



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

INGENIERO INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN BADAJOZ

Autor: Luis Miguel Andueza Latasa

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Junio 2015



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)



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. Luis Miguel Andueza Latasa, 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 la obra Climatización de un centro comercial ubicado en Badajoz, 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) Reproducirla 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

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.



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.

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:

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



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

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 25 de Junio de 2015

ACEPTA

Fdo.....



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

Proyecto realizado por el alumno/a:

Luis Miguel Andueza Latasa

Fdo.:

Fecha://

Autorizada la entrega del proyecto cuya información no es de carácter
confidencial

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Javier Martín Serrano

Fdo.:

Fecha://

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

José Ignacio Linares

Fdo.:

Fecha://



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

INGENIERO INDUSTRIAL

PROYECTO FIN DE CARRERA

CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN BADAJOZ

Autor: Luis Miguel Andueza Latasa

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Junio 2015



Autor: Luis Miguel Andueza Latasa

Director: Javier Martín Serrano

Entidad Colaboradora: Universidad Pontificia de Comillas- ICAI

RESUMEN DEL PROYECTO:

El objetivo de este proyecto consiste en climatizar un centro comercial situado en Badajoz, respetando todas las condiciones técnicas y legales establecidas. El sistema de climatización está diseñado para vencer las condiciones más desfavorables, tanto en invierno como en verano.

El edificio consta de una planta baja, donde se encuentran todas las zonas que se van a climatizar, y una cubierta donde se situaran los equipos de la instalación. Tanto la planta como la cubierta tienen una superficie de 56944,43 m². La planta baja consta de una de oficinas y una zona de pasillos o zonas comunes del centro comercial, en las cuales se realizara la instalación de climatización, 94 locales comerciales, los cuales no se van a climatizar, pero si se les suministrara el agua fría y caliente necesaria para que se instale los equipos necesarios para su climatización y unas zonas que no se realizara instalación alguna como pueden ser baño, salidas de incendios o garajes de descarga de mercancías.

Las condiciones más desfavorables en verano dependen de la orientación de la fachada de las superficies a climatizar, mientras que en invierno estas condiciones son independientes de la orientación. Se han establecido unas condiciones de confort en los locales climatizados de 24°C y 50 % de humedad relativa en verano y 22°C y 50 % de humedad relativa en invierno.

Para el cálculo de cargas térmicas en verano se han considerado las producidas por transmisión entre el exterior y las zonas climatizadas así como entre las zonas climatizadas y zonas interiores no climatizadas, las cargas producidas por radiación solar,



cargas producidas por las personas que se encuentran en el edificio, cargas por iluminación y las producidas por los equipos. En el caso de pérdidas en invierno se han tenido en cuenta las pérdidas producidas por la transmisión entre las zonas climatizadas y el exterior y las pérdidas por transmisión entre zonas no climatizadas y zonas climatizadas. En ninguno de las situaciones desfavorable se ha tenido en cuenta la infiltración de aire exterior ya que se ha sobrepresionado todas las zonas climatizadas.

Una vez realizados todos los cálculos de potencias caloríficas y frigoríficas, caudales de aire y de agua, se han dimensionado los equipos y diseñado una red de conductos y de una red de tuberías. La instalación consta de una caldera y un grupo frigorífico para climatizar las zonas comunes y las oficinas, 4 calderas y 8 grupos frigoríficos para enfriar y calentar el agua destinada a las instalaciones de los locales comerciales, 50 bombas para impulsar el agua fría y caliente, 8 fan-coils para la climatización de las oficinas y los despachos, 5 climatizadores, 4 para la climatización de las zonas comunes del centro comercial y uno para un pre-tratamiento del aire exterior de los fan-coils. También cuenta dos redes de tuberías de impulsión de agua fría y caliente y dos redes de agua fría y caliente de retorno, una red de conductos de impulsión del aire de los climatizadores y una red de conductos de aire de retorno, así como difusores y rejillas para impulsar o extraer el aire de las salas.

Se han determinado algunos accesorios complementarios como son las válvulas o equipos de medida para un buen funcionamiento de la instalación.

El presupuesto final de la instalación asciende a **9.975.622,16 €** (NUEVE MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTIDÓS EUROS Y DIECISEIS CENTIMOS).



Author: Luis Miguel Andueza Latasa

Director: Javier Martín Serrano

Collaborating Entity: Universidad Pontificia de Comillas- ICAI

PROYECT SUMMARY:

The objective of this project is to acclimatize a mall located in Badajoz, respecting all established technical and legal conditions. The air conditioning system is designed to overcome the most unfavorable conditions in both winter and summer.

The building consists of a ground floor where are all areas that are to be heated, and a deck where the installation teams will be placed. Both the plant and the cover have an area of 56944.43 m². The ground floor consists of an office and an area of corridors or common areas of the shopping center, where the air conditioning took place, 94 commercial premises, which are not going to be air conditioned, but if they supply the cold water Hot and necessary for the equipment needed for air conditioning and some areas that do not perform any installation such as bathroom, fire exits or unloading goods garages is installed.

The most unfavorable conditions in summer depend on the orientation of the facade of the surfaces to be heated, while in winter these conditions are independent of direction. They have established conditions of comfort in the air-conditioned premises of 24°C and 50% RH in summer and 22 ° C and 50% relative humidity in winter.

For the calculation of summer thermal loads have been considered caused by transmission between the outside and the air and between heated and unheated areas hinterland areas, loads produced by solar radiation, loads produced by people who are in the building, lighting and loads produced by the teams. In the case of winter losses they were taken into account losses from transmission between the heated areas and outside and transmission losses



between zones not heated and air-conditioned. In none of the unfavorable situation has been taken into account infiltration of outside air as it has overpressured all air-conditioned.

When all the calculations of heat and cooling capacities, flow of air and water, are sized and designed equipment ductwork and a network of pipes. The facility consists of a boiler and refrigeration unit to heat the common areas and offices, 4 boilers and 8 refrigeration units for cooling and heating water for the facilities of the premises, 50 pumps to drive the hot and cold water, 8 fan coil units for air conditioning offices and offices, five air conditioners, 4 for the air conditioning in the common areas of the shopping center and one for pre-treatment of outdoor air in the fan-coils. It also has two networks of pipes pumping cold and hot water and two networks of cold and hot water return, a network drive duct air conditioners and a network of return air ducts and diffusers and grilles to push or pull air from the rooms.

They have given some complementary accessories such as valves or measuring equipment for proper operation of the facility.

The final budget for the facility amounts to € 9,975,622.16 (NINE MILLION NINE HUNDRED SEVENTY-FIVE THOUSAND THREE HUNDRED TWENTY EUROS AND SIXTEEN CENTS).

ÍNDICE DEL PROYECTO

I. MEMORIA

II. PLANOS

III. PLIEGO DE CONDICIONES

IV. PRESUPUESTO

PARTE 1

MEMORIA



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



Índice de la memoria

1.1.	Memoria descriptiva.....	6
1.1.1.	Motivación y objeto del proyecto.....	6
1.1.2.	Legislación aplicable	7
1.1.3.	Descripción del edificio.....	9
1.1.4.	Datos de partida	13
1.1.4.1.	Condiciones externas.....	13
1.1.4.2.	Condiciones internas.....	14
1.1.4.3.	Características constructivas	15
1.1.4.4.	Factor solar del vidrio	16
1.1.4.5.	Nivel de ocupación.....	17
1.1.4.6.	Cargas internas	17
1.1.4.7.	Renovación del aire.....	18
1.1.5.	Cálculo de cargas térmicas.....	19
1.1.5.1.	Cálculo de cargas de verano	19
1.1.5.2.	Cálculo de pérdidas en invierno.....	19
1.1.6.	Diseño de la instalación	20
1.1.6.1.	Sistema de climatización elegido	20
1.1.6.2.	Diseño de los climatizadores	20
1.1.6.3.	Diseño de los Fan-Coils	21
1.1.6.4.	Diseño de la caldera.....	22
1.1.6.5.	Diseño del equipo refrigerador.....	22
1.1.6.6.	Diseño de los difusores	23
1.1.6.7.	Diseño de los conductos	24
1.1.6.8.	Diseño de las rejillas.....	24
1.1.6.9.	Diseño de la red de tuberías	25
1.1.6.10.	Diseño de las bombas	25
1.1.6.11.	Diseño de los elementos auxiliares.....	26
1.1.7.	Justificación del cumplimiento RITE	28



1.1.7.1.	Eficiencia energética en la generación de calor y frío (IT 1.2.4.1)	28
1.1.7.2.	Eficiencia energética de las redes de tuberías y conductos (IT 1.2.4.2)	29
1.1.7.3.	Eficiencia energética del control de las instalaciones térmicas (IT	
1.2.4.3)	29	
1.1.7.4.	Contabilización de consumos (IT 1.2.4.4)	30
1.1.7.5.	Recuperación de energía (IT 1.2.4.5)	30
1.1.7.6.	Eficiencia energética de las redes de tuberías y conductos (IT 1.2.4.2)	30
1.1.7.7.	Contabilización de consumos (IT 1.2.4.4)	31
1.1.7.8.	Seguridad en la generación de frío y calor (IT 1.3.4.1)	31
1.1.7.9.	Seguridad en las redes de tuberías y conductos (IT 1.3.4.2)	33
1.1.7.10.	Seguridad de protección contra incendios (IT 1.3.4.3)	34
1.1.7.11.	Seguridad de utilización (IT 1.3.4.4).....	34
1.2.	Cálculos de climatización	36
1.2.1.	Cálculo de cargas	36
1.2.1.1.	Cálculo de cargas en verano	36
1.2.1.1.1.	Cargas por transmisión	36
1.2.1.1.2.	Cargas por infiltración.....	40
1.2.1.1.3.	Cargas por radiación	40
1.2.1.1.4.	Cargas por iluminación	41
1.2.1.1.5.	Cargas por ocupación.....	41
1.2.1.1.6.	Resultados finales de cargas de verano	42
1.2.1.1.7.	Cálculo de pérdidas en invierno.....	42
1.2.1.1.8.	Pérdidas por transmisión	42
1.2.1.1.9.	Pérdidas por infiltración.....	43
1.2.1.1.10.	Resultados finales de pérdidas de invierno	44
1.2.1.2.	Cálculo de caudal de ventilación.....	44
1.2.1.3.	Resultados finales	45
1.2.2.	Cálculo y selección de equipos	46
1.2.2.1.	Cálculo de los parámetros necesarios para los Climatizadores	46
1.2.2.1.1.	Condiciones de verano.....	46
1.2.2.1.2.	Condiciones de invierno.....	51
1.2.2.2.	Selección de Climatizadores	54
1.2.2.3.	Cálculo y selección de Fan-Coils.....	56
1.2.2.4.	Selección de calderas	57



1.2.2.5.	Selección de grupos frigoríficos	58
1.2.2.6.	Selección de los difusores	59
1.2.2.7.	Selección de las rejillas	60
1.2.2.8.	Selección de los conductos	61
1.2.2.9.	Selección de las tuberías	64
1.2.2.10.	Selección de bombas	66
1.3.	Anexos.....	70
1.3.1.	Tablas de cálculo empleadas	70
1.3.1.1	Ábaco psicométrico	70
1.3.1.2	Ábaco de cálculo de conductos de aire	71
1.3.1.3	Tabla de equivalencias de conductos (Rectangular/circular)	72
1.3.1.4	Ábaco de cálculo de tuberías de agua (diagrama de MOODY para tubería de acero) 73	
1.3.2.	Catálogos de los equipos empleados.....	74
1.3.2.1	Catálogo de climatizadores TROX	74
1.3.2.2	Catálogo de Fan-Coils 42 GW.....	78
1.3.2.3	Catálogo de grupos frigoríficos CARRIER 30XAV.....	81
1.3.2.4	Catálogo de calderas YGNIS FBG.....	85
1.3.2.5	Catálogo de difusores TROX VDL	89
1.3.2.7	Catálogo de rejillas TROX.....	96
1.4.	Bibliografía	99



1.1. Memoria descriptiva

1.1.1. Motivación y objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es la climatización de un centro comercial en la ciudad de Badajoz, estableciendo las condiciones técnicas y legales a las que deberán ajustarse las instalaciones de climatización.

La motivación del mismo es el manejo de las técnicas de climatización, muy en auge en estos últimos años.

Estas instalaciones comprenden la totalidad de los sistemas de refrigeración y calefacción necesarios durante todos los días del año en unas instalaciones de estas características.

Para ello, se ha ajustado al Apéndice 07.1 del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, cumplimentando todos los capítulos de la RITE, con su contenido simplificado ajustado al tipo de instalación de que se trata.



1.1.2. Legislación aplicable

La instalación cumplirá, tanto en los equipos suministrados como en su montaje toda la normativa Legal vigente, cuyos puntos esenciales ligados al presente proyecto son:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) e Instrucciones Técnicas complementarias (R.D. 1027/2007 - B.O.E. 29/8/07).
- Código Técnico de la Edificación (R.D. 314/2006-B.O.E. 28/3/2006).
- Ordenanzas Municipales y de Comunidad Autónoma: Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid (Decreto 31/2003 de 13 de Marzo).
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. 6/12/77) e Instrucciones Técnicas complementarias MI-IF (B.O.E. 3/2/78)
- Reglamento de Aparatos a Presión (B.O.E. 29/5/79), RAP.
- Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos (B.O.E. 23/7/84) e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Reglamento de Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles (B.O.E. 9/1/86).
- Orden de 9 de Marzo de 1971, por la cual se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, con las modificaciones y actualizaciones del Reglamento sobre lugares de trabajo y de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de Seguridad y Salud en obras de construcción e Instalaciones (R.D. 1627/97 de 24 de Octubre).



- Reglamento sobre lugares de trabajo, según Real Decreto 486/1997 de 4 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Ley de Protección del Ambiente Atmosférico (B.O.E. 9/6/75), e Instrucciones complementarias.
- Real Decreto 909/2001, de 27 de Julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. 18/9/2002) e Instrucciones Técnicas complementarias.
- Normativa UNE de aplicación.
- Reglamento de Instalaciones de Gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales (R. D. 1853/1993 de 22/10/93).
- Reglamento General del Servicio Público de Gases Combustibles.
- Instrucción sobre Instaladores autorizados de gas y Empresas Instaladoras.
- Instrucciones sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gases combustibles.
- Reglamento de aparatos que utilizan gas como combustible.
- Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas (90/396/CEE) sobre aparatos de gas, Anexo I, punto 3.4, sobre combustión.
- R.D. 1201/2005, de 10 de Octubre, sobre protección de los animales utilizados para experimentación y otros fines científicos.



1.1.3. Descripción del edificio

El edificio objeto de estudio está destinado al uso comercial, situado en la ciudad de Badajoz. El edificio constaba de dos plantas donde se encuentran los locales comerciales y diferentes restaurantes, aunque solo se conservara la primera planta (donde se encuentran la mayoría de locales comerciales).

El edificio a climatizar queda de la siguiente manera:

-Una planta subterránea de garaje, la cual no se ha climatizado, pero se ha tenido en cuenta en el cálculo de cargas (transmisión de calor).

-Planta Baja: Esta planta está formada por los locales comerciales, zonas comunes, denominadas MALL, zona de oficinas y zonas no climatizadas, como pueden ser salidas de incendios o zonas de descarga de mercancías.

Las superficies de la planta baja son las siguientes:

	Superficie [m ²]
Total de la planta	56944,43
Locales (94 locales)	44316,16
Oficinas (7 salas)	199,7
MALL	8979,3
Zonas no climatizadas	3449,27



- Oficinas: En el centro comercial encontramos una pequeña zona de oficinas y despachos:

	Superficie [m ²]
oficina 1	13,33
oficina 2	13,33
oficina 3	99,43
oficina 4	18,13
oficina 5	23,12
oficina 6	32,36
oficina 7	21,34

- MALL: MALL es la denominación empleada a las zonas comunes, “pasillos”, que unen los diferentes locales comerciales:

	Superficie [m ²]
Mall 1	3324,86
Mall 2	2333,18

- Locales comerciales:

	Superficie [m ²]
Local 1	3251,2
Local 2	1536
Local 3	171,6
Local 4	171,6
Local 5	171,6
Local 6	149
Local 7	2138,91
Local 8	3300,99
Local 9	66
Local 10	90,33
Local 11	267,87
Local 12	146,75
Local 13	1603



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

Local 14	143,5
Local 15	143,5
Local 16	143,5
Local 17	833,17
Local 18	214,64
Local 19	188,96
Local 20	86,72
Local 21	143,52
Local 22	258,12
Local 23	452,2
Local 24	820,43
Local 25	135,38
Local 26	310,51
Local 27	310,51
Local 28	505,71
Local 29	256,17
Local 30	256,17
Local 31	256,17
Local 32	11852,43
Local 33	288,39
Local 34	290,06
Local 35	266,87
Local 36	516
Local 37	266,87
Local 38	626,35
Local 39	2055,87
Local 40	423,33
Local 41	281,05
Local 42	217,34
Local 43	79,2
Local 44	94,14
Local 45	269,98
Local 46	280,23
Local 47	123,27
Local 48	79,2
Local 49	79,2
Local 50	79,2
Local 51	79,2
Local 52	90,91
Local 53	250,26
Local 54	1933,4



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

Local 55	275,1
Local 56	401,3
Local 57	275,1
Local 58	105,84
Local 59	116,36
Local 60	129,12
Local 61	160,33
Local 62	195,3
Local 63	195,3
Local 64	186,68
Local 65	390,98
Local 66	50,5
Local 67	57,14
Local 68	69,18
Local 69	88,7
Local 70	88,7
Local 71	88,7
Local 72	69,18
Local 73	57,14
Local 74	106,18
Local 75	78,61
Local 76	123,16
Local 77	105,97
Local 78	106,2
Local 79	73,44
Local 80	159,85
Local 81	158,89
Local 82	100,56
Local 83	75,61
Local 84	66,5
Local 85	63,21
Local 86	63,21
Local 87	196,97
Local 88	56,63
Local 89	97,07
Local 90	124,97
Local 91	128
Local 92	128
Local 93	128
Local 94	128



-Cubierta: En la cubierta del edificio se sitúan los equipos empleados para climatizar la planta baja. La superficie de la cubierta es la misma que la superficie total de la planta baja (56.944,43 m²).

1.1.4. Datos de partida

Los datos de partida para realizar los cálculos son los siguientes

1.1.4.1. Condiciones externas

La normativa determina que las condiciones exteriores, tanto en verano como en invierno, empleadas para diseñar la instalación han de ser las más desfavorables.

En verano se determinan las condiciones para el mes y la hora más desfavorables, teniendo en cuenta la orientación.

En invierno no tendremos en cuenta la orientación, ya que en este caso no tendremos en cuenta la radiación solar ya que es un efecto favorable.

El edificio a climatizar se encuentra en la localidad de Badajoz, por lo que por su ubicación tendremos las siguientes condiciones, tal como se observa en la Tabla 1:

Altitud	Latitud	T seca de verano	HR [%]	Variación diurna	T seca invierno	Días grado acumulados
185 m	38°53'00''	38,4	47	17	-1	767



Las condiciones solares varían en función de la hora, mes y orientación. Las condiciones más desfavorables son:

Orientación	Hora solar	Mes
Norte	8	Julio
Este	12	Septiembre
Sur	16	Julio
Oeste	15	Julio
Cubierta	17	Julio
Interior	15	Julio

1.1.4.2. Condiciones internas

Según la normativa existente, las condiciones interiores deben ser las adecuadas para el confort de los ocupantes, teniendo en cuenta el nivel de actividad que se da en un centro comercial, esto es, moderada.

- Condiciones de verano

El RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) estipula para el verano una temperatura seca de entre 23 y 25°C con una humedad relativa de 45 a 50%.

Se tomaran los valores de 24 °C de temperatura seca y 50% de HR. Por otro lado se tomara, para el cálculo de cargas, una temperatura seca en las zonas interiores no climatizadas de 28 °C.

- Condiciones de invierno

En este caso y siguiendo la instrucción técnica de nuevo, la temperatura seca en invierno debería oscilar entre los 21 y 23°C con una humedad relativa entre 40 y 50%.

Se establecerá entonces una temperatura seca en invierno de 22°C con una humedad relativa de 50% en todas las zonas a climatizar,



teniéndose en cuenta que se supondrá una temperatura de 16°C en los lugares no climatizados.

1.1.4.3. Características constructivas

Para la realización del estudio de cargas, es necesario realizar una serie de hipótesis descriptivas. Se ha supuesto:

- Muros exteriores con un peso medio de 300 Kg/m² y techos 200 kg/m²
- Ventanas de vidrio sencillo de 6mm de espesor

A partir de estas hipótesis se han obtenido los siguientes coeficientes de transmisión térmica:

Material	Coficiente (K) [W/m]
Muro exterior	0,756
Tabique	1,4
Cubierta	0,872
Suelo	1,163
Vidrio	3,37
Puertas	2,326

Al no estar definido en los planos recibidos, hemos supuesto una altura de 4 m en todas las zonas a climatizar.



Las zonas a climatizar están distribuidas y formadas por:

	Superficie [m ²]	Sup. muro ext. [m ²]	Sup.muro int [m ²]	Sup.crista techo[m ²]	Sup.cristal [m ²]	Puertas [m ²]	Orientacion
entrada 1 (Mall1)	153,72	0	0	0	60,4	0	N
entrada 2 (Mall1)	92,92	0	0	0	28	0	s
entrada 3 (Mall1)	741,44	0	0	0	64	0	N
Mall 1	3324,86	0	8,4	288	0	0	H
Mall 2	4159,22	0	16,8	360	0	0	H
oficina 1	13,33	0	12,6	0	0	0	-
oficina 2	13,33	9,6	0	0	3	0	N
oficina 3	99,43	36,2	51,32	0	9	5,8	N
oficina 4	18,13	13,4	16,4	0	3	0	N
oficina 5	23,12	13,4	42,4	0	3	0	N
oficina 6	32,36	0	40,72	0	0	0	-
oficina 7	21,34	0	40,72	0	0	0	-

Para los cálculos, hemos separado las entradas del denominado ya que en las entradas encontramos superficies acristaladas con orientación diferente.

1.1.4.4. Factor solar del vidrio

El Factor Solar es la relación existente entre la energía considerada en los cálculos y la energía solar que incide en el mismo.

Para los cerramientos acristalados vamos a considerar simple cristal, de color azul por lo que emplearemos un Factor Solar de 0.6.



1.1.4.5. Nivel de ocupación

Se han considerado los siguientes niveles de ocupación:

- MALL: 1 persona cada 15 m²
- Oficinas: 1 persona cada 10 m² en salas grandes con varios puestos de trabajo y 2 personas en despachos individuales.

1.1.4.6. Cargas internas

Las cargas internas son aquellas producidas por la iluminación, calor desprendido por los equipos y calor aportado por las personas según la actividad que realizan.

- Iluminación:

Observando el manual de Carrier, las cargas debidas a la iluminación en las diferentes zonas son:

- Zonas comunes del centro comercial: 20 W/m²
- Zona de oficinas: 30 W/m²

- Equipos:

En la zona de oficinas, se ha supuesto una carga producida por los equipos de trabajo de 250 W/persona.

En la zona del Mall se ha supuesto que no hay carga por equipos.

- Personas:

El nivel de actividad o el metabolismo entre otros factores, influyen en el calor generado por los ocupantes de una estancia. Según



la tabla del manual de Carrier el nivel de actividad en un centro comercial y en unas oficinas, teniendo en cuenta las condiciones del interior del edificio, obtenemos:

- Zonas comunes del centro comercial: 1 persona cada 15 m²
- Zona de oficina: 1 persona cada 10 m²

1.1.4.7. Renovación del aire

Para que tengamos unas condiciones saludables e higiénicas de aire tanto en el centro comercial como en las oficinas, debe haber una renovación continua de aire para que éste no quede viciado ni con malos olores con el paso del tiempo.

El nivel de ventilación por lo tanto tiene que ser suficiente como para poder eliminar los contaminantes interiores, por lo que antes de meter este aire en los locales, deber ser tratado térmicamente y filtrado.

Dicho caudal de ventilación se encuentra tabulado dependiendo del número de ocupantes y del uso que se le dé a dicho aire, según la normativa UNE 13779:2005.

La categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, tanto para el centro comercial como para las oficinas, la IDA-3:

- Aire renovación de la carga: 28 m³/hora-persona



1.1.5. Cálculo de cargas térmicas

El dimensionamiento de los equipos de climatización debe realizarse para carga máxima, es decir, para la situación más desfavorable. Esto es debido a que la carga térmica es un factor variable durante el día y, por tanto, durante el año, y los equipos deben ser capaces de imponerse a ella en cualquier situación.

Ni en verano ni en invierno se ha tenido en cuenta la infiltración de aire del exterior, ya que se ha supuesto que el centro comercial está sobre presionado.

1.1.5.1. Cálculo de cargas de verano

Para el cálculo de cargas de verano tendremos en cuenta los siguientes factores que aportan calor:

- Trasmisión de calor desde el exterior y desde zonas no climatizadas
- Radiación solar
- Ocupación
- Iluminación y equipos

1.1.5.2. Cálculo de pérdidas en invierno

Para calcular las pérdidas de invierno, solo se han tenido en cuenta las pérdidas por trasmisión con el exterior y con las zonas no climatizadas ya que todas las demás cargas aportan calor y hemos dimensionado para la situación más desfavorable.



1.1.6. Diseño de la instalación

La instalación es la misma tanto para verano como para invierno, por lo que tendrá que ser capaz de funcionar adecuadamente en las dos situaciones. Además, está diseñada de manera que las diferentes zonas tengan independencia de funcionamiento, especialmente útil en la zona de oficinas, pudiendo modificar las condiciones de confort en función de las necesidades de cada momento.

1.1.6.1. Sistema de climatización elegido

Se han instalado fan-coils en los despachos y salas de oficinas ya que las necesidades frigoríficas y caloríficas son menores de 10 kW (excepto en una sala la cual es ligeramente superior por lo que se ha empleado dos fan-coils).

El MALL se ha climatizado con climatizadores ya que se trata de una zona amplia y se necesitan grandes potencias frigoríficas y caloríficas.

1.1.6.2. Diseño de los climatizadores

Se han empleado climatizadores para climatizar las zonas del MALL del centro comercial, y un también se empleara un climatizador de aire primario para, además de impulsar, precalentar o preenfriar el aire de ventilación que va a cada fan-coil.

Los climatizadores estarán formados por:

- Batería de agua fría
- Batería de agua caliente



- Ventiladores
- Humectador adiabático
- Filtros
- Recuperador entálpico
- Sistema de free-cooling

En las zonas climatizadas con climatizadores se ha diseñado una red de conductos de ventilación para suministrar el aire tratado, caliente o frío según las necesidades, así como una red de conductos de aire de retorno a los climatizadores. También se ha diseñado la red de conductos para suministrar el aire de ventilación tratado desde el climatizador de aire primario a los fan-coils.

Todos los climatizadores se situaran en la cubierta del centro comercial.

1.1.6.3. Diseño de los Fan-Coils

Se han empleado Fan-Coils de cuatro tubos (dos baterías) para climatizar las diferentes salas y despachos de la zona de oficinas del centro comercial. Los fan-coils incluyen unos ventiladores para impulsar el aire a las salas; el aire de ventilación (renovación) llega a los fan-coils desde un climatizador de aire primario, donde se pretrata el aire de ventilación.

Mediante el uso de Fan-Coils conseguimos un control independiente de la temperatura de las mismas, con lo que se consiguen las condiciones de confort requeridas por cada usuario pudiendo ahorrarse energía en caso de que la habitación esté desocupada, además de poder ajustarse la temperatura a condiciones independientes unas salas de otras.



1.1.6.4. Diseño de la caldera

La producción de agua caliente se realizara por medio de 5 calderas (1 para los fan-coils y los climatizadores y 4 para los locales) dispuestos en paralelo, a los cuales se les entrega el agua a 45°C y sale a 50°C.

Con estos equipos se pretende, al igual que ocurría con la caldera, se pretende suministrar la potencia frigorífica calculada (MALL y oficinas) y se ha supuesto una potencia de 200 W/m² por local, ya que aunque no se realizara la instalación de climatización de los locales, si se le suministrara el agua necesaria para realizar dicha instalación.

Las calderas se situaran en salas de máquinas, cubierta del edificio.

1.1.6.5. Diseño del equipo refrigerador

La producción de agua fría se realiza por medio de por medio de 9 (1 para los fan-coils y climatizadores y 8 para los locales) equipos frigoríficos dispuestos en paralelo, a los cuales entra el agua a 12°C y sale a 7°C.

Con estos equipos se pretende, al igual que ocurría con la caldera, se pretende suministrar la potencia frigorífica calculada (MALL y oficinas) y se ha supuesto una potencia de 200 W/m² por local, ya que aunque no se realizara la instalación de climatización de los locales, si se le suministrara el agua necesaria para realizar dicha instalación.

Los equipos frigoríficos se situaran en la cubierta del edificio.



1.1.6.6. Diseño de los difusores

Para la elección de la distribución de aire en las zonas climatizadas mediante los climatizadores (MALL), se ha tenido en cuenta la necesidad de disponer de un segundo filtro H13 previo al elemento difusor como ya se ha mencionado previamente. Por ello, los difusores serán del tipo VDL de 800 mm de diámetro. Se dispone de más información en el apartado de anexos. Este tipo de difusores provocan un flujo laminar plano, disponen de una superficie útil de impulsión del 30% y vierten el aire a una velocidad de entre 0,5 y 1 m/segundo. Con estos parámetros podrá calcularse el número de difusores necesarios según el caudal de aire que haya que distribuir por módulo y el caudal que distribuye a lo sumo cada difusor de este tipo.

Se ha tratado de distribuir los difusores de la manera más simétrica posible, procurando que la superficie de acción abarcara la totalidad del área a climatizar. Del mismo modo se evitará la superposición de los caudales de impulsión de manera que no se produzcan efectos de turbulencia que pudieran resultar molestos para los usuarios del módulo.

La selección de elementos terminales de difusión de aire (rejillas, difusores, etc.), se realizara de forma que cumpliendo las condiciones de alcance y velocidad residual de aire en la zona ocupada, el nivel de presión sonora en el elemento terminal sea inferior a 30 dB. El nivel sonoro equivalente en dB (A) no será superior a 40 dBA en ambientes.



1.1.6.7. Diseño de los conductos

Se ha dispuesto de una red de conductos en la cubierta del edificio, con su posterior distribución mediante bajadas para conductos empotrados en pared finalizando por su suministro en el falso techo. Dichos conductos llevarán aire caliente y aire frío.

El procedimiento seguido en el diseño de los mismos es igual en el caso de conductos de impulsión y en el de conductos de retorno. El dimensionado se lleva a cabo a partir del caudal que circula por la sección de conducto que se desea dimensionar, evaluando a partir de un diagrama para el cálculo de pérdidas de carga de aire para conductos circulares rectos (que se presenta en los anexos) el valor del diámetro circular del conducto que se requiere tanto para la limitación de velocidad máxima a alcanzar en dicho conducto como para la máxima pérdida de carga admisible. El resultado siempre será el más desfavorable, es decir el mayor valor de ambos valores obtenidos. No obstante al emplear conductores rectangulares y no circulares, deberá hacerse la debida conversión para obtener el resultado final.

Se precisa también de un tamaño mínimo de conducto que deberá ser respetado de 200*200 mm (que equivale a un diámetro circular de 220 mm²), así como el diámetro del conducto de entrada de aire a los Fan-coils de 100 mm. En la distribución de aire, habrá válvulas en la llegada de los conductos de distribución a los conductos tanto de Fan-coils como de climatizadores para dosificar la cantidad de aire que se desea impulsar.

1.1.6.8. Diseño de las rejillas

Las rejillas permiten retornar el aire desde el local al climatizador o al fan-coil.

Las rejillas empleadas en todas las zonas climatizadas serán rectangulares del tipo TROX AH. Estas rejillas tienen una velocidad de



extracción de 2 m/s lo que permitirá calcular sus dimensiones y el número de rejillas a partir del caudal que se desee extraer en el módulo que se esté considerando. A pesar de no ser necesaria una colocación simétrica, a diferencia de los difusores, se ha intentado colocar las rejillas de la forma más simétrica posible

1.1.6.9. Diseño de la red de tuberías

En nuestro proyecto distinguiremos dos redes de tuberías, la red de tuberías de las zonas climatizadas, y la red de tuberías de los locales, a excepción de los locales de gran tamaño ya que se ha supuesto que para su climatización será necesario el uso de climatizadores.

Las redes de tuberías están formadas por 4 circuitos cerrados, correspondientes a la ida y vuelta del agua caliente e ida y vuelta de agua fría.

La distribución de las tuberías parte de las calderas y los equipos de refrigeración ramificándose por la cubierta hasta los climatizadores y bajando por patinillos hasta los fan-coils y hasta cada local, donde se colocaran toma y retorno de agua caliente y una toma y retorno de agua frío.

Los sistemas de ida y vuelta son semejantes, ya que el caudal no varía, pero los sistemas de agua caliente y fría no son iguales ya que el caudal que circula por cada uno es diferente.

1.1.6.10. Diseño de las bombas

Las bombas de impulsión se encargan de llevar el agua caliente y fría desde las calderas y desde los equipos frigoríficos a la red de tuberías. Se colocarán delante de cada uno de los grupos frigoríficos y calderas, dos en paralelo, para asegurar de esta manera el correcto suministro del agua en caso de avería de una de ellas. También



tendremos bombas que devuelvan el agua de la red de tuberías de retorno a los grupos frigoríficos y calderas. El uso se irá alternando cada cierto número de días para evitar desgaste excesivo.

Para el diseño de las bombas deberemos tener en cuenta el caudal de agua a impulsar y la altura manométrica correspondiente a la pérdida de carga del tramo más desfavorable.

Las bombas se situaran en salas de máquinas, en la cubierta del edificio.

1.1.6.11. Diseño de los elementos auxiliares

Otros de los elementos de que constará el diseño de la climatización de nuestro Centro Comercial serán:

- Válvulas de control: se tratan de válvulas de tres vías que se encargan de regular el caudal necesario en cada momento para poder abastecer la demanda requerida en la climatización. Se encuentran en los climatizadores y en los fan-coils.
- Válvulas de corte: serán de dos tipos: bola o mariposa. Las situaremos en los equipos de refrigeración, caldera, fan-coils y climatizadores. Se usan para poder facilitar posibles paradas que se produzcan en estos equipos ya sea por mantenimiento o cambio de elementos. Permitirán detener la actividad en dichos circuitos sin pérdida de agua.
- Válvulas de seguridad: son necesarias para controlar que no haya aumento excesivo de la presión del fluido en las calderas y en los equipos frigoríficos.
- Equipos de medida: se trata de manómetros diferenciales y termómetros que se instalarán en todos los equipos y que nos permitirán conocer la presión y la temperatura del agua en todo momento.



- Vasos de expansión: serán los encargados de evitar el problema de sobrepresión del agua por el cambio de sus condiciones físicas.



1.1.7. Justificación del cumplimiento RITE

De acuerdo a lo requerido en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.D. 1027/2007 de 20 de Julio), se justifica a continuación su cumplimiento de acuerdo a lo exigido en la IT 1.2.3 e IT 1.3.3, elaborándose además un Manual de uso y Mantenimiento, según lo también requerido en el Art. 16.

1.1.7.1. Eficiencia energética en la generación de calor y frío (IT 1.2.4.1)

La potencia suministrada por las unidades de producción de frío y calor se ajustan a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas, de acuerdo a lo indicado en la sección 3 Calculo de cargas térmicas de esta Memoria. Las unidades de producción están dispuestas en paralelo pudiendo independizarse entre sí, disponiendo de la posibilidad de su parcialización a cargas parciales con una eficiencia próxima a la máxima.

Dada la selección de calderas de tipo condensación de alta eficiencia cumplen con lo requerido en el Real Decreto 275/1995 de 24 de febrero en cuanto a su rendimiento. Siendo la potencia nominal a instalar para la instalación de calefacción inferior a 400 KW se proyecta la instalación de 1 caldera. La temperatura del agua refrigerada a la salida de los grupos frigoríficos se mantendrá constante (7 °C) independientemente del nivel de carga de funcionamiento. Dada la capacidad de regulación de tipo continuo de los grupos frigoríficos se adaptarán perfectamente a la carga del sistema con eficiencia superior a la de máxima carga.

Las unidades de producción de frío condensadas por aire se dimensionan para una temperatura exterior igual a la del nivel percentil más exigente más 3 °C, no disponiendo control de presión de condensación dado que nunca funcionarán en modo frío con



temperaturas exteriores menores que el límite mínimo marcado por el fabricante.

1.1.7.2. Eficiencia energética de las redes de tuberías y conductos (IT 1.2.4.2)

Se aislarán todas las tuberías y accesorios en todo su recorrido mediante coquilla de espuma elastómera de espesor igual al exigido en la IT 1.2.4.2.1.2 del RITE, tanto en su recorrido interior como exterior a la intemperie, disponiendo de acabado de chapa de aluminio como protección en su trazado exterior.

Igualmente los conductos de distribución de aire, tanto de impulsión como de retorno de aire, disponen del aislamiento exigido en la IT 1.2.4.2.2 estando debidamente protegidos mediante acabado de chapa de aluminio en su recorrido al exterior, y cumplirán un grado de estanqueidad clase B.

Todos los elementos de la distribución de aire se seleccionan cumpliendo que su caída de presión máxima no supere lo requerido en la IT 1.2.4.2.4.

La eficiencia de los motores eléctricos de bombas y ventiladores cumple con lo exigido en la IT 1.2.4.2.6.

1.1.7.3. Eficiencia energética del control de las instalaciones térmicas (IT 1.2.4.3)

Todos los locales climatizados disponen de un control automático individual para ajustar el consumo de energía a las variaciones de la carga térmica. Este control se realizará de forma progresiva mediante escalones (velocidades de ventiladores) o de forma proporcional (válvulas de control), no empleándose controles tipo todo-nada.



Cada subsistema podrá quedar, fuera de servicio cuando no esté ocupado, no afectando al resto.

Los generadores de frío y calor tendrán una secuencia de funcionamiento para atender la demanda térmica con la máxima eficiencia.

1.1.7.4. Contabilización de consumos (IT 1.2.4.4)

La instalación de aire acondicionado dispondrá de dispositivo de medición de su consumo eléctrico mediante instalación de analizadores de redes en cuadros eléctricos (ver proyecto de electricidad). Igualmente se contabilizará de forma diferenciada el consumo eléctrico de la central frigorífica.

Todos los equipos de la instalación de aire acondicionado tendrán registrado su funcionamiento en el sistema de control automático centralizado proyectado con lo que se dispondrá del número de horas de su funcionamiento. De igual forma se controlará el número de arranques de los compresores del grupo frigorífico al estar integrado su control interno en el sistema de control automático centralizado.

1.1.7.5. Recuperación de energía (IT 1.2.4.5)

Se aprovechará la capacidad de refrigeración del aire exterior (free-cooling) en los sistemas de climatización de acondicionamiento del aire primario destinados a las salas de Fan-coils.

La velocidad frontal máxima en las compuertas de toma y expulsión de aire será inferior a 4 m/s. La eficiencia y pérdida de carga del recuperador de calor cumple lo requerido en la IT 1.2.4.5.2.

1.1.7.6. Eficiencia energética de las redes de tuberías y conductos (IT 1.2.4.2)



Todos los locales climatizados disponen de un control automático individual para ajustar el consumo de energía a las variaciones de la carga térmica. Este control se realizará de forma progresiva mediante escalones (velocidades de ventiladores) o de forma proporcional (válvulas de control), no empleándose controles tipo todo-nada. Cada subsistema podrá quedar, fuera de servicio cuando no esté ocupado, no afectando al resto.

Los generadores de frío y calor tendrán una secuencia de funcionamiento para atender la demanda térmica con la máxima eficiencia.

1.1.7.7. Contabilización de consumos (IT 1.2.4.4)

La instalación de aire acondicionado dispondrá de dispositivo de medición de su consumo eléctrico mediante instalación de analizadores de redes en cuadros eléctricos (ver proyecto de electricidad). Igualmente se contabilizará de forma diferenciada el consumo eléctrico de la central frigorífica.

Todos los equipos de la instalación de aire acondicionado tendrán registrado su funcionamiento en el sistema de control automático centralizado proyectado con lo que se dispondrá del número de horas de su funcionamiento. De igual forma se controlará el número de arranques de los compresores del grupo frigorífico al estar integrado su control interno en el sistema de control automático centralizado.

1.1.7.8. Seguridad en la generación de frío y calor (IT 1.3.4.1)

Las calderas proyectadas disponen de la certificación de conformidad con el Real Decreto 1428/1992 de 27 de Noviembre.



Las salas de máquinas proyectadas cumplirán con lo siguiente:

- Sus puertas tienen una permeabilidad no mayor a 1 l/s.m⁵ bajo una presión diferencial de 100 Pa.
- Las dimensiones de las puertas de acceso son suficientes para permitir el movimiento sin riesgo o daño de los equipos que deben ser reparados fuera de la sala.
- Las puertas disponen de cerradura con fácil apertura desde el interior, aunque hayan sido cerradas con llave desde el exterior.
- Se instalará en el exterior de la puerta un cartel con la inscripción Sala de Máquinas, Prohibida la entrada a toda persona ajena a los servicios.
- No se dispone de ninguna toma de ventilación que comunique con otros locales cerrados.
- Los elementos de cerramiento de la sala no permiten filtraciones de humedad.
- El cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados en la sala de máquinas está situado en las proximidades de la puerta principal de acceso.
- Igualmente se situará en las proximidades de la puerta principal de acceso el interruptor del sistema de ventilación forzada de la sala.
- Los motores y sus transmisiones contarán con elementos de protección contra accidentes fortuitos del personal.
- Se dispondrá de los espacios libres suficientes en el interior de la sala de máquinas para permitir el movimiento de equipos, o parte de ellos, desde la sala al exterior o viceversa.
- Será totalmente accesible la conexión entre calderas y chimeneas.



- Se dispondrá en el interior de la sala de máquinas de las indicaciones de:

- Instrucciones para efectuar la parada de la instalación
- Nombre, dirección y número de teléfono de la persona o entidad encargada del mantenimiento de la instalación.

1.1.7.9. Seguridad en las redes de tuberías y conductos (IT 1.3.4.2)

Se dispondrá de una válvula de seguridad tarada a una presión igual a la máxima de servicio más 0,2 a 0,3 bar, y un dosificador volumétrico de producto anticorrosivo al circuito.

Los circuitos frigoríficos soportarán la presión establecida por el fabricante estando dimensionados de acuerdo a lo establecido por éste.

Los conductos metálicos de distribución de aire cumplen lo exigido en la norma UNE-EN 12237 y los conductos de plancha de fibra de vidrio lo determinado en la norma UNE-EN 13403, siendo en ambos casos su revestimiento interior el adecuado para poder realizar las operaciones de higienización establecidas en la norma UNE 100012.

El diseño de la red de conductos cumplirá, en cuanto a velocidades y presiones de aire, con lo establecido en las normas UNE-EN 12237 y UNE-EN 13403.

Las unidades terminales de tratamiento de aire elementos dispondrán de elementos de aislamiento en su conexión al circuito de fluido portador de energía.



1.1.7.10. Seguridad de protección contra incendios (IT 1.3.4.3)

Las instalaciones proyectadas cumplen la reglamentación exigida de protección contra incendios (ver proyecto de Protección Contra Incendios).

1.1.7.11. Seguridad de utilización (IT 1.3.4.4)

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.
- 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.



1.2. **Cálculos de climatización**

1.2.1. **Cálculo de cargas**

En este apartado se muestra el procedimiento empleado para el cálculo de cargas, necesario para el dimensionamiento de la instalación y la selección de los equipos.

1.2.1.1. Cálculo de cargas en verano

1.2.1.1.1. Cargas por transmisión

Las cargas por transmisión se pueden dar en muros (tanto en muros exteriores como en los tabiques interiores), cristales, techos y suelos.

Se supondrá que Mall, locales y oficinas se encontraran a condiciones de temperatura y HR similares, por lo que no se calculará transferencia de calor entre las zonas comentadas, pero si se calculará la transmisión de calor entre zonas climatizadas (Mall, locales y oficinas) y zonas no climatizadas (salidas de incendios, almacenes, zona de descarga de camiones,...).

La expresión generalizada para el cálculo por transmisión:

$$C_T = K \cdot S \cdot \Delta T$$

Siendo:

- K: Coeficiente de transmisión de la separación que se esté considerando [$W/^\circ C \cdot m^2$]



- S: Superficie de transmisión [m^2]
- ΔT : Diferencia de temperaturas entre zonas [$^{\circ}C$]

Trasmisión muros y techos exteriores

En el caso de verano, la transmisión de calor a través de las estructuras exteriores de los edificios depende no solo del coeficiente de transmisión y la superficie si no de un concepto que se denomina diferencia equivalente de temperaturas.

Los muros y los tejados tienen por su espesor y su estructura una cierta inercia que les hace aumentar su temperatura en superficie y hacer pues que la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior sea mayor. El cálculo de esa diferencia de temperaturas real es la que se conoce como diferencia equivalente de temperaturas y esta depende de la orientación o de la diferencia de temperatura del aire exterior con el interior entre otros parámetros numéricos.

La carga por transmisión de techos y muros se calcula pues a partir de la siguiente relación:

Para hallar la diferencia equivalente de temperaturas emplearemos el método propuesto por el manual de Carrier.

Para hallar la diferencia de temperatura equivalente emplearemos el método propuesto por el Manual de Carrier. Para ello utilizaremos las TABLAS 19 (muros) y 20 (cubiertas) del Manual de Carrier, en los siguientes supuestos:

- Mes: Julio
- 40° de latitud Norte
- Diferencia entre temperaturas exterior e interior:
 $35-27=8^{\circ}C$
- Variación de temperaturas diaria de $11^{\circ}C$
- Muros y techos de colores oscuros



Como no se cumplen las condiciones, se debe emplear la fórmula general:

$$\Delta T_{equivalente} = a + \Delta T_{es} + b \cdot \frac{R_S}{R_M} \cdot (\Delta T_{em} - \Delta T_{es})$$

Siendo:

- $\Delta T_{equivalente}$: Diferencia equivalente de temperaturas corregida
- a: Corrección proporcionada por la tabla 20 A (Manual Carrier) teniendo en cuenta la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior y la variación de la temperatura seca exterior para el mes que se considere.
- ΔT_{es} : Diferencia equivalente de temperatura a la sombra (norte) y a la hora de cálculo (TABLAS 19 y 20). Para techos con aislamiento se toma un factor de corrección de 0,75.
- ΔT_{em} : Diferencia equivalente de temperatura al sol y a la hora de cálculo (TABLAS 19 y 20).
- b: Factor de corrección debido al color de los cerramientos:
 - 1,00 Para colores oscuros
 - 0,78 Para colores medios
 - 0,56 Para colores claros
- R_s : Máxima insolación para el mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada. Datos en la TABLA 15.
- R_m : Máxima insolación en el mes de Julio para una latitud de 40°Norte. Datos TABLA 15.



Trasmisión ventanas

$$C_{TVentanas} = K_{vidrio} \cdot S \cdot \Delta T_{coregida}$$

En el caso del vidrio, la diferencia de temperaturas se ha de corregir en función de la hora y el mes considerados.

$$\Delta T_{coregida} = T_{exterior} - C_1 - C_2 - T_{interior}$$

Siendo:

- C_1 : Corrección de la temperatura en función de la hora considerada (tabla 2 del manual de Carrier).
- C_2 : Corrección de la temperatura en función del mes considerado (Tabla 3 del manual de Carrier).

Trasmisión de lugares no climatizados (LNC)

$$C_{Tinterior} = K_{Tabique} \cdot S \cdot \Delta T_{interior}$$

En este caso la diferencia de temperaturas será:

$$\Delta T_{interior} = T_{Exterior} - T_{LNC}$$



1.2.1.1.2. Cargas por infiltración

Las infiltraciones son un factor que desestabiliza las condiciones de confort interiores, ya que se trata de aire en condiciones exteriores que se cuela a lo locales a través de las rendijas de los cerramientos.

En este caso, no vamos a tener que considerarlas, puesto que el centro comercial va a estar sobre-presionado.

Para evitar la infiltración en las puertas exteriores del Mall, se crea una zona

1.2.1.1.3. Cargas por radiación

La carga por radiación se da en las zonas acristaladas del edificio, en nuestro caso en las ventanas de las oficinas y en los cristales del techo en los pasillos del centro comercial (MALL). Los valores de radiación varían según la orientación y hora y mes del año.

La expresión para calcular la carga por radiación es:

$$C_{Radiacion} = S_{vidrio} \cdot R \cdot F_{vidrio} \cdot C$$

Dónde:

- S_{vidrio} : Superficie acristalada [m²]

-R: Radiación para la hora y mes elegidos, tomada de la tabla 15 del manual de Carrier [W/m²]

- F_{vidrio} : Factor del vidrio tomada de la tabla 16 del manual de Carrier (0.6)

-C: Correcciones de radiación de la tabla 15 del manual de Carrier. En este caso, corrección por marco metálico o ningún marco (1.17)



1.2.1.1.4. Cargas por iluminación

Los equipos de iluminación aportan una gran carga del tipo sensible. Se han tomado:

	Oficinas	MALL
Carga [W/m ²]	30	20

1.2.1.1.5. Cargas por ocupación

La aportación de calor de las personas está dividida en calor latente y calor sensible. Las cargas por ocupación dependen de la cantidad de personas que hay en un recinto, como de la actividad que estén realizando y de la temperatura a la que se realiza.

Ocupación supuesta:

	oficinas	MALL
Ocupación	1 persona por cada 10 m ²	1 persona por cada 15 m ²

Dado que la temperatura en el interior del edificio se encuentra entre 22 y 24 °C y suponiendo que tanto en las oficinas como en el centro comercial el grado de actividad es bajo, por lo que observando la TABLA 48 del manual de Carrier:

	Calor Sensible [W]	Calor Latente [W]
Carga por persona	70,9	60,4



1.2.1.1.6. Resultados finales de cargas de verano

	Superficie [m ²]	total sensible [W]	Total latente [W]	Tot.sup.sen [W/m ²]	Tot.sup.lat [Wm ²]
entrada 1 (Mall1)	153,72	11495,03	618,98	74,78	4,03
entrada 2 (Mall1)	92,92	6420,71	374,16	69,10	4,03
entrada 3 (Mall1)	741,44	41346,87	2985,53	55,77	4,03
Mall 1	3324,86	290484,42	13388,10	87,37	4,03
Mall 2	4159,22	271243,62	9394,94	116,25	4,03
oficina 1	13,33	1240,62	80,51	93,07	6,04
oficina 2	13,33	1401,58	80,51	105,14	6,04
oficina 3	99,43	9900,83	600,56	99,58	6,04
oficina 4	18,13	1940,93	109,51	107,06	6,04
oficina 5	23,12	2524,53	139,64	109,19	6,04
oficina 6	32,36	3068,47	195,45	94,82	6,04
oficina 7	21,34	1925,50	128,89	90,23	6,04

1.2.1.1.7. Cálculo de pérdidas en invierno

En este apartado se muestra el procedimiento empleado para el cálculo de las pérdidas, necesario para el dimensionamiento de la instalación y la selección de los equipos.

Como ya se ha mencionado anteriormente solo se tendrán en cuenta los efectos desfavorables.

1.2.1.1.8. Pérdidas por transmisión



Como ocurría en los cálculos de cargas de verano, las pérdidas por transmisión se producirán en los muros exteriores, cubierta, suelo, ventanas o zonas acristaladas y con las zonas interiores no climatizadas.

Los coeficientes de transmisión no varían respecto del cálculo de cargas, ya que estos valores dependen del material.

La expresión empleada sigue siendo la misma que en el cálculo de cargas:

$$C_T = K \cdot S \cdot \Delta T$$

Siendo:

- K: Coeficiente de transmisión de la separación que se esté considerando (vidrio, muro ext., etc.) [W/°C·m²]
- S: Superficie de transmisión [m²]
- ΔT: Diferencia de temperaturas entre zonas [°C]

1.2.1.1.9. Pérdidas por infiltración

Las infiltraciones son un factor que desestabiliza las condiciones de confort interiores, ya que se trata de aire en condiciones exteriores que se cuela a lo locales a través de las rendijas de los cerramientos.

En este caso, no vamos a tener que considerarlas, puesto que el centro comercial va a estar sobre-presionado.

Para evitar la infiltración en las puertas exteriores del Mall, se crea una zona



1.2.1.1.10. Resultados finales de pérdidas de invierno

	Superficie [m ²]	Perdidas [W]	Perd.sup [w/m ²]
entrada 1 (Mall1)	153,72	13515,03	87,92
entrada 2 (Mall1)	92,92	6519,40	70,16
entrada 3 (Mall1)	741,44	41399,96	55,84
Mall 1	3324,86	178025,27	53,54
Mall 2	4159,22	137272,73	58,84
oficina 1	13,33	747,39	56,07
oficina 2	13,33	1081,28	81,12
oficina 3	99,43	6784,13	68,23
oficina 4	18,13	1549,25	85,45
oficina 5	23,12	2037,61	88,13
oficina 6	32,36	1913,67	59,14
oficina 7	21,34	1090,45	51,10

1.2.1.2. Cálculo de caudal de ventilación

El caudal de ventilación se debe calcular según las exigencias marcadas por el RITE en cuanto a calidad del aire. En nuestro caso, tanto para las oficinas como para las zonas comunes del centro comercial aeropuerto, la calidad del aire debe ser IDA 3. Por lo que el caudal de aire exterior en los locales debe ser 28 m³/h por persona. Conocida la ocupación y la superficie de cada local podemos obtener el caudal de ventilación necesario de la siguiente manera:

$$Q_v \left[\frac{m^3}{h} \right] = 28 \left[\frac{m^3}{h} \cdot persona \right] \cdot S_{zona} [m^2] \cdot ocupación \left[\frac{personas}{m^2} \right]$$



	Superficie [m ²]	Q ventilacion [m ³ /h]
entrada 1 (Mall1)	153,72	286,944
entrada 2 (Mall1)	92,92	173,4506667
entrada 3 (Mall1)	741,44	1384,021333
Mall 1	3324,86	6206,405333
Mall 2	4159,22	4355,269333
oficina 1	13,33	37,324
oficina 2	13,33	37,324
oficina 3	99,43	556,808
oficina 4	18,13	101,528
oficina 5	23,12	129,472
oficina 6	32,36	181,216
oficina 7	21,34	119,504

1.2.1.3. Resultados finales

El resumen de las cargas térmicas de invierno y de verano así como del caudal de ventilación

	Superficie [m ²]	Verano		Invierno	Q ventilacion [m ³ /h]
		total sensible [W]	Total latente [W]	Perdidas [W]	
entrada 1 (Mall1)	153,72	11495,03	618,98	13515,03	286,944
entrada 2 (Mall1)	92,92	6420,71	374,16	6519,40	173,450667
entrada 3 (Mall1)	741,44	41346,87	2985,53	41399,96	1384,02133
Mall 1	3324,86	290484,42	13388,10	178025,27	6206,40533
Mall 2	4159,22	271243,62	9394,94	137272,73	4355,26933
oficina 1	13,33	1240,62	80,51	747,39	37,324
oficina 2	13,33	1401,58	80,51	1081,28	37,324
oficina 3	99,43	9900,83	600,56	6784,13	556,808
oficina 4	18,13	1940,93	109,51	1549,25	101,528
oficina 5	23,12	2524,53	139,64	2037,61	129,472
oficina 6	32,36	3068,47	195,45	1913,67	181,216
oficina 7	21,34	1925,50	128,89	1090,45	119,504



1.2.2. Cálculo y selección de equipos

1.2.2.1. Cálculo de los parámetros necesarios para los Climatizadores

Para conseguir las condiciones de confort en las zonas climatizadas del centro los climatizadores pueden trabajar en diferentes condiciones de trabajo, por esta razón hemos tomado un valor de factor de By-Pass del 10% (valor típico ofrecido por los fabricantes de climatizadores).

1.2.2.1.1. Condiciones de verano

Para calcular las condiciones del aire de impulsión (que es el aire inyectado en la habitación) necesitamos:

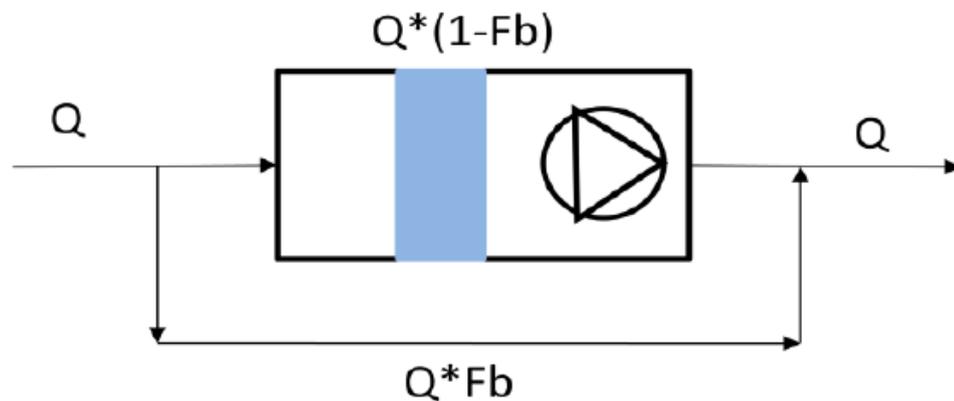
- Temperaturas y humedades, tanto las del exterior como las de las zonas a climatizar(condiciones de confort):

	Temperatura Seca[°C]	Humedad Rel. [%]	Humedad [g/Kg]
Exterior	38,4	47	14,75
Interior	24	50	9,25

- Cargas sensible y latente de las zonas a climatizar
- Caudal de ventilación de las zonas a climatizar



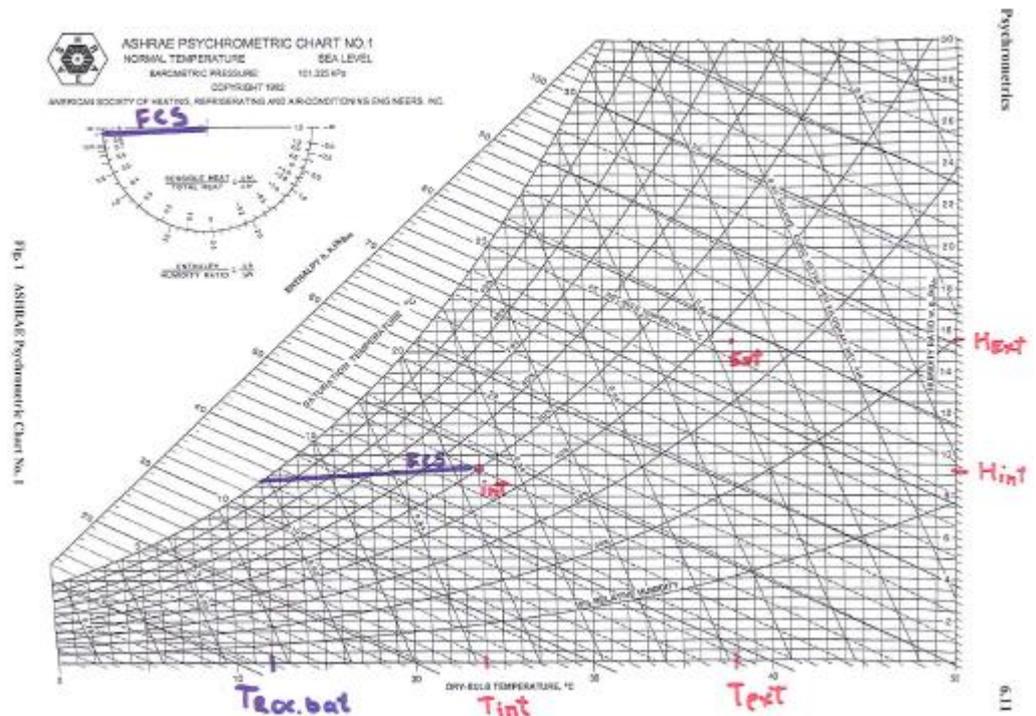
Las baterías tienen un factor de bypass debido a que un caudal de aire entra a la batería, cuya temperatura es la temperatura de Rocío (T_r). Una parte de ese caudal pasa “de largo” por la batería, y sale en las mismas condiciones que a las que entró. Esta parte está medida por el Factor de Bypass (FB). La otra parte será por lo tanto $1-FB$, la cual será enfriada efectivamente por la batería y sale saturada a la temperatura de rocío. Finalmente estas dos corrientes se mezclan a la salida de la batería.



En primer lugar tendremos que obtener la temperatura de rocío de la batería. Para ello primero necesitamos el factor de carga sensible:

$$FCS = \frac{\text{Carga Sensible}}{\text{Carga Sensible} + \text{Carga Latente}}$$

Con las condiciones de temperatura y humedad y FCS podemos sacar la temperatura de rocío usando el ábaco psicrométrico:



*Ábaco psicrométrico con las condiciones del climatizador o climatizadores empleados para climatizar la zona MALL 1

A partir de la temperatura de rocío podemos obtener las condiciones de confort de infinitas formas diferentes, variando la temperatura y el caudal de aire de impulsión que introducimos en una habitación (podemos conseguir las condiciones de confort a partir de cualquier punto de la recta FCS pintada en el dibujo).

Como condición, tomaremos el menor efecto By-Pass posible. Típicamente los proveedores de climatizadores son capaces de ofrecer un 10 % de by-pass.

Con la condición de by-pass, comenzaremos un proceso iterativo. Comenzamos suponiendo la temperatura de impulsión (T_{imp}) del aire a la sala, y así obtenemos el caudal de impulsión.

$$Carga\ sensible = Q_{impulsión} \cdot 0.3 \cdot (T_{interior} - T_{impulsión})$$



Sabemos que las condiciones a las que impulsamos el aire es un punto de la recta FCS, y por simple comprobación de que estamos realizando correctamente los cálculos podemos comprobar las humedades absolutas mediante:

$$Carga\ latente = Q_{impulsión} \cdot 0.7 \cdot (H_{interior} - H_{impulsión})$$

A partir del caudal de impulsión y el caudal de ventilación (calculado anteriormente en el apartado de cálculo de cargas) obtenemos el caudal de retorno.

$$Q_{impulsión} = Q_{retorno} - Q_{ventilación}$$

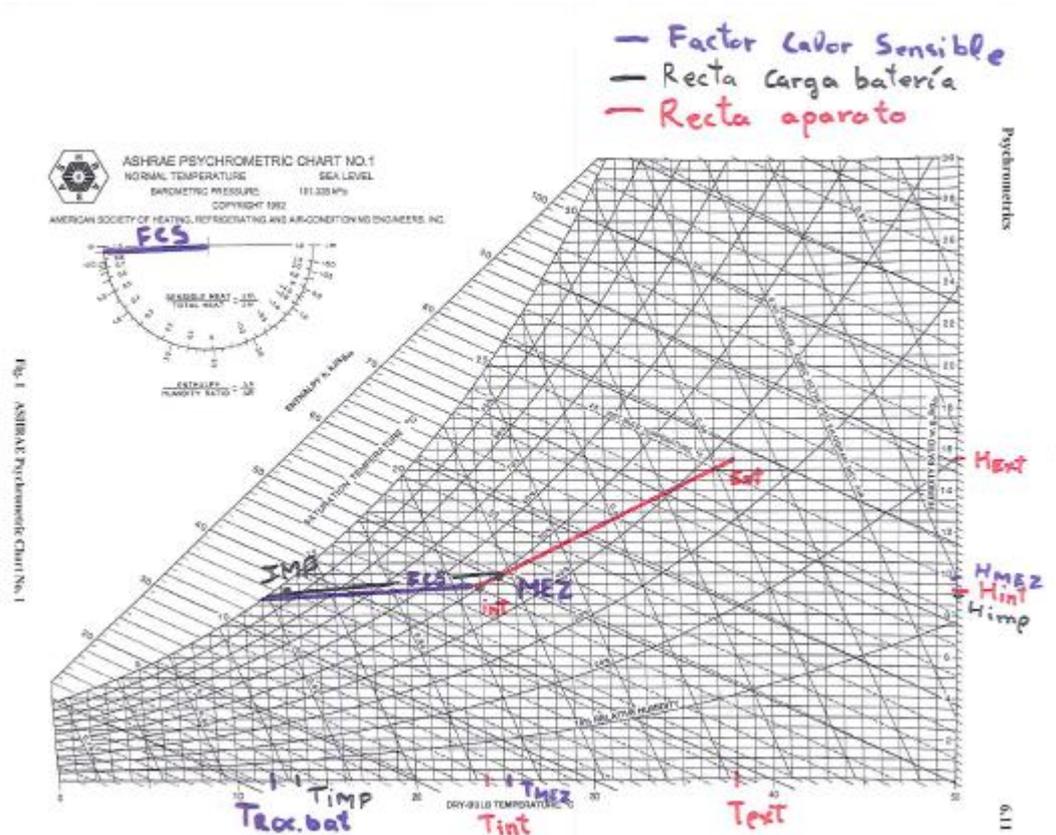
Con todos los caudales podemos obtener la temperatura de mezcla en el climatizador:

$$Q_{impulsión} \cdot T_{mezcla} = Q_{retorno} \cdot T_{interior} + Q_{ventilación} \cdot T_{exterior}$$

$$Q_{impulsión} \cdot H_{mezcla} = Q_{retorno} \cdot H_{interior} + Q_{ventilación} \cdot H_{exterior}$$

Por último, una vez hemos calculado la temperatura de mezcla recalculamos, con un by-pass del 10%, una nueva temperatura de impulsión y volvemos a comenzar la iteración:

$$By - Pass = \frac{T_{impulsión} - T_{rocío}}{T_{mezcla} - T_{rocío}}$$



*Ábaco psicrométrico final del climatizador o climatizadores empleados para climatizar la zona MALL 1

Para obtener las condiciones de confort, la potencia demandada por el climatizador será:

$$Pot_{frig.sens} = Q_{imp} \cdot 0.3 \cdot (T_{mez} - T_{imp})$$

$$Pot_{frig.lat} = Q_{imp} \cdot 0.7 \cdot (H_{mez} - H_{imp})$$

Para conocer el último dato, el caudal de agua fría que debe ser bombeado desde el grupo frigorífico, al que le entra el agua a 12°C y sale a 7°C, se emplea la siguiente ecuación, considerando que el calor específico del agua en las condiciones de trabajo es $C_e = 1 \text{ Kcal/hL}$.



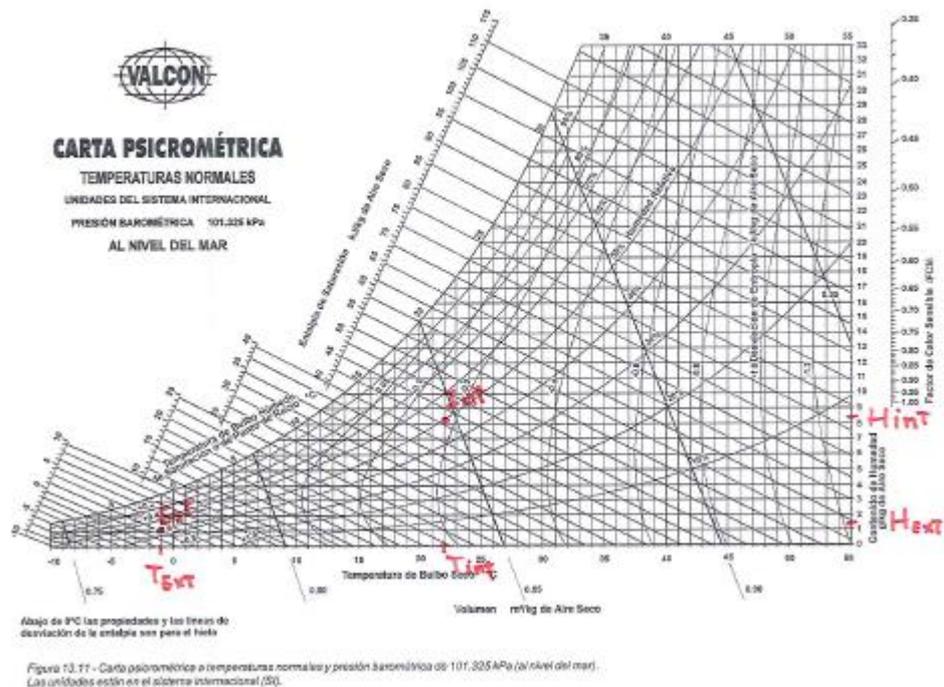
$$Q_{\text{agia fria}} = \frac{pot_{\text{frig.tot}}}{C_e \cdot (12 - 7)}$$

1.2.2.1.2. Condiciones de invierno

Para invierno tomaremos el mismo caudal de impulsión obtenido en las condiciones de verano (ya que dimensionaremos el ventilador del climatizador para trabajar con este caudal).

Las condiciones exteriores y de confort son:

	Temperatura Seca[°C]	Humedad Rel. [%]	Humedad [g/Kg]
Exterior	-1	47	1,4
Interior	22	50	8,4





Aplicamos la siguiente fórmula a partir de los datos conocidos, obteniendo la temperatura de impulsión (T_i):

$$Pérdidas = Q_{impulsión} \cdot 0.3 \cdot (T_{impulsión} - T_{interior})$$

Al igual que en caso de verano calculamos las condiciones de mezcla como:

$$Q_{impulsión} \cdot T_{mezcla} = Q_{retorno} \cdot T_{interior} + Q_{ventilación} \cdot T_{exterior}$$

$$Q_{impulsión} \cdot H_{mezcla} = Q_{retorno} \cdot H_{interior} + Q_{ventilación} \cdot H_{exterior}$$

En el caso de invierno la humedad relativa del aire va a ser más baja que la deseada, lo que provoca que en el interior de la sala el aire sea muy seco. Para solucionar esto, se humecta ese aire inyectando agua en el caudal de aire de impulsión mediante un humidificador isentálpico. Por lo tanto habrá que calentar más el aire hasta que llegue a un punto que vamos a llamar Punto I', pues al añadir agua y ésta pasar a vapor, roba calor al hacer este cambio de estado. Para conseguir ese punto en el diagrama psicrométrico, trazamos una horizontal desde el Punto "m" (puesto que $H_m = H_{SB}$), y desde el punto de impulsión ya calculado trazamos una línea a entalpía constante, y donde se corten ambas rectas estará nuestro Punto SB. La cantidad de agua necesaria se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{Hum} = Q_{imp} \cdot 1.2 \cdot (H_{int} - H_{mrz}) \cdot \frac{1}{1000}$$

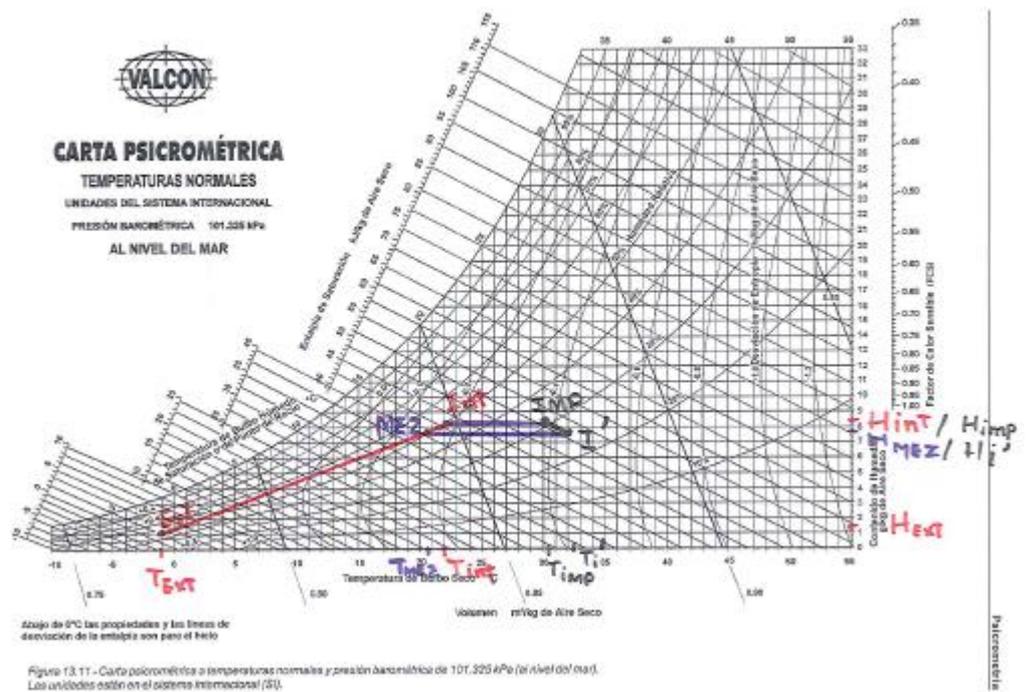
La potencia de la batería por tanto será:

$$Pot_{calor.} = Q_{imp} \cdot 0.3 \cdot (T_r - T_{mez})$$



Y la cantidad de agua caliente necesaria será:

$$Q_{\text{agua caliente}} = \frac{pot_{\text{calor.}}}{C_e \cdot (50 - 45)}$$





1.2.2.2. Selección de Climatizadores

Como ya se ha mencionado previamente, se dispondrán de 3 climatizadores para las zonas comunes del centro comercial (MALL). Por otro lado también habrá un climatizador más que será el que lleven a cabo el acondicionamiento del aire primario de los Fan-Coils.

Se muestran ahora los resultados relativos a los cálculos expuestos previamente, siendo los denominados climatizador 1 y 2 los climatizadores encargados de climatizar el MALL y el denominado climatizador 3 el encargado de acondicionar el aire exterior de los fan-coils. Todos ellos se han realizado manualmente con el ábaco. Estos datos son los requerimientos mínimos que deben cumplir los climatizadores de las zonas grandes:

Ventiladores	Climatizador 1	climatizador 2	climatizador 3
Caudal de aire a impulsar [m ³ /h]	94585,67	77756,5	2677,58
Presión estática disponible [mmca]	30	30	25
Baterías de frio			
Caudal de aire impulsión[m ³ /h]	94585,67	77756,5	2677,58
Caudal de aire exterior [m ³ /h]	8050,82	4355,27	556,808
Caudal de aire recirculado [m ³ /h]	86534,85	73401,23	2120,772
Potencia sensible [frigorias/h]	362418,407	263084,45	12901,304
Potencia total [frigorias/h]	381493,06	276931	13580,32
Temperatura [°C]/Humedad relativa [%] entrada del aire	25,23°C/49%	24,8°C/51%	27°C/48%
Temperatura [°C]/Humedad relativa [%] salida del aire	13,4°C/95%	14°C/92%	13,4°C/91%
Caudal de agua fria [l/h]	76298,61	55386,34	2716,06
Temperatura entrada/salida del agua [°C]	12/7	12/8	12/9
Baterías de Calor			



Caudal de aire [m ³ /h]	94585,67	77756,5	2677,58
Potencia total [calorias/h]	339307,68	18676,55	13882,91
Temperatura [°C]/Humedad relativa [%] entrada del aire	20°C/51%	20,7°C/51%	17,2°C/56%
Temperatura [°C]/Humedad relativa [%] salida del aire	32°C/25%	28,5°C/33%	34,5°C/21%
Caudal de agua caliente [l/h]	67861,53	36335,31	2776,58
Temperatura entrada/salida del agua [°C]	50/45	50/45	50/45
Humectador Adiabático			
Temperatura [°C]/Humedad absoluta [gr/kg] entrada	32°C/7,6g/kg	28,5°C/7,5g/kg	34,8°C/6,8g/kg
Temperatura [°C]/Humedad absoluta [gr/kg] salida	30°C/8,2g/kg	26,5°C/8,3g/kg	30,5°C/8,1g/kg
consumo de agua [l/h]	67,63	36,58	4,68
Recuperador entálpico (verano)			
Temperatura [°C]/Humedad absoluta [gr/kg] aire expulsión	24°C/9,2 g/kg	24°C/9,2 g/kg	24°C/9,2 g/kg
Temperatura [°C]/Humedad absoluta [gr/kg] aire exterior	38°C/16g/kg	38°C/16g/kg	38°C/16g/kg
rendimiento	>60%	>60%	>60%
Recuperador entálpico (invierno)			
Temperatura [°C]/Humedad absoluta [gr/kg] aire expulsión	22°C/8,4g/kg	22°C/8,4g/kg	22°C/8,4g/kg
Temperatura [°C]/Humedad absoluta [gr/kg] aire exterior	-1°C/1,4g/kg	-1°C/1,4g/kg	-1°C/1,4g/kg
rendimiento	>60%	>60%	>60%

A partir de estos resultados, y con la colaboración de la empresa TROX, se han elegido los siguientes modelos de climatizadores:

- Climatizador 1: Climatizador TROX TKM 50 HE 305x227
- Climatizador 2: Climatizador TROX TKM 50 HE 305x190
- Climatizador 3: Climatizador TROX TKM 50 HE 98x69



1.2.2.3. Cálculo y selección de Fan-Coils

Para climatizar la zona de oficinas emplearemos fan-coils, ya que la potencia demandada no es muy elevada (< 10 kW).

A la hora de fijar los fan-coils debemos comprobar que la potencia tanto frigorífica como calorífica sea suficiente para contrarrestar las cargas que hay en la sala en cuestión

Para nuestras oficinas se han seleccionado unidades fan coils de cassette hidrómicas 42 GW de 4 tubos (entrada y salida para batería de frío y entrada y salida para batería de calor).

Modelo de Fan-Coil 42 GW	200D	300D	400D	600D	701D
Potencia frigorífica Total[W]	1650	2700	3250	5000	6800
Potencia frigorífica Sensible[W]	1480	2100	2600	3800	5200
Potencia calorífica [W]	1440	5100	5800	8900	11500
Caudal de aire [m ³ /h]	450	505	625	825	1080
Caudal de agua fría[m ³ /h]	284	464	559	860	1170
Caudal de agua caliente[m ³ /h]	124	439	499	765	989

La potencia necesaria para climatizar los locales será la suma de la carga sensible y latente de verano y la carga sensible de invierno, aunque en realidad bastaría con dimensionar los equipos para verano ya que en invierno la potencia necesaria es mucho menos que la máxima que es capaz de ofrecer el fan coil.

Para calcular el caudal de agua que necesitan las baterías de frío y de calor de los fan-coils, debemos tener en cuenta el salto térmico que va a haber en dichas baterías, y dividir la potencia de las cargas del local entre este salto térmico de temperaturas. Volvemos a recordar que dicha diferencia de temperaturas es de 5°C tanto para las baterías de calor como de frío (entrada en la batería fría a 7°C y salida a 12°C, y entrada en la batería de calor a 50°C y salida a 45°C).



A continuación se muestra en una tabla las necesidades de las salas a climatizar con fan-coil, caudales de agua y potencias tanto de verano como de invierno, y el modelo de fan-coil que satisface todas las necesidades.

	Superficie [m ²]	Cs.fri. [W]	Cl.fri. [W]	Cs.cal [W]	Qagua fria [m ³ /h]	Qagua cal. [m ³ /h]	Modelo de Fancoil
oficina 1	13,33	1240,62	80,51	747,39	227,2341245	128,5511918	42 GW 300D
oficina 2	13,33	1401,58	80,51	1081,28	254,9193646	185,9796698	42 GW 300D
oficina 3	99,43	9900,83	600,56	6784,13	1806,238818	1166,870575	42 GW 701D (x2)
oficina 4	18,13	1940,93	109,51	1549,25	352,6745263	266,4717138	42 GW 400D
oficina 5	23,12	2524,53	139,64	2037,61	458,2382098	350,4691092	42 GW 600D
oficina 6	32,36	3068,47	195,45	1913,67	561,3944188	329,1505176	42 GW 600D
oficina 7	21,34	1925,50	128,89	1090,45	353,3560437	187,5571764	42 GW 300D

En el caso de la denominada oficina número 3, es necesario 2 climatizadores 42 GW 701D.

El caudal de aire impulsado viene dado por el ventilador del fan-coil.

1.2.2.4. Selección de calderas

Las calderas se encargan de suministrar el agua caliente, en las condiciones necesarias.

Se instalarán unas calderas para suministrar el agua caliente necesaria por los climatizadores y los fan-coils instalados y otro grupo de calderas para suministrar agua caliente a los locales comerciales.

Para este segundo grupo de calderas se ha dimensionado de tal forma que sean capaces de ofrecer 80 W/m² de potencia calorífica por local.



Para nuestra instalación emplearemos calderas del modelo FBG, del fabricante YGNIS.

La potencia necesaria por los climatizadores y los fan-coils es de:

-Potencia calorífica total: 537,639kW

Para poder dar esta potencia, se instalará una caldera FGB 540, con una potencia calorífica nominal de 540 kW.

La potencia total necesaria por todos los locales del centro comercial (ofreciendo 80 W/m^2):

-Potencia calorífica de los locales: 3.545.293 kW

Para poder dar esta potencia, se instalaran un grupo de 4 calderas FBG 1160, con una potencia calorífica nominal de 4640 kW (1160 kW cada caldera)

1.2.2.5. Selección de grupos frigoríficos

Los equipos frigoríficos se encargan de suministrar el agua fría, en las condiciones necesarias.

Se instalaran unos grupos frigoríficos para suministrar el agua fría necesaria por los climatizadores y los fan-coils instalados y otros grupos frigoríficos para suministrar agua fría a los locales comerciales.

Para este segundo grupo de equipos frigoríficos se ha dimensionado de tal forma que sean capaces de ofrecer 200 W/m^2 de potencia frigorífica por local.

Para nuestra instalación emplearemos enfriadoras de aire-agua de tronillo de velocidad variable 30XAV, de fabricante CARRIER.

La potencia necesaria por los climatizadores y los fan-coils es de:

-Potencia frigorífica total: 703,189 kW

Para poder dar esta potencia, se instalará un enfriador 30XAV 800, con una potencia frigorífica nominal de 803 kW.



La potencia total necesaria por todos los locales del centro comercial (ofreciendo 200 W/m^2):

-Potencia frigorífica de los locales: 8.863,232 kW

Para poder dar esta potencia, se instalaran un grupo de 8 enfriadores 30XAV 1150, con una potencia frigorífica nominal de 9.200 kW (1150 kW cada enfriador)

1.2.2.6. Selección de los difusores

Para la distribución de aire en un módulo es preciso elegir el tipo de difusor, en el caso de tratarse de una sala acondicionada por un climatizador dado que el Fan-coil ya tiene su propio sistema de difusión.

Se intentará en todo momento distribuir los difusores lo más simétricamente posible, intentando que sus radios de acción no se solapen los unos con los otros, y así tener una distribución más uniforme del aire impulsado.

Para elegir el modelo adecuado de difusores se han tenido en cuenta dos restricciones importantes:

- La velocidad no será superior a los 7 m/s
- El nivel de ruido admisible nunca superará los 35 dB

Hemos elegido difusores rotacionales para climatizar las zonas comunes (MALL). Se ha preferido el uso de los rotacionales en lugar de los lineales puesto que los difusores rotacionales tienen un elevado índice de inducción, es decir, al expulsar el aire rotacionalmente, éste se mezcla mejor con el aire ambiente del local y no incide directamente sobre las cabezas de las personas. Estos difusores serán



de la marca TROX, modelo: “TROX VDL-800”, impulsando un caudal cada uno de ellos de 4300 m³/h.

A continuación se muestra un resumen con el número de difusores necesarios y modelo:

	Q aire total [m ³ /h]	Modelo rejilla	Número
Zona MALL 1	94585,67	TROX VDL-800	22
Zona MALL 2	77756,5	TROX VDL-800	19

1.2.2.7. Selección de las rejillas

Las rejillas van a ser los elementos encargados de la extracción del aire de retorno del local, en este caso tanto para las zonas climatizadas con climatizador como con fan-coil.

Para su cálculo hay que tener en cuenta que la velocidad de paso por la rejilla no puede ser superior a los 2 m/s.

La marca de las rejillas es TROX y el modelo es: “TROX AH AxB”, donde A y B son las medidas de los lados de estas rejillas. Para el cálculo de estas dimensiones se utiliza el caudal de retorno:

$$Ax B = \frac{Q}{3600 * 2}$$

-Donde “2” es la Velocidad máxima de paso por estas rejillas.

- Q es el caudal de retorno por rejilla.



A continuación se muestra un resumen con el número de rejillas necesarias y modelo:

	Q aire total [m ³ /h]	Modelo rejilla	Número
Zona MALL 1	86534.85	TROX AH 800x700	22
Zona MALL 2	73401.23	TROX AH 730x730	19
oficina 1	467,676	TROX AH 250x250	1
oficina 2	467,676	TROX AH 250x250	1
oficina 3	1603,192	TROX AH 350x320	2
oficina 4	523,472	TROX AH 270x270	1
oficina 5	695,528	TROX AH 310x310	1
oficina 6	643,784	TROX AH 300x300	1
oficina 7	385,496	TROX AH 230x230	1

1.2.2.8. Selección de los conductos

Se ha dispuesto de una red de conductos en la cubierta del edificio, con su posterior distribución mediante bajadas para conductos empotradas en pared. Los conductos de impulsión y de retorno saldrán de cada climatizador, para climatizar las zonas comunes o MALL, o para llevar aire de ventilación a la red de fan coils, para climatizar las oficinas. Dichos conductos llevarán aire caliente en invierno y aire frío en verano. El procedimiento seguido en el diseño de los mismos es igual en el caso de conductos de impulsión y en el de conductos de retorno.

Para dimensionarlos se han tenido en cuenta dos criterios base:



- Velocidad máxima del aire en el conducto de 7 m/s (420 m/min en el diagrama).
- Máxima pérdida de carga de 0,12 mmca/m.

La metodología a seguir en el cálculo de conductos se resume en los siguientes pasos.

Para empezar debemos saber la cantidad de caudal que circula por estos conductos. Así, para la distribución del aire de impulsión, este caudal irá disminuyendo a medida que va dando aire a los fan coils o a la sala. De la misma manera, pero inversamente, en los conductos de retorno el aire irá aumentando a medida que el conducto va recogiendo aire de las rejillas de las salas.

Siguiendo con el cálculo de estas secciones, se precisa evaluar en el diagrama para cálculo de conductos del manual de Carrier (adjunto en los anexos), el diámetro del conducto circular necesario para el caudal del tramo, en los supuestos de velocidad máxima y pérdida de carga máxima. Se escogerá el mayor valor de ambos, aunque se puede observar que para caudales inferiores a los 75 m³/min, aproximadamente, la pérdida de carga máxima será quien determine el valor del diámetro, y para valores superiores será la velocidad máxima quien sea determinante.

Por último lo que tenemos que hacer es irnos a la tabla (también adjunta en los anexos) llamada “Equivalencia de conducto circular con rectangular”, donde a partir del diámetro obtenido anteriormente conseguimos su equivalente en sección cuadrada o rectangular.

Los resultados de las medidas de los conductos se encuentran dibujados y señalados en los planos del proyecto.

En la tabla que muestra a continuación se muestra uno de los tramos de la red de tuberías, concretamente las tuberías de agua caliente que desciende por el denominado patinillo 1 que abastece a 21 locales comerciales:



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

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	mm.c.a/ml
total	1576,42788				
comun1	716,558129	150		4,6	0,025
0-1	358,279065	100	96x88	8,6	0,045
1-2	143,311626	60	58x52	15	0,08
2-3	71,6558129	48	44x44	16	0,12
1-4	214,967439	85	80x76	16	0,06
4-5	143,311626	60	58x52	16	0,08
5-6	71,6558129	48	44x44	19	0,12
0-7	358,279065	100	96x88	6,8	0,045
7-8	143,311626	60	58x52	15,68	0,08
8-9	71,6558129	48	44x44	17,6	0,12
7-10	214,967439	85	80x76	6,81	0,06
10-11	143,311626	60	58x52	17	0,08
11-12	71,6558129	48	44x44	19	0,12
comun2	358,279065	100	96x88		0,045
0-1	143,311626	60	58x52	12,17	0,08
1-2	71,6558129	48	44x44	24,2	0,12
0-3	214,967439	85	80x76	15,6	0,06
3-4	143,311626	60	58x52	12,1	0,08
4-5	71,6558129	48	44x44	4,3	0,12
comun3	286,623252	90	84x80	17,8	0,05
0-1	143,311626	60	58x52	12,3	0,08
1-2	71,6558129	48	44x44	8,5	0,12
1-3	143,311626	60	58x52	7,4	0,08
3-4	71,6558129	48	44x44	3,4	0,12
comun4	214,967439	85	80x76	25,3	0,06
0-1	71,6558129	48	44x44	12,3	0,12
0-2	143,311626	60	58x52	2,3	0,08
2-3	71,6558129	48	44x44	3,6	0,12
					2,37
					10%
					2,61



1.2.2.9. Selección de las tuberías

El sistema de tuberías de agua está compuesto por cuatro tubos, dos tubos que forman el sistema de impulsión y de retorno de agua fría y otros dos con la impulsión y retorno de agua caliente. Ambos forman dos sistemas cerrados e independientes el uno del otro con diferentes dimensiones.

Una vez que hemos calculado los caudales de agua fría y caliente que necesitan los fan coils, para dimensionar los diámetros de las tuberías necesitamos tener en cuenta un caudal superior al del requerido por el fan coil, es decir, el caudal del equipo seleccionado, aplicando así un pequeño margen de seguridad.

Para hacer la selección de los diámetros de las tuberías nos hemos ayudado de las tablas de Moody para el acero con agua fría a 10°C y caliente a 50°C.

Tenemos que tener en cuenta que hay dos restricciones que no debemos sobrepasar en ningún momento, que son:

- No superar los 20mm.c.a. por metro de tubería.
- No superar los 2 m/s de velocidad del agua, tanto para agua fría como caliente.

De esta manera obtenemos la pérdida de carga y la velocidad del agua en todos los tramos. La pérdida de carga se verá incrementada por el hecho de haber codos (cuando proceda), por lo que se le aplicará un factor de 1,5 a la pérdida total resultante.

En la tabla que muestra a continuación se muestra uno de los tramos de la red de tuberías, concretamente las tuberías de agua caliente que desciende por el denominado patinillo 1 que abastece a 21 locales comerciales:



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

Instalac:

Circuito:

Circuito de locales 1 tuberías agua caliente

Bomba:

TRAMO	Q (l/h)	DN (m)	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	Perd. Co-dos (mm.c.a.)	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)
comun	31221,853	100	12	1,02	150	900	1.800,00	1.800,00
0-1	19220,794	80	5	0,64	3	7,5	15,00	1.815,00
1-2	17459,514	80	15	0,96	3	22,5	45,00	1.860,00
2-3	16075,808	80	13	0,89	6	39	78,00	1.938,00
3-4	14314,528	80	11	0,82	2	11	22,00	1.960,00
4-5	12128,202	65	17	0,92	3	25,5	51,00	2.011,00
5-6	10366,922	65	13	0,81	2	13	26,00	2.037,00
6-7	8167,3856	65	8	0,62	2	8	16,00	2.053,00
7-8	2542,7104	40	11	0,52	8	44	88,00	2.141,00
8-9	1461,0368	32	9	0,43	3	13,5	27,00	2.168,00
7-10	5624,6752	50	15	0,72	5	37,5	75,00	2.243,00
10-11	3929,9936	50	8	0,52	10	40	80,00	2.323,00
11-12	2471,8464	40	11	0,52	4	22	44,00	2.367,00
12-13	1010,5344	25	17	0,49	5	42,5	85,00	2.452,00
0-14	12001,059	65	17	0,92	4	34	68,00	2.520,00
14-15	10239,779	65	12	0,77	2	12	24,00	2.544,00
15-16	9199,3856	65	12	0,77	4	24	48,00	2.592,00
16-17	7479,7984	65	7	0,58	3	10,5	21,00	2.613,00
17-18	6564,7584	50	20	0,85	5	50	100,00	2.713,00
18-19	5229,0752	50	16	0,76	2	16	32,00	2.745,00
19-20	4359,3056	50	9	0,55	5	22,5	45,00	2.790,00
20-21	3580,0768	50	7	0,48	2	7	14,00	2.804,00
21-22	2710,3072	40	13	0,58	2	13	26,00	2.830,00
							1.415,00	2.830,00
							total	4.245,00
							% segur.	10,00%
								4,67



Las tablas de Moody con la cuales se ha realizado los cálculos de diámetros necesarios y la pérdida de carga, se encuentra en el apartado de Anexos.

1.2.2.10. Selección de bombas

Las bombas de agua son las encargadas de transportar el agua por las tuberías de un punto a otro del edificio. Más concretamente tendremos las bombas del circuito secundario encargadas de impulsar el agua hasta la red de fan coils y hasta los climatizadores o impulsar el agua hasta los locales, y las bombas del circuito primario encargadas de devolver el agua hasta los grupos frigoríficos o las calderas. Recordamos que los circuitos de agua caliente y fría son independientes entre sí. Cada bomba llevará en paralelo otra bomba idéntica de reserva encargada de garantizar el cien por cien del caudal necesario para poder realizar operaciones de mantenimiento y reparación sin detener el suministro de las mismas.

Primeramente se han calculado los caudales necesarios en función de la demanda de agua de los equipos instalados, que han sido dimensionados en función de las cargas que hay que vencer. El siguiente paso fue el de hacer un estudio de las pérdidas de carga de las redes de tuberías.

Para hallar una estimación de la pérdida de carga máxima lo más real posible, se han modelado ciertos valores típicos aportados por elementos de la instalación como pueden ser válvulas, equipos frigoríficos, climatizadores o las mismas bombas de estudio.

- Pérdida de carga de equipos frigoríficos/calderas: 7 m.c.a
- Batería de climatizadores/Fan-Coils: 3 m.c.a.
- Válvulas: 6 m.c.a

Además se ha incluido un coeficiente de incertidumbre de un 10% del valor total.



Todo ello nos ha ayudado a determinar el cálculo final de pérdida de carga que tendrá que vencer la bomba que escojamos.

El fabricante de bombas que hemos elegido es EBARA, y el régimen de trabajo 1450 r.p.m., usando el modelo ENR de EBARA:

Las bombas que se utilizaran:

Red de locales	Tuberías Frio				
	Caudal [m ³ /h]	Pérdida [m.c.a.]	Bomba	Pot.bomba absorv. [KW]	Pot.bomba Motor [KW]
1	78,05	20,7	65-135	9,8	11
2	127,45	20,46	100-315	11,6	15
3	77,56	19,53	80-250	5,7	7,5
4	56,6	20,34	65-315	5,9	7,5
5	26,87	19,2	50-250	2,6	4
6	83,64	18,92	100-250	6,3	7,5
7	19,58	20,32	50-250	2	3
8	22,83	18,55	65-250	2,6	4
9	19,64	16,97	50-250	1,5	2,2
10	14,81	16,44	40-200	1,1	1,5
11	45,53	16,75	65-250	3,2	4
retorno (x8)	572,56	20,46	80-135	10,1	11



Red de locales		Tuberías Calor			
	Caudal [m ³ /h]	Pérdida [m.c.a.]	Bomba	Pot.bomba absorv. [KW]	Pot.bomba Motor [KW]
1	31,22	20,67	80-250	3,6	5,5
2	50,98	23,36	65-315	5,3	7,5
3	31,02	18,56	65-250	2,7	4
4	22,63	18,46	50-250	2,1	3
5	10,75	17,53	50-250	1,1	1,5
6	33,47	18,01	65-250	2,5	4
7	7,83	18,59	50-250	1,1	1,5
8	9,13	19,32	50-250	1,2	1,5
9	7,86	18,32	40-250	1,1	1,5
10	5,92	19,31	40-250	1	5
11	18,21	19,93	50-250	1,7	2,2
retorno (x4)	229,02	23,36	65-315	5,2	5,5

Oficinas		Tuberías Frio			
	Caudal [m ³ /h]	Pérdida [m.c.a.]	Bomba	Pot.bomba absorv. [KW]	Pot.bomba Motor [KW]
Salida y retorno (x2)	3,16	17,1	32-125	0,5	0,75

Oficinas		Tuberías Calor			
	Caudal [m ³ /h]	Pérdida [m.c.a.]	Bomba	Pot.bomba absorv. [KW]	Pot.bomba Motor [KW]
Salida y retorno (x2)	2,62	18,56	32-250	0,9	1,1



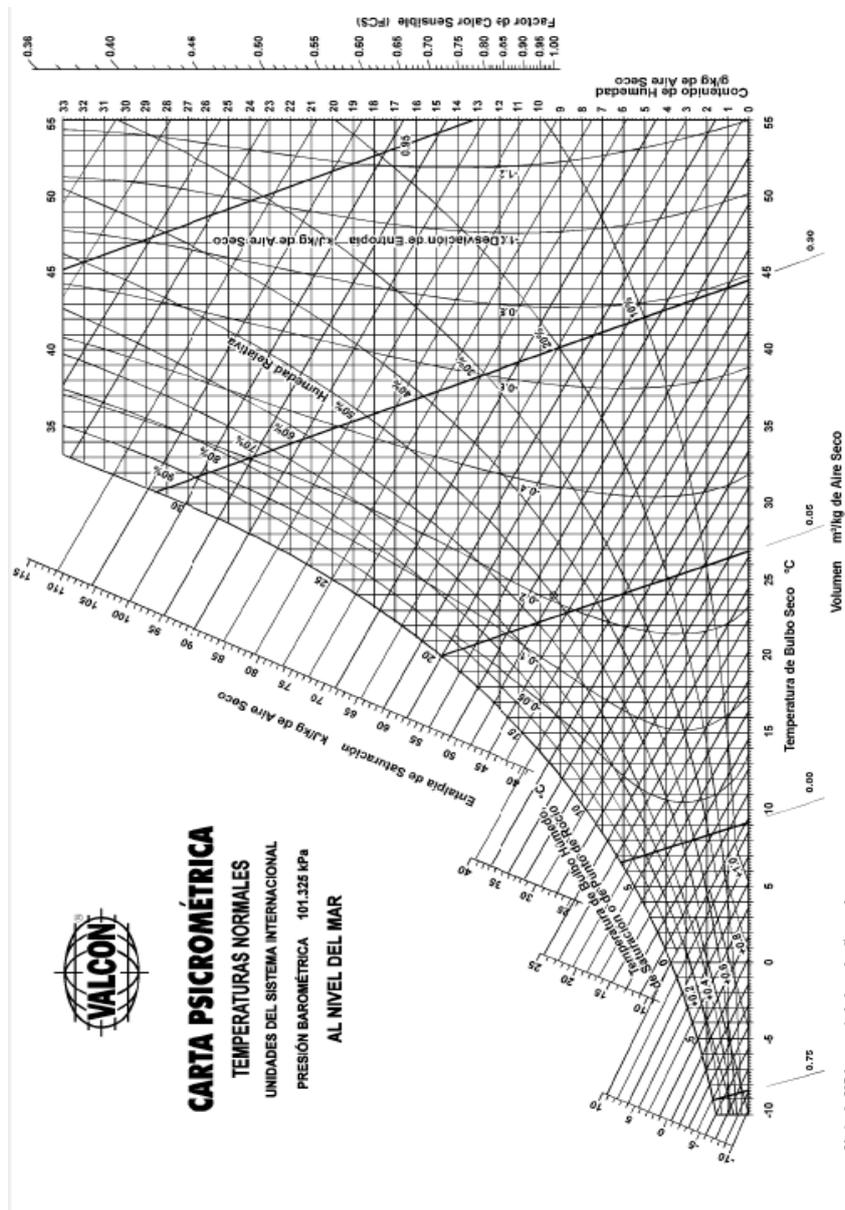
Climatizadores		Tuberías Frio			
	Caudal [m ³ /h]	Pérdida [m.c.a.]	Bomba	Pot.bomba absorv. [KW]	Pot.bomba Motor [KW]
1-Salida y Re- torno (x2)	76,30	21	65-315	9,8	11
2-Salida y Re- torno (x2)	55,39	21	65-315	5,9	7,5
3-Salida y Re- torno (x2)	2,72	21	32-250	1	1,5

Climatizadores		Tuberías Calor			
	Caudal [m ³ /h]	Pérdida [m.c.a.]	Bomba	Pot.bomba absorv. [KW]	Pot.bomba Motor [KW]
1-Salida y Re- torno (x2)	67,86	21	100- 250	7,1	7,5
2-Salida y Re- torno (x2)	36,34	21	80-250	3,6	5,5
3-Salida y Re- torno (x2)	3,33	21	32-25	1	1,5

1.3. Anexos

1.3.1. Tablas de cálculo empleadas

1.3.1.1 Ábaco psicrométrico

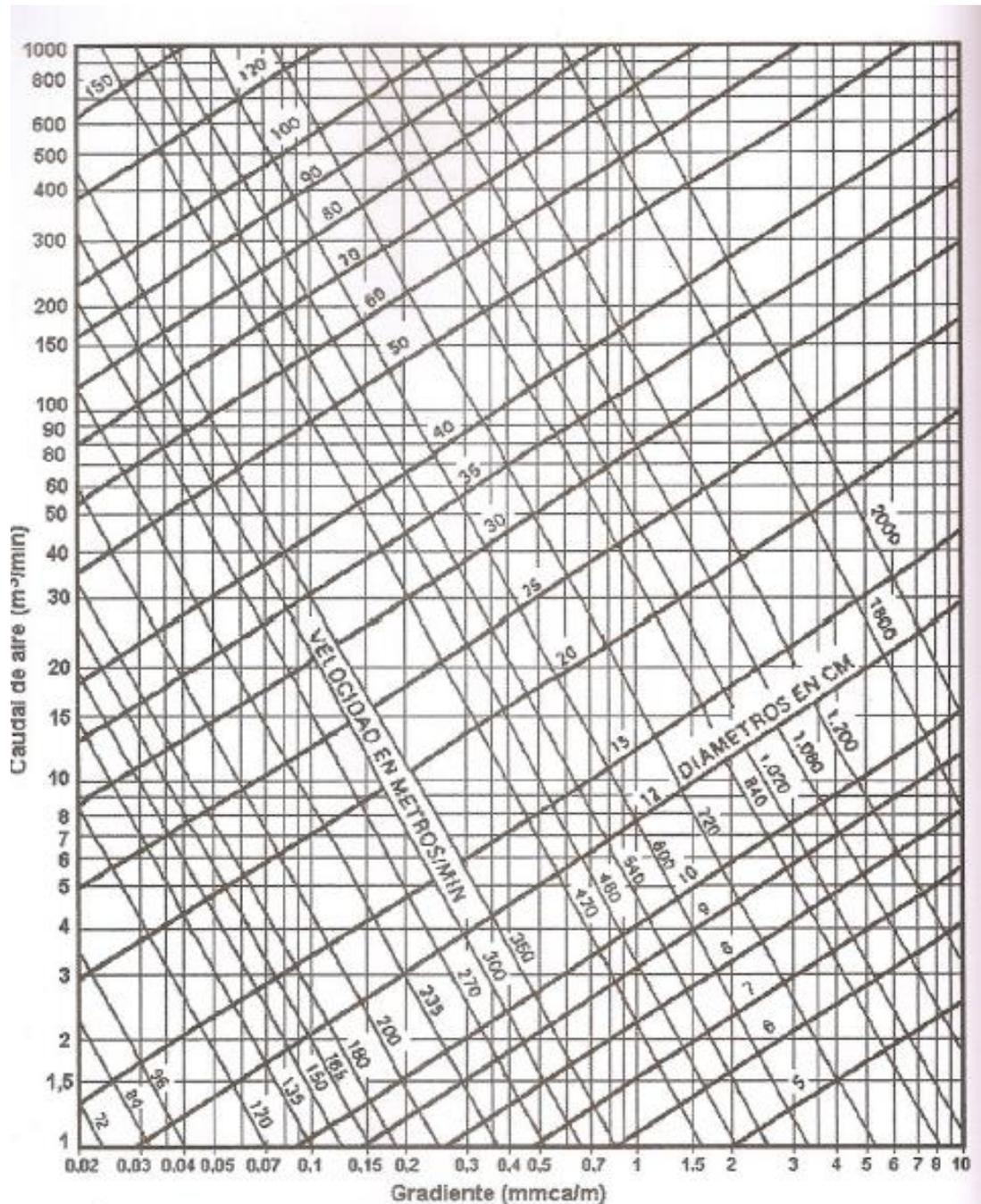


Abajo de 0°C las propiedades y las líneas de desviación de la entalpia son para el hielo

Figura 13.11 - Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).



1.3.1.2 Ábaco de cálculo de conductos de aire





1.3.1.3 Tabla de equivalencias de conductos (Rectangular/circular)

TABLA 1: Equivalencia de conducto circular con rectangular

Lado conducto recto	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	Lado conducto recto	
20	22																										20	
22	23	24																										22
24	24	25	26																									24
26	25	26	27	28																								26
28	26	27	28	30	31																							28
30	27	28	29	31	32	33																						30
32	28	29	30	31	33	34	35																					32
34	28	30	31	32	34	35	36	37																				34
36	29	31	32	33	35	36	37	38	38																			36
38	30	31	33	34	36	37	38	39	40	42																		38
40	31	32	34	35	36	38	39	40	41	43	44																	40
42	31	33	34	36	37	39	40	41	42	44	45	46																42
44	32	34	35	37	38	40	41	42	43	45	46	47	48															44
46	33	34	36	37	39	40	42	43	44	46	47	48	49	50														46
48	33	35	37	39	40	41	43	44	45	47	48	49	50	51	53													48
50	34	36	37	39	40	42	44	45	46	47	49	50	51	52	54	55												50
52	34	36	38	40	41	43	44	46	47	48	50	51	52	53	55	56	57											52
54	36	37	39	40	42	44	45	47	48	49	51	52	53	54	56	57	58											54
56	36	37	39	41	43	44	46	47	49	50	52	53	54	55	57	58	59	61										56
58	36	38	40	42	43	45	47	48	50	51	52	54	55	56	58	59	60	62										58
60	37	39	40	42	44	46	47	49	51	52	53	55	56	57	59	60	61	63	66									60
62	37	39	41	43	45	47	48	49	52	53	54	56	57	58	59	61	62	64	67									62
64	38	40	42	44	45	47	49	50	53	53	55	56	58	59	60	62	63	65	68	70								64
66	38	40	42	44	46	48	50	50	54	54	56	57	59	60	61	63	64	66	69	71								66
68	39	41	43	45	47	48	50	51	54	55	57	59	60	61	62	64	65	67	70	72	74							68
70	39	41	43	45	47	49	51	52	55	56	57	59	60	62	63	65	66	68	71	73	75							70
72	40	42	44	46	48	50	52	53	56	57	58	60	61	63	64	66	67	69	72	74	76	79						72
74	40	42	44	46	48	50	52	53	56	57	59	60	62	63	65	67	68	70	73	75	77	80						74
76	40	43	45	47	49	51	52	54	57	58	60	61	63	64	66	68	68	71	74	76	78	81	83					76
78	41	43	46	48	50	52	53	55	58	59	60	62	63	65	66	69	69	72	75	77	79	82	84					78
80	41	44	46	48	50	52	53	55	58	59	61	63	64	66	67	70	70	73	75	78	80	83	85	88				80
82	41	44	46	49	51	53	54	56	59	60	62	63	65	67	68	70	71	74	76	79	81	84	86	89				82
84	42	45	47	49	51	53	55	57	60	61	62	64	66	67	69	71	72	75	77	80	82	85	87	90	92			84
86	42	45	47	50	52	54	55	58	60	61	63	65	66	68	70	72	73	75	78	81	83	86	88	91	93			86
88	43	45	48	50	52	54	56	58	61	62	63	65	67	68	70	73	73	76	79	82	84	87	89	92	94	96		88
90	43	46	48	51	53	55	56	59	61	63	64	66	68	69	71	73	74	77	80	83	85	88	90	93	95	97		90
92	43	46	49	51	53	55	57	59	62	64	64	67	69	69	72	74	75	78	81	83	86	89	91	94	96	98		92
94	44	47	49	52	54	56	57	60	62	64	65	68	69	70	73	75	76	79	82	84	87	90	92	95	97	99		94
96	44	47	50	52	54	56	58	61	62	65	66	68	70	71	73	75	76	79	83	85	87	91	93	96	98	100		96



1.3.1.4 Ábaco de cálculo de tuberías de agua (diagrama de MOODY para tubería de acero)

Ø pulgadas nominal Ø interior	DN 2440																DN 2448																DN 2458																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	38"	40"	42"	44"	46"	48"	50"	52"	54"	56"	58"	60"	62"	64"	66"	68"	70"	72"	74"	76"	78"	80"	82"	84"	86"	88"	90"	92"	94"	96"	98"	100"	102"	104"	106"	108"	110"	112"	114"	116"	118"	120"	122"	124"	126"	128"	130"	132"	134"	136"	138"	140"	142"	144"	146"	148"	150"	152"	154"	156"	158"	160"	162"	164"	166"	168"	170"	172"	174"	176"	178"	180"	182"	184"	186"	188"	190"	192"	194"	196"	198"	200"	202"	204"	206"	208"	210"	212"	214"	216"	218"	220"	222"	224"	226"	228"	230"	232"	234"	236"	238"	240"	242"	244"	246"	248"	250"	252"	254"	256"	258"	260"	262"	264"	266"	268"	270"	272"	274"	276"	278"	280"	282"	284"	286"	288"	290"	292"	294"	296"	298"	300"	302"	304"	306"	308"	310"	312"	314"	316"	318"	320"	322"	324"	326"	328"	330"	332"	334"	336"	338"	340"	342"	344"	346"	348"	350"	352"	354"	356"	358"	360"	362"	364"	366"	368"	370"	372"	374"	376"	378"	380"	382"	384"	386"	388"	390"	392"	394"	396"	398"	400"	402"	404"	406"	408"	410"	412"	414"	416"	418"	420"	422"	424"	426"	428"	430"	432"	434"	436"	438"	440"	442"	444"	446"	448"	450"	452"	454"	456"	458"	460"	462"	464"	466"	468"	470"	472"	474"	476"	478"	480"	482"	484"	486"	488"	490"	492"	494"	496"	498"	500"	502"	504"	506"	508"	510"	512"	514"	516"	518"	520"	522"	524"	526"	528"	530"	532"	534"	536"	538"	540"	542"	544"	546"	548"	550"	552"	554"	556"	558"	560"	562"	564"	566"	568"	570"	572"	574"	576"	578"	580"	582"	584"	586"	588"	590"	592"	594"	596"	598"	600"	602"	604"	606"	608"	610"	612"	614"	616"	618"	620"	622"	624"	626"	628"	630"	632"	634"	636"	638"	640"	642"	644"	646"	648"	650"	652"	654"	656"	658"	660"	662"	664"	666"	668"	670"	672"	674"	676"	678"	680"	682"	684"	686"	688"	690"	692"	694"	696"	698"	700"	702"	704"	706"	708"	710"	712"	714"	716"	718"	720"	722"	724"	726"	728"	730"	732"	734"	736"	738"	740"	742"	744"	746"	748"	750"	752"	754"	756"	758"	760"	762"	764"	766"	768"	770"	772"	774"	776"	778"	780"	782"	784"	786"	788"	790"	792"	794"	796"	798"	800"	802"	804"	806"	808"	810"	812"	814"	816"	818"	820"	822"	824"	826"	828"	830"	832"	834"	836"	838"	840"	842"	844"	846"	848"	850"	852"	854"	856"	858"	860"	862"	864"	866"	868"	870"	872"	874"	876"	878"	880"	882"	884"	886"	888"	890"	892"	894"	896"	898"	900"	902"	904"	906"	908"	910"	912"	914"	916"	918"	920"	922"	924"	926"	928"	930"	932"	934"	936"	938"	940"	942"	944"	946"	948"	950"	952"	954"	956"	958"	960"	962"	964"	966"	968"	970"	972"	974"	976"	978"	980"	982"	984"	986"	988"	990"	992"	994"	996"	998"	1000"																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
3	49	100	210	384	548	712	876	1040	1204	1368	1532	1696	1860	2024	2188	2352	2516	2680	2844	3008	3172	3336	3500	3664	3828	3992	4156	4320	4484	4648	4812	4976	5140	5304	5468	5632	5796	5960	6124	6288	6452	6616	6780	6944	7108	7272	7436	7600	7764	7928	8092	8256	8420	8584	8748	8912	9076	9240	9404	9568	9732	9896	10060	10224	10388	10552	10716	10880	11044	11208	11372	11536	11700	11864	12028	12192	12356	12520	12684	12848	13012	13176	13340	13504	13668	13832	13996	14160	14324	14488	14652	14816	14980	15144	15308	15472	15636	15800	15964	16128	16292	16456	16620	16784	16948	17112	17276	17440	17604	17768	17932	18096	18260	18424	18588	18752	18916	19080	19244	19408	19572	19736	19900	20064	20228	20392	20556	20720	20884	21048	21212	21376	21540	21704	21868	22032	22196	22360	22524	22688	22852	23016	23180	23344	23508	23672	23836	24000	24164	24328	24492	24656	24820	24984	25148	25312	25476	25640	25804	25968	26132	26296	26460	26624	26788	26952	27116	27280	27444	27608	27772	27936	28100	28264	28428	28592	28756	28920	29084	29248	29412	29576	29740	29904	30068	30232	30396	30560	30724	30888	31052	31216	31380	31544	31708	31872	32036	32200	32364	32528	32692	32856	33020	33184	33348	33512	33676	33840	34004	34168	34332	34496	34660	34824	34988	35152	35316	35480	35644	35808	35972	36136	36300	36464	36628	36792	36956	37120	37284	37448	37612	37776	37940	38104	38268	38432	38596	38760	38924	39088	39252	39416	39580	39744	39908	40072	40236	40400	40564	40728	40892	41056	41220	41384	41548	41712	41876	42040	42204	42368	42532	42696	42860	43024	43188	43352	43516	43680	43844	44008	44172	44336	44500	44664	44828	44992	45156	45320	45484	45648	45812	45976	46140	46304	46468	46632	46796	46960	47124	47288	47452	47616	47780	47944	48108	48272	48436	48600	48764	48928	49092	49256	49420	49584	49748	49912	50076	50240	50404	50568	50732	50896	51060	51224	51388	51552	51716	51880	52044	52208	52372	52536	52700	52864	53028	53192	53356	53520	53684	53848	54012	54176	54340	54504	54668	54832	54996	55160	55324	55488	55652	55816	55980	56144	56308	56472	56636	56800	56964	57128	57292	57456	57620	57784	57948	58112	58276	58440	58604	58768	58932	59096	59260	59424	59588	59752	59916	60080	60244	60408	60572	60736	60900	61064	61228	61392	61556	61720	61884	62048	62212	62376	62540	62704	62868	63032	63196	63360	63524	63688	63852	64016	64180	64344	64508	64672	64836	65000	65164	65328	65492	65656	65820	65984	66148	66312	66476	66640	66804	66968	67132	67296	67460	67624	67788	67952	68116	68280	68444	68608	68772	68936	69100	69264	69428	69592	69756	69920	70084	70248	70412	70576	70740	70904	71068	71232	71396	71560	71724	71888	72052	72216	72380	72544	72708	72872	73036	73200	73364	73528	73692	73856	74020	74184	74348	74512	74676	74840	75004	75168	75332	75496	75660	75824	75988	76152	76316	76480	76644	76808	76972	77136	77300	77464	77628	77792	77956	78120	78284	78448	78612	78776	78940	79104	79268	79432	79596	79760	79924	80088	80252	80416	80580	80744	80908	81072	81236	81400	81564	81728	81892	82056	82220	82384	82548	82712	82876	83040	83204	83368	83532	83696	83860	84024	84188	84352	84516	84680	84844	85008	85172	85336	85500	85664	85828	85992	86156	86320	86484	86648	86812	86976	87140	87304	87468	87632	87796	87960	88124	88288	88452	88616	88780	88944	89108	89272	89436	89600	89764	89928	90092	90256	90420	90584	90748	90912	91076	91240	91404	91568	91732	91896	92060	92224	92388	92552	92716	92880	93044	93208	93372	93536	93700	93864	94028	94192	94356	94520	94684	94848	95012	95176	95340	95504	95668	95832	95996	96160	96324	96488	96652	96816	96980	97144	97308	97472	97636	97800	97964	98128	98292	98456	98620	98784	98948	99112	99276	99440	99604	99768	99932	100096	100260	100424	100588	100752	100916	101080	101244	101408	101572	101736	101900	102064	102228	102392	102556	102720	102884	103048	103212	103376	103540	103704	103868	104032	104196	104360	104524	104688	104852	105016	105180	105344	105508	105672	105836	106000	106164	106328	106492	106656	106820	106984	107148	107312	107476	107640	107804	107968	108132	108296	108460	108624	108788	108952	109116	109280	109444	109608	109772	109936	110100	110264	110428	110592	110756	110920	111084	111248	111412	111576	111740	111904	112068	112232	112396	112560	112724	112888	113052	113216	113380	113544	113708	113872	114036	114200	114364	114528	114692	114856	115020	115184	115348	115512	115676	115840	116004	116168	116332	116496	116660	116824	116988	117152	117316	117480	117644	117808	117972	118136	118300	118464	118628	118792	118956	119120	119284	119448	119612	119776	119940	120104	120268	120432	120596	120760	120924	121088	121252	121416	121580	121744	121908	122072	122236	122400	122564	122728	122892	123056	123220	123384	123548	123712	123876	124040	124204	124368	124532	124696	124860	125024	125188	125352	125516	125680	125844	126008	126172	126336	126500	126664	126828	126992	127156	127320	127484	127648	127812	127976	128140	128304	128468	128632	128796	128960	129124	129288	129452	129616	129780	129944	130108	130272	130436	130600	130764	130928	131092	131256	131420	131584	131748

1.3.2. Catálogos de los equipos empleados

1.3.2.1 Catálogo de climatizadores TROX

Climatizador 305x227: (A001) CLIMATIZADOR 1

Report to performance data

EN 1886: 2007

Resistencia mecánica (-1000 / +1000 Pa)	D1/D2
Estanqueidad	L1
Fuga de aire por derivación a través del filtro	F9
Transmisión térmica	T2
Fuente térmica	TB2

Aislamiento acústico de la carcasa

63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
6	13	25	32	32	29	34	44

NOTAS/SUPLEMENTOS

Dimensiones aproximadas (Ancho x Alto x Largo): 3150x5020x9010 mm. Peso aproximado: 14470 kg. Intemperie: Tejadillo chapa.

THM 50 HE EU, construido con bastidor en perfil de aluminio extruido pintado, con rotura de puente térmico. Paneles de 50 mm de espesor tipo sándwich: con chapa exterior prelacada de 1 mm y chapa interior galvanizada de 1 mm. Con rotura de puente térmico y aislamiento de lana mineral. Enrasados con el bastidor formando superficies interiores lisas, adecuados para facilitar las tareas de limpieza interior del equipo. Puertas de acceso de construcción idéntica a los paneles, con bisagras y manecillas de apertura rápida. Bancada construida en perfiles en U de acero galvanizado y laminado en frío de 3mm de espesor. Los equipos para intemperie incorporarán cubierta adicional tejadillo de chapa.

FILTROS				Pérdida de carga (Pa)	
ID	Tipo	Accesorios	Q (m³/h)	Inicial/Considerada	
G	Filtro compacto clase M6	AF4	47293	41/120	
L	Prefiltro clase G4 + Filtro compacto clase M6	AF4	47293	98/224	
N	Filtro compacto clase F9	AF4	47293	74/187	
V	Prefiltro clase G4 + Filtro compacto clase M6	AF4	4026	3/177	

Legenda: AF4 = Tomas de presión

VENTILADORES				Presión (Pa)		LWA	
ID	Modelo/ Tipo/ Categoría	Accesorios	Q(m³/h)/ rpm	Total/Estático/Est. Disp.	dB(A)	Motor	
D	TPF110-8-15000W/ Plug-Fan/ SFP 3	AV2, AV8	47293 / 694	647/606/300	88,6	15,00 kW - (fop=47 Hz)	
Q	TPF110-6-30000W/ Plug-Fan/ SFP 4	AV2, AV8	47293 / 896	1301/1259/300	95,7	30,00 kW - (fop=46 Hz)	

Legenda: AV2 = Convertidor de frecuencia integrado en envoltorio y completamente conectado al motor, AV8 = Tomas medición caudal

SILENCIADORES				LWA							
ID	Modelo	Q(m³/h) / Dp(Pa)	85Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)
J	MSA200/ L=750	47293/ 22	77,0	74,8	66,3	62,5	55,2	55,0	56,8	55,3	65,9
R	MSA200/ L=1000	47293/ 23	84,5	79,7	69,3	64,6	57,8	57,9	63,0	62,5	70,3

RECUPERADORES				Efiencia		Alre		
ID	Modelo	Temperatura / Humedad	Lado	Q(m³/h) / Dp(Pa)	Entrada	Salida		
A	RRU-PT-D19-1000	67,3% / 41,8%	Impulsión Retorno	4026 / 130	-1,0°C/90,0%	14,5°C/51,5%		
				4026 / 130	22,0°C/50,0%	7,0°C/65,0%		

BATERÍAS				Alre				Agua	
ID	Modelo	Tipo	(kW)	Q(m³/h) / v(m/s) / Dp(Pa)	Entrada	Salida	Q(l/h) / Dp(kPa)	(°C)	
M	TWCT40D-CU-AI-8R-52T-2700 A-3pa 78C 3"	Refrigeración	271,70	47293/ 2,34/ 171	25,2°C/49,0%	12,0°C/96,6%	46697/ 27,9	7,0/12,0	
M	TWCT40D-CU-AI-2R-52T-2700 A-3pa 52C 4"	Calefacción	198,00	47293/ 2,34/ 48	20,0°C/ -	32,3°C/ -	34354/ 9,3	50,0/45,0	



HUMECTADORES				Aire	
ID	Modelo/Tipo		Q(m³/h) / Dp(Pa)	Entrada	Salida
F	HEF2E-FibraVidrio-75-2700x2100/ Adiabático	Eficiencia 74%	47293/ 34	32,0°C/30,0%	22,7°C/74,1%

ENTRADAS/SALIDAS				
ID	Tipo	Modelo	Regulación	
B	Compuerta	JZ-S-R/2000x1170/0/2D4	Manual	
B	Compuerta	JZ-S-R/1200x1830/0/2D4	Manual	
B	Compuerta	JZ-S-R/1200x1830/0/2D4	Manual	
C	Compuerta (Protección anti-luvia)	JZ-S-R/400x510/0/SP2899	Preparada para motorizar	
I	Marco metu	MM-2500x1830	-	
K	Marco metu	MM-2500x1830	-	
S	Marco metu	MM-2500x1830	-	
T	Compuerta (Protección anti-luvia)	JZ-S-R/400x510/0/SP2899	Preparada para motorizar	

SECCIONES VACÍAS		
ID	Longitud	Notas
E	650 mm	
H	500 mm	
P	650 mm	
U	500 mm	

Climatizador 305x190: (A002) CLIMATIZADOR 2

Report to performance data

EN 1886: 2007			
Resistencia mecánica (-1000 / +1000 Pa)			D1/D2
Estanqueidad			L1
Fuga de aire por derivación a través del filtro			F9
Transmisión térmica			T2
Puente térmico			TB2
Aislamiento acústico de la carcasa			
63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
6	13	25	32
32	29	34	44

NOTAS/SUPLEMENTOS

Dimensiones aproximadas (Ancho x Alto x Largo): 3150x4280x6760 mm. Peso aproximado: 12595 kg. Intemperie: Tejadillo chapa.
 TKM 50 HE EU, construido con bastidor en perfil de aluminio extruido pintado, con rotura de puente térmico. Paneles de 50 mm de espesor tipo sándwich: con chapa exterior prelacada de 1 mm y chapa interior galvanizada de 1 mm. Con rotura de puente térmico y aislamiento de lana mineral. Enrasados con el bastidor formando superficies interiores lisas, adecuados para facilitar las tareas de limpieza interior del equipo. Puertas de acceso de construcción idéntica a los paneles, con bisagras y manecillas de apertura rápida. Bancada construida en perfiles en U de acero galvanizado y laminado en frío de 3mm de espesor. Los equipos para intemperie incorporarán cubierta adicional tejadillo de chapa.

FILTROS				Pérdida de carga (Pa)	
ID	Tipo	Accesorios	Q (m³/h)	Inicial	Considerada
G	Filtro compacto clase M6	AF4	38878	37/119	
L	Prefiltro clase G4 + Filtro compacto clase M6	AF4	38878	92/221	
N	Filtro compacto clase F9	AF4	38878	68/184	
V	Prefiltro clase G4 + Filtro compacto clase M6	AF4	2178	1/175	

Legenda: AF4 = Tomas de presión

VENTILADORES					LWA	
ID	Modelo/ Tipo/ Categoría	Accesorios	Q(m³/h) / rpm	Presión (Pa) Total/Estática/Est. Disp.	dB(A)	Motor
D	TPF10C-8-11000W/ Plug-Fan/ SFP 3	AV2, AV8	38878 / 860	654/586/300	90,4	11,00 KW - (fop=58 Hz)
Q	TPF10C-6-22000W/ Plug-Fan/ SFP 4	AV2, AV8	38878 / 1039	1249/1181/300	95,0	22,00 KW - (fop=53 Hz)

Legenda: AV2 = Convertidor de frecuencia integrado en envoltorio y completamente conectado al motor, AV8 = Tomas medición caudal

SILENCIADORES											
ID	Modelo	Q(m³/h) / Dp(Pa)	80Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz	LWA dB(A)
J	MSA200/ L=750	38878/ 21	78,0	76,1	67,9	64,3	57,1	56,9	58,7	57,2	67,6
R	MSA200/ L=1000	38878/ 22	83,3	78,7	68,5	63,9	57,2	57,4	62,4	61,9	69,6



RECUPERADORES		Eficiencia	Lado		Aire	
ID	Modelo	Temperatura / Humedad		G(m³/h) / Dp(Pa)	Entrada	Salida
A	RRU-ET-D19-800	69,6% / 52,8%	Impulsión	2178 / 113	-1,0°C/90,0%	15,0°C/55,0%
			Retorno	2178 / 113	22,0°C/50,0%	6,1°C/94,9%



BATERÍAS			Aire		Agua	
ID	Modelo	Tipo	(KW)	G(m³/h) / v(m/s) / Dp(Pa)	Entrada	Salida
M	TWCT40D-Cu-AI-6R-44T-2700 A-2, Spa 55C 2 1/2"	Refrigeración	189,03	38878/ 2,27/ 141	24,8°C/51,0%	18,2°C/94,7%
M	TWCT60D-Cu-AI-2R-29T-2700 A-2, Spa 29C 2 1/2"	Calefacción	109,00	38878/ 2,30/ 24	20,7°C/ -	28,9°C/ -
					18912/ 10,0	50,0/45,0



HUMECTADORES			Aire		
ID	Modelo/Tipo		G(m³/h) / Dp(Pa)	Entrada	Salida
F	HEF2E-Fibra/Vidrio-75-2700x1800/ Adiabático	Eficiencia 74%	38878/ 33	32,0°C/30,0%	22,7°C/74,3%

ENTRADAS/SALIDAS		Modelo	Regulación
B	Compuerta	JZ-S-R/1800x1005/0/204	Manual
B	Compuerta	JZ-S-R/1200x1500/0/204	Manual
B	Compuerta	JZ-S-R/1200x1500/0/204	Manual
C	Compuerta (Protección anti-luvia)	JZ-S-R/300x345/0/SPZ599	Preparada para motorizar
I	Marco metu	MM-2500x1500	-
K	Marco metu	MM-2500x1500	-
S	Marco metu	MM-2500x1500	-
T	Compuerta (Protección anti-luvia)	JZ-S-R/300x345/0/SPZ599	Preparada para motorizar



SECCIONES VACÍAS		Notas
ID	Longitud	
E	650 mm	
H	500 mm	
P	650 mm	
U	500 mm	

Climatizador 098x069: (A003) CLIMATIZADOR 3

EN 1886: 2007	
Resistencia mecánica (-1000 / +1000 Pa)	D1/D2
Estanqueidad	L1
Fuga de aire por derivación a través del filtro	F9
Transmisión térmica	T2
Puente térmico	TB2
Aislamiento acústico de la carcasa	
63Hz 125Hz 250Hz 500Hz 1KHz 2KHz 4KHz 8KHz	
6 13 25 32 32 29 34 44	
NOTAS/SUPLEMENTOS	
Dimensiones aproximadas (Ancho x Alto x Largo): 1080x1720x6490 mm. Peso aproximado: 2440 kg. Intemperie: Tejadillo chapa.	
<small>TKM 50 HE EU, construido con bastidor en perfil de aluminio extruido pintado, con rotura de puente térmico. Paneles de 50 mm de espesor tipo sándwich: con chapa exterior prelacada de 1 mm y chapa interior galvanizada de 1 mm. Con rotura de puente térmico y aislamiento de lana mineral. Enrasados con el bastidor formando superficies interiores lisas, adecuados para facilitar las tareas de limpieza interior del equipo. Puertas de acceso de construcción idéntica a los paneles, con bisagras y manecillas de apertura rápida. Bancada construida en perfiles en U de acero galvanizado y laminado en frío de 3mm de espesor. Los equipos para intemperie incorporarán cubierta adicional tejadillo de chapa.</small>	



FILTROS				
ID	Tipo	Accesorios	Q (m³/h)	Pérdida de carga (Pa) Inicial/Considerada
G	Filtro compacto clase M6	AF4	2678	19/109
L	Prefiltro clase G4 + Filtro compacto clase M6	AF4	2678	5/1200
N	Filtro compacto clase F9	AF4	2678	37/168
V	Prefiltro clase G4 + Filtro compacto clase M6	AF4	557	6/178

Legenda: AF4 = Tomas de presión



VENTILADORES						
ID	Modelo/ Tipo/ Categoría	Accesorios	Q(m³/h)/ rpm	Presión (Pa) Total/Estático/Est. Disp.	LWA dB(A)	Motor
D	TPF310C-2-1100W/ Plug-Fan/ SFP 2	AV2, AV8	2678 / 2187	485/450/250	80,6	1,10 kW - [fop=38 Hz]
Q	TPF310C-2-1500W/ Plug-Fan/ SFP 4	AV2, AV8	2678 / 2893	1062/1027/250	88,0	1,50 kW - [fop=51 Hz]

Legenda: AV2 = Convertidor de frecuencia integrado en envoltorio y completamente conectado al motor, AV8 = Tomas medición caudal



SILENCIADORES											
ID	Modelo	Q(m³/h)/ Dp(Pa)	88Hz	125Hz	250Hz	600Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	LWA dB(A)
J	MSA200/L-600	2678/3	65,5	67,8	64,4	64,3	57,7	57,6	55,2	52,2	65,7
R	MSA200/L-750	2678/3	72,9	73,2	67,8	67,4	61,4	62,6	62,7	60,3	70,4



RECUPERADORES						
ID	Modelo	Eficiencia Temperatura / Humedad	Lado	Q(m³/h) / Dp(Pa)	Aire Entrada	Salida
A	RRU-ET-D19-600	81,0% / 61,4%	Impulsión Retorno	557 / 53	-1,0°C/90,0%	17,6°C/90,1%
					22,0°C/90,0%	4,1°C/95,0%



BATERÍAS									
ID	Modelo	Tipo	(KW)	Q(m³/h) / v(m/s) / Dp(Pa)	Aire Entrada	Salida	Agua Q(l/h) / Dp(kPa)	(°C)	
M	TWCT40D-Cu-AI-7R-14T-750 A-2pa 5C 1"	Refrigeración	21,69	2678/ 1,77/ 142	27,0°C/48,0%	10,6°C/99,1%	3727/ 30,3	7,0/12,0	
M	TWCT40D-Cu-AI-2R-14T-750 A-2pa 3C 1"	Calefacción	16,15	2678/ 1,77/ 32	17,2°C/ -	34,9°C/ -	2802/ 20,6	50,0/45,0	



HUMECTADORES					
ID	Modelo/Tipo		Q(m³/h) / Dp(Pa)	Aire Entrada	Salida
F	HEF2E-FibraVidrio-75-900x600/ Adiabático	Eficiencia 73%	2678/ 35	32,0°C/30,0%	22,7°C/74,0%

ENTRADAS/SALIDAS			
ID	Tipo	Modelo	Regulación
B	Compuerta	JZ-S-R/400x345/0/204	Manual
B	Compuerta	JZ-S-R/300x510/0/204	Manual
B	Compuerta	JZ-S-R/300x510/0/204	Manual
C	Compuerta (Protección anti-luvia)	JZ-S-R/300x345/0/SPZ699	Preparada para motorizar
I	Marco metu	MM-635x395	-
K	Marco metu	MM-635x395	-
S	Marco metu	MM-635x395	-
T	Compuerta (Protección anti-luvia)	JZ-S-R/300x345/0/SPZ699	Preparada para motorizar



SECCIONES VACÍAS		
ID	Longitud	Notas
E	500 mm	
H	500 mm	
P	500 mm	
U	500 mm	

1.3.2.2 Catálogo de Fan-Coils 42 GW

42GW

Capacidad frigorífica nominal 1,5-8,7 kW
Capacidad calorífica nominal 1,3-11,6 kW

La cassette Idrofan nueva Carrier 42GW_AC/LEC ofrece una solución moderna para una gran variedad de aplicaciones domésticas y comerciales pequeñas y medianas. Es ideal para grandes oficinas, tiendas, restaurantes y bares, recepciones de hotel, salas de reuniones, bancos, laboratorios y salas de exposiciones.

La nueva serie de productos incluye una tecnología innovadora y sofisticada, poco corriente para una unidad fan coil. El resultado es un producto fácil de seleccionar e instalar.

Características

- La 42GW_AC está disponible con un motor de CA de tres velocidades. La 42GW_LEC está disponible con un motor EC de velocidad variable y de bajo consumo energético.
- Normalmente, la 42GW se instala en falsos techos y ofrece dos, tres o cuatro vías de difusión de aire. Las unidades mantienen condiciones precisas de temperatura y humedad al tiempo que evitan la formación de corrientes y de zonas de aire viciado.
- La elegante rejilla de entrada de aire combina estéticamente con la decoración de cualquier interior.
- La cassette Idrofan Carrier incluye seis tamaños adecuados para una amplia variedad de aplicaciones y caudales de aire desde 100 a 402 l/s (de 360 a 1450 m³/h). La cassette Idrofan ofrece una solución con un ruido extremadamente bajo para aquellas aplicaciones en que el aspecto más importante para la selección es un nivel de ruido bajo.

Características generales

- La 42GW, de bajo perfil, es ligera y fácil de instalar. El ligero chasis se adapta perfectamente a los paneles de techo estándar y puede instalarse fácilmente dondequiera que se necesite.
- La distribución del aire en cuatro direcciones proporciona confort individual mientras que, para un control localizado, se puede ajustar o incluso cerrar completamente cada difusor.
- Baterías de calefacción y refrigeración integradas, montadas en fábrica, de dos tubos o dos tubos con calentador eléctrico, y aplicaciones con cuatro tubos.

Diseñadas para funcionamiento silencioso

- Las unidades 42GW han sido diseñadas para que funcionen de manera extremadamente silenciosa, con niveles sonoros que fijan unos nuevos patrones de confort en los edificios. El exclusivo diseño del ventilador centrífugo garantiza un funcionamiento supersilencioso.
- El nuevo diseño del conjunto ventilador/motor garantiza un funcionamiento silencioso como un susurro (dos veces menor en comparación con la versión anterior). Se ha prestado especial atención a la velocidad baja del ventilador.
- El diseño especial del difusor asegura la rápida mezcla del aire de impulsión con el aire ambiente. El aire acondicionado se dirige a lo largo del techo y después se distribuye uniformemente por la habitación. El aire de retorno entra en la unidad de cassette por una amplia rejilla y a continuación se limpia en un filtro sintético lavable y fácilmente desmontable, se trata y se pone de nuevo en circulación.

Motores

- La cassette Idrofan se presenta con un motor de CA de tres velocidades. La Idrofan dispone ahora de niveles sonoros ultrabajos que la convierten en una de las cassettes más silenciosas del mercado.
- La cassette Idrofan también se ofrece con motores de velocidad variable LEC (bajo consumo de energía), que satisfacen los nuevos objetivos de rendimiento energético de los edificios. La solución LEC amplía las prestaciones de la unidad:
 - Gasto energético reducido: el motor LEC reduce el consumo de la unidad fan coil entre un 50% y un 75%. La opción LEC permite cumplir las nuevas normativas de gestión energética de los edificios.
 - Mayor confort: el motor LEC con ventilador de velocidad variable reduce los niveles sonoros en comparación con los ventiladores de varias velocidades, lo que ofrece un caudal de aire ultrasilencioso hasta niveles de funcionamiento muy reducidos. Además, el controlador NTC permite configurar una velocidad máxima del ventilador para permitir una mejor gestión del nivel sonoro.
 - Máxima flexibilidad: el ajuste autoadaptativo del caudal de aire desde el 0% hasta el 100% garantiza unas condiciones óptimas de calefacción y refrigeración en la estancia.
 - Vida útil prolongada: los motores LEC con tecnología sin escobillas funcionan manteniendo una temperatura reducida en el motor del ventilador para garantizar una vida operativa más prolongada.

Filtros

- El filtro estándar para la serie Idrofan tiene una superficie de filtración plegada, con lo que la superficie es un 87% mayor que la de un filtro convencional, con las siguientes ventajas adicionales:
 - Menor caudal de aire por área de unidad, y con ello una menor pérdida de presión y un nivel de ruido reducido.
 - El intervalo medio de limpieza del filtro es tres veces mayor que para los filtros estándar.
 - El filtro es de polipropileno y la calidad EU1.
- En la serie de cassette Idrofan el filtro se encuentra dentro de la rejilla de la unidad. La limpieza es fácil: el filtro se puede desprender a mano del soporte de la rejilla. Se tira del marco del filtro y se saca el filtro. El montaje es igual de sencillo, sólo hay que invertir el orden. Se suministran de serie filtros lavables.





Datos físicos y eléctricos, unidades con motores LEC

42GW	209D			309D			409D			609D			709D			
Ventilador																
Tipo de la batería	4 tubos			4 tubos			4 tubos			4 tubos			4 tubos			
Tensión (c.c.)	V	10	6	2	10	6	2	10	6	2	10	6	2	10	6	2
Caudal de aire	l/s	183	125	100	204	140	89	249	173	134	321	229	139	443	299	166
	m ³ /h	660	450	360	735	505	320	900	625	485	1160	825	500	1600	1080	600
Modo de refrigeración																
Capacidad frigorífica total	kW	2,20	1,65	1,45	3,50	2,70	2,00	4,10	3,25	2,60	6,70	5,00	3,00	9,10	6,80	3,80
Capacidad frigorífica sensible	kW	2,00	1,48	1,27	2,70	2,10	1,50	3,30	2,60	2,05	5,10	3,80	2,20	7,10	5,20	2,70
Caudal de agua, refrigeración	l/s	0,11	0,08	0,07	0,17	0,13	0,10	0,20	0,16	0,12	0,32	0,24	0,14	0,43	0,32	0,18
	l/h	378	284	249	602	464	344	705	559	447	1152	860	516	1565	1170	654
Caída de presión del agua, refrigeración	kPa	13,7	8,2	6,6	10,1	6,6	4,0	13,1	8,9	6,2	23,2	14,1	5,9	39,0	23,8	8,9
Volumen de agua, refrigeración	l	0,4			1,1			1,1			2,4			2,4		
Modo de calefacción																
Capacidad calorífica	kW	1,90	1,44	1,24	6,37	5,10	3,60	6,80	5,80	5,00	11,50	8,90	6,00	16,00	11,50	7,30
Caída de presión del agua, calefacción	l/s	0,05	0,03	0,03	0,15	0,12	0,09	0,16	0,14	0,12	0,27	0,21	0,14	0,38	0,27	0,17
	l/h	163	124	107	548	439	310	585	499	430	989	765	516	1376	989	628
Caída de presión del agua, calefacción	kPa	31,4	21,1	17,0	25,5	16,1	7,8	29,2	21,0	15,4	13,6	8,9	4,6	23,4	13,6	6,4
Volumen de agua, calefacción	l	0,1			0,6			0,6			1,2			1,2		
Niveles sonoros																
Nivel de potencia sonora	dB(A)	47	37	32	54	45	33	57	48	42	53	46	37	61	52	40
Nivel de presión sonora*	dB(A)	38	28	23	45	36	24	48	39	33	44	37	28	52	43	31
Valor NR*		33	23	18	40	31	19	43	34	28	39	32	23	47	38	26
Potencia absorbida	W	23	10	7	32	14	7	57	22	13	46	23	9	115	40	11
Corriente absorbida	A	0,19	0,10	0,08	0,29	0,14	0,08	0,46	0,21	0,12	0,40	0,22	0,10	0,89	0,35	0,12
Datos Eurovent FCEER		178			222			162			253			201		
Clase energética Eurovent FCEER		B			A			B			A			A		
Datos Eurovent FCCOP		153			406			301			478			364		
Clase energética Eurovent FCCOP		B			A			A			A			A		
Diámetro de conexión, refrigeración	pulg.	3/4 gas			3/4 gas			3/4 gas			1 gas			1 gas		
Diámetro de conexión, calefacción	pulg.	1/2 gas			1/2 gas			1/2 gas			3/4 gas			3/4 gas		
Diám. exterior, conexión tubo de drenaje	mm	16			16			16			16			16		
Peso de la unidad	kg	14,8			16,5			16,5			39,6			39,6		
Peso de la rejilla	kg	3			3			3			5			5		
Peso de una válvula de 2 vías	kg							0,5			0,8			0,8		
Peso de una válvula de 4 vías	kg							0,7			1			1		
Peso de las resistencias	kg							2			3			3		

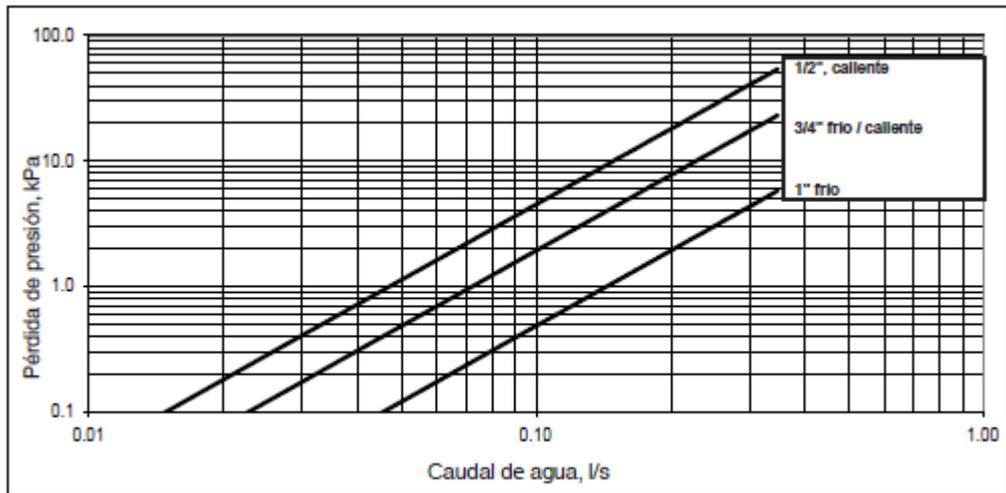
Basado en las condiciones Eurovent:
 Modo de refrigeración (batería de dos y cuatro tubos): Temperatura del aire de entrada 27°C bs/19°C bh - temperatura del agua de entrada/salida 7°C/12°C, ad alta velocidad del ventilador.
 Modo de calefacción (batería de dos tubos): Temperatura del aire de entrada 20°C - temperatura del agua de entrada 50°C, igual caudal de agua que en refrigeración.
 Modo de calefacción (batería de cuatro tubos): Temperatura del aire de entrada 20°C - temperatura del agua de entrada 70°C, ad alta velocidad del ventilador, diferencia de temperatura del agua = 10 K.
 * Los niveles de presión sonora y valores NR se basan en una atenuación supuesta para la habitación de aire de 70°C, ad alta velocidad del ventilador, diferencia de temperatura del agua = 10 K.
 ** Nota: La versión con calentador eléctrico está disponible en todas las unidades con 2 tubos.

Conjunto de válvulas

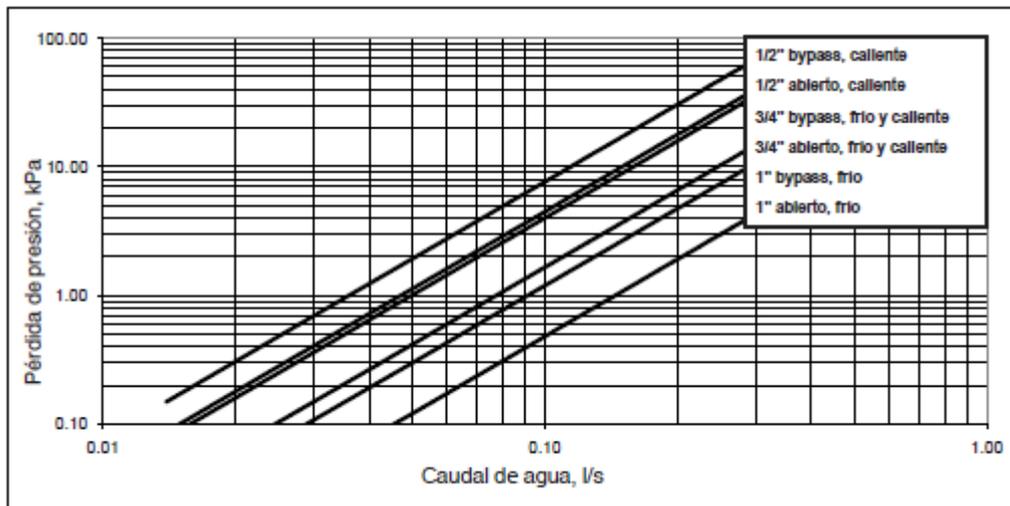
Conjunto de válvulas	42GW 9029	42GW 9031	42GW 9030	42GW 9032	42GW 9033	42GW 9035	42GW 9034	42GW 9036
Opción de la unidad (10º dígito)	H - a 4 vie	H - de 4 vías	H - de 4 vías	H - de 4 vías	G - de 2 vías	G - de 2 vías	G - de 2 vías	G - de 2 vías
Descripción	3/4" frío	1" frío	3/4" frío + 1/2" caliente	1" frío + 3/4" caliente	3/4" frío	1" frío	3/4" frío + 1/2" caliente	1" frío + 3/4" caliente
Paso de la válvula, mm	40	73	40/40	73/40	40	73	40/40	73/40
Cara de válvula	Plana	Plana	Plana	Plana	Plana	Plana	Plana	Plana
2 tubos								
200C, 300C, 400C	x				x			
209C, 309C, 409C	x				x			
500C, 600C, 701C		x				x		
509C, 609C, 709C		x				x		
4 tubos								
200D, 300D, 400D			x				x	
209D, 309D, 409D			x				x	
600D, 701D				x				x
609D, 709D				x				x



Pérdida de presión válvula de 2 vías



Pérdida de presión válvula de 3 vías





1.3.2.3 Catálogo de grupos frigoríficos CARRIER 30XAV

30XAV 500 - 1150

Capacidad frigorífica nominal 504-1138 kW

Introducción

Las enfriadoras Aquaforce con Inteligencia Greenspeed® son la solución premium para aplicaciones comerciales e industriales donde instaladores, consultores y propietarios de edificios requieren fiabilidad y rendimientos óptimos, especialmente en carga parcial.

Las unidades están diseñadas para funcionar con una temperatura del aire exterior de hasta 50 °C*.

Las unidades 30XAV están diseñadas para satisfacer las necesidades actuales y futuras en lo que se refiere a ratios de uso eficiente de la energía, versatilidad y niveles sonoros en operación. Este resultado se logra a través de la combinación optimizada de las mejores tecnologías probadas en su clase que incluyen:

- Exclusivo desarrollo de alta eficiencia del diseño del compresor de tornillo bi-rotor de velocidad variable de Carrier
- Nuevo control Touch Pilot™
- Ventiladores del condensador de velocidad variable
- Evaporador inundado con posibilidad de limpieza mecánica
- Intercambiador de calor Novation® con tecnología de baterías de micro-canales.

Como estándar, la unidad puede proporcionar una temperatura de salida del evaporador hasta de 3,3 °C con funcionamiento probado para temperaturas del aire exterior que van desde -20 °C hasta 50 °C*.

Por otra parte, con las unidades 30XAV, Carrier ofrece su experiencia y conocimientos técnicos únicos para cuidar de la máquina después de la venta. Con el nuevo sistema "CARRIER CONNECT", los gestores de energía y de instalaciones, y los usuarios finales en general pueden confiar en los servicios más calificados de monitorización remota.

Ventajas para el cliente

Economía de funcionamiento

- Las unidades 30XAV han sido diseñadas para ofrecer un elevado rendimiento a plena carga o con carga parcial: ESEER de hasta 4,9 y de EER de hasta 3,4.
- Esta elevada eficiencia energética se alcanza a través de:
 - Los compresores de tornillo de doble rotor accionado por variador de frecuencia, que permiten el control preciso de la capacidad y un consumo reducido de energía de la unidad, especialmente en carga parcial
 - Motores del ventilador controlados por variador de frecuencia, que minimizan el consumo de energía y garantizan un caudal de aire óptimo
 - Condensador totalmente de aluminio con baterías de alta eficiencia y tecnología de micro-canales
 - Evaporador de carcasa y tubo inundados, caracterizado por una alta eficiencia en el intercambio de calor
 - Sistema de expansión electrónica que permite el funcionamiento a una presión de condensación inferior y una mejor utilización de la superficie de intercambio de calor del evaporador (control del sobrecalentamiento)
 - Sistema de economizador con dispositivo de expansión electrónica para una mayor capacidad de refrigeración.
- Rendimiento eléctrico optimizado:
 - Corriente de arranque insignificante (el valor es inferior al consumo de corriente máximo de la unidad)
 - Alto factor de potencia de desplazamiento (por encima de 0,98)
 - EMC en conformidad con los requisitos C3 de la norma EN61800-3 de la UE (la clase C2 es posible como opción).

Fiabilidad y facilidad de servicio integradas en el diseño

Las unidades 30XAV ofrecen mayor rendimiento global y la calidad y fiabilidad del producto características de Carrier. Los principales componentes han sido seleccionados y probados para minimizar la posibilidad de fallos, y también muchas de las opciones de diseño han tenido en cuenta esta perspectiva.

- Compresores de tornillo con Inteligencia Greenspeed®:
 - Los compresores de tornillo, de patente Carrier, se caracterizan por rodamientos sobredimensionados y motor refrigerado por gas de aspiración, con una tasa de fallos probada, inferior al 0,1%.
 - El variador de frecuencia se dimensiona específicamente para cada compresor para asegurar funcionamiento confiable y fácil mantenimiento.
 - Todos los componentes relacionados con el conjunto de compresor son de fácil acceso en campo lo que minimiza el tiempo de inactividad.
- Ventiladores con Inteligencia Greenspeed®:
 - 4ª generación de ventiladores Flying Bird, equipados con motores asincrónicos controlados por variador de frecuencia
 - El variador de frecuencia está dimensionado para manejar un grupo de motores del ventilador, reduciendo el costo inicial y garantizando una gestión óptima del caudal de aire.
 - Los variadores de frecuencia para el control de velocidad del ventilador son de fácil acceso en campo para facilitar el servicio.

* Con carga total o parcial, dependiendo del punto de consigna de la temperatura de salida de agua del evaporador.

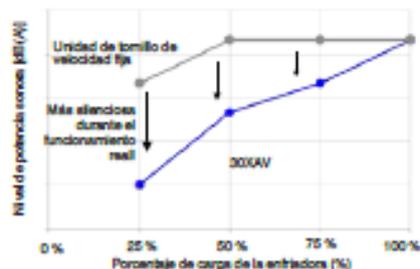


- **Condensador de aire:**
 - Intercambiador de calor totalmente de aluminio con tecnología de microcanales (MCHE) y alta resistencia a la corrosión. El diseño de aluminio en su totalidad impide la formación de corrientes galvánicas entre el aluminio y el cobre.
- **Evaporador:**
 - Diseño del evaporador inundado con tubos de agua mecánicamente lavables
 - Interruptor de caudal electrónico sin paletas para asegurar la alarma en caso de caudal de líquido insuficiente.
 - Aislamiento térmico con envoltorio de aluminio (opción) para una resistencia perfecta a las agresiones externas (protección mecánica y contra rayos UV).
- **Circuitos de refrigerante:**
 - Dos circuitos independientes de refrigerante aseguran el enfriamiento parcial, si cualquiera de los dos entra en fallo.
- **Control autoadaptativo:**
 - El algoritmo de control gestiona la acción del VFD y el seguimiento de la demanda (patente Carrier).
 - Descarga automática del compresor si la presión de condensación es anormalmente alta. Si se obstruye la batería del condensador o falla el ventilador, la Aquaforce continúa funcionando a menor capacidad.
- **Pruebas de resistencia excepcionales:**
 - Para diseñar un subconjunto de componentes críticos minimizando el riesgo de fallos en el campo, Carrier utiliza laboratorios especializados y herramientas de simulación dinámica avanzada.
 - Para garantizar que las unidades lleguen a la ubicación del cliente tal como fueron probadas en la fábrica, Carrier hace un ensayo de comportamiento de la máquina trasladándola a lo largo de 250 km. La prueba se basa en una norma del ejército y es igual a 5000 km en camión por una carretera normal.
 - Para asegurar la resistencia a la corrosión de las baterías, se realiza una prueba de resistencia a la corrosión mediante una niebla salina en el laboratorio de Carrier.

Además, para asegurar el mismo nivel de rendimiento a lo largo de años y para optimizar los costes de mantenimiento, con "CARRIER CONNECT" el usuario final tiene acceso a los servicios más cualificados de monitorización remota.

Minimizar los niveles acústicos

- La Inteligencia Greenspeed®, caracterizada por compresores de tornillo y ventiladores del condensador de velocidad variable, reduce los niveles sonoros de funcionamiento en carga parcial. En las condiciones ESEER, por ejemplo, el nivel de sonido a una carga del 25% es de 10 dB(A) menos que a plena carga.



- Las características de la unidad estándar son:
 - Silenciadores de descarga integrados en el separador de aceite (patente de Carrier)
 - Silenciador en la línea de retorno al economizador

- Baterías del condensador en forma de V de ángulo abierto, que permite una circulación más silenciosa del aire a través del intercambiador.
- 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.
- Soportación rígida del ventilador que evita el ruido de arranque (patente de Carrier).
- Existen múltiples opciones para reducir aún más el nivel de sonido global hasta 6 dB (A).

Instalación fácil y rápida

- **Conexiones eléctricas simplificadas:**
 - Interruptor principal
 - Transformador para alimentación del circuito de control integrado (400/24 V)
 - Un solo punto eléctrico de conexión (opcional para el tamaño de 800 a 1150)
 - Interruptor General con fusibles instalados en fábrica (opcionales para los tamaños de 600 a 1150).
- **Conexiones del agua simplificadas:**
 - Conexiones Victaulic en el evaporador y el condensador.
 - Identificación específica de las conexiones de entrada y salida de agua
 - Posibilidad de elegir diferentes configuraciones del evaporador, 1 o 2 pasos.
- **Rápida puesta en servicio**
 - Prueba de funcionamiento sistemática en fábrica antes del envío
 - Prueba de funcionamiento para los componentes principales, dispositivos de expansión, ventiladores y compresores.

Respeto del medio ambiente

- R-134a: Refrigerante del grupo HFC sin potencial de destrucción del ozono
- 30% menos de carga de refrigerante: La tecnología de micro-canales utilizada para las baterías de condensación optimiza la transferencia de calor mientras que reduce al mínimo el volumen del refrigerante
- Circuito de refrigerante hermético:
 - Reducción de fugas, al no utilizarse tubos capilares ni conexiones abocardadas.
 - Verificación de los transductores de presión y los sensores de temperatura sin transferencia de carga de refrigerante.
 - Válvula de cierre de descarga de las tuberías y válvula de servicio de las tuberías de líquido para mantenimiento simplificado.
- Alarma de fugas de refrigerante: Disponible como una opción, este contacto seco adicional permite el informe de posibles fugas. El detector de fugas debe ser montado (a cargo del cliente) donde es más probable la existencia de fugas de refrigerante. Para obtener más detalles póngase en contacto con Carrier.

Diseñado para apoyar el diseño verde de edificios

Entendemos por "edificio verde" (Green Building) aquella construcción sostenible diseñada, construida y gestionada para minimizar su impacto total sobre el medio ambiente. El edificio resultante consumirá menos recursos y será más cómodo y saludable para quienes vivan y trabajen en su interior, lo que se traducirá en un aumento de la productividad.

El sistema de aire acondicionado puede utilizar entre 30 y 40% del consumo del edificio. La selección del sistema de climatización adecuado es uno de los principales aspectos a tener en cuenta para el diseño verde de edificios. Para los edificios con una carga variable durante el año, las unidades 30XAV ofrecen una solución a este importante desafío.

Actualmente disponemos de diversos sistemas de certificación de "edificios verdes", en virtud de los cuales un organismo tercero evalúa si el edificio cumple los criterios de sostenibilidad establecidos para diversos tipos de construcciones.

El ejemplo siguiente demuestra cómo la nueva gama 30XAV de Carrier ayuda a los clientes que desean obtener la certificación LEED®.

Unidades 30XAV y certificación LEED®

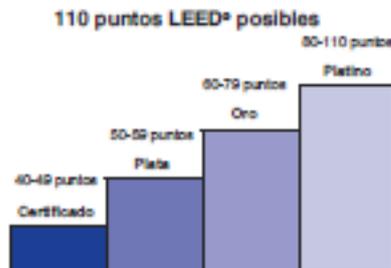
LEED® (Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental) es un sistema de certificación de "edificios verdes", internacionalmente reconocido, que evalúa el diseño, la construcción y el funcionamiento de los "edificios verdes" en siete categorías:

- Emplazamientos sostenibles (SS)
- Eficiencia en el uso de agua (WE)
- Energía y atmósfera (EA)
- Materiales y recursos (MR)
- Calidad del ambiente interior (IEQ)
- Innovación en el diseño (ID)
- Prioridad regional (RP)

Existen diversos niveles de certificación LEED: Platino, Oro, Plata y Certificado.

Si bien los criterios aplicados y categorías evaluadas son las mismas, la distribución de puntos LEED® varía dependiendo del tipo de edificio y del uso al que se destina. Ejemplo de ello es la división de la certificación en diferentes Programas: "Nueva construcción", "Estructuras y envolventes", "Escuelas", "Espacios comerciales" o "Edificios hospitalarios", entre otros.

Todos los Programas de certificación utilizan la misma escala de puntos:

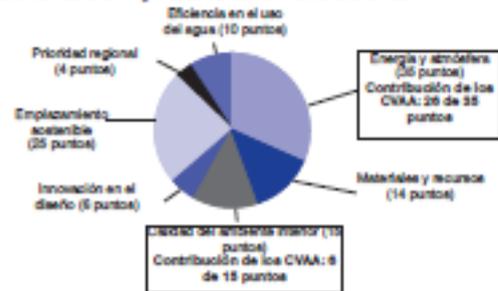


El sistema de calificación LEED® se basa en la obtención de créditos (puntos) según el impacto de cada componente o subsistema en el rendimiento general del edificio en cada categoría evaluada.

Aunque el sistema de certificación LEED® no acredita productos ni servicios específicos, es fundamental, para que un proyecto determinado aspire a la acreditación LEED®, seleccionar los productos y servicios adecuados, ya que esa elección repercutirá notablemente en el cumplimiento tanto de los objetivos de "construcción verde" como de funcionamiento y mantenimiento en curso.

La elección de productos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (CVAA), en particular, puede tener un impacto significativo en la obtención de la certificación LEED® dado que afecta directamente a dos categorías que representan, conjuntamente, el 40% de los puntos asignables.

Visión general de las categorías LEED® para "Nueva construcción" y "Grandes remodelaciones"



Con las nuevas unidades 30XAV de Carrier, el constructor cuenta con una valiosa ayuda para acumular puntos LEED® en la categoría "Energía y atmósfera" (EA) y cumplir los requisitos y créditos especificados.

■ Categoría "Energía y atmósfera" – Requisito previo 2: Rendimiento energético mínimo:

La unidad 30XAV excede las exigencias de eficiencia energética establecidas por la norma ASHRAE 90.1-2007. Cumple, por consiguiente, este requisito previo.

■ Categoría "Energía y atmósfera" – Requisito previo 3: Gestión fundamental del refrigerante:

Las unidades 30XAV no emplean refrigerantes a base de clorofluorocarburos (CFC) por lo que satisfacen este requisito previo.

■ Categoría "Energía y atmósfera" - Crédito 1:

Optimización del rendimiento energético (1 a 19 puntos)

Se acreditan puntos favorables, según sea más o menos alcanzable la reducción de costes del edificio nuevo, en comparación con la referencia de ASHRAE 90.1-2007. La unidad 30XAV, que está diseñada para un alto rendimiento especialmente durante el funcionamiento en carga parcial, contribuye a reducir el consumo del edificio y por lo tanto ayuda a ganar los puntos de este crédito. Además, el HAP de Carrier (programa de análisis por hora) puede ser utilizado como un programa de análisis de energía que cumple con los requerimientos de modelado para estos créditos y produce informes que sean fácilmente transferibles a plantillas de LEED®.

■ Categoría "Energía y atmósfera" – Crédito 4: Gestión mejorada del refrigerante (2 puntos)

LEED® otorga este crédito a los sistemas que minimizan tanto su potencial de destrucción de la capa de ozono (ODP) como su potencial de calentamiento global (GWP). Las unidades 30XAV utilizan cargas reducidas de R-134a por lo que contribuyen al cumplimiento de este crédito LEED®.

NOTA: Esta sección describe los requisitos previos y de créditos establecidos por la certificación LEED® para "Nueva construcción" aplicables directamente a las unidades 30XAV. Los restantes requisitos previos y créditos no están relacionados directamente con la unidad de aire acondicionado sino con el control del conjunto del sistema CVAA.

El sistema de control abierto i-Vu® de Carrier ofrece prestaciones que pueden ser valiosas para:

- Categoría "Energía y atmósfera" – Requisito previo 1: Puesta en marcha de los principales sistemas de gestión de energía
- Categoría "Energía y atmósfera" – Crédito 3: Puesta en marcha mejorada (2 puntos)
- Categoría "Energía y atmósfera" – Crédito 5: Medición y verificación (3 puntos)

NOTA: los productos no han sido revisados ni certificados por LEED®. Los créditos LEED® evalúan el rendimiento de un sistema en su conjunto y no productos o marcas individuales. Si desea más información sobre la certificación LEED®, visite www.usgbc.org.



Datos físicos, tamaños 500 a 1150

30XAV		500	600	700	800	950	1050	1150
Aplicaciones de aire acondicionado según la norma EN14511-3: 2013* - Unidad estándar y Unidad estándar con opción 279*								
Capacidad frigorífica nominal	kW	504	607	687	803	910	1041	1138
ESEER	kW/kW	4,59	4,67	4,79	4,90	4,72	4,68	4,84
EER	kW/kW	3,22	3,23	3,29	3,28	3,12	3,08	3,1
Clase Eurovent, refrigeración	A	A	A	A	A	A	B	A
Aplicaciones de aire acondicionado** - Unidad estándar y Unidad estándar con opción 279*								
Capacidad frigorífica nominal	kW	506	609	689	806	912	1044	1141
ESEER	kW/kW	4,88	4,97	5,16	5,15	4,94	4,91	5,05
EER	kW/kW	3,25	3,26	3,34	3,32	3,16	3,12	3,14
IPLV	kW/kW	5,20	5,21	5,51	5,57	5,33	5,29	5,50
Niveles sonoros								
Unidad estándar								
Nivel de potencia sonora***	dB(A)	102	103	103	103	105	106	106
Nivel de presión sonora a 10 m****	dB(A)	70	70	70	70	72	73	73
Unidad Estándar + opción 279*								
Nivel de potencia sonora***	dB(A)	99	100	100	100	102	103	103
Nivel de presión sonora a 10 m****	dB(A)	67	68	68	67	69	70	70
Unidad Estándar + opción 257*								
Nivel de potencia sonora***	dB(A)	96	97	97	97	99	100	100
Nivel de presión sonora a 10 m****	dB(A)	63	65	64	64	66	67	67
Dimensiones - unidad estándar								
Longitud	mm	6092	6092	7186	8380	9573	10767	11962
Ancho	mm	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253
Altura	mm	2297	2297	2297	2297	2297	2297	2297
Peso operativo **								
Unidad estándar	kg	4831	5219	5767	6420	6806	7687	8076
Compresores								
Circuitos A		1	1	1	1	1	1	1
Circuitos B		1	1	1	1	1	1	1
Refrigerante** - Unidad estándar								
Circuitos A	kg	50	52	56	64	79	80	84
Circuitos B	kg	43	54	58	67	71	82	87
Control de capacidad								
Control Touch Pilot								
Capacidad mínima	%	10	10	10	10	10	10	10
Condensadores								
Batería de aluminio del *Intercambiador de calor de microcanales*								
Ventiladores axiales Flying Bird IV con cubierta giratoria								
Cantidad		9	10	12	14	16	18	20
Caudal de aire total		40608	45120	54144	63168	72192	81216	90240
Velocidad de rotación	r/s	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7
Evaporador								
Tipo multitubular inundado								
Contenido de agua	l	75	90	90	110	120	134	146
Max. presión de funcionamiento del lado de agua		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Conexión de agua								
Diámetro	inch	5	6	6	6	6	8	8
Diámetro exterior de tubería	mm	141,3	168,3	168,3	168,3	168,3	219,1	219,1
Color de la pintura del chasis		Código del color: RAL7035						

Datos eléctricos, tamaños 500 a 1150

Unidad estándar o unidad con opción B1		500	600	700	800	950	1050	1150
30XAV								
Circuito de alimentación		400-3-50 ± 10%						
Intensidad de tensiones	V-ph-Hz	24 V mediante transformador interno						
Circuito de control		No aplicable (menor que la corriente de funcionamiento).						
Corriente de arranque*		No aplicable (menor que la corriente de funcionamiento).						
Factor de potencia**		0,91-0,93						
Factor de Potencia Total***		>0,98						
Coseno de Phi (Factor de Potencia de Desplazamiento)		35-45						
Distorsión armónica total***	%	35-45						
Consumo máximo de la unidad****								
Circuito 1 [†]	kW	223	255	293	186	231	231	255
Circuito 2 [†]	kW	-	-	-	186	186	231	255
Opción B1	kW	-	-	-	373	417	461	510
Intensidad nominal de la unidad††								
Circuito 1 [†]	A	260	306	346	218	264	264	293
Circuito 2 [†]	A	-	-	-	218	218	264	293
Opción B1	A	-	-	-	436	482	528	586
Intensidad máxima de la unidad (Un)****								
Circuito 1	A	352	400	458	290	362	362	402
Circuito 2	A	-	-	-	290	290	362	402
Opción B1	A	-	-	-	580	652	724	804
Intensidad máxima de la unidad (Un - 10%)***								
Circuito 1 [†]	A	373	424	484	304	387	387	430
Circuito 2 [†]	A	-	-	-	304	304	387	430
Opción B1	A	-	-	-	608	691	774	860

1.3.2.4 Catálogo de calderas YGNIS FBG



Calderas para gas o gasóleo
2 pasos de humos

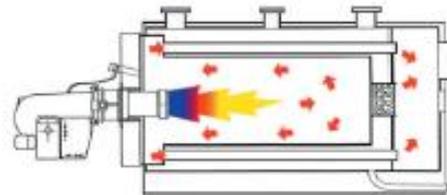
FBG₁ de 150 a 1.160 kW



- Cuerpo de caldera con aislamiento (60 mm)
- Puerta con revestimiento de fibra cerámica y apertura de izquierda a derecha (para reversible, consúltenos)
- Placa frontal del quemador (se fabrica según pedido)
- Contrabridas de salida y retorno con boquillas para soldar, juntas y tornillos con tuerca
- Fibra cerámica para revestimiento anular de la cabeza del quemador
- Anillos de elevación
- Presión de servicio estándar 4 bares (presión de prueba 6 bares)

3
AÑOS

*1 año para los
elementos eléctricos

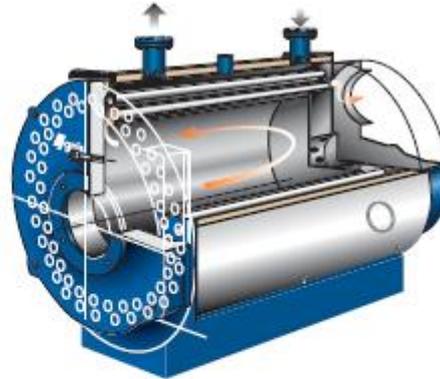


Opciones

- Salida de humos vertical
- Presión de servicio: 6 y 8 bares

Cuadro de mando que incluye:

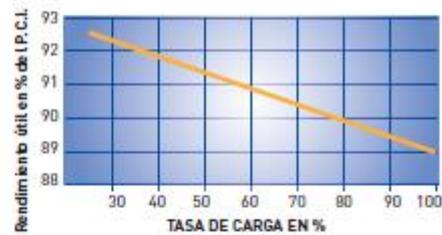
- dos termostatos de regulación (temperatura agua, máximo 90°C), uno por cada llama,
- un limitador de seguridad,
- un termómetro de agua,
- un interruptor general,
- un indicador de alarma de sobrecalentamiento,
- un indicador de paro de emergencia del quemador,
- fusibles de seguridad,
- Ver quemador en página 171



Rendimiento útil

Los rendimientos se refieren a un grado de exceso de aire del 20%, tanto para gas como para gasoleo; es decir, un grado de CO₂ del 12,7%, para gasoleo, y del 9,6%, para gas.

La tasa de carga mínima puede variar en función del ajuste del quemador, a condición de respetar los límites inferiores de la temperatura de humos (120°C para gasoleo, y 160°C para gas).



Pérdida por disposición de servicio

El alto aislamiento de la caldera permite reducir considerablemente las pérdidas térmicas.

Los valores se refieren a una temperatura media del agua de 70°C en el generador.



Características

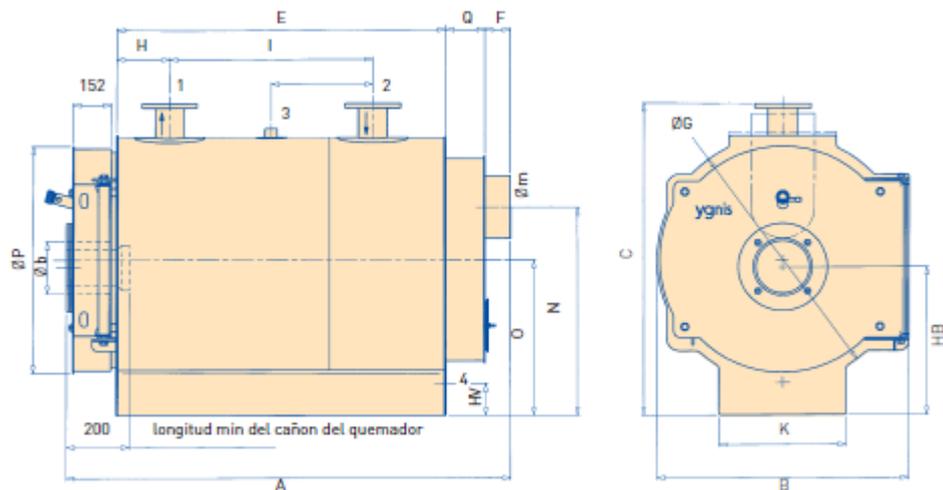
Modelos FBG	Potencia nominal útil en kW	Potencia nominal útil en th/h	Peso en vacío en kg	Volumen agua litros	Resistencia circuito gas* en mmCA	Pérdidas de carga circuito agua** en mmCA	Rendimiento 30% (Tm=50°C)	Rendimiento 100% (Tm=70°C)
FBG 150	150	129	375	265	32	125	92,5	90,1
FBG 175	175	151	394	255	26	200	92,5	89,9
FBG 200	200	172	430	305	30	100	92,5	89,6
FBG 230	230	198	448	295	25	150	92,5	89,3
FBG 265	265	228	472	340	25	250	92,5	89
FBG 300	300	258	500	330	25	300	92,5	89,1
FBG 350	350	301	600	390	30	250	92,5	89,3
FBG 405	405	348	625	465	30	300	92,5	89,5
FBG 465	465	400	728	635	40	200	92,5	89,8
FBG 540	540	464	775	615	40	300	92,5	90
FBG 620	620	533	869	755	45	450	92,5	90,3
FBG 710	710	611	915	730	50	450	92,5	90,3
FBG 815	815	701	1081	870	55	250	92,5	90,3
FBG 940	940	808	1132	845	58	300	92,5	90,4
FBG 1080	1080	929	1226	930	62	400	92,5	90,4
FBG 1160	1160	998	1253	915	65	440	92,5	90,4

*Resistencia del circuito del gas para un exceso de aire del 20%.

**Pérdidas de carga del circuito del agua para un ΔT de 20 K.

Dimensiones

Modelos FBG 150 a FBG 1160



- 1 > Salida
- 2 > Retorno
- 3 > Toma para válvula de seguridad

- 4 > Vaciado
- ØP > Orificio para el cañon del quemador



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

Modelos FBG	A	B	C	E	F	ØG	H	I	J	K
FBG 150	1335	905	1110	935	80	905	190	525	262,5	420
FBG 175	1335	905	1110	935	80	905	190	525	262,5	420
FBG 200	1455	938	1160	1035	80	938	200	600	300	480
FBG 230	1560	938	1160	1035	80	938	200	600	300	480
FBG 265	1560	973	1215	1135	80	973	200	700	350	480
FBG 300	1545	973	1215	1135	80	973	200	700	350	480
FBG 350	1717	1013	1255	1267	100	1013	210	800	400	500
FBG 405	1717	1064	1320	1267	100	1064	210	800	400	500
FBG 465	1877	1134	1395	1427	100	1134	220	900	450	550
FBG 540	1877	1134	1395	1427	100	1134	220	900	450	550
FBG 620	2004	1210	1455	1537	100	1197	220	1000	500	575
FBG 710	2004	1210	1455	1537	100	1197	220	1000	500	575
FBG 815	2172	1252	1530	1705	100	1239	280	1100	550	630
FBG 940	2172	1252	1530	1705	100	1239	280	1100	550	630
FBG 1080	2298	1281	1560	1831	100	1268	280	1200	600	630
FBG 1160	2298	1281	1560	1831	100	1268	280	1200	600	630

Modelos FBG	ØM	N	O	ØP	Q	HV	HB	Øb	1*	2*	3	4
FBG 150	200	760	530	791	104	96	510	170	2"	2"	3/4"	3/4"
FBG 175	200	760	530	791	104	96	510	170	2"	2"	3/4"	3/4"
FBG 200	250	780	560	824	124	94,5	535	190	2"1/2	2"1/2	1"	1"
FBG 230	250	780	560	824	124	94,5	535	190	2"1/2	2"1/2	1"	1"
FBG 265	250	830	600	859	134	117	575	190	2"1/2	2"1/2	1"	1"
FBG 300	250	830	600	859	134	117	575	190	2"1/2	2"1/2	1"	1"
FBG 350	300	850	620	899	154	117	590	210	DN80	DN80	1"1/4	1"
FBG 405	300	915	660	950	154	131,5	630	210	DN80	DN80	1"1/4	1"
FBG 465	350	965	700	1020	154	136,5	660	260	DN100	DN100	1"1/4	1"
FBG 540	350	965	700	1020	154	136,5	660	260	DN100	DN100	1"1/4	1"
FBG 620	350	970	725	1083	169	93	685	260	DN100	DN100	1"1/2	1"1/2
FBG 710	350	970	725	1083	169	93	685	260	DN100	DN100	1"1/2	1"1/2
FBG 815	400	1050	760	1125	169	107	710	290	DN125	DN125	2"	1"1/2
FBG 940	400	1050	760	1125	169	107	710	290	DN125	DN125	2"	1"1/2
FBG 1080	400	1080	775	1154	169	107,5	725	290	DN125	DN125	2"	1"1/2
FBG 1160	400	1080	775	1154	169	107,5	725	290	DN125	DN125	2"	1"1/2

*La salida 1 y el retorno 2 están equipados con brida.



1.3.2.5 Catálogo de difusores TROX VDL

Difusores rotacionales

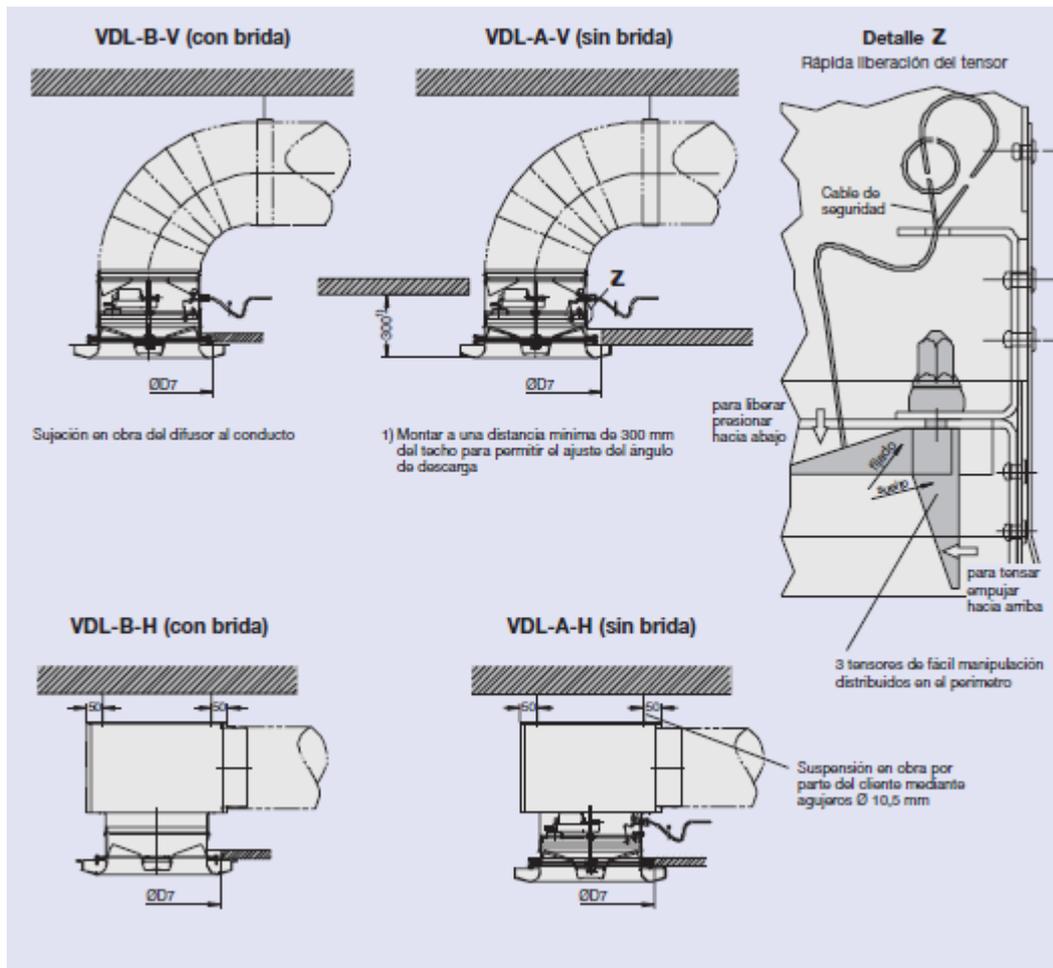
Serie VDL

- Ajustables, para impulsar en locales de altura $\geq 3,80$ m



Tamaños de agujero recomendados para una instalación enrasada en un techo liso

Tamaño	315	400	630	800
ØD7	400	500	750	950





Selección rápida

Tamaño	A_{ref} m ²	\dot{V}_{min} l/s	\dot{V}_{min} m ³ /h	$\dot{V}_{max}^{(1)}$ l/s	$\dot{V}_{max}^{(1)}$ m ³ /h	$H_{1max}^{(+10K)}$ m
315	0,022	70 ⁽²⁾	252 ⁽²⁾	300	1080	5
400	0,031	125	450	500	1800	6
630	0,077	230 ⁽³⁾	828 ⁽³⁾	1020	3672	8
800	0,106	320 ⁽⁴⁾	1152 ⁽⁴⁾	1220	4392	9

- 1) Nivel de potencia sonora para VDL-...-F y VDL-...-V Δ 60 dB(A)
- 2) Ejecución fija para $\dot{V}_{min} = 90$ l/s = 324 m³/h
- 3) Ejecución fija para $\dot{V}_{min} = 250$ l/s = 900 m³/h
- 4) Ejecución fija para $\dot{V}_{min} = 360$ l/s = 1300 m³/h

Ejemplo

Datos dados:
 Serie VDL (conexión superior); tamaño 800

Caudal de aire por difusor $\dot{V} = 3000$ m³/h
 (830 l/s)

Diferencia de temperatura de impulsión del aire:
 Horizontal para refrigeración $\Delta t_z = -10$ K
 Vertical para calefacción $\Delta t_z = +10$ K
 Potencia sonora máxima $L_{WA} = 50$ dB(A)
 Distancia entre difusores $A = 5,00$ m
 Distancia entre difusores $B = 6,00$ m
 Distancia entre el centro del difusor y la pared $X = 2,50$ m
 Distancia entre la parte frontal del difusor y la zona de habitabilidad $H_1 = 4,50$ m

Diagrama 4: Potencia sonora y pérdida de carga
 $L_{WA} = 49$ dB(A) ($L_{WNC} = 43$ NC)
 $\Delta p_1 = 48$ Pa

La potencia sonora resultante de 49 dB(A) es inferior al nivel especificado de 50 dB(A). Para determinar el nivel de la sala, debe tenerse en cuenta, el número de difusores y la absorción de la sala.

Diagrama 12: Penetración máx., con descarga vertical
 $\dot{V} = 3000$ m³/h = 830 l/s
 $\Delta t_z = +10$ K
 $H_{1max} = 5,5$ m

El aire caliente entra en la zona de habitabilidad durante el funcionamiento con calefacción.

Diagrama 16: Velocidad del aire en la zona de habitabilidad con refrigeración

$A = 5,00$ m
 $H_1 = 4,5$ m
 $\bar{v}_{H1} < 0,2$ m/s

Diagrama 20: Velocidad del aire junto a la pared y cociente de temperatura

$L = X + H_1 = 2,5 + 4,5 = 7$ m
 $\bar{v}_L = 0,22$ m/s
 $\Delta t_L / \Delta t_z = 0,09$
 $\Delta t_L = -10 \times 0,09 = -0,9$ K

1.3.2.6 Catálogo de bombas EBARA ENR



ELECTROBOMBA CENTRIFUGA NORMALIZADA según EN 733 (DIN 24255)

*Bomba horizontal de un escalón y de una entrada. Cuerpo en espiral con patas de apoyo fundidas conjuntamente con el cuerpo y soporte cojinete con pata de apoyo (forma construcción de proceso). Boca de aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba. Rodete radial cerrado, dispuesto en voladizo. Compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete. Soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida. Estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24960 (Opcional empaquetadura).
 Adecuada para abastecimientos de aguas a municipios o industrias, riego, desagües y drenajes, calefacción y climatización, agua caliente y de refrigeración, agua potable y agua de mar, agua contra incendios.*

Para una mayor información solicitar Catálogo Climatización y CD de cálculo



DATOS TÉCNICOS

Gama: DN impulsión
 Velocidad máxima
 Fluidos: Características
 Temperatura máxima
 Máxima presión de trabajo
 Materiales estándar: Cuerpo de impulsión
 Impulsor
 Eje:
 Rodamientos: Tipo:
 Accionamiento: Motor

Estándar
 32 - 300
 3.600 r.p.m.
 Líquidos limpios
 120°C
 16 bar
 Fundición GG25
 Fundición GG25 / Bronce GSn Bz 10
 AISI 420
 Rodamiento de bolas engrasados de por vida
 Eléctrico, explosión, turbina de vapor.

CONSTRUCCIÓN ESTÁNDAR

- DN aspiración 50 a 350
- Velocidad máx. 3.600 r.p.m.
- Líquidos Líquidos claros
- Temperatura máx. 120°C
- Presión máx. 16 bar
- Cuerpo de bomba GG25
- Impulsor GG25
- Eje AISI 420
- Soporte de cojinetes Rodamiento de bolas engrasados de por vida
- Estanqueidad Cierre mecánico (Carburo de silicio / Carbón / EPDM)

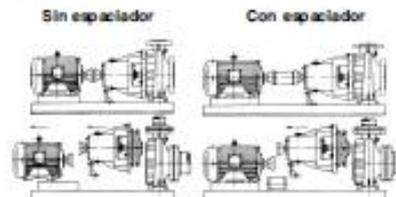
MOTORES

- Motor trifásico con potencias nominales inferiores a 7,5 kW eficiencia IE2.
- Motor trifásico con potencias nominales a partir de 7,5 kW eficiencia IE3.
- Según necesidades.

OPCIONES

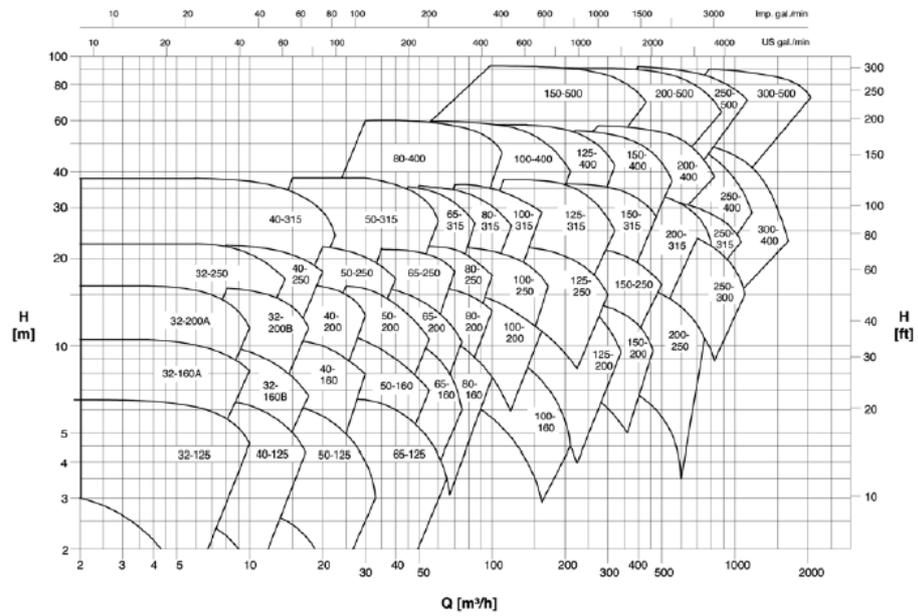
Otras ejecuciones, ver catálogo climatización.

MONTAJE





CAMPO DE TRABAJO a 1.450 r.p.m.





1.3.2.7 Catálogo de rejillas TROX

TROX[®] TECHNIK

TROX España, S.A.
Polígono Industrial La Cartuja
E-50720 Zaragoza

Teléfono: 976 50 02 50
Teletax: 976 50 09 04
www.trox.es
e-mail: trox@trox.es

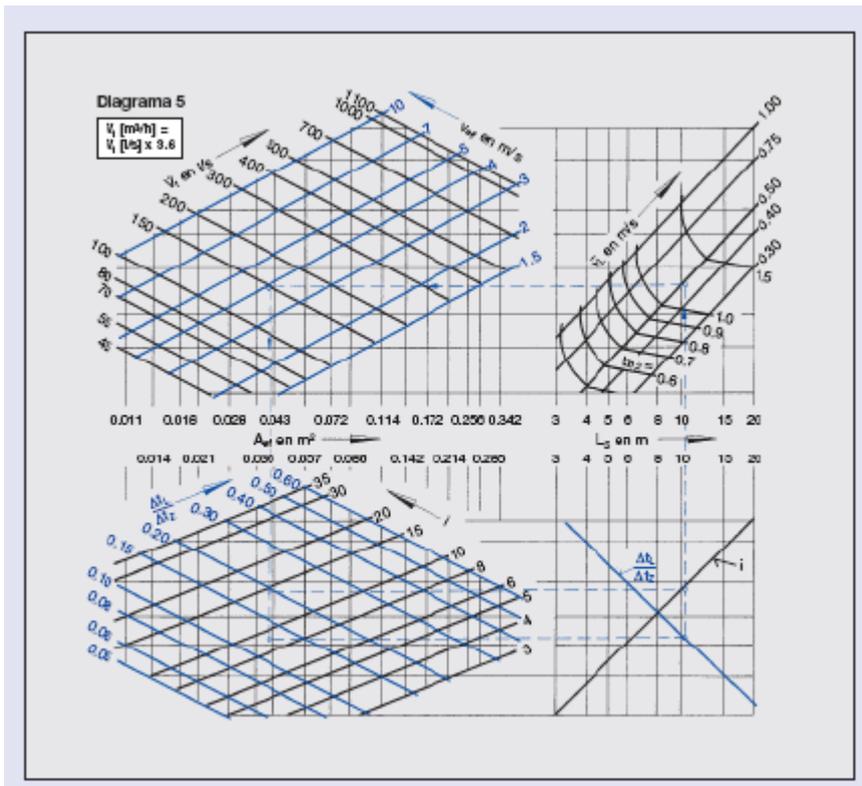


Datos aerodinámicos para impulsión de aire

Rejillas con efecto coanda

Zona efectiva de salida A_{se} en m ²									
H en mm	Series	L en mm							
		225	325	425	525	625	825	1025	1225
75	AH - AF	0.006	0.009	0.011	0.014	0.017	0.022	0.028	0.034
	AT - TRS - TRS-R - TRS-K	0.007	0.011	0.014	0.018	0.021	0.029	0.036	0.045
125	AT - WT - ASL - SL - TR - TRS - TRS-R - TRS-K - KS	0.014	0.021	0.029	0.038	0.048	0.067	0.092	0.120
	AH - AF	0.011	0.017	0.022	0.029	0.034	0.044	0.055	0.066
225	AWT	0.010	0.015	0.020	0.025	0.031	0.040	0.050	0.060
	AT - WT - ASL - SL - TR - TRS - TRS-R - TRS-K - KS	0.029	0.043	0.057	0.072	0.086	0.114	0.142	0.172
	AH - AF		0.034	0.044	0.055	0.066	0.087	0.108	0.129
	AWT	0.031	0.040	0.050	0.060	0.075	0.097	0.116	0.136
325	AT - WT - ASL - SL - TR - TRS - TRS-K		0.064	0.086	0.108	0.129	0.172	0.214	0.256
	AH - AF		0.065	0.081	0.096	0.096	0.129	0.169	0.193
	AWT		0.060	0.075	0.086	0.086	0.116	0.152	0.174
425	AT - WT - ASL - SL - TR					0.172	0.225	0.255	0.342
	AH - AF					0.129	0.169	0.214	0.256
625	AT - WT - ASL - SL - TR							0.355	0.427

Datos aerodinámicos para impulsión de aire por página 18.





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



1.4. ***Bibliografía***

- ✓ Manual de CARRIER
- ✓ Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- ✓ Catálogos de CARRIER
- ✓ Catálogos de YGNIS
- ✓ Catálogos de TROX
- ✓ Catálogos de EBARA



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

PARTE 2

PLANOS



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



Índice de la memoria

- 2.1 Planos Planta Baja**
- 2.2 Planos Cubierta**
- 2.3 Detalle Fan-Coil**
- 2.4 Detalle Climatizador**
- 2.5 Esquema de producción calor (MALL/Oficinas)**
- 2.6 Esquema producción de calor (Locales)**
- 2.7 Esquema producción de frio (MALL/Oficinas)**
- 2.8 Esquema producción de frio (Locales)**
- 2.9 Simbología**

PARTE 3
PLIEGO DE
CONDICIONES



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



Índice del pliego de condiciones

3.1	Objeto	5
3.2	Trabajos comprendidos	6
3.3	Trabajos no comprendidos	9
3.4	Materiales complementarios comprendidos	10
3.5	Modificaciones a los planos y especificaciones	11
3.6	Protección durante la construcción y limpieza final	12
3.7	Normativas de obligado cumplimiento	13
3.8	Pruebas finales de recepción provisional	14
3.8.1	Generalidades	14
3.8.1.1	Pruebas parciales	14
3.8.1.2	Resultados de las pruebas	15
3.8.2	Sistema de distribución de aire	16
3.8.2.1	Pruebas finales	16
3.8.2.2	Filtros y elementos de lavado	16
3.8.2.3	Medidas a realizar	16
3.8.3	Sistema de distribución de agua	17
3.8.3.1	Chequeos preliminares	17
3.8.3.2	Pruebas finales	17
3.8.3.3	Medidas a realizar	17
3.8.4	Medidas de temperaturas y humedades ambientales en locales acondicionados	18
3.8.5	Equipos centrales	18
3.8.5.1	Rendimiento de calderas de combustión	18
3.8.5.2	Eficiencias equipos frigoríficos	18
3.8.5.3	Medidas cuantitativas de fluidos	19
3.8.5.4	Medidas de consumos eléctricos	20
3.8.5.5	Medidas acústicas y de vibración	20
3.8.5.6	Medidas de contaminación ambiental	20
3.8.6	Medidas eléctricas	20



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

3.8.7	Número de mediciones.....	21
3.8.8	Resultados obtenidos	21
3.8.9	Verificación a condiciones máximas	22
3.9	Entrenamiento	23
3.10	Seguridad e higiene	24
3.11	24
3.12	Subcontratistas	25
3.13	Riesgos	26



3.1 Objeto

El propósito de esta Especificación General es compilar en un solo documento los distintos requisitos generales que se especifican para cada una de las partes de una instalación de aire acondicionado.

El presente documento contiene por tanto, la definición de los siguientes conceptos:

- Trabajos incluidos en el proyecto a realizar por el Instalador de Aire Acondicionado.
- Trabajos que por sus especiales características y afectando al montaje del equipo, serán realizado por otros.
- Materiales que por su normalización en este tipo de instalaciones no se relacionen en el Presupuesto, pero que quedan incluidos en el suministro del Instalador.
- Calidad y montaje de los diferentes equipos y elementos auxiliares.
- Ensayos a realizar durante la obra y en las recepciones parciales o referentes a comprobaciones de calidades, montajes o estado de funcionamiento.
- Garantías que se exigen tanto en el equipo como en su funcionamiento.



3.2 Trabajos comprendidos

Es cometido del Instalador el suministro de todo el material, mano de obra, equipo, accesorios y la ejecución de todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta a punto de las instalaciones de aire acondicionado, descrita en la Memoria, representada en los Planos, relacionada en el Presupuesto y montada según las Especificaciones Generales que el presente documento expone.

Los 4 documentos, Memoria, Presupuesto, Planos y Especificaciones Generales son parte del proyecto. Caso de una posible discrepancia entre los anteriores, prevalecerá el criterio que la Dirección de Obra determine.

La interpretación del proyecto, en sus 4 documentos: Memoria, Planos, Presupuesto y Especificaciones Generales, es competencia exclusiva del ingeniero autor o en su defecto del ingeniero director de obra.

Por tanto los precios que oferte el instalador para las distintas unidades que componen el presupuesto, deberán incluir su mano de obra, transporte hasta su lugar de acopio en obra y desde éste hasta su lugar de montaje, y la parte proporcional del material accesorio y de fijación especificado, según se indica en la sección D de este documento, y en los anexos del mismo.

Todos los trabajos y materiales referidos, se entiende quedan incluidos dentro del precio total de contratación, siendo las exclusiones únicamente las indicadas en la sección C de este documento. Cualquier exclusión incluida por el Instalador en su oferta, no comprendida en el apartado citado, no tendrá validez a no ser que en el contrato exista una cláusula especial y particular para la exclusión de referencia.

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales en la obra, desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.



En todos los casos el Instalador deberá adaptarse a la normativa oficial vigente en materia de instalaciones; caso de discrepancia con el proyecto, deberá exponer éstas a la Dirección de Obra para su posterior decisión, en el modo, tiempo y forma que se indica en la sección G de este documento.

Se incluye igualmente la gestión y la confección de toda la documentación necesaria para la tramitación ante los organismos oficiales, con el objeto de obtener todos los permisos requeridos de acuerdo a la legislación, incluyendo las firmas autorizadas ante cada organismo. Es por tanto responsabilidad del Instalador, la presentación en tiempo, modo y forma de la documentación mencionada, así como de la consecución de los permisos y visados en Colegios Oficiales correspondientes, incluyendo los pagos de las tasas y honorarios que sean necesarios, así como las correspondientes de Proyectos, certificados de Dirección, actas de puesta en marcha, etc., ante los Organismos competentes.

También se incluye toda la documentación siguiente:

- ✓ Especificación detallada con marcas, modelos, etc. del suministro.
- ✓ Esquemas de flujos y circuitos.
- ✓ Esquemas eléctricos y/o de control.
- ✓ Planos de disposición y de fundaciones con cargas estáticas y dinámicas.
- ✓ Planos de construcción, montaje y detalles.
- ✓ Una copia reproducible de los planos definitivos "as built", debidamente puestos al día, comprendiendo, como mínimo, los esquemas de principio de la instalación, planos de salas de máquinas y planos de plantas, donde se deberá indicar el recorrido de los circuitos y situación de elementos propios de la instalación y unidades terminales.



- ✓ Documentación técnica de todos los equipos instalados incluyendo curvas de características, despieces, etc.
- ✓ Manual de instrucciones de montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento.
- ✓ Lista de piezas de recambio recomendadas, indicando precios.
- ✓ Certificados de origen de materiales, de ensayo y de la Delegación de Industria, de aquellos materiales o equipos de los que así se requiera.
- ✓ Certificados de la instalación presentados ante la Conserjería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.



3.3 Trabajos no comprendidos

En general, y siempre que no se dicte lo contrario en la Memoria o en el Presupuesto, se excluyen las ayudas de albañilería, tales como:

- ✓ Bancadas de maquinaria construidas en obra.
- ✓ Excavaciones, andamiajes especiales y demás obras auxiliares de albañilería (Arquetas, apertura y cierre de huecos, rozas, remates en cubierta e impermeabilizaciones, excavaciones,...)
- ✓ Conductos de obra, zanjas, rozas, huecos en paramentos, y forjados y en general todos aquellos trabajos normales de albañilería y obra civil que afecten al montaje de los equipos.
- ✓ Energía eléctrica y agua para montaje y pruebas.
- ✓ Acometida de fuerza a cuadros eléctricos.

El Instalador de Aire Acondicionado, asesorará en todo momento a la contrata de arquitectura y obra civil para la previsión necesaria de zanjas, huecos, patinillos, chimeneas o cualquier otro tipo de ayuda necesaria para la instalación correspondiente.



3.4 Materiales complementarios comprendidos

Además de los materiales relacionados en el presupuesto y siempre que no se dicte lo contrario en la Memoria, comprende esta instalación:

- ✓ Muestras de los materiales que se pretendan instalar, a petición de la Dirección de Obra.
- ✓ Patillas y estribos de sujeción de hierro forjado para permitir la libre dilatación de los tubos.
- ✓ Manguitos pasamuros absorbentes de vibraciones en el paso de las paredes y forjados, con resistencia al fuego del material de relleno igual al del elemento estructural cuando atravesase un paramento cortafuego. Liras de dilatación vertical y horizontal. Soportes y abrazaderas con manguitos antivibradores para la fijación de tuberías.
- ✓ Oxígeno, acetileno, electrodos, pasta y cuantos materiales se necesiten para un perfecto acabado.
- ✓ Identificación de todos los equipos, elementos y cuadros eléctricos, indicando nombre y número del aparato. La escritura será de tipo indeleble.
- ✓ Pintura sintética para los tubos y maquinaria, según materiales y código de colores, a definir por la Dirección Facultativa. Las conducciones estarán identificadas mediante colores normalizados UNE con indicación del sentido de flujo que circula por ellas.
- ✓ Cuadros eléctricos de fuerza de instalaciones.
- ✓ Canalizaciones y cableado eléctrico de control, fuerza, maniobra, señal o mando.
- ✓ Cualquier otra obra relacionada con el montaje del equipo especificado en el presupuesto, excepto las indicadas en el apartado anterior de este documento.



3.5 Modificaciones a los planos y especificaciones

Sólo se admitirán modificaciones por los siguientes conceptos:

- ✓ Mejoras en calidad, cantidad o montaje de los diferentes elementos, siempre que no afecte al presupuesto o en todo caso disminuya de la posición correspondiente, no debiendo nunca repercutir el cambio en otros materiales.
- ✓ Variaciones en la arquitectura del edificio, siendo la variación de instalaciones, definida por la Dirección de Obra o por el Instalador con la aprobación de aquéllas.
- ✓ Identificación a normativas vigentes en el modo y forma que se indica en la sección G de este documento.

Estas posibles variaciones, deberán realizarse por escrito acompañadas por la causa, material eliminado, material nuevo, modificaciones de precios correspondientes o fechas de entrega, no pudiéndose efectuar ningún cambio si el anterior documento no ha sido aprobado por la Propiedad y Dirección de Obra.

La maquinaria, materiales o cualquier otro elemento en el que sea definible una calidad, será el indicado en el proyecto. Si el Instalador propusiese uno de calidad similar, *sólo la Dirección de Obra, definirá si es o no similar*, por lo que todo elemento que no sea el específicamente indicado en el presupuesto, deberá haber sido aprobado por escrito por aquella, siendo eliminado sin perjuicio para la Propiedad si no cumpliera este requisito.



3.6 Protección durante la construcción y limpieza final

Los aparatos, materiales y equipos que se instalen, se protegerán durante el período de construcción con el fin de evitar los daños que les pudiera ocasionar el agua, basura, sustancias químicas, mecánicas o de cualquier otra clase, acopiándolos debidamente en lugares reservados para ello.

Los materiales procederán de Fábrica convenientemente embalados, al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte a obra así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento. Externamente al embalaje, se colocarán de forma visible etiquetas que indiquen inequívocamente su contenido.

Los extremos abiertos de los tubos se limpiarán por completo antes de su instalación, así como el interior de todos los sifones, válvulas, tramos de tuberías, accesorios, etc. La Dirección de Obra se reserva el derecho a eliminar cualquier material que por inadecuado acopio, juzgase defectuoso o dañado.

A la terminación de los trabajos de cada zona de montaje o con la periodicidad que la Dirección de Obra indique, el Instalador procederá a una limpieza general de material sobrante, recortes, desperdicios, etc., así como de todos los elementos montados o de cualquier otro concepto relacionado directamente con su trabajo.

No podrá alegar justificación para la no realización de estos trabajos (excepto causas de fuerza mayor). En ningún caso será causa la interferencia de otros oficios o contratistas.



3.7 Normativas de obligado cumplimiento

El Instalador deberá cumplir tanto en los equipos suministrados, como en el montaje de la instalación toda la normativa vigente que afecte al cometido de sus trabajos, según se define en el correspondiente capítulo de la Memoria.

Es competencia y responsabilidad del Instalador la revisión del proyecto, antes de realizar ningún pedido ni ejecutar ningún montaje y su denuncia a la Dirección de Obra, de cualquier concepto no compatible con la correspondiente reglamentación exigida. Esta comunicación deberá realizarse por escrito y entregada en mano.

Una vez iniciados los trabajos, cualquier modificación que haya que realizar para cumplimiento de normativas, se realizará con cargo total al Instalador, sin ningún coste para la Propiedad, reservándose ésta los derechos de reclamación por daños y perjuicios en la forma que se considere afectada.

En ningún caso el Instalador podrá justificar incumplimiento de normativas por identificación con el proyecto o por instrucciones directas de la Dirección de Obra.



3.8 Pruebas finales de recepción provisional

3.8.1 Generalidades

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. En cualquier caso, la forma, interpretación de resultados y necesidad de repetición, es competencia exclusiva de la Dirección de Obra.

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 asimismo las mediciones para el contraste de éstos.

3.8.1.1 Pruebas parciales



Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de la recepción en obra.

Cuando el material llegue a obra con el Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará, comprobando únicamente, sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexión hidráulica y eléctrica, fijación de la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc.).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación.

- ✓ Estanqueidad.
- ✓ Funcionamiento.
- ✓ Puesta a tierra.
- ✓ Aislamiento.
- ✓ Ruidos y vibraciones.

3.8.1.2 Resultados de las pruebas

El resultado de las diferentes pruebas se reunirán en un documento denominado "Protocolo de pruebas en recepción provisional" en el que deberá indicarse para cada prueba.

- ✓ Esquema del sistema ensayado, con identificación en el mismo de los puntos medidos.
- ✓ Mediciones realizadas y su comparación con las nominales, o de proyecto.
- ✓ Incidencias o circunstancias que puedan afectar a la medición o a su desviación.
- ✓ Persona, hora y fecha de realización.



3.8.2 Sistema de distribución de aire

3.8.2.1 Pruebas finales

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, se ajustará y equilibrará de acuerdo a lo indicado en la norma UNE 100.010-89 "Climatización. Pruebas de ajuste y equilibrado". Una vez realizada esta operación, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación según se especifica en R.I.T.E. ITE. 06

Previamente a estas pruebas, se realizarán las pruebas de estanqueidad en conductos marcadas en las normas UNE 100-104-88 1R y UNE 100-105-84.

3.8.2.2 Filtros y elementos de lavado

Antes de proceder al montaje de filtros y elementos de lavado, se chequeará la limpieza de los diferentes elementos que componen el sistema de distribución de aire.

3.8.2.3 Medidas a realizar

- ✓ Temperatura de aire exterior, mezcla y entrada a cada batería de cada alimentación.
- ✓ Presión, temperatura y caudal de aire de salida de cada batería de cada climatizador.
- ✓ Temperatura de impulsión de aire de cada climatizador.
- ✓ Caudal de aire en cada habitación.
- ✓ Temperatura de impulsión de aire en cada habitación.



3.8.3 Sistema de distribución de agua

El propósito del siguiente apartado es asegurar que la instalación funcione dentro de los requerimientos de la especificación de diseño.

Este apartado incluye los sistemas de agua fría, caliente y agua de condensación.

3.8.3.1 Chequeos preliminares

Antes de proceder a cualquier prueba se comprobará que todo el interior de las tuberías está limpio, para ello se realizarán los siguientes pasos:

- ✓ Lavado

Se realizará una limpieza de las tuberías mediante la circulación de agua, vaciando después en un punto bajo.

- ✓ Limpieza química e inhibidores

Cuando se especifique, se procederá a la limpieza química de las redes, que serán posteriormente drenadas fuera de la instalación.

3.8.3.2 Pruebas finales

Una vez finalizados los chequeos preliminares y pruebas de estanqueidad correspondientes, según norma UNE 100-151-88 "Pruebas de estanqueidad en redes de tuberías", se ajustará y equilibrará de acuerdo a lo indicado en la norma UNE 100-010-89 "Climatización, pruebas de ajuste y equilibrado", realizando a continuación las pruebas indicadas en R.I.T.E. ITE.06.

3.8.3.3 Medidas a realizar

- ✓ Temperatura de impulsión y retorno en conducciones de agua caliente.
- ✓ Temperatura de impulsión y retorno en conducciones de agua fría.
- ✓ Temperatura de entrada y salida a cada batería o elemento de intercambio de calor entre el agua y otro fluido.
- ✓ Presiones hidráulicas en colectores principales de impulsión y retorno y circuitos secundarios.



3.8.4 Medidas de temperaturas y humedades ambientales en locales acondicionados

Se realizarán de acuerdo al Reglamento R.I.T.E., las siguientes mediciones mínimas:

- ✓ Medida por fachada y planta.
- ✓ Medida en zona interior por planta.
- ✓ Medida de condiciones exteriores.
- ✓ Medida en cada local climatizado.

3.8.5 Equipos centrales

3.8.5.1 Rendimiento de calderas de combustión

Se realizarán por cada caldera existente las siguientes medidas:

- ✓ Gasto de combustible.
- ✓ Temperatura ambiente en sala de máquinas (C).
- ✓ Temperatura de salida de humos (C).
- ✓ Índice opacimétrico (Escala Bacharach).
- ✓ Temperatura entrada y salida agua caliente.
- ✓ Contenido en CO₂ en humos (% con analizador Orsat).
- ✓ Pérdidas de calor en chimenea.

Con las mediciones indicadas y realizadas en la forma prescrita, se redactará el correspondiente protocolo, determinando el rendimiento de la caldera, calor sensible perdido en chimenea y calidad de combustión. (El caudal de agua por caldera, se medirá por caída de presión en diafragma calibrado, debiendo prever el instalador en el circuito el manguito correspondiente).

3.8.5.2 Eficiencias equipos frigoríficos

Se realizará por cada equipo frigorífico existente las siguientes mediciones:

- ✓ Temperaturas de agua entrada y salida enfriador.



- ✓ Temperaturas de agua entrada y salida condensador. (Condensador por agua).
- ✓ Caída de presión en evaporador y condensador (lado agua).
- ✓ Presiones de evaporación y condensación.
- ✓ Temperaturas seca y húmeda aire exterior.
- ✓ Potencia absorbida en bornes.

- ✓ Caudales de agua en condensador y enfriador (previando con manguitos de medida para diafragma calibrado).

Con las mediciones indicadas y realizadas en la forma prescrita en R.I.T.E. ITE. 06, se redactará el correspondiente protocolo, determinando los CEE (Coeficientes de Eficiencia Energética) tanto de enfriador como de condensador. En sistemas de bomba de calor o doble condensador, los ensayos se realizarán para las 2 formas de funcionamiento. En caso de condensar por torre de enfriamiento se verificará la capacidad de refrigeración de la misma.

3.8.5.3 Medidas cuantitativas de fluidos

Se realizarán las siguientes mediciones:

- ✓ Caudal de cada bomba (obtenida por aplicación sobre curva de funcionamiento de la potencia absorbida y la presión de manómetros).
- ✓ Caudal de cada ventilador (Medición directa con anemómetro o pitot en conducto general de impulsión. Comprobación con curva características, potencia absorbida y presión diferencial).
- ✓ Caudal de aire exterior y retorno en cada climatizador (Medición directa con anemómetro sobre compuertas correspondientes).



3.8.5.4 Medidas de consumos eléctricos

Se medirá la potencia absorbida para cada uno de los motores que componen la instalación.

Si el motor acciona una máquina cuyo funcionamiento normal tenga un control de capacidad, la potencia absorbida se realizará a 100, 70 y 35% del máximo nominal.

3.8.5.5 Medidas acústicas y de vibración

Se realizarán las siguientes mediciones:

- ✓ Medición con instalación parada en cada uno de los equipos susceptibles de propagar vibraciones y ruido, y en ambiente de Sala de Máquinas.
- ✓ Medición con toda la instalación en marcha en los mismos puntos.

3.8.5.6 Medidas de contaminación ambiental

Sólo se realizarán a petición de la Dirección de Obra en la forma que ésta dictamine, siendo los valores máximos admisibles los indicados en UNE 100.011-91.

3.8.6 Medidas eléctricas

Las mediciones se realizarán con aparatos de medida independientes a los montados permanentes, contrastando los posibles errores de medición.

- ✓ Tensiones de alimentación generales y parciales, a intensidad nominal o máxima.
- ✓ Frecuencia en cuadro general.



- ✓ Tierras generales de cuadro y parciales de máquinas.
- ✓ Las medidas de potencia en cada máquina, se realizarán en la prueba particular de cada una.
- ✓ En el protocolo de medidas se indicará además:
- ✓ Prueba de diferenciales.
- ✓ Prueba de magnetotérmicos.
- ✓ Calibrado y prueba de guardamotores.
- ✓ Calibrado y prueba de térmicos.
- ✓ Calibrado y prueba de arrancadores.
- ✓ Verificación de enclavamientos.

3.8.7 Número de mediciones

Las mediciones indicadas en el apartado anterior son las mínimas exigidas, siendo optativo de la Dirección de Obra, otro tipo de mediciones o pruebas si lo considerara necesario para la recepción provisional.

Estas pruebas podrán realizarse conjuntamente con un representante de la Propiedad y aquellas personas que la Dirección de Obra determine.

Las pruebas indicadas en los apartados anteriores se realizarán dos veces como mínimo y a máximas potencias. Las pruebas indicadas en las secciones 2 y 4, se realizarán 3 veces al día durante 10 días mínimos. Las correspondientes a las secciones 3 y 5, serán realizadas una vez como mínimo.

3.8.8 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos serán presentados en el protocolo de pruebas correspondientes dentro de los 15 días siguientes a la realización de las mismas.



La validez de estos resultados serán, salvo que se especifique otra cosa en otro documento del proyecto, los siguientes:

- ✓ Medidas de temperatura y humedad ambientales: Las indicadas en la memoria, para las hipótesis de cálculo consideradas, con variaciones admisibles de ± 1 °C en temperatura seca y $\pm 5\%$ en humedad relativa.
- ✓ Medidas de temperatura de fluidos. Las indicadas en las tablas de características de cada equipo con las siguientes desviaciones admisibles:
 - Agua caliente ± 3 °C
 - Agua fría ± 1 °C
 - Aire caliente ± 2 °C
 - Aire frío ± 1 °C
- ✓ Medidas cuantitativas de fluidos: Las indicadas en las tablas de características de cada equipo con una desviación máxima del $\pm 10\%$.
- ✓ Medidas acústicas y de vibración: Dentro de los márgenes que según uso se indican en el RITE ITE 02.2.3

3.8.9 Verificación a condiciones máximas

Posteriormente a la recepción provisional y antes de realizar la recepción definitiva, todas las mediciones indicadas anteriormente serán realizadas 2 veces. Una en verano, con condiciones exteriores similares a las máximas estivales indicadas en la memoria y otra en invierno con las mínimas consideradas.

Previamente a estas mediciones, se notificará a la Dirección de Obra la realización de la misma.



3.9 Entrenamiento

El Instalador será responsable de adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación, designe la Propiedad.

Para ello y por un período no inferior a lo que se indique en otro documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo dicho entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.



3.10 Seguridad e higiene

Todo el personal empleado por el Instalador en la realización de la obra, propios o subcontratados, deberán estar al corriente del pago de las cuotas de la Seguridad Social.

Además, el Instalador estará obligado al cumplimiento de las leyes en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, de Seguridad y Salud en las obras de construcción y cualquier otra clase de normativa legal que, sobre la materia, se promulguen en lo sucesivo.

Para el visado en el Colegio profesional y la obtención de la Licencia Municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las distintas Administraciones Públicas es necesario incluir, como anexo al Proyecto de Ejecución de obra, el Estudio de Seguridad e Higiene, de acuerdo al Real Decreto 555/1986 de 21 de Febrero (BOE número 69 de 21 de Marzo de 1986).

La redacción de este Estudio correrá a cargo del Instalador y, cuando esté incluido en el presente Proyecto, el Instalador deberá ajustarlo a las necesidades reales de la obra.

Los elementos de higiene requeridos (casetas, aseos, vestuarios, comedor, etc.), de acuerdo al personal necesario para realizar todos sus trabajos, serán por cuenta del Instalador.



3.11 Subcontratistas

El Instalador podrá subcontratar, previa autorización de la Dirección de obra, parte de los trabajos que forman parte de la instalación.

El Instalador será responsable de la actuación de los Subcontratistas, sean ellos personas físicas o jurídicas. Los Subcontratistas podrán ser recusados por la Dirección de Obra cuando, a su juicio, no parezcan idóneos para ejecutar la parte de la obra para la cual fueron contratados.



3.12 Riesgos

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y regla del arte, a riesgo y ventura del Instalador, sin que éste tenga, por tanto, derecho a indemnización alguna por causa de pérdidas, perjuicios o averías. A estos efectos, el Instalador no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Instalador será responsable de los daños causados en sus instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofe atmosférica, etc., debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Instalador deberá disponer de segura de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por él efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontrata.

PARTE 4
PRESUPUESTO



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



Índice de presupuesto

Contenido

Contenido	3
4.1 Climatizadores TROX.....	4
4.2 Fan-Coils CARRIER.....	5
4.3 Calderas YGNIS.....	6
4.4 Equipos frigoríficos CARRIER.....	7
4.5 Bombas EBARA.....	8
4.6 Tuberías de agua.....	11
4.7 Difusores TROX	13
4.8 Rejillas TROX	14
4.9 Conductos	16
4.10 Válvulas	16
4.10.1 Válvulas de corte tipo mariposa	16
4.10.2 Válvulas de globo	17
4.10.3 Válvula automática de tres vías	17
4.10.4 Válvula de retención	17
4.11 Depósitos de expansión.....	18
4.12 Instalación eléctrica	18
4.13 Sumas parciales	19
4.14 Presupuesto total.....	22



4.1 **Climatizadores TROX**

Los climatizadores son todos del modelo TKM 50 HE EU, aunque los elementos que los forman son diferentes (baterías, humectadores, ventiladores, etc) de ahí que los precios sean diferentes. En total disponemos de un total de 5 climatizadores:

- Climatizador (A001):
 - Precio unitario: 69.076,30 €.
 - Nº de unidades: 2.

- Climatizador (A002):
 - Precio unitario: 55.996,01 €.
 - Nº de unidades: 2.

- Climatizador (A003):
 - Precio unitario: 14.373,06 €.
 - Nº de unidades: 1.



4.2 **Fan-Coils CARRIER**

Los modelos de los fan coils elegidos son 42 GW de la marca CARRIER. En total disponemos de un total de 8 fan-coils:

- Fan-coil 42 GW-300D:
 - Precio unitario: 650 €.
 - Nº Unidades: 2.

- Fan-coil 42 GW-400D:
 - Precio unitario: 750 €.
 - Nº Unidades: 1.

- Fan-coil 42 GW-600D:
 - Precio unitario: 850 €.
 - Nº Unidades: 2.

- Fan-coil 42 GW-701D:
 - Precio unitario: 1.100 €.
 - Nº Unidades: 2.



4.3 *Calderas YGNIS*

Las 5 calderas son de la marca YGNIS.

Se han elegido: 1 caldera modelo FBG 540 y 4 calderas modelo FGB 1160.

- Caldera 540 FBG:
 - Precio unitario: 50.000 €.
 - Nº Unidades: 1.

- Caldera 1160 FBG:
 - Precio unitario: 99.000 €.
 - Nº Unidades: 4.



4.4 Equipos frigoríficos CARRIER

Los 9 equipos frigoríficos son de la marca CARRIER.

Se han elegido: 1 equipo modelo 30XVA-800 y 8 equipos modelo 30XAV- 1150.

- Equipo frigorífico 30XAV-800:
 - Precio unitario: 480.000 €.
 - Nº Unidades: 1.

- Equipo frigorífico 30XAV-1150:
 - Precio unitario: 620.000 €.
 - Nº Unidades: 8.



4.5 **Bombas EBARA**

Las bombas son de la marca EBARA, y como modelos se ha empleado las bombas EBARA ENR. En total disponemos de un total de 50 bombas:

- Bomba ENR 32-35:
 - Precio unitario: 2056 €
 - Nº unidades: 1

- Bomba ENR 32-125:
 - Precio unitario: 3541
 - Nº unidades: 1

- Bomba ENR 32-250:
 - Precio unitario: 3778 €
 - Nº unidades: 3

- Bomba ENR 40-200:
 - Precio unitario: 3885 €
 - Nº unidades: 1

- Bomba ENR 40-250:
 - Precio unitario: 3995 €
 - Nº unidades: 2



- Bomba ENR 50-250:
 - Precio unitario: 4120 €
 - Nº unidades: 8

- Bomba ENR 65-135:
 - Precio unitario: 4969 €
 - Nº unidades:1

- Bomba ENR 65-250:
 - Precio unitario: 4305 €
 - Nº unidades: 4

- Bomba ENR 65-315:
 - Precio unitario: 5632 €
 - Nº unidades: 10

- Bomba ENR 80-135:
 - Precio unitario: 4112 €
 - Nº unidades: 8

- Bomba ENR 80-250:
 - Precio unitario: 4562 €
 - Nº unidades: 4



- Bomba ENR 100-250:
 - Precio unitario: 4811
 - Nº unidades: 3

- Bomba ENR 100-315:
 - Precio unitario: 6487 €
 - Nº unidades: 1



4.6 *Tuberías de agua*

Se trata de tuberías de acero negro estirado DIN 2440. Todos los precios a continuación incluyen accesorios y soportes, así como el aislamiento:

- Tubería de 1/2 " (15 mm):
 - Precio por metro de tubería: 172,80 €

- Tubería de 3/4 " (20 mm):
 - Precio por metro de tubería: 180,00 €

- Tubería de 1 " (25 mm):
 - Precio por metro de tubería: 190,80 €

- Tubería de 1 1/4 " (32 mm):
 - Precio por metro de tubería: 200,40 €

- Tubería de 1 1/2 " (40 mm):
 - Precio por metro de tubería: 211,80 €

- Tubería de 2 1/2 " (50 mm):
 - Precio por metro de tubería: 217,20 €

- Tubería de 3 " (80 mm):



- Precio por metro de tubería: 243,50 €

- Tubería de 4 " (100 mm):
 - Precio por metro de tubería: 250,60 €

- Tubería de 5 " (125 mm):
 - Precio por metro de tubería: 262,80 €

- Tubería de 6 " (150 mm):
 - Precio por metro de tubería: 268,80 €

- Tubería de 8 " (200 mm):
 - Precio por metro de tubería: 285,60 €

- Tubería de 10 " (250 mm):
 - Precio por metro de tubería: 365,00 €

- Tubería de 12 " (300 mm):
 - Precio por metro de tubería: 412,60 €



4.7 Difusores TROX

Los 41 difusores empleados son de la marca TROX:

- Difusor rotacional TROX VDL-800
 - Precio unitario: 63 €
 - Nº unidades: 41



4.8 *Rejillas TROX*

Rejillas de extracción en forma rectangular con diferentes áreas según requerimientos. Modelo AH AxB:

- Rejilla 800 x 700
 - Precio unitario: 65 €
 - Nº unidades: 22

- Rejilla 730 x 730
 - Precio unitario: 62 €
 - Nº unidades: 19

- Rejilla 250 x 250
 - Precio unitario: 39 €
 - Nº unidades: 2

- Rejilla 350 x 320
 - Precio unitario: 49 €
 - Nº unidades: 2

- Rejilla 300 x 300
 - Precio unitario: 47 €
 - Nº unidades: 2



- Rejilla 230 x 230
 - Precio unitario: 32 €
 - Nº unidades: 1

- Rejilla 270 x 270
 - Precio unitario: 37 €
 - Nº unidades: 1



4.9 **Conductos**

Los conductos de aire tanto de impulsión como de retorno, serán de chapa galvanizada. Serán de sección cuadrada de distintas medidas según el caudal que lleven, la velocidad a la que vaya dicho caudal y la pérdida de carga. El precio medio ponderado por metro es de: 55,50 €/metro.

4.10 **Válvulas**

4.10.1 Válvulas de corte tipo mariposa

Válvula de mariposa con bridas. Su cuerpo será en hierro fundido GG25 con epoxi, al igual que el disco. Se dispondrán en Fan coils, climatizadores y el circuito primario y secundario de las tuberías de agua.

- Válvulas de mariposa:
 - Precio unitario: 172 €
 - Nº unidades: 65



4.10.2 Válvulas de globo

Válvula de regulación de tipo globo formada por un cuerpo de hierro fundido, anillo de etilenopropileno, disco de hierro fundido y bridas entre otros componentes. Este tipo de válvula están situadas en los Fan coils y climatizadores y el circuito primario y secundario de las tuberías de agua.

- Válvulas de globo:
 - Precio unitario: 340.8 €
 - Nº unidades: 50

4.10.3 Válvula automática de tres vías

Válvula de desvío de tres vías para conexión de sistemas de expansión y puesta alternativa de la instalación a la atmósfera. Estas válvulas se localizan en la alimentación de agua de los Fan coils y de los climatizadores.

- Válvulas de tres vías:
 - Precio unitario: 161,4 €
 - Nº unidades: 22

4.10.4 Válvula de retención

Se dispondrán de este tipo de válvulas llamadas también anti retorno, fabricadas en latón cuya localización será ambos circuitos, primario y secundario.



- Válvulas de anti-retorno:
 - Precio unitario: 94,96 €
 - Nº unidades: 48

4.11 *Depósitos de expansión*

Depósito de expansión cerrado de membrana recambiable de 50 litros de capacidad modelo DP/VAV de la marca MECALIA con temperatura de trabajo de -10°C a +100°C y brida de acero galvanizado con protección interior de propileno en la zona de contacto con el agua.

- Depósitos de expansión
 - Precio unitario: 5005 €
 - Nº unidades: 4

4.12 *Instalación eléctrica*

Toda la instalación eléctrica para la instalación de climatización comprende cuadros eléctricos, cableados, cajas de registro, empalmes, conexionado y resto de accesorios necesarios. Además se incluyen aquí costes asociados a todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para realizar la instalación en las condiciones de uso determinadas en el presente proyecto, regidas por la normativa vigente.

El precio estimado de la instalación eléctrica aproximadamente de: **350.000€.**



4.13 *Sumas parciales*

Instalación	Equipo	Cantidad (inud o m)	Precio (por unid o por m)	Precio total [€]
Climatización				
	A001	2	69.076,30 €	138.152,60 €
	A002	2	55.996,01 €	111.992,02 €
	A003	1	14.373,06 €	14.373,06 €
				264.517,68 €
Fan-Coil				
	42 GW-300D	2	650,00 €	1.300,00 €
	42 GW-400D	1	750,00 €	750,00 €
	42 GW-600D	2	850,00 €	1.700,00 €
	42 GW-701D	2	1.100,00 €	2.200,00 €
				5.950,00 €
Calderas				
	540 FBG	1	50.000,00 €	50.000,00 €
	1160 FGB	4	99.000,00 €	396.000,00 €
				446.000,00 €
Equipo Frigorífico				
	30XVA-800	1	480.000,00 €	480.000,00 €
	30XVA-1150	8	620.000,00 €	4.960.000,00 €
				5.440.000,00 €
Bombas				
	ENR 32-35	1	2.056,00 €	2.056,00 €
	ENR 32-125	3	3.541,00 €	10.623,00 €
	ENR 32-250	1	3.885,00 €	3.885,00 €
	ENR 40-250	2	3.995,00 €	7.990,00 €
	ENR 50-250	8	4.120,00 €	32.960,00 €
	ENR 65-135	1	4.969,00 €	4.969,00 €
	ENR 65-250	4	4.305,00 €	17.220,00 €
	ENR 65-315	10	5.632,00 €	56.320,00 €
	ENR 80-135	8	4.112,00 €	32.896,00 €
	ENR 80-250	4	4.562,00 €	18.248,00 €
	ENR 100-250	3	4.881,00 €	14.643,00 €
	ENR 100-315	1	6.487,00 €	6.487,00 €
				208.297,00 €



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

Tuberías				
	1/2 " (15 mm)	2450	172,80 €	423.360,00 €
	3/4 " (20 mm)	865	180,00 €	155.700,00 €
	1" (25 mm)	1405	190,80 €	268.074,00 €
	1 1/4 " (32 mm)	836	200,40 €	167.534,40 €
	1 1/2 " (40 mm)	546	211,80 €	115.642,80 €
	2 1/2 " (50mm)	496	217,20 €	107.731,20 €
	3 " (80 mm)	230	243,50 €	56.005,00 €
	4 " (100 mm)	87	250,60 €	21.802,20 €
	5 " (125 mm)	321	262,80 €	84.358,80 €
	6 " (150 mm)	78	268,80 €	20.966,40 €
	8 " (200 mm)	50	285,60 €	14.280,00 €
	10 " (250 mm)	65	365,00 €	23.725,00 €
	12 " (300 mm)	40	412,60 €	16.504,00 €
				1.475.683,80 €
Difusores				
	VDL-800	41	63,00 €	2.583,00 €
Rejillas				
	800x700	22	65,00 €	1.430,00 €
	730x730	19	62,00 €	1.178,00 €
	250x250	2	39,00 €	78,00 €
	350x320	2	49,00 €	98,00 €
	300x300	2	47,00 €	94,00 €
	230x230	1	32,00 €	32,00 €
	270x270	1	37,00 €	37,00 €
				2.947,00 €
Conductos				
	Conductos	4508	55,50 €	250.194,00 €
Vámulas				
	V.Mariposa	65	172,00 €	11.180,00 €
	V.Globo	50	340,80 €	17.040,00 €
	V.Tres vías	22	161,40 €	3.550,80 €
	V.Retención	48	94,96 €	4.558,08 €
				36.328,88 €
Depósitos				
	Depósitos	4	5.005,00 €	20.020,00 €
Inst. Eléctrica				



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

	I.Eléctrica		350.000,00 €	350.000,00 €

Total	9.975.622,16 €
-------	----------------



4.14 ***Presupuesto total***

Después de haber hecho el estudio económico, el presupuesto aproximado de la instalación asciende a **9.975.622,16 €** (NUEVE MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS VEINTIDÓS EUROS Y DIECISEIS CENTIMOS)

Evaluando el presupuesto final por metro cuadrado, obtenemos un resultado de **175,18 €/m²**.