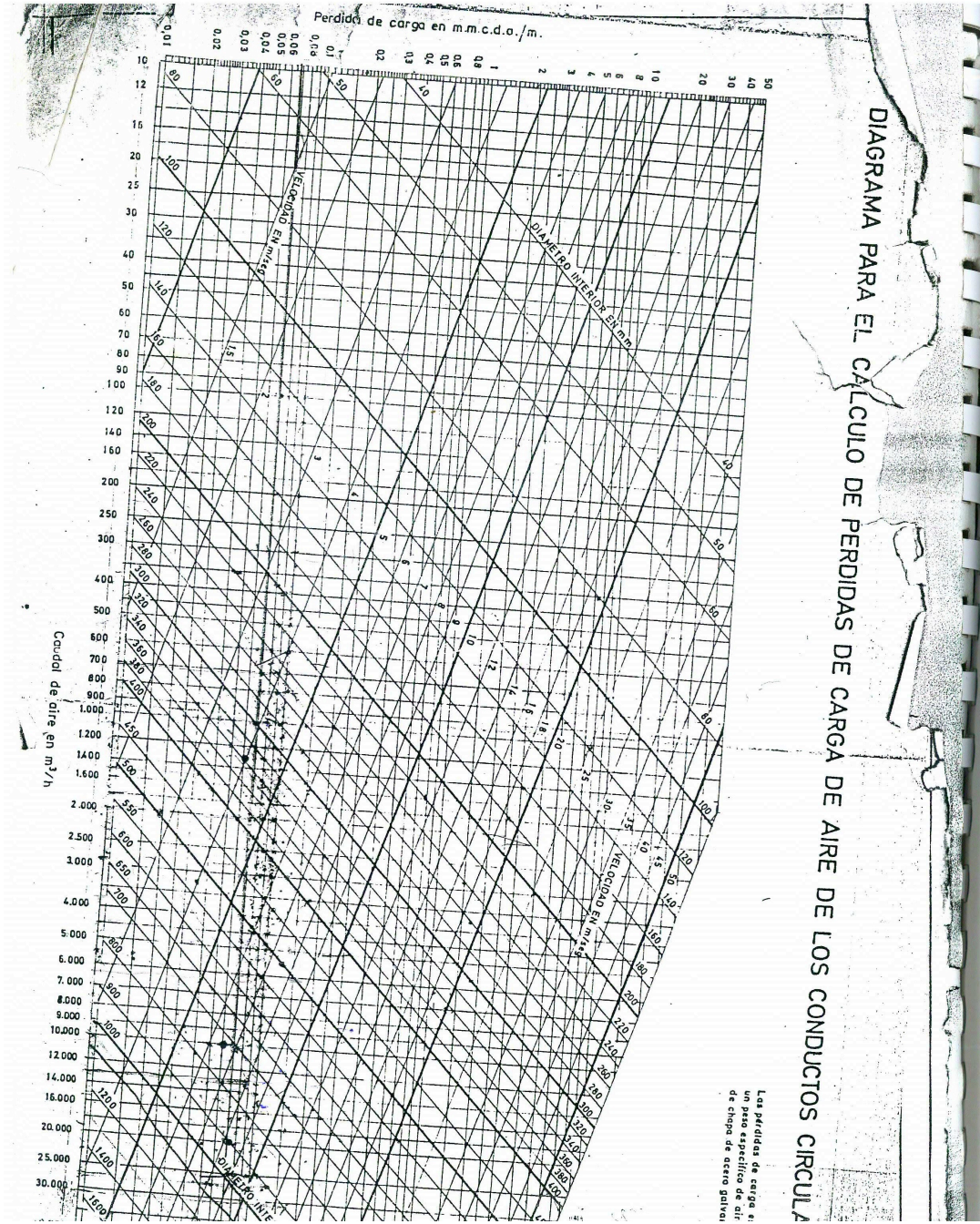
⇒ VÁLVULA DE CORTE TIPO BOLA PARA $\varnothing \leq 2"$

⇒ FILTRO

⇒ VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA

⇒ VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

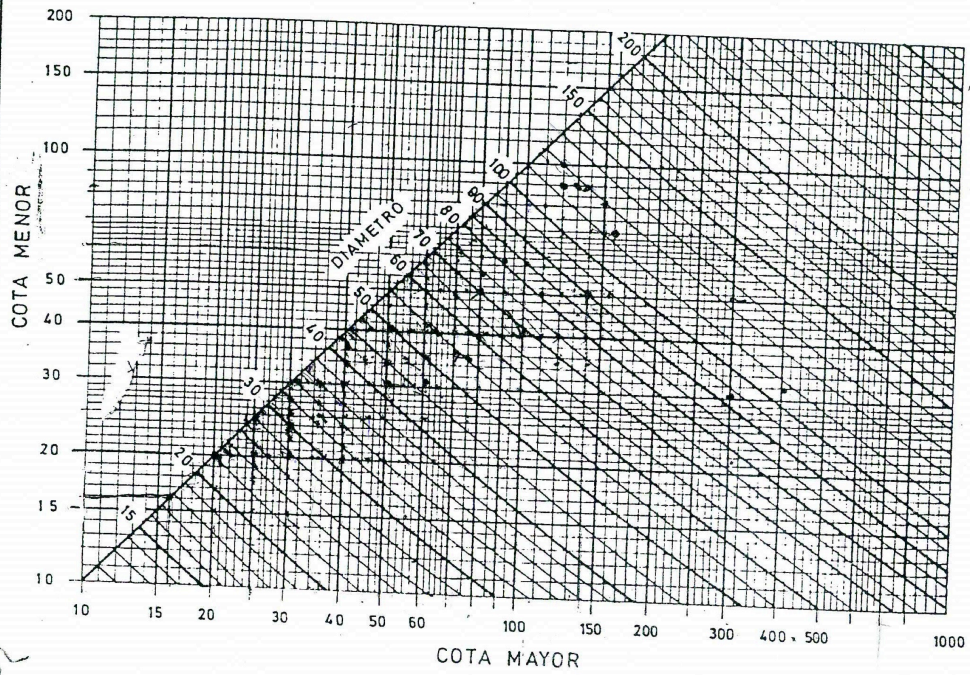
⇒ MANGUITO ANTIVIBRATORIO





ATIL
cobra

DIAGRAMA DE TRANSFORMACION DE LOS CONDUCTOS RECTANGULARES EN
CONDUCTOS CIRCULARES A IGUALES PERDIDAS DE CARGA



COEFICIENTES DE MEJORAMIENTO DE LOS CALCULOS DE PERDIDAS DE PRESION
ESTÁTICA DE LOS CONDUCTOS EN MATERIALES DIFERENTES.

Conductos de acero galvanizado con una junta por metro.	1,00
Conductos de acero galvanizado sin junta.	0,85
Conductos de aluminio.	0,90
Conductos de Uralita.	1,50
Conductos en albaniteria lisa.	1,55



CÁLCULO DE APORTACIONES DE CALOR A TRAVÉS DE MURDOS.
 PRIMERA PARTE. ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA

1-58

$$Q = K \times \Delta t_e \times S (\text{m}^2) = \text{kcal/h.}$$

blas 19 y 20, la nueva diferencia de temperatura equivalente podrá determinarse por la relación empírica siguiente:

$$\Delta t_e = a + \Delta t_{e,i} + b \frac{R_{e,i}}{R_{e,e}} (\Delta t_{e,i} - \Delta t_{e,e})$$

en la que

Δt_e = Diferencia equivalente corregida.

a = Corrección proporcionada por la tabla 20 A, teniendo en cuenta:

Un incremento distinto de 8 °C entre las temperaturas interior y exterior (esta última tomada a las 15 horas del mes considerado).
 Una variación de la temperatura seca exterior distinta de 11 °C.

$\Delta t_{e,i}$ = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra. (tabla 19 o 20)

$\Delta t_{e,e}$ = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada (tabla 19 o 20).

b = Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared.

Para paredes de color oscuro $b = 1$ (azul oscuro, rojo oscuro, marrón oscuro, etc.).

Para paredes de color medio $b = 0,78$ (verde, azul o gris claros).

Para paredes de color claro $b = 0,55$ (blanco, crema, etc.).

$R_{e,i}$ = Máxima insolación (kcal/h · m²), correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada (en el caso de pared); u horizontal (techo), tabla 15, página 42, o tabla 6, página 23.

$R_{e,e}$ = Máxima insolación (kcal/h · m²) en el mes de Julio, a 40° de latitud Norte, a través de una superficie acristalada, vertical, para la orientación considerada (pared), u horizontal (techo), tabla 15, página 42, o tabla 6, página 23.

NOTA: 1. Para las paredes a la sombra, cualquiera que sea su orientación:

$$\Delta t_{e,i} = \Delta t_{e,e} \text{ de donde } \Delta t_e = a + \Delta t_{e,i}$$

2. La tabla 19 se corresponde al hemisferio Norte. Sin embargo, puede utilizarse también en el hemisferio Sur, teniendo en cuenta las siguientes equivalencias:

Orientación en el hemisferio Sur	Orientación equivalente en el hemisferio Norte
Noreste	Sureste
Este	Este
Sureste	Noreste
Sur	Norte (sombra)
Suroeste	Noroeste
Oeste	Oeste
Noroeste	Suroeste
Norte (sombra)	Sur

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN GLOBAL K

Este coeficiente expresado en kcal/h·m²·°C, indica la cantidad de calor intercambiada en una hora a través de una pared, por m² de superficie y por °C de diferencia entre las temperaturas del aire que baña sus caras interior y exterior. La cantidad de calor intercambiada, Q , a través de una pared de superficie A , para una diferencia de temperatura $\Delta \theta$, será: $Q = KA \Delta \theta$. La inversa de K (h · m² · °C/kcal) expresa la resistencia global ofrecida al paso del calor y es igual a la suma de las resistencias parciales ofrecidas por los dis-

tintos materiales que componen la pared, aumentada en las resistencias superficiales. Las tablas 21 a 23 dan unos coeficientes de transmisión para un cierto número de tipos de construcción.

Fundamento de las Tablas 21 a 33

Coeficientes de transmisión K de paredes, techos, tabiques, suelos, puertas y ventanas

Los valores de las tablas 21 a 33 se basan en los coeficientes indicados en la tabla 34, páginas 71 a 73.

NOTA: Se puede admitir, sin error importante, que los coeficientes de transmisión son los mismos en verano que en invierno. Si, por ejemplo, se tiene en invierno $K = 1,5$ kcal/h · m² · °C, el coeficiente de transmisión en verano se determinará en la forma siguiente:

- Resistencia global R en invierno
 $= 1/K = 0,66$ h · m² · °C/kcal.
- Resistencia superficial exterior en invierno:
 $= 0,035$ (tabla 34).
- Resistencia de la pared sin la resistencia superficial exterior: (invierno)
 $= 0,66 - 0,035 = 0,625$.
- Resistencia superficial exterior en verano
 $= 0,052$ (tabla 34).
- Resistencia global en verano
 $= 0,625 + 0,052 = 0,677$.
- Coeficiente de transmisión global en verano
 $1/R = 1/0,677 = 1,48$ kcal/h · m² · °C.
- El error será tanto más grande cuanto mayor sea el valor de K .

Empleo de las Tablas 21 a 33

Coeficientes de transmisión K de paredes, techos, tabiques, suelos, puertas y ventanas

Estos coeficientes se pueden aplicar sin ninguna corrección en la mayoría de los casos, tanto en verano como en invierno. Si se desea obtener valores más precisos utilícese la tabla 34.

Ejemplo 4. Coeficientes de transmisión

Datos:

Un tabique de 200 mm de espesor, construido de ladrillo hueco, revestimiento por las dos caras, listones metálicos sobre forro, enlucido a la arena, de 20 mm de espesor.

Determinar:

El coeficiente de transmisión global.

Solución:

$$K = 0,88 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{°C} \text{ (tabla 26, página 63).}$$

Ejemplo 5. Coeficiente de transmisión después de añadir un aislamiento

Los coeficientes de transmisión indicados en las tablas 21 a 30, no tienen en cuenta un aislamiento eventual (excepto para las terrazas, tabla 27, página 64).

FUNDAMENTO PARA CÁLCULO



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL

CAPÍTULO 5. TRANSMISIÓN DE CALOR Y DE VAPOR DE AGUA EN EDIFICIOS

1-57

1.º Determinación de a :
 Temperatura exterior en Noviembre, a las 15 horas.
 $35 - 8 = 27 \text{ °C}$ (tabla 3).
 Si queremos mantener 24 °C en el interior, tendremos una diferencia de $27 - 24 = 3 \text{ °C}$.

De donde $a = -4,6 \text{ °C}$ (tabla 20A).

2.º Determinación de: $\Delta t_{e,s}$ y $\Delta t_{e,m}$:

Peso de la pared: 600 kg/m^2 (tabla 21).

$$\left. \begin{aligned} \Delta t_{e,s} &= 0 \\ \Delta t_{e,m} &= 3,8 \end{aligned} \right\} \text{ tabla 19}$$

3.º Determinación de R_e y R_m

$$\left. \begin{aligned} R_e &= 214 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \\ R_m &= 444 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \end{aligned} \right\} \text{ tabla 15}$$

De donde $\Delta t_s = -4,6 + 0 + 1 \times \frac{314}{444} (3,8 - 0)$.

$$\Delta t_s = -4,6 + 2,7 = 2 \text{ °C}$$

Correcciones que se deben aplicar a los valores de las tablas 19 y 20

Si las condiciones consideradas son distintas de las que han servido de base a la construcción de las ta-

TABLA 20. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
TECHO SOLEADO O EN SOMBRA *

Valedero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h., mes de Julio y 40° de latitud Norte **

CONDI- CIONES	PESO DEL TECHO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																																												
		MAÑANA												TARDE												MAÑANA																				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5																					
Soleado	50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,6	25,0	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-1,7	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3		
	100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5,0	8,9	12,8	16,7	20,0	22,8	23,9	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
	300	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0
400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	
Cubierto de agua	100	-2,8	-1,1	0	1,1	2,2	5,5	8,9	10,6	12,2	11,1	10,0	8,9	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2	-2,8	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
	200	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,1	2,8	3,9	5,5	6,7	7,8	8,3	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	0	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
	400	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0
Rociado	100	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
	200	-1,1	-1,1	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5,0	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
	400	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
(en la sombra)	100	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5,0	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	
	300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	
	400	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	5,0	3,3

Ecuación: Ganancias por transmisión a través del techo (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 27 ó 28).

* Si las bóvedas o buhardillas están ventiladas o si el techo está aislado, tomar el 75 % de los valores precedentes.

Para techos inclinados, considerar la proyección horizontal de la superficie.

** Para condiciones diferentes, aplicar las condiciones indicadas en el texto

*** Los pesos por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 27 ó 28.

TABLA 20A. CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																																			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	5	6	7	8	9	10	11	12										
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7
+6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	0,1	-0,7	-1,2	-1,8	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7</													



termoven

Equipos de Climatización



FAN-COILS TIPO CASSETTE



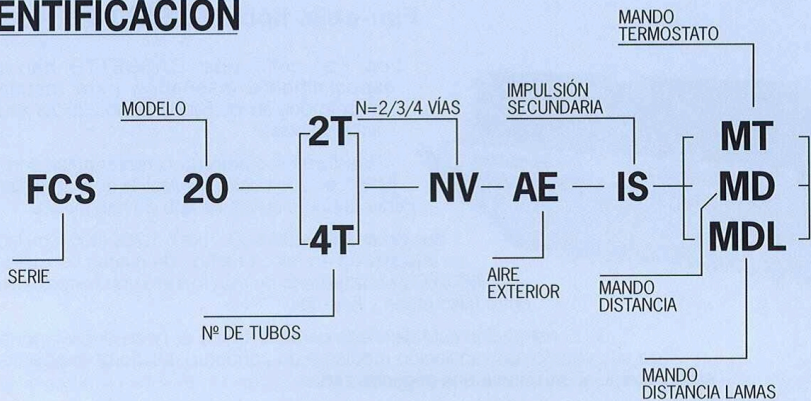


**SERIE
FCS**

**IDENTIFICACIÓN
SELECCIÓN RÁPIDA**



IDENTIFICACIÓN



Selección Rápida

Modelo	Caudal Vel. Máxima (M ³ /h)	2 TUBOS			4 TUBOS	
		Potencia Total (W)	Potencia Sensible (W)	Potencia Calor (W)	Potencia 4T Total (W)	Potencia 4T Calor (W)
FCS-20	750	2.330	1.780	2.730	-	-
FCS-30	750	3.270	2.270	3.210	2.890	2.810
FCS-40	750	4.330	2.970	4.240	-	-
FCS-50	875	5.000	3.350	5.830	4.450	3.140
FCS-80	1.375	7.650	5.470	7.890	5.100	5.430
FCS-90	1.600	9.070	6.200	10.980	8.070	6.000

Datos nominales de funcionamiento

FRÍO	Aire	27 °C - 50% %
	Agua	7 °C - 12 °C
CALOR	Aire	20 °C
	Agua	50 °C - 45 °C
CALOR 4T	Aire	20 °C
	Agua	70 °C - 60 °C

Dimensiones interiores (mm)

Modelos	Largo	Ancho	Alto
FCS - 20/30/40/50	587	587	295
FCS - 80/90	1.162	587	295



TABLA DE SELECCIÓN NUMÉRICA
FAN-COILS

SERIE
FCS

Modelo		FCS-20	FCS-30	FCS-40	FCS-50	FCS-80	FCS-90
CAUDAL DE AIRE (M³/h)	Vel. máxima	750	750	750	875	1.375	1.600
	Vel. media	600	600	600	750	1.100	1.375
	Vel. mínima	425	425	425	650	775	1.185

Modelo 2T (Instalación a 2 tubos)

Potencia Frigorífica Total (vatios)	Vel. máxima	2.335	3.276	4.337	5.003	7.654	9.074
	Vel. media	2.173	2.930	3.872	4.588	6.867	8.384
	Vel. mínima	1.901	2.412	3.161	4.243	5.654	7.698
Potencia Frigorífica Sensible (vatios)	Vel. máxima	1.781	2.269	2.973	3.348	5.471	6.202
	Vel. media	1.561	1.964	2.567	3.026	4.735	5.620
	Vel. mínima	1.262	1.549	2.019	2.745	3.718	5.087
Potencia Calorífica (vatios)	Vel. máxima	2.731	3.214	4.242	5.831	7.891	10.984
	Vel. media	2.374	2.747	3.566	5.156	6.824	9.867
	Vel. mínima	1.893	2.134	2.764	4.591	5.194	8.617
Caudal de Agua (l/h)		401	563	746	860	1.316	1.560
Pérdida de carga en agua (m.c.d.a.)	frio	1,0	1,0	2,1	1,7	1,3	1,1
	calor	0,8	0,9	1,9	1,6	1,1	1,0

Modelo 4T (Instalación a 4 tubos)

Potencia Frigorífica Total (vatios)	Vel. máxima	-	2.891	-	4.453	5.103	8.077
	Vel. media	-	2.581	-	4.047	4.578	7.370
	Vel. mínima	-	2.107	-	3.706	3.769	6.732
Potencia Frigorífica Sensible (vatios)	Vel. máxima	-	1.982	-	2.831	3.648	5.218
	Vel. media	-	1.711	-	2.552	3.156	4.719
	Vel. mínima	-	1.346	-	2.307	2.479	4.256
Caudal de Agua Frío (l/h)		-	497	-	765	877	1.389
Pérdida de Carga en Agua Frío (m.c.d.a.)		-	1,6	-	1,9	1,0	1,2
Potencia Calorífica (vatios)	Vel. máxima	-	2.818	-	3.146	5.431	6.000
	Vel. media	-	2.453	-	2.860	4.725	5.462
	Vel. mínima	-	1.966	-	2.614	3.766	4.973
Caudal de Agua Calor (l/h)		-	246	-	275	475	525
Pérdida de Carga en Agua Calor (m.c.d.a.)		-	1,4	-	1,7	0,9	1,1

Datos Nominales de Funcionamiento

Frio	Aire (Entrada): 27° C 50% H.R.	Agua (Entrada): 7° C
Calor	Aire (Entrada): 20°C	Agua (Entrada): 50° C
Calor (4T)	Aire (Entrada): 20°C	Agua (Entrada): 70° C

Pesos (Kg)	20	21	22	24	41	45
Dimensiones Embalaje (mm.)	780 x 680 x 350				1360 x 680 x 350	

Niveles Sonoros

Niveles de presión Sonora dB(A) <small>(Medida según normas UNE-74-03488 equivalente a ISO 3744/1981)</small>	Vel. máxima	45	46	46	51	49	55
	Vel. media	38	39	39	47	44	53
	Vel. mínima	29	30	30	44	35	50

Consumos Eléctricos

Potencia absorbida a caudal máximo (W)	80	80	80	98	116	183
Intensidad (A)	0,313	0,313	0,313	0,390	0,469	0,763



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
INGENIERO INDUSTRIAL



**UNIDADES FAN-COILS
SERIE CF**





**SERIE
CF**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
SELECCIÓN**



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					
	CF-11	CF-21	CF-31	CF-41	CF-51
VENTILADOR	1 Rodete	1 Rodete	2 Rodetes	2 Rodetes	2 Rodetes
MOTOR (Pot. Nom.)	1 x 300 W	1 x 300 W	1 x 600 W	2 x 300 W	2 x 420 W
Amp. Max.	3.1 A	3.9 A	4.8 A	2x3.9 A	2x3.8 A
Condensador	µF 12.5/450 V	µF 12.5/450 V	µF 16/450 V	µF 12.5/450 V	µF 12.5/450 V
FILTROS	(1) 300 x 550	(1) 300 x 700	(2) 300 x 500	(2) 300 x 650	(3) 350 x 500
DIMENSIONES	375 x 750 x 730	375 x 750 x 880	375 x 750 x 1180	375 x 750 x 1530	425 x 850 x 1730
PESO APROX. (*)	46 kg	54 kg	69 kg	89 kg	124 kg

(*) El peso corresponde a la unidad básica para instalación a 4 tubos (4+1) R.

POTENCIAS FRIGORÍFICAS DE BATERÍAS PARA PRESIÓN DISP. 60 Pa																
Condiciones EUROVENT		Aire 27 °C Bs/19° C Bh. Agua 7/12° C							Aire 20° C Bs Agua 50° C				Aire 20° C Bs Agua 70/60° C			
P. disp. 60 Pa		FRÍO INSTALACIÓN 2 TUBOS - 4 FILAS							CALOR / 2 TUBOS - 4 FILAS				CALOR / 4 TUBOS - 1 FILA			
		Potencia Total		Potencia Sensible		Caudal Agua	P. Carga Agua	Potencia Total		Caudal Agua	P. Carga Agua	Potencia Total		Caudal Agua	P. Carga Agua	
TAMAÑO	VEL.	m³/h.	kw	kcal/h	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.
CF-11	Max.	1290	8,3	7147	5,9	5068	1429	2,1	9,8	8419	1429	1,8	6,5	5581	558	1,4
	Med.	1250	8,1	6992	5,8	4964	1398	2,0	9,6	8222	1398	1,7	6,4	5487	548	1,3
	Min.	1160	7,7	6631	5,5	4708	1326	1,8	9,0	7766	1326	1,6	6,1	5272	527	1,2
CF-21	Max.	1975	11,8	10182	8,5	7331	2036	1,9	14,2	12229	2036	1,6	9,3	7798	800	2,9
	Med.	1690	10,6	9150	7,6	6564	1830	1,6	12,7	10896	1830	1,3	8,6	7353	735	2,5
	Min.	1240	8,5	7336	6,1	5208	1467	1,0	10,0	8600	1467	0,9	7,2	6200	620	1,8
CF-31	Max.	2720	16,8	14482	12,1	10427	2896	2,3	19,9	17148	2896	2,0	13,0	11197	1120	2,3
	Med.	2600	16,3	14035	11,7	10105	2807	2,2	19,3	16572	2807	1,9	12,7	10931	1093	2,2
	Min.	2390	15,4	13235	10,9	9397	2647	2,0	18,1	15575	2647	1,7	12,1	10440	1044	2,0
CF-41	Max.	3880	23,2	20004	16,7	14403	4001	2,4	27,7	23813	4001	2,0	17,8	15291	1529	1,7
	Med.	3230	20,5	17630	14,8	12694	3526	1,9	24,2	20812	3526	1,6	16,1	13855	1385	1,4
	Min.	2400	16,6	14259	11,8	10124	2852	1,3	19,3	16581	2852	1,1	13,7	11765	1176	1,1
CF-51	Max.	5150	30,8	26454	22,1	19047	5291	2,4	36,7	31545	5291	2,1	23,6	20313	2031	2,0
	Med.	3200	22,0	18937	15,6	13445	3787	1,3	25,7	22059	3787	1,1	18,2	15678	1568	1,3
	Min.	2075	15,9	13691	11,1	9584	2738	0,7	18,1	15566	2738	0,6	14,2	12238	1224	0,8

POTENCIAS FRIGORÍFICAS DE BATERÍAS PARA PRESIÓN DISP. 120 Pa																
Condiciones EUROVENT		Aire 27 °C Bs/19° C Bh. Agua 7/12° C							Aire 20° C Bs Agua 50° C				Aire 20° C Bs Agua 70/60° C			
P. disp. 120 Pa		FRÍO INSTALACIÓN 2 TUBOS - 4 FILAS							CALOR / 2 TUBOS - 4 FILAS				CALOR / 4 TUBOS - 1 FILA			
		Potencia Total		Potencia Sensible		Caudal Agua	P. Carga Agua	Potencia Total		Caudal Agua	P. Carga Agua	Potencia Total		Caudal Agua	P. Carga Agua	
TAMAÑO	VEL.	m³/h.	kw	kcal/h	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.	kw	kcal/h	l/h	m.c.a.
CF-11	Max.	1290	6,9	5960	4,9	4213	1192	1,5	8,0	6923	1192	1,3	5,7	4860	486	1,1
	Med.	1250	6,7	5779	4,8	4103	1156	1,4	7,8	6699	1156	1,2	5,5	4747	475	1,0
	Min.	1160	6,4	5513	4,5	3859	1103	1,3	7,4	6373	1103	1,1	5,3	4575	457	0,9
CF-21	Max.	1975	10,8	9262	7,8	6687	1852	1,6	12,8	11025	1852	1,3	8,6	7422	742	2,5
	Med.	1690	9,7	8376	7,0	6031	1675	1,3	11,5	9916	1675	1,2	8,0	6863	686	2,2
	Min.	1240	7,8	6674	5,5	4738	1335	0,9	9,0	7766	1335	0,8	6,7	5762	576	1,6
CF-31	Max.	2720	14,8	12728	10,5	9037	2546	1,8	17,4	14930	2546	1,6	11,8	10122	1012	1,9
	Med.	2600	14,1	12083	10,0	8579	2417	1,7	16,4	14104	2417	1,4	11,3	9727	973	1,8
	Min.	2390	13,4	11558	9,5	8206	2312	1,6	15,6	13450	2312	1,3	10,9	9400	940	1,7
CF-41	Max.	3880	21,2	18266	15,3	13152	3653	2,0	25,2	21543	3653	1,8	16,6	14250	1425	1,5
	Med.	3230	18,7	14517	13,2	11394	2903	1,6	21,9	18808	2903	1,4	15,0	12875	1287	1,3
	Min.	2400	15,3	13158	10,7	9211	2632	1,1	17,7	15231	2632	1,0	12,9	11060	1106	1,0
CF-51	Max.	5150	28,8	24751	20,7	17821	4950	2,2	34,2	29378	4950	1,8	22,4	19290	1929	1,8
	Med.	3200	20,5	17621	14,5	12511	3524	1,2	23,7	20416	3524	1,0	17,2	14826	1483	1,1
	Min.	2075	13,9	11980	9,6	8266	2396	0,6	15,7	13493	2396	0,5	12,9	11060	1116	0,7

NOTA: Las potencias de las baterías están calculadas para cada velocidad y caudal a presión disponible fija de 60 ó 120 Pa.



VIESSMANN

VITOCROSSAL 200

Caldera de condensación a gas
400 a 620 kW

Datos técnicos

N.º de pedido y precios: consultar Lista de precios



VITOCROSSAL 200 Modelo CM2

Caldera de condensación a gas para gas natural y GLP
Con quemador cilíndrico modulante Matrix

5683 523 ES 9/2012





Datos técnicos de la caldera

Datos técnicos

Potencia térmica útil				
con gas natural				
$T_f/T_R = 50/30$ °C	kW	80-400	100-500	124-620
$T_f/T_R = 80/60$ °C	kW	74-370	92-460	115-575
con GLP				
$T_f/T_R = 50/30$ °C	kW	100-400	125-500	155-620
$T_f/T_R = 80/60$ °C	kW	93-370	115-460	144-575
Potencia térmica nominal				
con gas natural	kW	76-381	95-474	119-593
con GLP	kW	95-381	119-474	148-593
N.º de distintivo de homologación		CE-0085BQ0021		
Temperatura de servicio admisible		°C	95	95
Temperatura admisible de impulsión (= temperatura de seguridad)		°C	110	110
Presión de servicio admisible		bar	6	6
Dimensiones del cuerpo de la caldera				
longitud v ¹	mm	1495	1650	1785
anchura d	mm	910	910	960
altura (con conexiones) a	mm	1480	1510	1580
Dimensiones totales				
longitud total f	mm	2230	2385	2525
anchura total e	mm	1245	1245	1295
altura total a	mm	1480	1510	1580
Bancada				
longitud	mm	1300	1450	1600
anchura	mm	1050	1050	1100
altura	mm	100	100	100
Medidas de introducción				
longitud v	mm	1495	1650	1785
anchura d	mm	910	910	960
altura a	mm	1480	1510	1580
Peso				
– cuerpo de la caldera	kg	446	512	581
Peso total				
– caldera con quemador, aislamiento térmico y regulación de caldera	kg	597	687	758
Volumen de agua de la caldera	litros	402	430	503
Conexiones de la caldera				
impulsión de caldera	PN 6 DN	100	100	100
retorno de caldera	PN 6 DN	100	100	100
toma de seguridad (válvula de seguridad)	R	1½	1½	1½
conexión de vaciado	R	1	1	1
desagüe de condensados (sifón)	∅ mm	20	20	20
Índices de humos²				
Temperatura (con una temperatura de retorno de 30°C)				
– con potencia térmica nominal	°C	45	45	50
– con carga parcial	°C	35	35	35
Temperatura (con una temperatura de retorno de 60°C)				
– con potencia térmica nominal	°C	75	75	75
– con carga parcial	°C	60	60	60
Caudal másico (con gas natural)				
– con potencia térmica nominal	kg/h	579	720	901
– con carga parcial	kg/h	116	144	181
Presión de impulsión disponible en la conexión de salida de humos ³	Pa	70	70	70
	mbar	0,7	0,7	0,7
Conexión de humos interior	∅ mm	250	250	250
Rendimiento estacional				
con una temperatura del sistema de calefacción de 50/30°C	%	hasta 97 (H ₂)/108 (H ₁)		

¹ Sin quemador, caja de humos y puerta de la caldera.

² Valores de cálculo para el dimensionado del sistema de salida de humos según EN 13384 referidos a un 10 % de CO₂ con gas natural.

Temperaturas de humos indicadas en valores brutos medidos a una temperatura del aire de combustión de 20 °C.

Los datos relativos a la carga parcial se refieren a una potencia del 20 % de la potencia térmica nominal con gas natural y del 25 % de la potencia térmica nominal con GLP. Si varía la carga parcial (según el modo de funcionamiento del quemador), se tiene que calcular el caudal másico de humos correspondiente.

³ Si se utiliza la Vitocrossal 200 con chimeneas resistentes a la humedad, la presión de impulsión no debe superar los 0 Pa.



Enfriadoras de líquido refrigeradas por aire con módulo
hidrónico integrado

AQUASNAP™

with PURON® refrigerant



Quality Management System Approval



El modelo mostrado incluye la
opción Euro Pack

30RB 262-802

Capacidad frigorífica nominal 260-760 kW

La nueva generación de enfriadoras de líquido Aquasnap Puron ofrece las últimas innovaciones tecnológicas:

- refrigerante R-410A
- compresores scroll
- ventiladores con bajo nivel sonoro, de material composite
- control por microprocesador autoadaptativo
- intercambiadores de calor de aluminio con microcanales (MCHX)

La enfriadora Aquasnap puede equiparse con un módulo hidrónico integrado, limitándose la instalación a operaciones sencillas, como la conexión de alimentación eléctrica y de tubos de retorno, y el suministro del agua enfriada.

Características

Funcionamiento silencioso

- Compresores
 - Compresores scroll de bajo nivel sonoro y de vibración
 - El conjunto del compresor está instalado en un chasis independiente y se sujeta con montajes antivibración flexibles
 - Apoyo dinámico de tubería de aspiración y descarga, que minimiza la transmisión de vibración (patente de Carrier)
 - Encapsulado acústico del compresor, que reduce las emisiones de ruido (opción)

Sección del condensador

- Baterías del condensador en forma de V con un ángulo abierto, que permite una circulación más silenciosa del aire a través de la batería
- Los ventiladores Flying Bird de cuarta generación con bajo nivel sonoro, fabricados con material composite (patente de Carrier), son aún más silenciosos y no generan ruido molesto de baja frecuencia
- Instalación de ventilación rígida que evita el ruido de arranque (patente de Carrier)

Instalación fácil y rápida

- Módulo hidrónico integrado (opción)
 - Bomba de agua centrífuga de alta o baja presión (según se requiera), basada en la pérdida de presión de la instalación hidrónica
 - Bomba simple o doble (según se requiera) con equilibrio de tiempo de funcionamiento y conmutación automática a bomba de reserva si se produce un fallo
 - Filtro de agua que protege la bomba de agua de los residuos en circulación
 - El depósito de expansión con membrana de alta capacidad garantiza la presurización del circuito de agua
 - Aislamiento térmico y protección frente a congelación hasta -20 °C, utilizando una resistencia eléctrica
 - Manómetro para comprobar la contaminación del filtro y medir el caudal de agua del sistema
 - Válvula de control del caudal de agua (18 giros de control)



Datos físicos

30RB		262	302	342	372	402	432	462	522	602	672	732	802
Capacidad frigorífica nominal*	kW	258	293	328	359	391	418	447	506	596	652	704	758
Eficiencia energética estacional (ESEER)	kW/kW	3,75	3,96	3,94	4,08	3,93	3,92	3,86	3,77	4,09	4,00	3,96	3,91
Peso en funcionamiento**													
Unidad con opción Euro Pack	kg	2370	2985	3185	3225	3355	3915	4055	4230	5490	5665	6355	6530
Unidad estándar	kg	2180	2745	2945	2965	3095	3615	3755	3910	5120	5285	5935	6090
Refrigerante		R410A											
Circuito A	kg	14	20	21	21	20,5	26	28	26,5	22	22	28	28
Circuito B	kg	14,5	15	15	21	21,5	22	22	27,5	22	22	28	28
Circuito C	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	22	28	22	28
Compresores		Scroll hermético, 48,3 r/s											
Circuito A		2	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4
Circuito B		2	2	2	3	3	3	3	4	3	3	4	4
Circuito C		-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	3	4
N.º de niveles de control		4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	11	12
Capacidad mínima	%	25	18	20	15	17	13	14	13	11	10	9	8
Control		Pro-Dialog Plus											
Condensadores		Tubos de cobre acanalados y aletas de aluminio											
Ventiladores		FLYING BIRD IV axial con anillo exterior											
Cantidad		4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	11	12
Caudal de aire total	l/s	18056	22569	22569	27083	27083	31597	31597	36111	40625	45139	49653	54167
Velocidad	r/s	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Evaporador		Expansión directa, de carcasa y tubos											
Volumen de agua	l	110	110	125	125	125	113	113	113	284	284	284	284
Presión de funcionamiento máxima del lado del agua sin módulo hidrónico	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Conexiones de agua sin módulo hidrónico		Victaulic											
Diámetro	pulg.	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6
Diámetro exterior de tubo	mm	114,3	114,3	114,3	114,3	114,3	168,3	168,3	168,3	168,3	168,3	168,3	168,3

* Condiciones nominales: temperatura del agua de entrada/salida del evaporador 12°C/7°C, temperatura del aire exterior 35°C, factor de ensuciamiento del evaporador 0,000018 m² k/W

** Los pesos se proporcionan sólo a efectos de orientación

Niveles sonoros

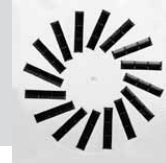
30RB		262	302	342	372	402	432	462	522	602	672	732	802
Unidad con Euro Pack													
Nivel de potencia sonora 10 ⁻¹² W*	dB(A)	89	90	90	91	91	92	92	92	93	94	93	94
Nivel de presión sonora a 10 m**	dB(A)	57	58	58	59	59	60	60	60	61	61	61	62
Unidad estándar													
Nivel de potencia sonora 10 ⁻¹² W*	dB(A)	91	92	92	93	93	94	94	94	95	95	96	96
Nivel de presión sonora a 10 m**	dB(A)	59	60	60	61	61	62	62	62	62	63	63	64

* De acuerdo con la ISO 9614-1 y certificado por Eurovent

** Nivel de presión sonora medio de la unidad, medido en campo abierto sobre una superficie reflectante

Difusores rotacionales

Serie VDW



Descripción · Ejecuciones

Difusor rotacional Serie VDW, en ejecución cuadrada o circular, con deflectores que permiten la modificación de la dirección de la vena de aire. De elevada inducción, consigue una rápida reducción de la temperatura y la velocidad del aire con diferencias máximas de $\pm 10K$. Reducido nivel sonoro. La altura mínima de instalación es de 2,6 m aproximadamente.

Como se desprende, las ejecuciones disponibles son:

VDW-R: Ejecución circular.

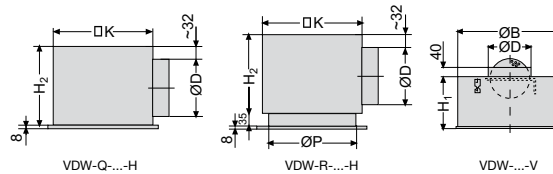
VDW-Q: Ejecución cuadrada.

En ambos casos, el difusor se suministra con plenum de conexión vertical (**...-V**) u horizontal (**...-H**).

Adicionalmente, pueden incluirse compuertas de regulación (**...-M**), juntas de estanqueidad, etc... Para más opciones, consulte nuestra página web www.trox.es.

Dimensiones · Plenums de conexión

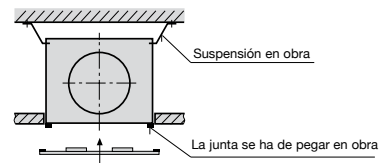
Tamaño	B	D	H ₁	H ₂	P	K
300 x 8	280	158	200	250	278	290
400 x 16	364	198	200	295	362	372
500 x 24	462	198	200	295	460	476
600 x 24	559	248	200	345	557	567
600 x 48	580	248	300	345	578	590
625 x 24	559	248	200	345	557	567
625 x 54	605	248	300	345	-	615
825 x 72	796	313	300	410	-	806



Detalles de montaje

El plenum de conexión se suspende del techo gracias a los soportes previstos para ello en su parte superior.

El difusor frontal se monta en el plenum mediante un tornillo central a un travesaño, que queda oculto tras un embellecedor.



Datos técnicos

Tamaño	L _{WA}	25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)	45 dB(A)
300 x 8	Q	155	183	215	260	306
	Δp	21	30	41	60	83
400 x 16	Q	240	280	325	390	455
	Δp	16	22	30	43	59
500 x 24	Q	265	325	390	470	570
	Δp	11	17	25	36	53
600 x 24	Q	400	480	570	675	800
	Δp	11	16	22	31	44
600 x 48	Q	480	585	700	840	1.000
	Δp	12	17	25	36	52
652 x 54	Q	500	590	720	825	1.000
	Δp	12	17	24	33	44
825 x 72	Q	790	950	1.140	1.365	1.625
	Δp	11	16	23	32	46

Calculados con plenum de conexión horizontal.

Definiciones:

L_{WA} en dB(A): Nivel de potencia sonora

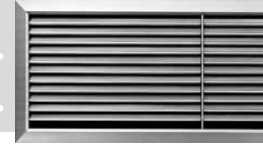
Q en m³/h: Caudal de aire

Δp en Pa: Pérdida de carga



Rejillas de retorno

Serie AT (Rango de caudales 100 a 6.000 m³/h)



		Datos técnicos con regulación abierta y lama a 0°																	
Caudal m³/h	H	L																	
		525	425	325	225	165	125	525	425	325	225	165	125	525	425	325	225	165	125
100	Δp	2																	
	dB(A)	<15																	
200	Δp	9	5	4	2														
	dB(A)	24	19	17	<15														
300	Δp	20	12	9	5	3	2												
	dB(A)	34	29	27	20	15	<15												
400	Δp		22	17	9	5	4	2											
	dB(A)		36	34	27	22	18	<15											
500	Δp			26	14	8	6	3	3	2									
	dB(A)			39	32	27	23	18	<15	<15									
600	Δp				20	12	9	5	4	3	2								
	dB(A)				37	32	28	22	18	17	<15								
700	Δp					27	17	12	7	5	4	3	2						
	dB(A)					41	36	32	25	22	21	17	<15						
800	Δp						22	16	9	7	6	4	2	2	2				
	dB(A)						39	35	29	25	24	21	16	15	<15				
900	Δp							27	20	11	9	7	5	3	3	2	2		
	dB(A)							42	38	32	28	27	24	19	18	16	<15		
1.000	Δp								24	14	11	9	6	4	3	3	2		
	dB(A)								41	34	31	30	26	21	21	19	16		
1.200	Δp									20	15	13	9	6	5	4	3	2	
	dB(A)									39	36	35	31	26	25	23	21	17	
1.400	Δp										27	21	17	12	8	6	5	4	3
	dB(A)										43	40	39	35	30	29	27	25	21
1.600	Δp											27	22	16	10	8	7	6	4
	dB(A)											43	42	38	34	32	30	28	24
1.800	Δp												28	20	12	11	9	7	5
	dB(A)												44	41	36	35	33	31	27
2.000	Δp													24	15	13	11	9	6
	dB(A)													44	39	38	36	34	30
2.200	Δp														30	19	16	13	11
	dB(A)														46	41	41	39	36
2.400	Δp															22	19	15	13
	dB(A)															43	42	41	39
2.600	Δp																26	22	18
	dB(A)																45	44	43
2.800	Δp																	26	21
	dB(A)																	46	45
3.000	Δp																		24
	dB(A)																		46
3.250	Δp																		
	dB(A)																		
3.500	Δp																		
	dB(A)																		
3.750	Δp																		
	dB(A)																		
4.000	Δp																		
	dB(A)																		
4.500	Δp																		
	dB(A)																		
5.000	Δp																		
	dB(A)																		
5.500	Δp																		
	dB(A)																		
6.000	Δp																		
	dB(A)																		

Definiciones:

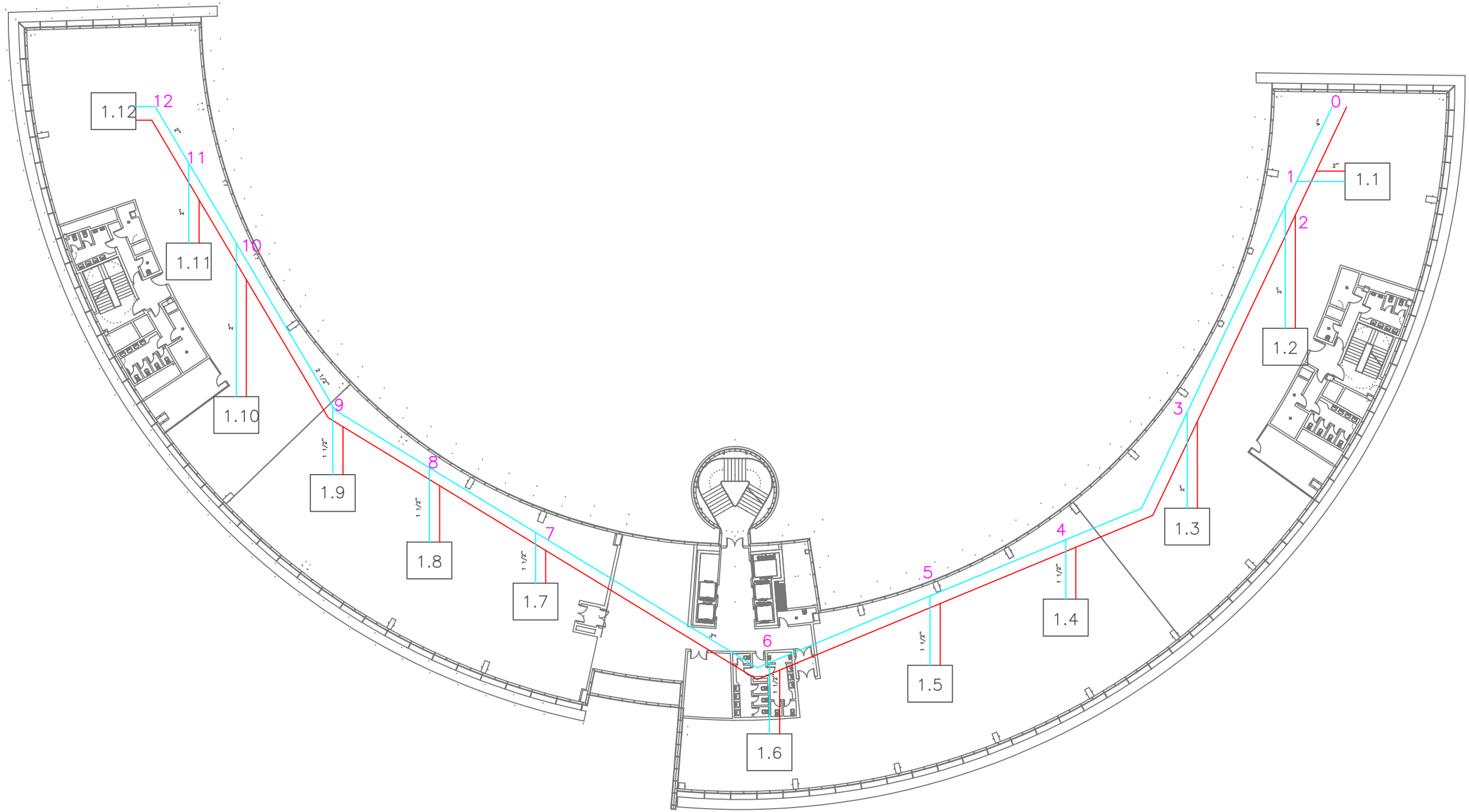
H en mm: Altura nominal de la rejilla
 L en mm: Longitud nominal de la rejilla

Δp en Pa: Pérdida de carga
 dB(A): Nivel de potencia sonora

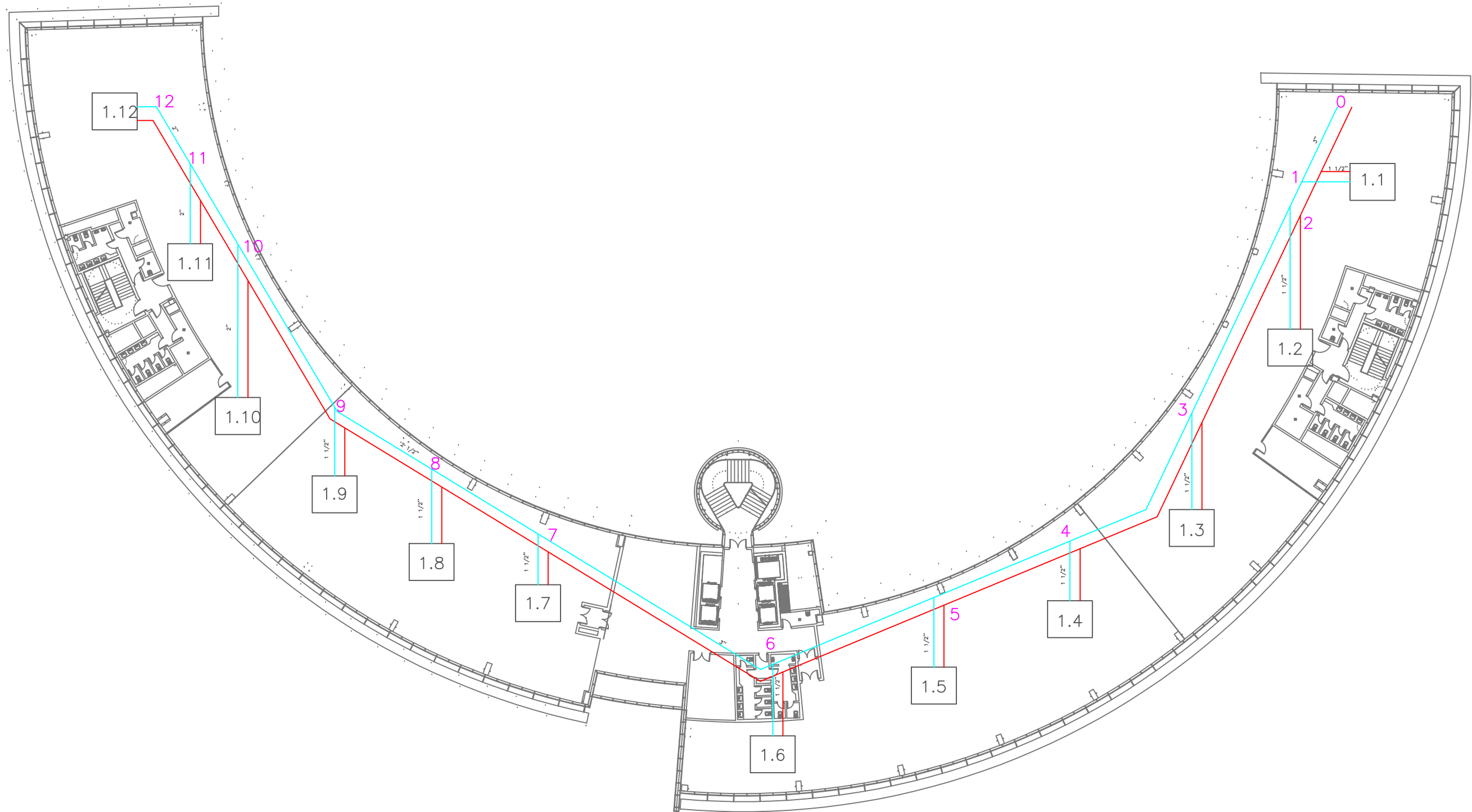
Rejillas de retorno

AT-A: Rejilla simple deflexión horizontal sin compuerta de regulación.

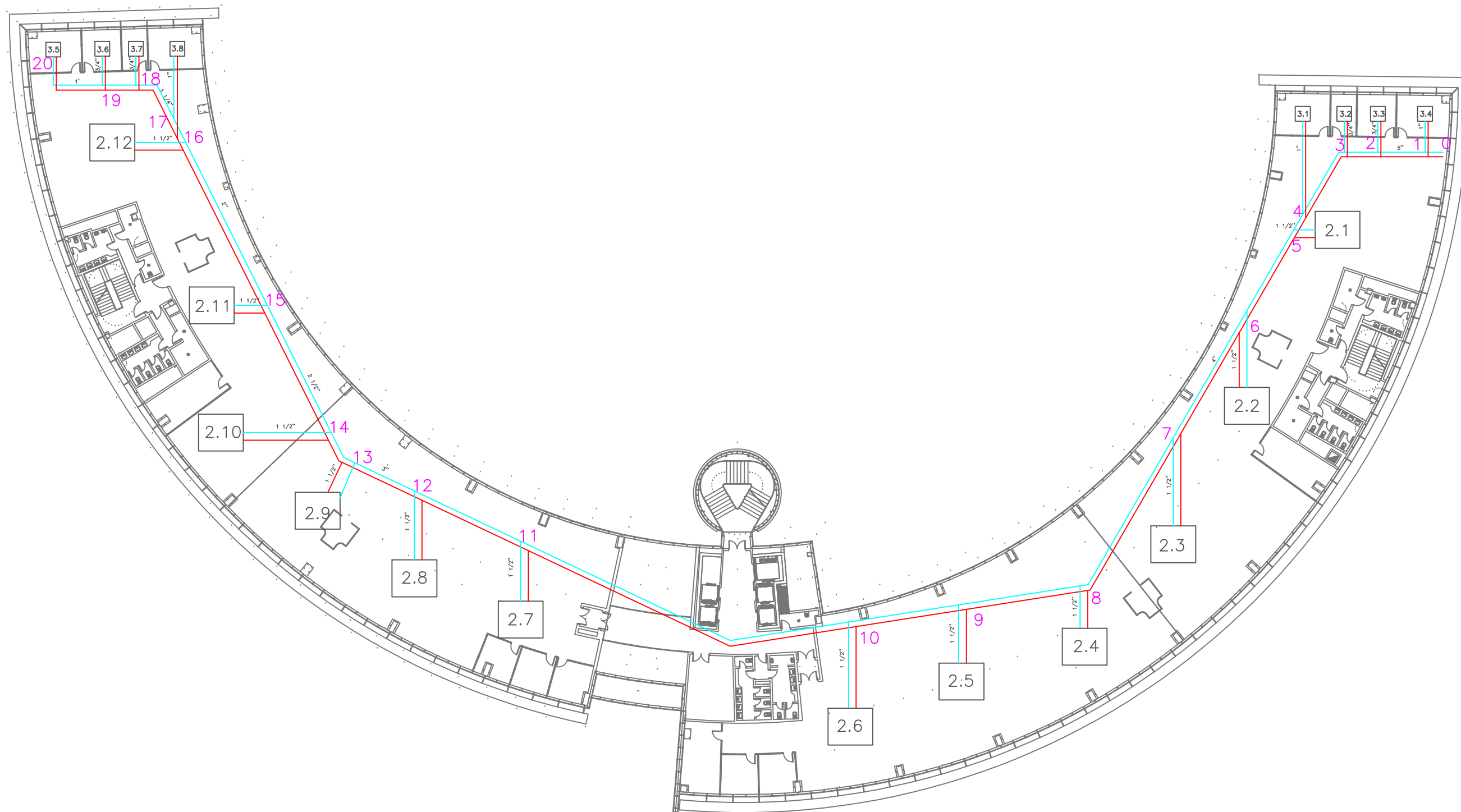
AT-AG: Rejilla simple deflexión horizontal con compuerta de regulación.



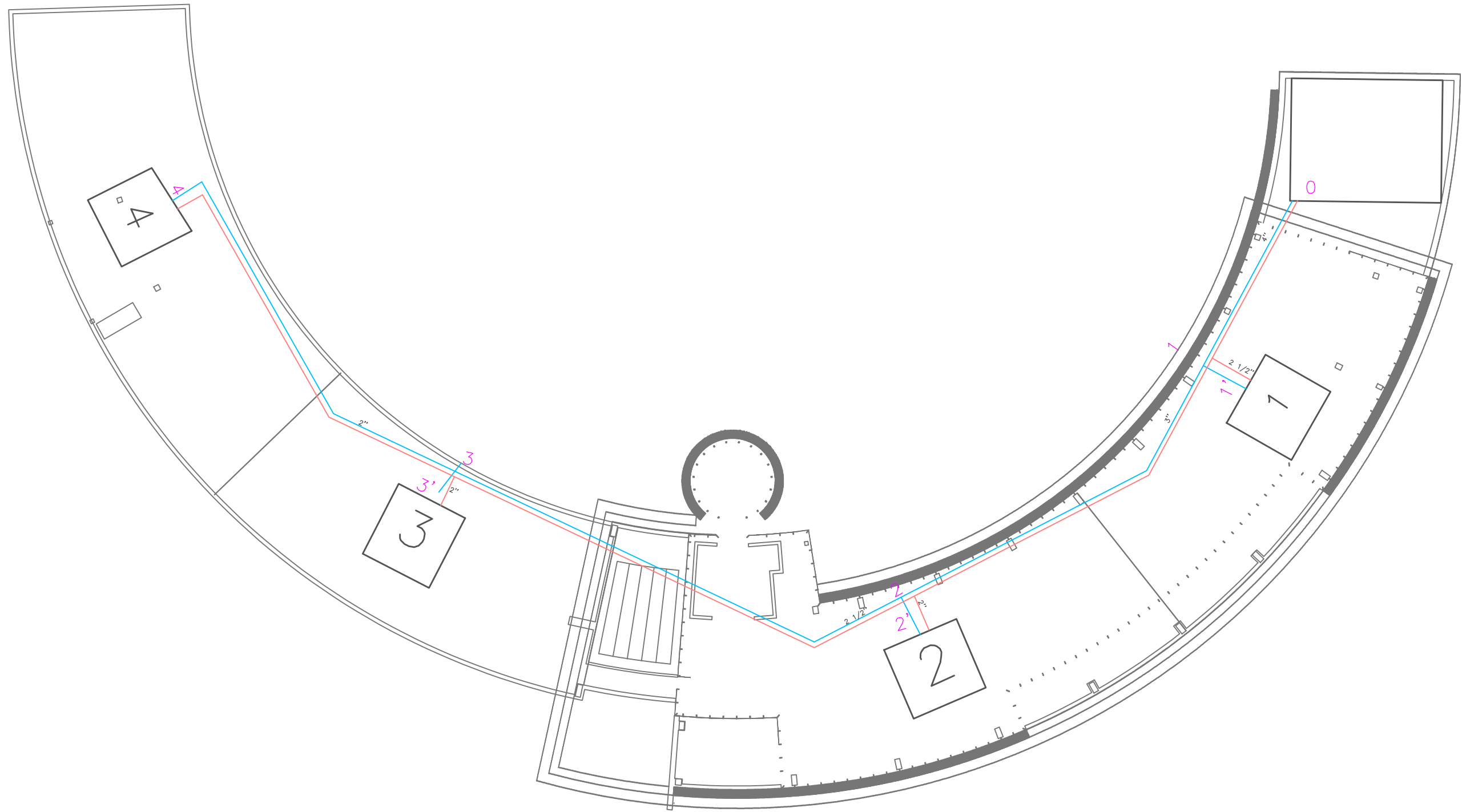
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id.s.normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de la línea de tuberías de refrigeración en planta baja</i>			<i>Lamina n.</i> CI-01
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



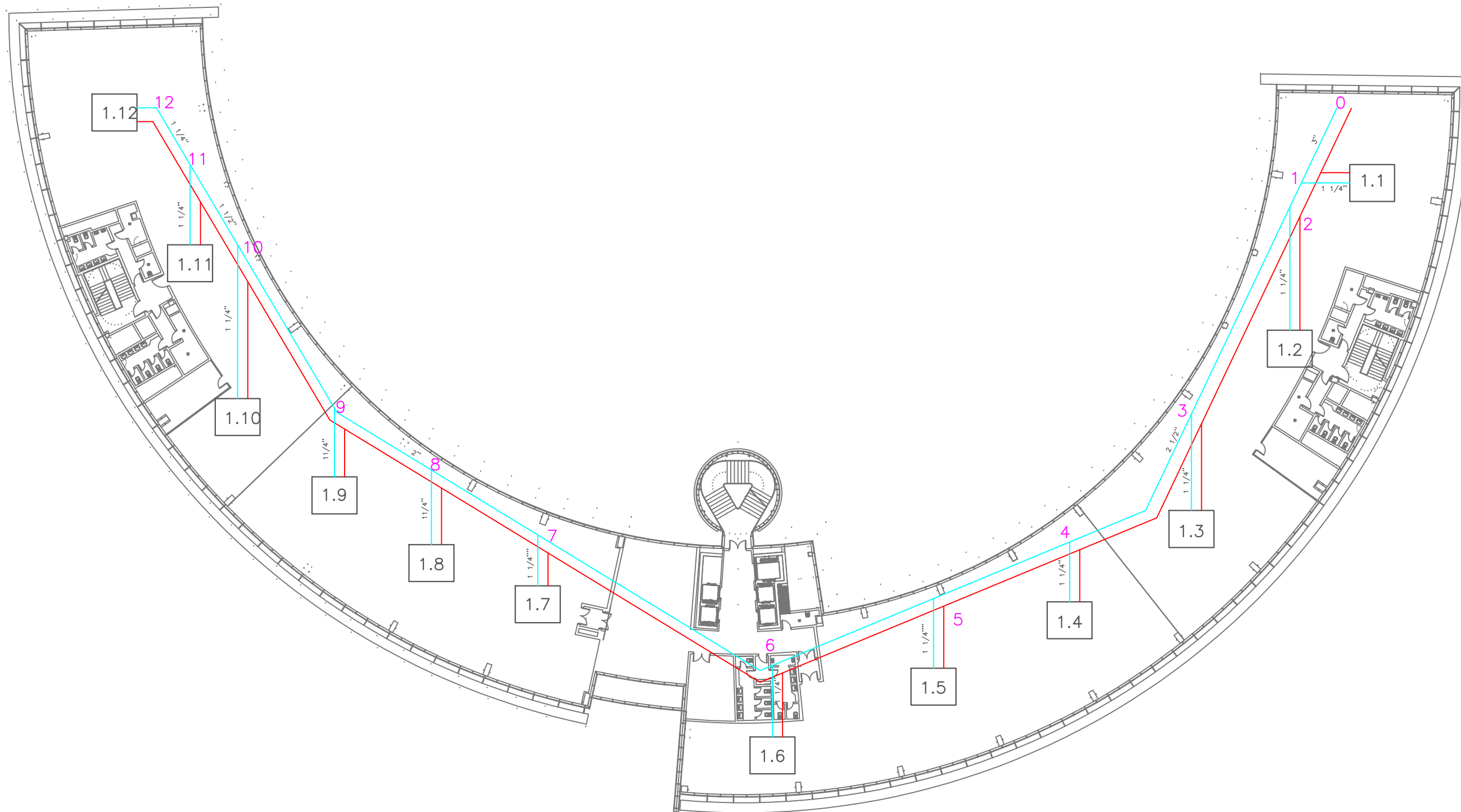
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id.s.normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de la línea de tuberías de refrigeración en primera planta</i>			<i>Lamina n. CI-02</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



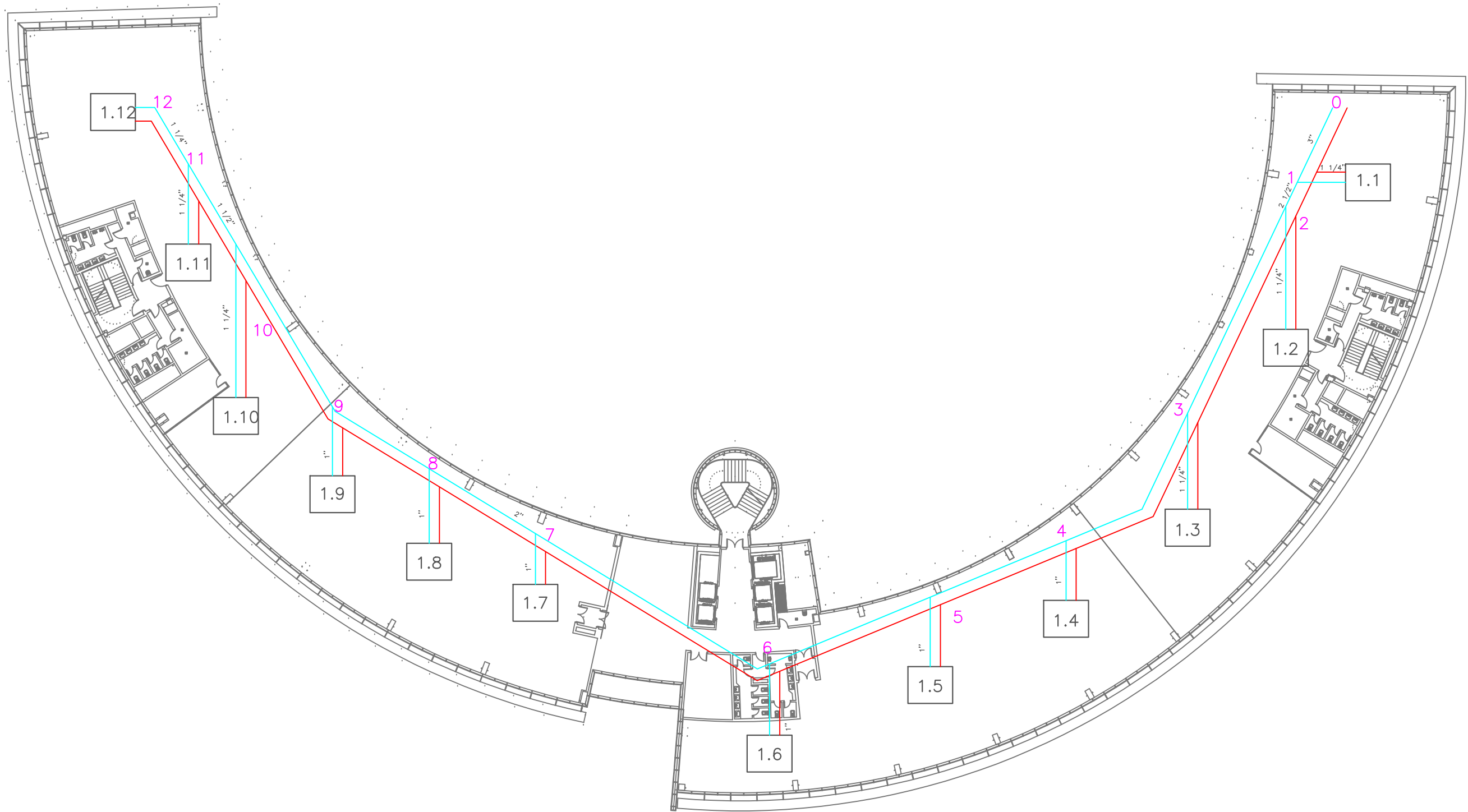
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id.s.normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de la línea de tuberías de refrigeración en segunda planta</i>			<i>Lamina n. CI-03</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



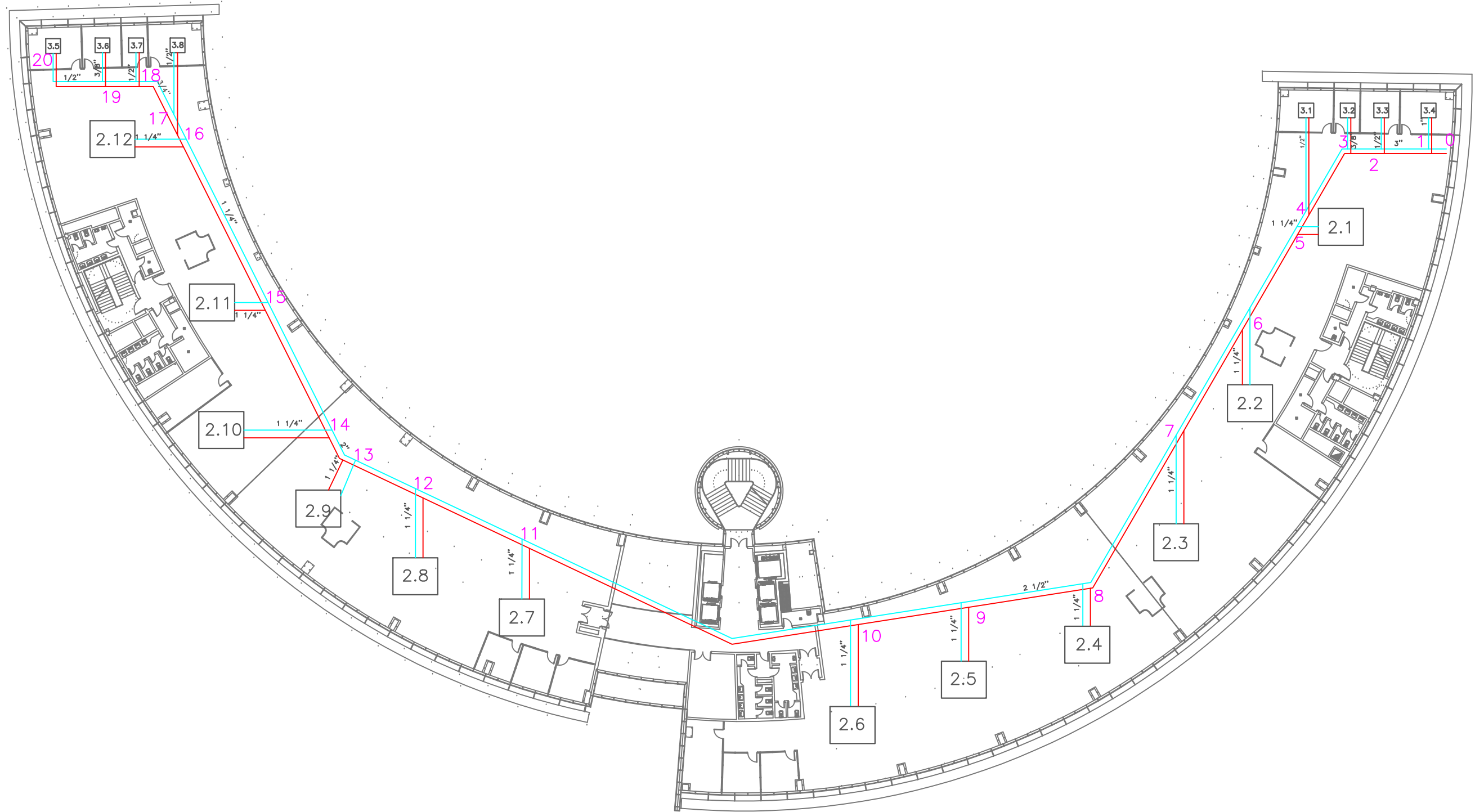
	Fecha	Nombre	Firma:	ICAI
Dibujado				
Comprobado				
id. s. normas				
Escala:	Distribución de la línea de tuberías de refrigeración de climatizadores			Lamina n. CL-04
1:4400				N. Alumno:
				Curso:



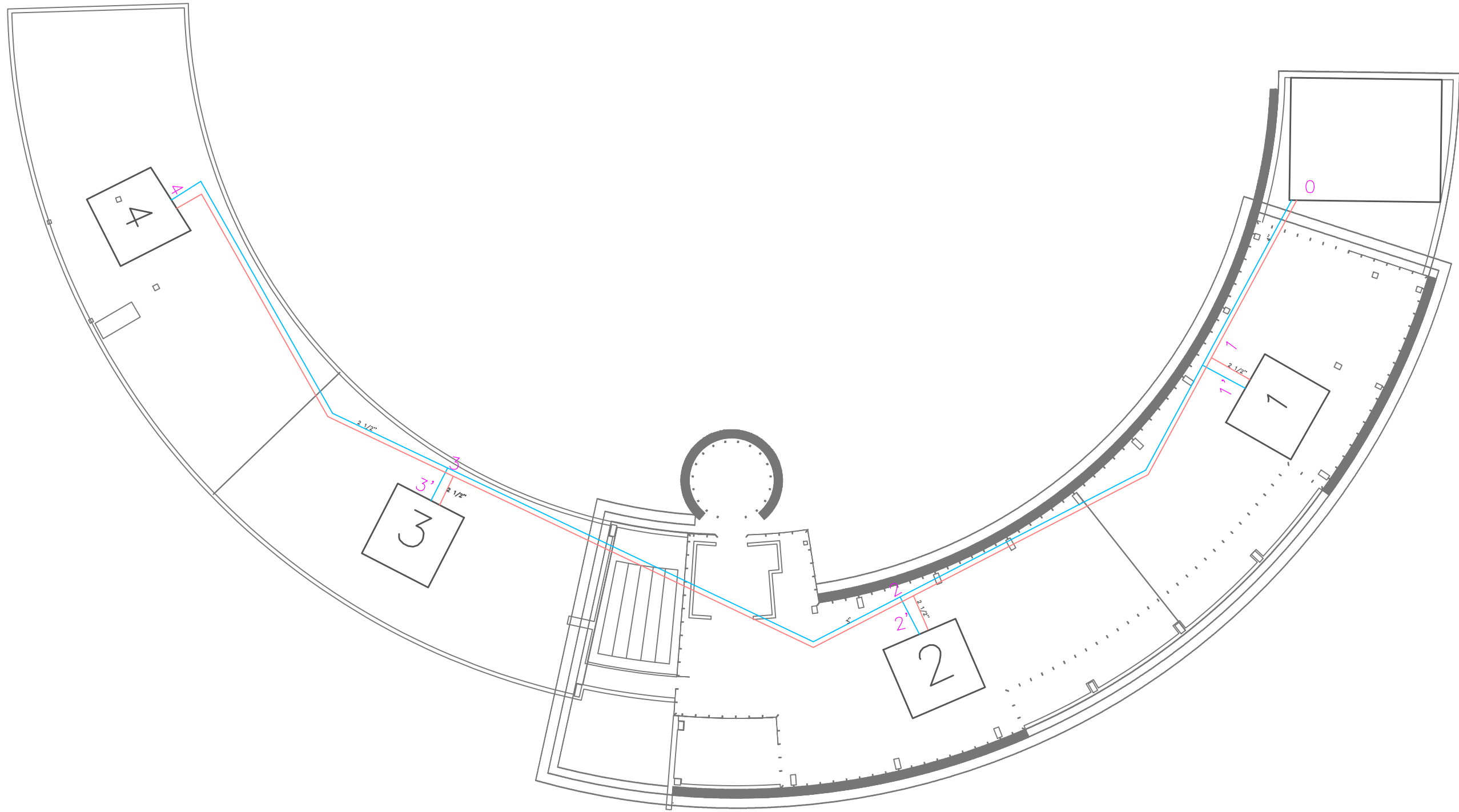
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id.s.normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de la línea de tuberías de calefacción en la planta baja</i>			<i>Lamina n. CI-05</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



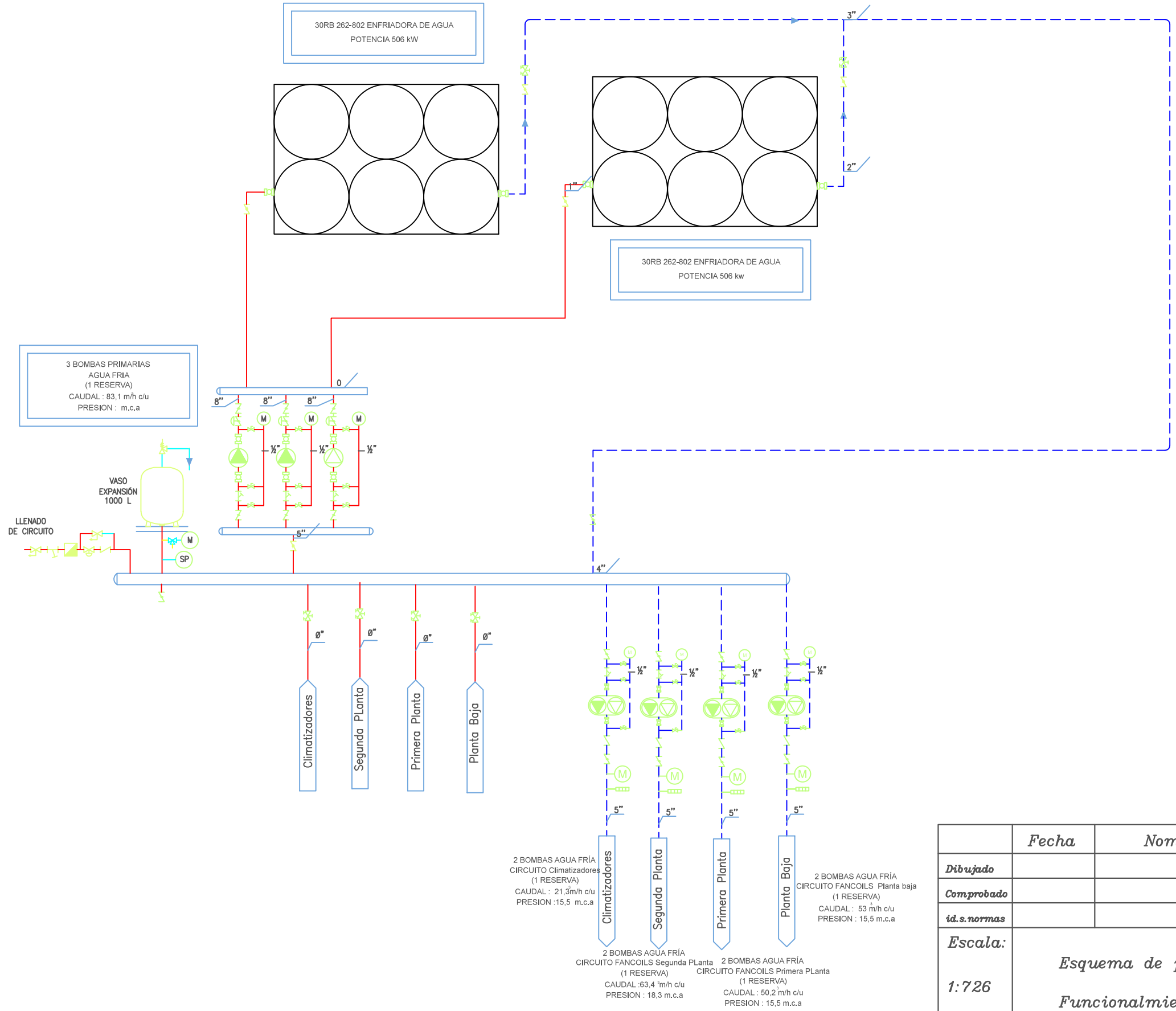
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id.s.normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de la línea de tuberías de calefacción en la primera planta</i>			<i>Lamina n. CI-06</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



	Fecha	Nombre	Firma:	ICAI
Dibujado				
Comprobado				
id.s.normas				
Escala: 1:4400	Distribución de la línea de tuberías de calefacción en la segunda planta			Lamina n. CI-07
				N. Alumno:
				Curso:



	Fecha	Nombre	Firma:	ICAI
Dibujado				
Comprobado				
id. s. normas				
Escala:	Distribución de la línea de tuberías de calefacción en la cubierta			Lamina n. CL-08
1:4400				N. Alumno:
			Curso:	



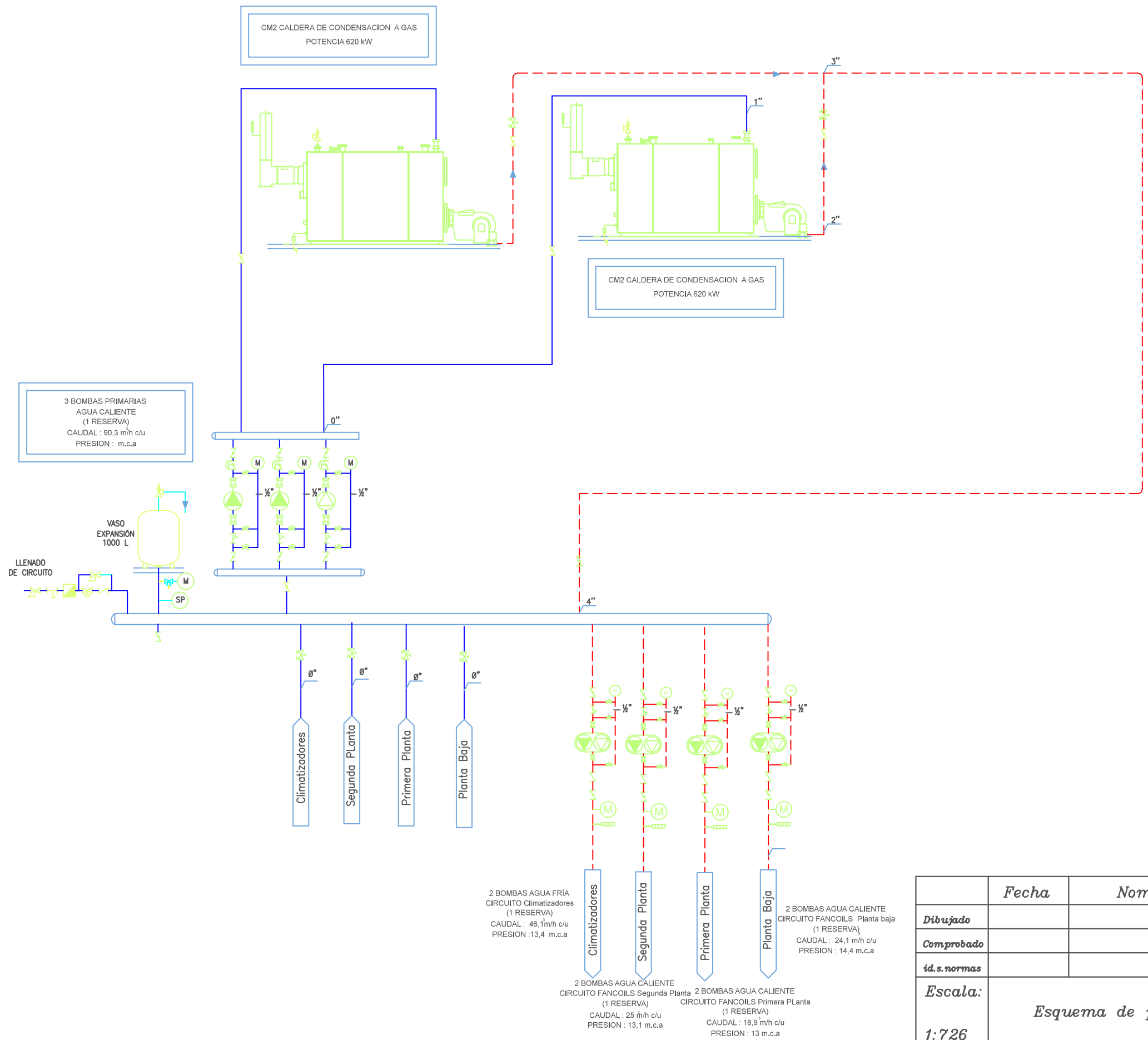
	Fecha	Nombre	Firma:	ICAI
Dibujado				
Comprobado				
id.s.normas				
Escala:	Esquema de principio de Funcionalmiento de las enfriadoras			Lamina n. CL-09
1:726				N. Alumno:
			Curso:	

2 BOMBAS AGUA FRÍA
CIRCUITO Climatizadores
(1 RESERVA)
CAUDAL : 21,3m³/h c/u
PRESION : 15,5 m.c.a

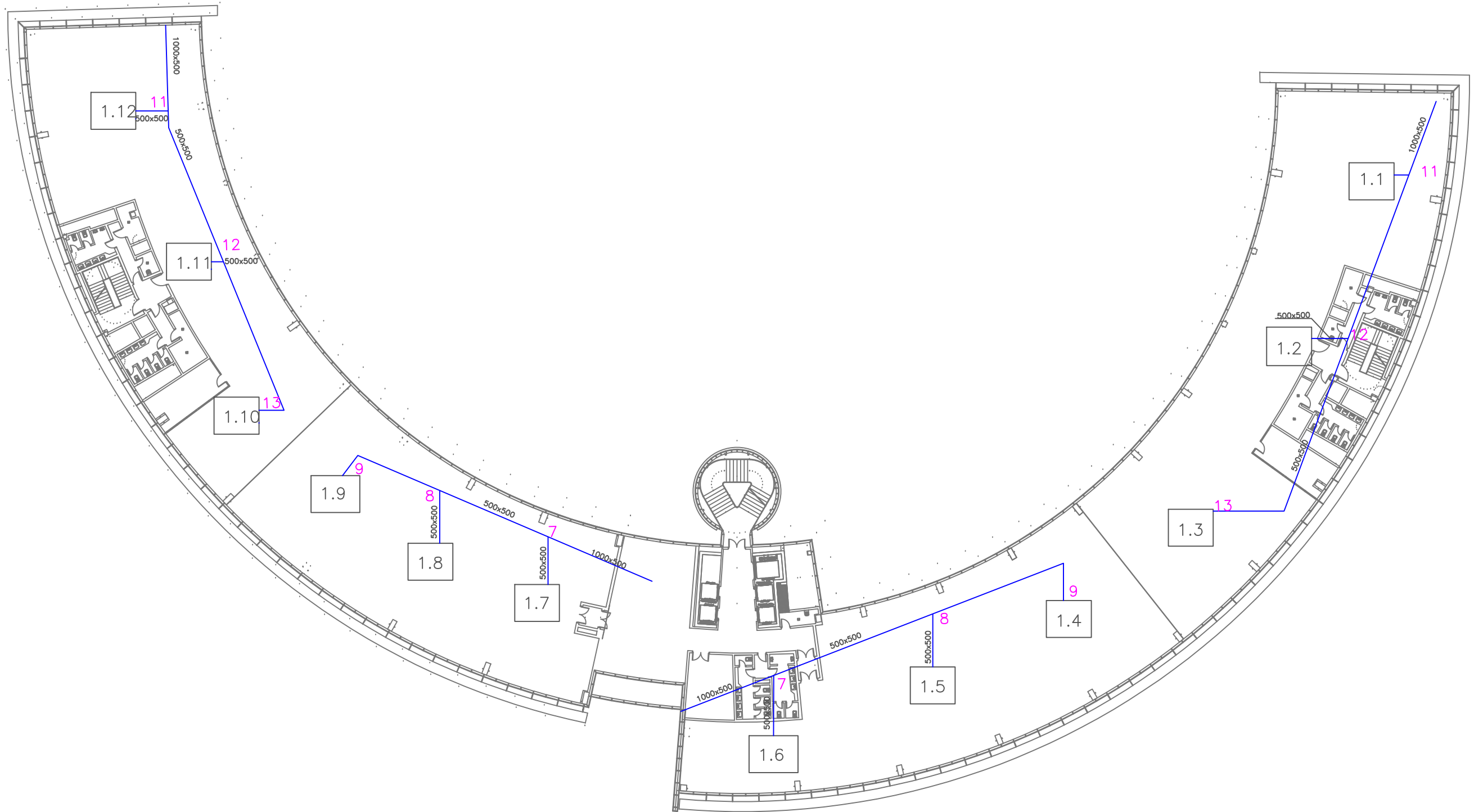
2 BOMBAS AGUA FRÍA
CIRCUITO FANCOILS Segunda PLanta
(1 RESERVA)
CAUDAL : 63,4 m³/h c/u
PRESION : 18,3 m.c.a

2 BOMBAS AGUA FRÍA
CIRCUITO FANCOILS Primera PLanta
(1 RESERVA)
CAUDAL : 50,2 m³/h c/u
PRESION : 15,5 m.c.a

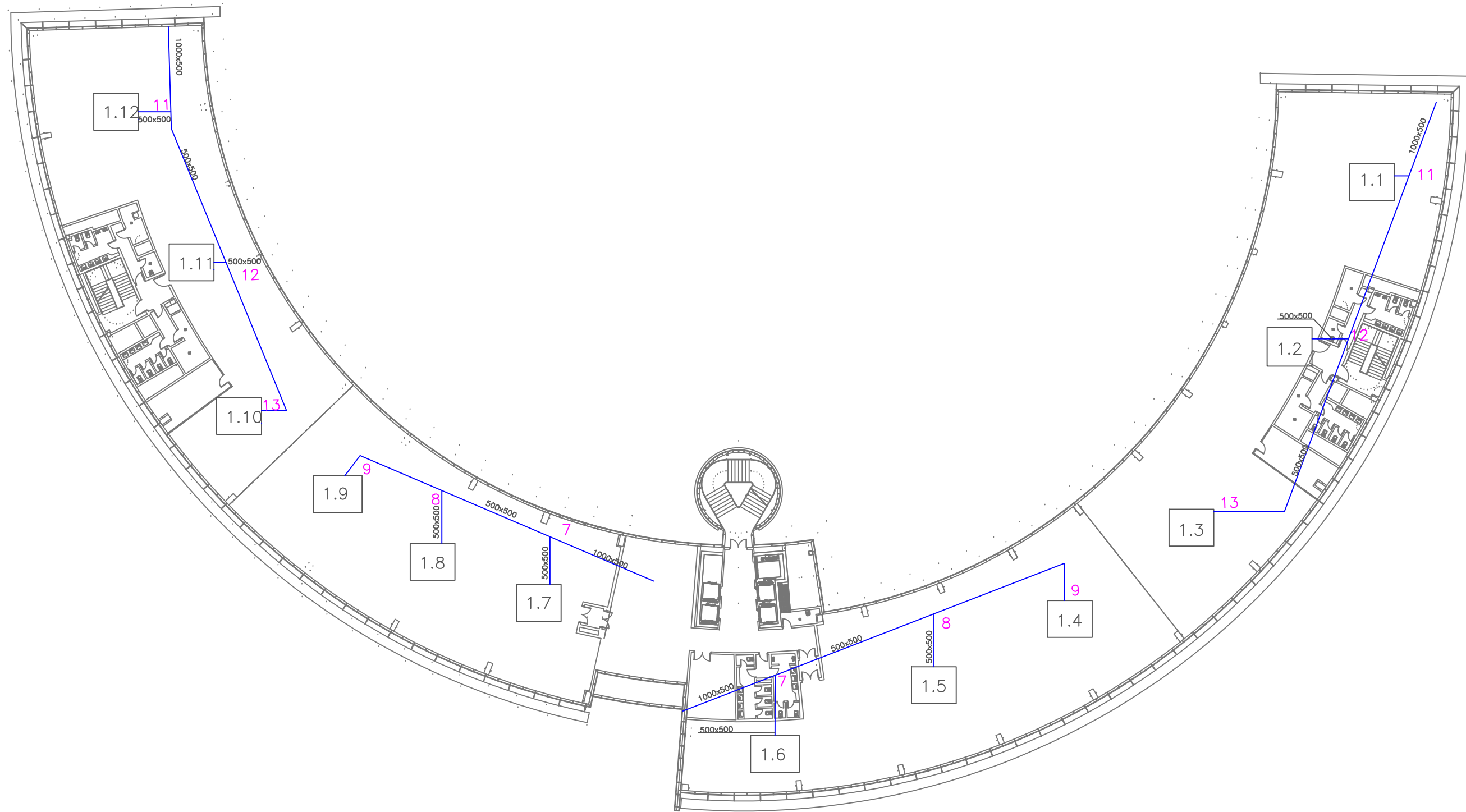
2 BOMBAS AGUA FRÍA
CIRCUITO FANCOILS Planta baja
(1 RESERVA)
CAUDAL : 53 m³/h c/u
PRESION : 15,5 m.c.a



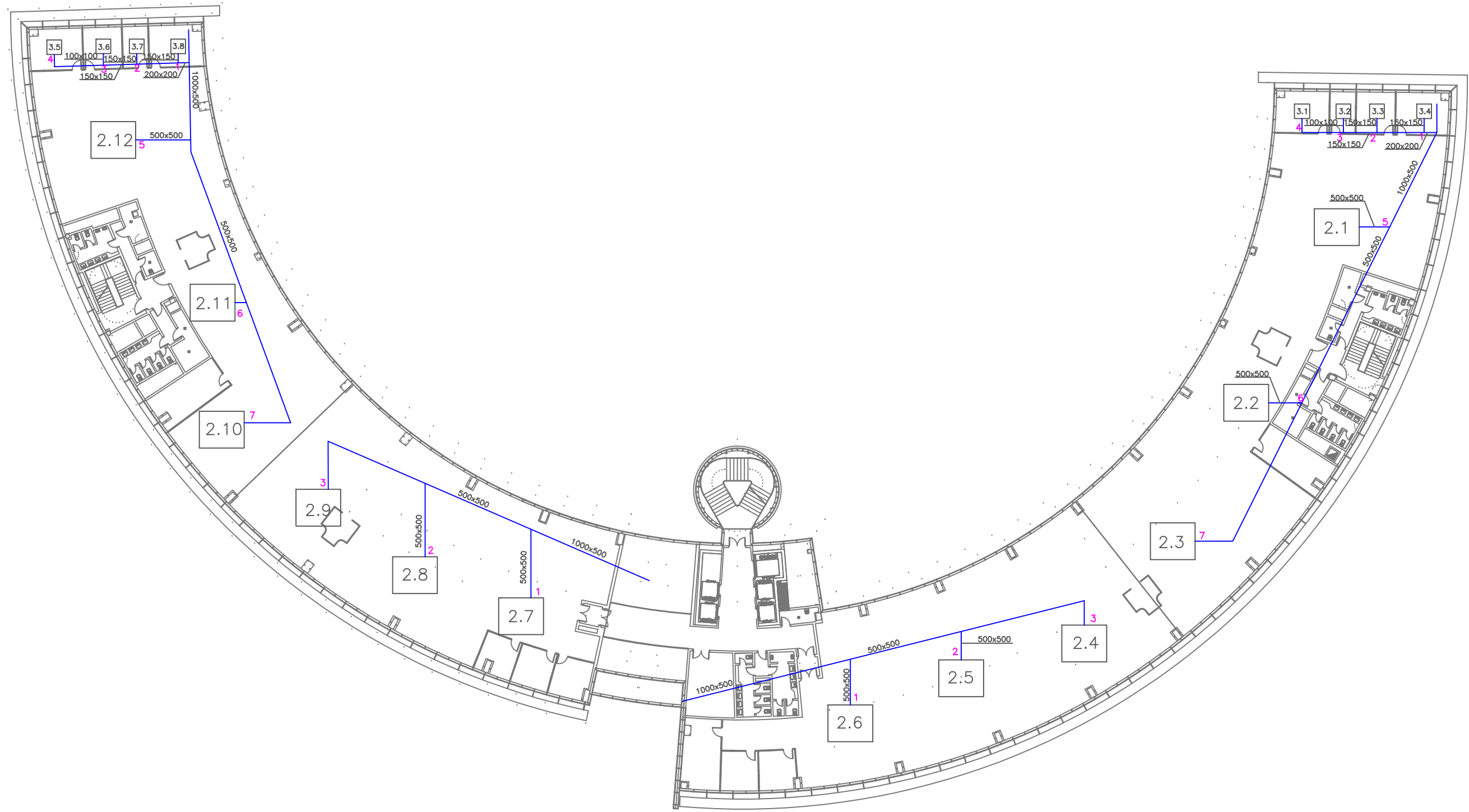
	Fecha	Nombre	Firma:	ICAI
Dibujado				
Comprobado				
id.s.normas				
Escala:	Esquema de principio de Funcionamiento de las Calderas			Lamina n. CL-10
1:726				N. Alumno:
				Curso:



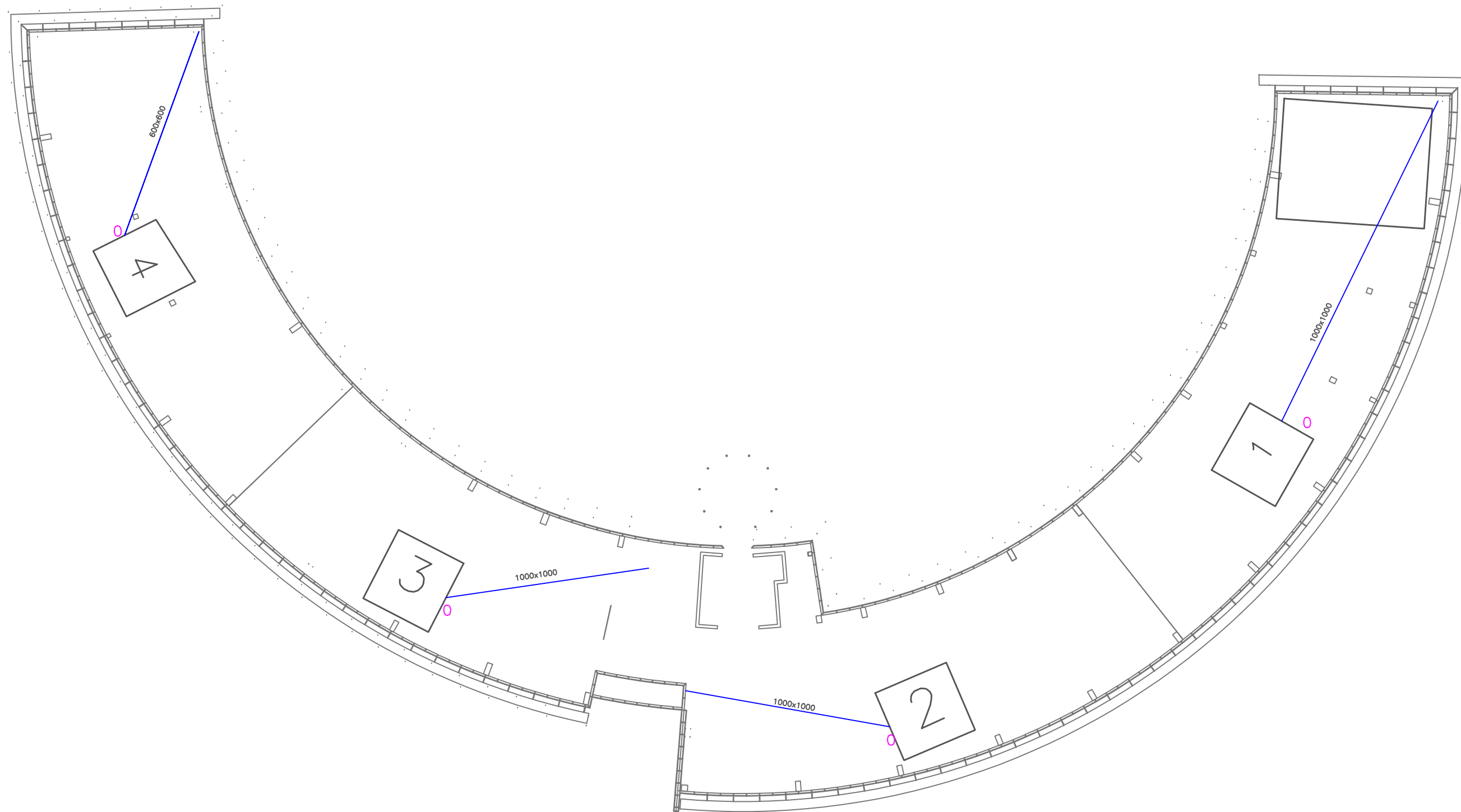
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>				<i>ICAI</i>
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de aire primario en la planta baja</i>			<i>Lamina n. CI-11</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



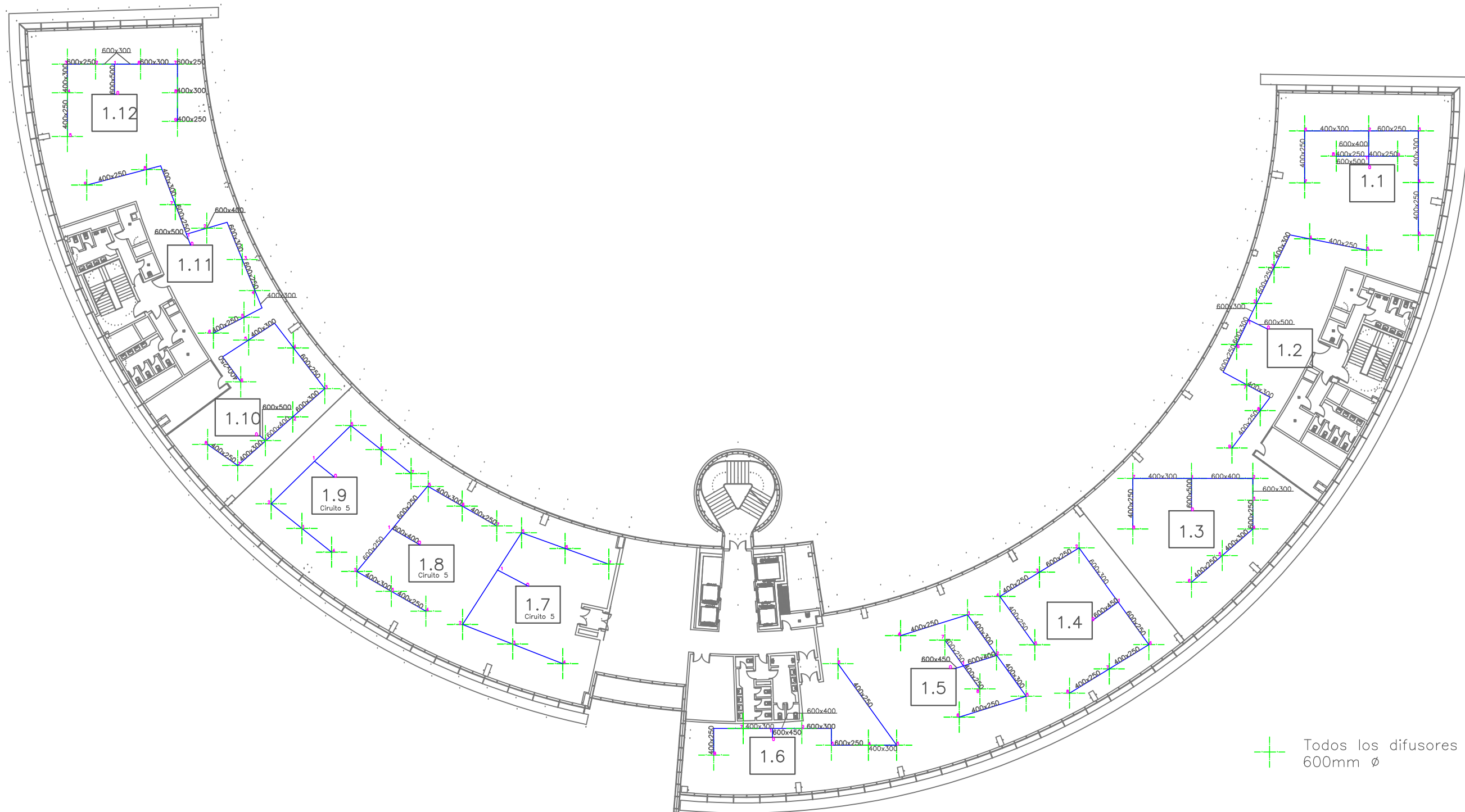
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>				<i>ICAI</i>
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de aire primario en la primera planta</i>			<i>Lamina n. CI-12</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>				<i>ICAI</i>
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de aire primario en la segunda planta</i>			<i>Lamina n.</i> CI-13
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

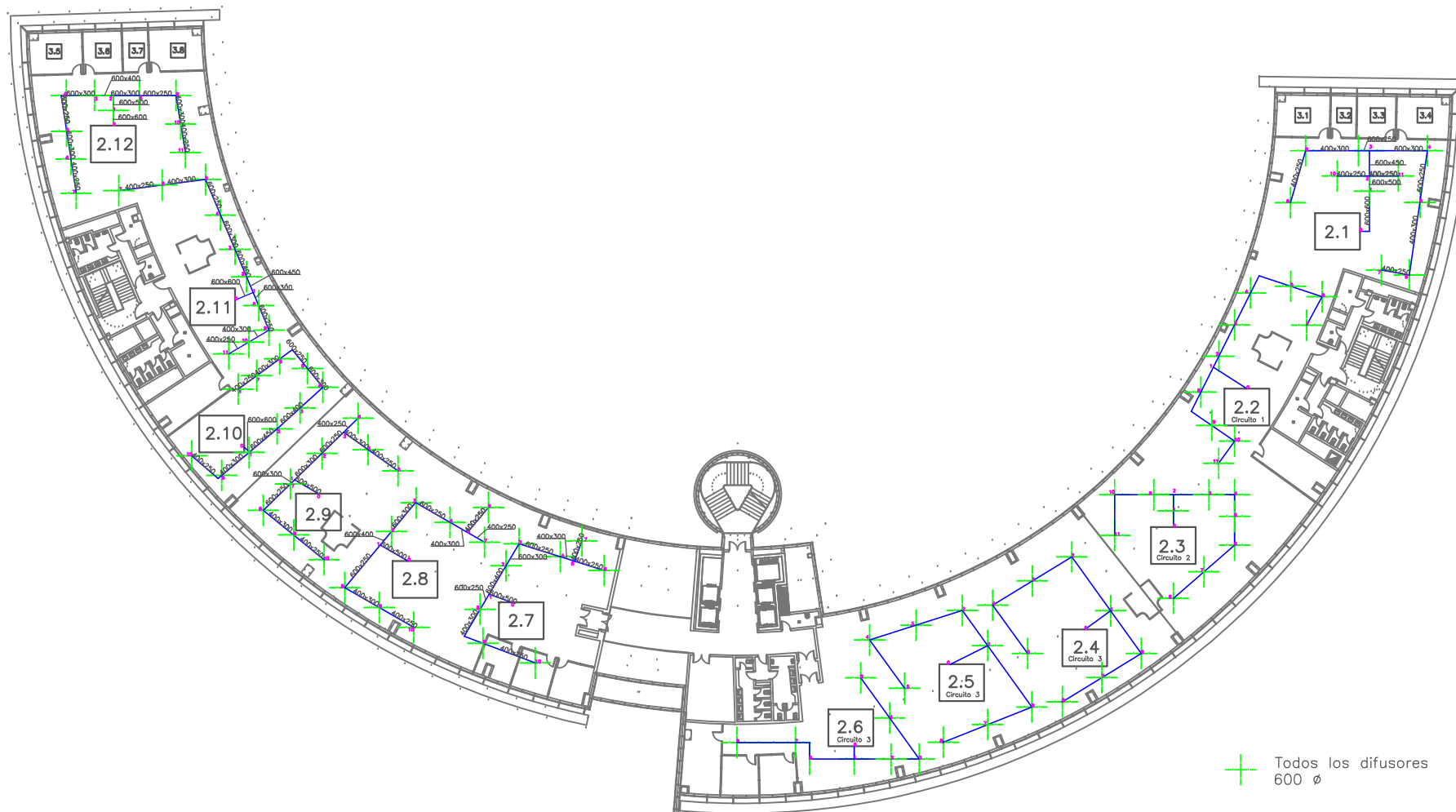


	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	
<i>Dibujado</i>				<i>ICAI</i>
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de aire primario en la cubierta</i>			<i>Lamina n. CI-14</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

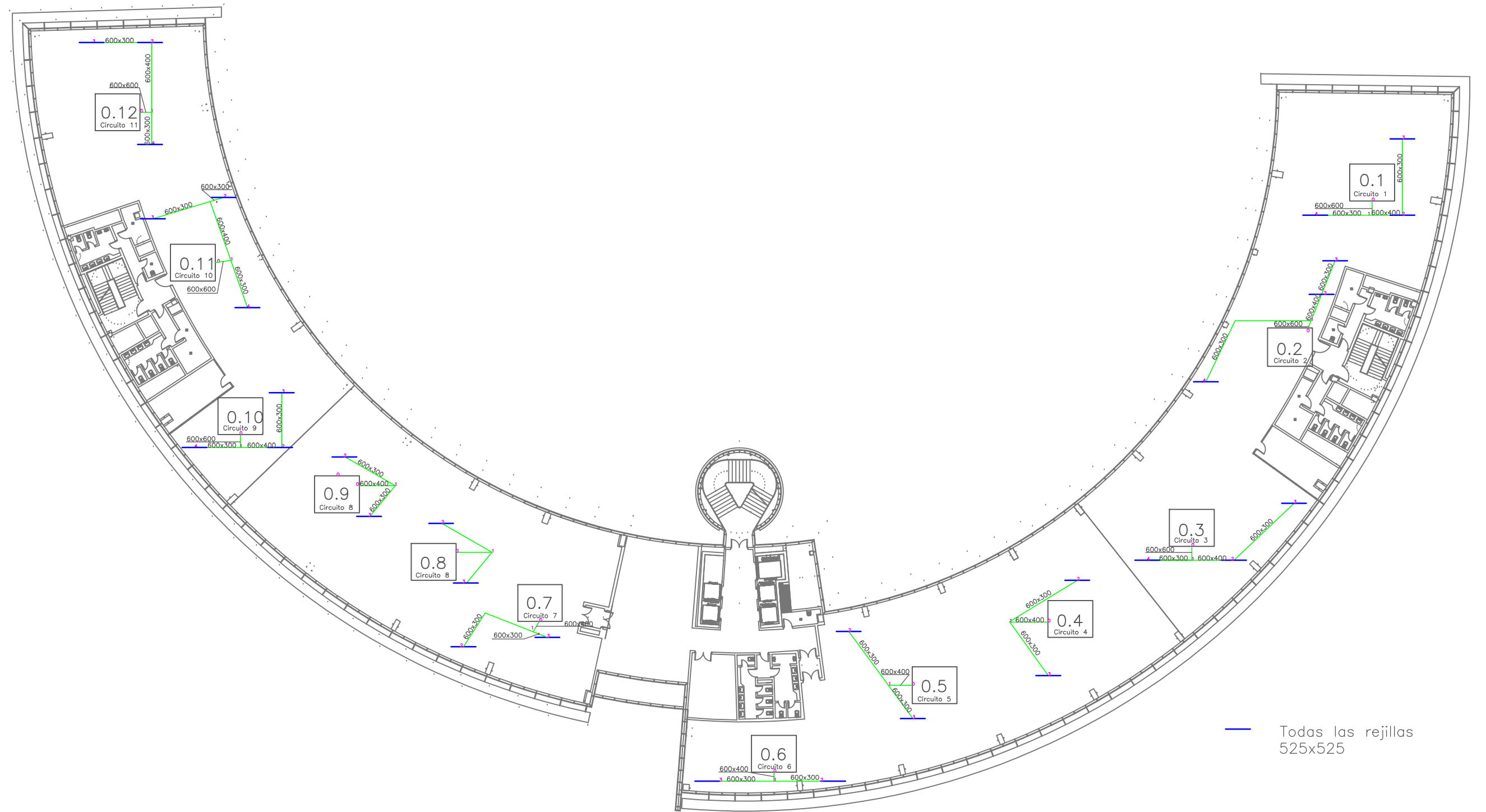


✦ Todos los difusores
600mm \varnothing

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id.s.normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de impulsión de aire secundario en la primera planta</i>			<i>Lamina n. CI-16</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>

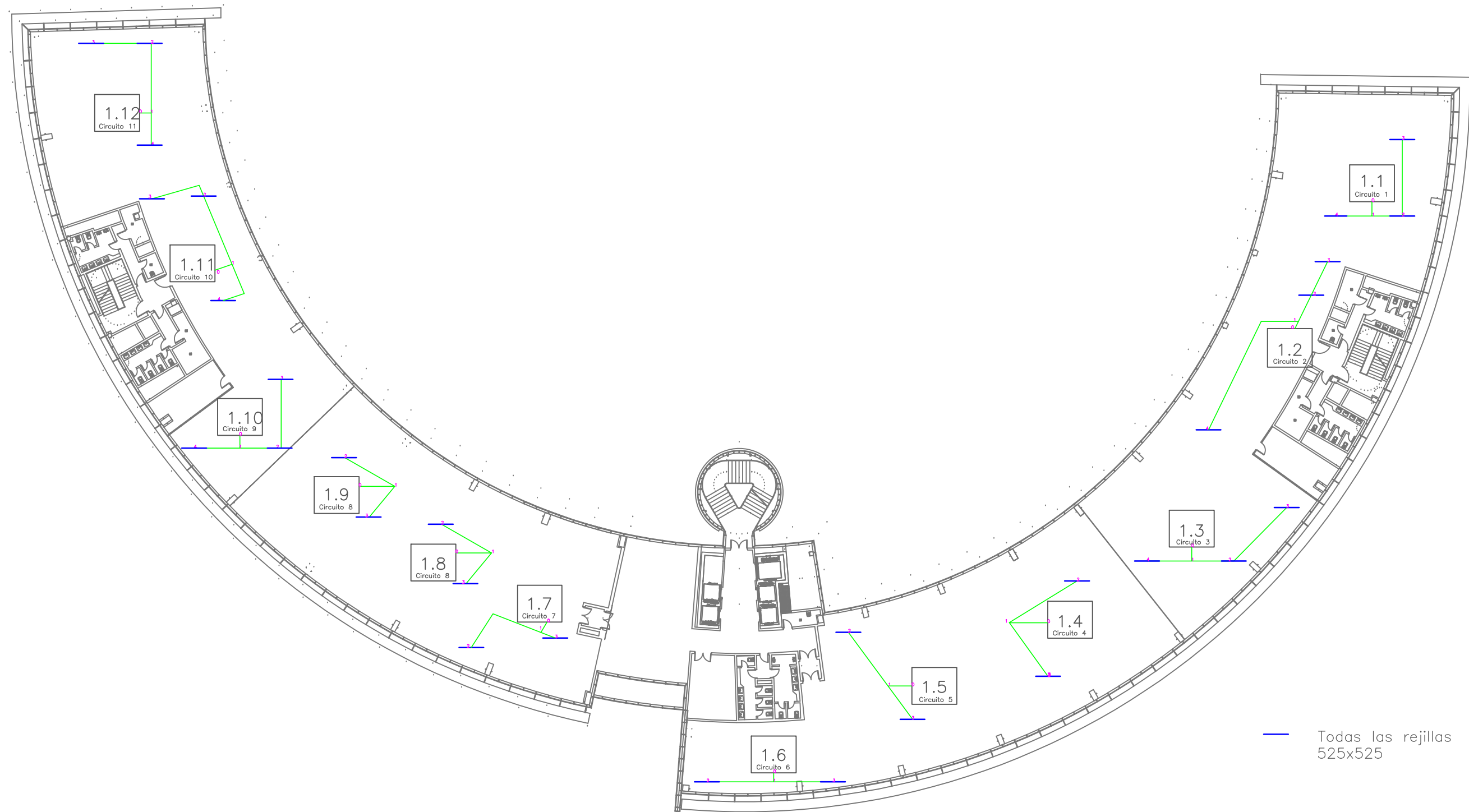


	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>Id. e. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de impulsión de aire secundario en la segunda planta</i>			<i>Lamina n.</i> Cl-17
				<i>N. Alumno:</i> <i>Curso:</i>



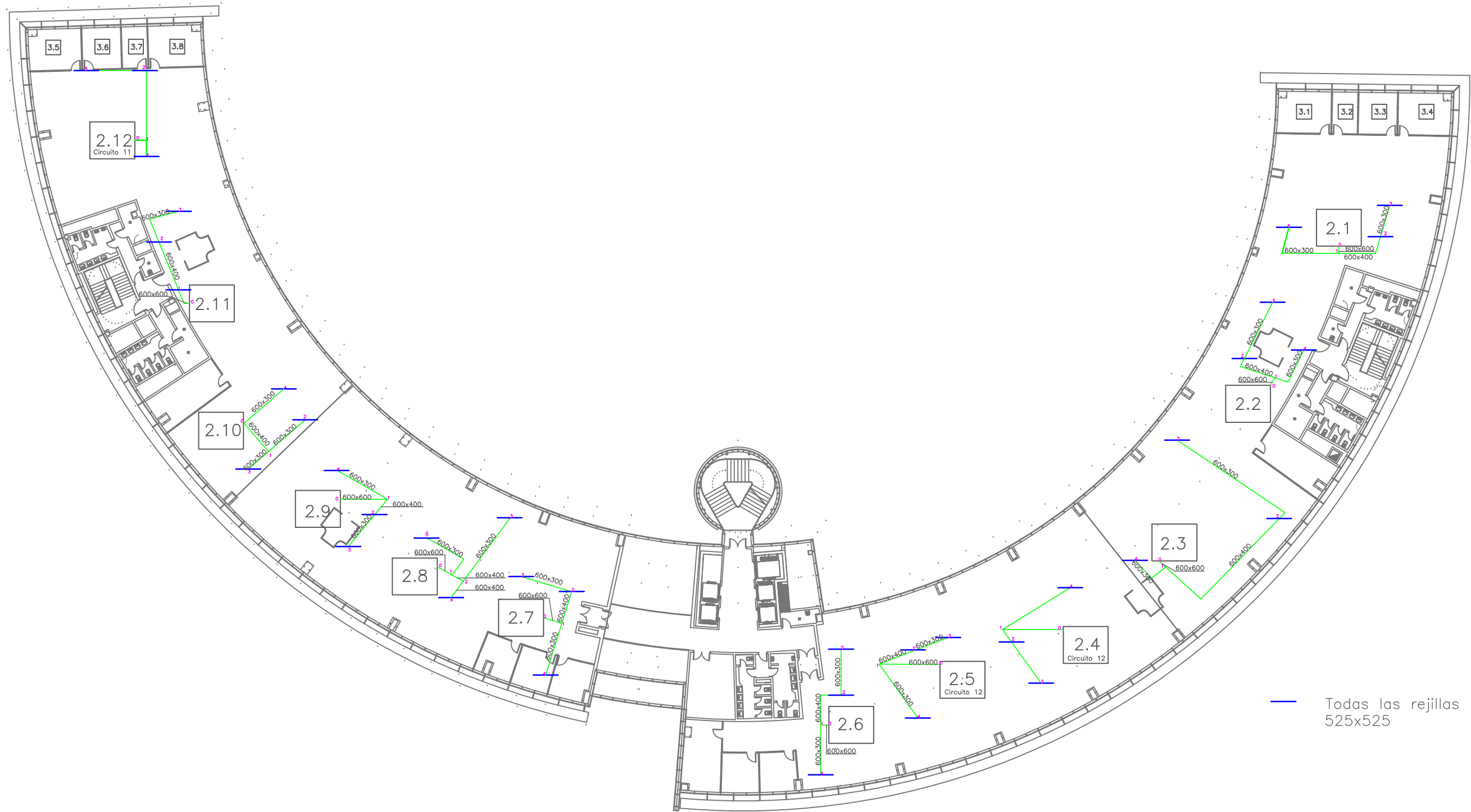
— Todas las rejillas
525x525

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de retorno de aire secundario en la planta baja</i>			<i>Lamina n. CI-18</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



— Todas las rejillas
525x525

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id.s.normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de retorno de aire secundario en la primera planta</i>			<i>Lamina n. CI-19</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>



— Todas las rejillas
525x525

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<i>ICAI</i>
<i>Dibujado</i>				
<i>Comprobado</i>				
<i>id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:4400	<i>Distribución de conductos de retorno de aire secundario en la segunda planta</i>			<i>Lamina n. CI-20</i>
				<i>N. Alumno:</i>
				<i>Curso:</i>