## 7.2.3 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

# ÍNDICE


1. OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO ..... 3
   1.1. PETICIONARIO DEL INFORME ..... 3
   1.2. REDACTORES DEL DOCUMENTO ..... 3
2. DESCRIPCIÓN DE LA REMODELACIÓN PREVISTA EN EL EDIFICIO ..... 4
   2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES GENERALES ..... 4
   2.2. NECESIDADES RELATIVAS A LA CLIMATIZACIÓN ..... 4
3. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA INSTALACIÓN ..... 7
   3.1. DESCRIPCION DEL EDIFICIO. ..... 7
   3.2. LOCALIZACIÓN. ..... 7
   3.3. ACTIVIDAD Y USO. ..... 8
   3.4. SUPERFICIE ACONDICIONADA. ..... 8
   3.5. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. ..... 8
   3.6. CONDICIONES OPERACIONALES. ..... 9
   3.7. CONDICIONES EXTERIORES DE PROYECTO. ..... 10
   3.8. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS POR ESPACIOS ..... 11
   3.9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN. ..... 12
   3.10. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE ..... 17
   3.11. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ..... 21
   3.12. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS ..... 22
   3.13. EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA ..... 23
   3.14. COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS ALTERNATIVOS ..... 24
   3.15. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA ..... 24
   3.16. EXIGENCIA DE SEGURIDAD ..... 24
   3.17. MANTENIMIENTO Y USO ..... 25
   3.18. INSPECCIONES. ..... 31
4. MEMORIA JUSTIFICATIVA CALCULOS DEMANDA TERMICA. ..... 34
   4.1. ANEJO 1: MÉTODOS DE CÁLCULO ..... 34
   4.2. ANEJO 2. DETALLE DEL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS ..... 46
5. MEMORIA JUSTIFICATICA CALCULOS CONDUCTOS VENTILACION. ..... 58
   5.1. ANEXO 1: MÉTODOS DE CÁLCULO ..... 58
   5.2. ANEXO 2: DETALLES DEL CÁLCULO ..... 64
   5.3. ANEXO 3: RESULTADOS CALCULOS. ..... 69
6. CONCLUSIONES ..... 74

# SEPARATA DE INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

## 1. OBJETO Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El objeto del presente documento es describir y justificar las nuevas instalaciones de climatización que son necesarias en los nuevos seminarios y salón de grados del edificio que alberga la Facultad de Medicina de la Universidad de Cádiz con el objetivo de satisfacer las demandas y prestaciones indicados por la propiedad, en coordinación con los proyectistas de la actuación.

### 1.1. PETICIONARIO DEL INFORME

Se redacta el presente documento a petición de Vilches Arquitectos S.L.P, proyectistas de la actuación, con domicilio a efectos de notificaciones en el Alameda Apodaca 15, 3ºA, 11003, Cádiz.

### 1.2. REDACTORES DEL DOCUMENTO

El presente documento ha sido redactado en colaboración con el laboratorio de ensayos para el control de la calidad en la edificación ESTUDIO15 INGENIERÍA ACÚSTICA, S.L., con número de registro AND-L-119, según el Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA REMODELACIÓN PREVISTA EN EL EDIFICIO

### 2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES GENERALES

Del análisis del proyecto básico de la remodelación del edificio y las diversas reuniones y puestas en común realizadas entre las partes en las últimas semanas se concluye que las actuaciones principales a ejecutar en el edificio son las siguientes:

1) Modificación estética y funcional del hall de entrada al edificio. Esta modificación no afecta a la instalación de climatización.

2) Sustitución de algunas de las ventanas del edificio, sin afectación de las instalaciones.

3) Dotación completa de instalaciones de 3 recintos para un uso de seminarios con sistemas audiovisuales y de telecomunicaciones actualizado, así como con nuevo sistema de climatización.

4) Modificación de las escaleras de evacuación. Las instalaciones afectadas por esta actuación son exclusivamente las eléctricas y de iluminación. . Esta modificación no afecta a la instalación de climatización.

5) Remodelación completa del salón de grados, dotándolo de las preinstalaciones necesarias de sistemas audiovisuales y de telecomunicaciones, así como con nuevo sistema de climatización.

6) Ubicación de algunas oficinas de departamentos en la zona en la que actualmente se emplaza la vivienda del conserje. Las instalaciones afectadas por esta actuación son exclusivamente las eléctricas y de iluminación. Según indicaciones expresas de la propiedad la climatización de los nuevos despachos no entra dentro del ámbito de aplicación de este proyecto.

7) Vaciado de la zona del departamento de medicina legal para prever en el espacio resultante la ubicación de la sala de disección. A nivel de instalaciones la única actuación prevista es la ejecución de una acometida eléctrica con potencia suficiente.

8) Redecoración del patio central del edificio, con instalación de una iluminación decorativa.

### 2.2. NECESIDADES RELATIVAS A LA CLIMATIZACIÓN

Las necesidades del peticionario en cuanto a climatización son básicamente las siguientes:

- Climatización del seminario 1, ubicada en planta baja.
- Climatización del seminario 2, ubicado en planta tercera.
- Climatización del seminario 3, ubicado en planta cuarta.
- Climatización del Salón de Grados y sala de control anexa, situados en planta baja.
- Reparación de 4 sistemas de climatización existentes que presentan fugas en la tubería frigorífica de cobre.

A continuación se describen las prescripciones y limitaciones indicadas por la propiedad en relación con cada una de las actuaciones indicadas anteriormente:

### 2.2.1. Seminario 1.

El seminario 1 ubicado en planta baja, es un espacio existente y reconvertido a seminario. Por tanto, la obra civil está realizada y condiciona la instalación.

Dado que es un espacio a climatizar en zona aislada de otras climatizaciones, se hace necesario realizar una climatización aislada, mediante equipo individual partido, con una unidad interior situada en el interior del seminario y una unidad exterior ubicada en patio interior, ya que la normativa urbanística imposibilita la situación de esta unidad en la fachada, que sería el punto con trayecto más corto.

### 2.2.2. Seminario 2.

El seminario 2 se ubica en planta tercera. Como en el caso anterior, se aprovecha un espacio existente, por lo que hay limitaciones en cuanto a disponer de espacios y volúmenes necesarios para otro tipo de instalación.

Al tratarse de una actuación aislada en cuanto a climatización, se opta por disponer de un equipo individual partido, con una unidad interior situada en el interior del seminario, y una unidad exterior situada en galería a patio interior.

### 2.2.3. Seminario 3.

El seminario 3 se encuentra situado en la planta cuarta del edificio. Como en los casos anteriores, se trata de un aprovechamiento de salas existentes con otro uso anterior. Las limitaciones de superficie y volumétricas vienen impuestas.

También se trata de una sala con actuación de climatización aislada, y por tanto se dispone una unidad individual partida, con la unidad interior en la propia sala y la unidad exterior en cubierta, situada justo en la planta superior.

### 2.2.4. Salón de Grado.

El Salón de Grados se sitúa en la planta baja del edificio. Esta sala ya existe y se trata de reacondicionarla arquitectónicamente.

Desaparece la instalación actual, por lo que se precisa del diseño de una nueva instalación de climatización de dicha sala.

Se opta, en este caso, por disponer una máquina de climatización compacta con renovación y tratamiento de aire en el patio anexo a la sala, y ejecutar conductos para impulsión y retorno del aire de la sala, con las correspondientes rejillas de impulsión y retorno.

No obstante, el peticionario estima que no se incluya en este proyecto la máquina de tratamiento de aire en sí, que será objeto de otra intervención.

Por tanto, en este proyecto se calcularán las necesidades de climatización de aire de la sala pero únicamente se ejecutará la red de conductos y rejillas, dejando prevista la instalación de la máquina para otra actuación posterior o conjunta.

### 2.2.5. Sala de Control del Salón de Grados.

Esta sala se sitúa en la planta baja del edificio, de forma anexa al Salón de Grados, pues es desde esta sala desde donde se controlan las instalaciones, fundamentalmente lumínicas y audiovisuales.

No obstante, dado que las condiciones de temperatura y de presencia de personas son muy diferentes a las del Salón de Grados, por tratarse de una sala de instalaciones con muy poca ocupación, se decide climatizarla con una unidad individual partida, instalándose la unidad interior en la propia sala y la unidad exterior en el mismo patio anexo al Salón de Grados, donde se prevé la máquina del mismo.

### 2.2.6. Reparación de 4 sistemas de climatización existentes.

En el edificio de la Facultad de Medicina existen diversos sistemas de climatización, por la gran superficie del mismo, así como diversos equipos individuales instalados en diferentes etapas.

No obstante, en este apartado nos referimos a los sistemas número 2, 4, 5 y 10, según listado facilitado por la empresa mantenedora, y que se adjunta en los documentos anexos, el día 29 de enero de 2016, en visita girada con personal de dicha empresa.

Según correo electrónico de D. Julio de Vicente de la Pascua, Jefe del Servicio de Mantenimiento de la Universidad de Cádiz, que se adjunta en los documentos anexos, se indica "Por parte de mantenimiento se entregará el informe de la empresa mantenedora. Existen cuatro sectores o grupos de VRV, todos con fugas en la red. La empresa ha estimado un presupuesto abierto (ya que hay mucha obra oculta) de 6.000 euros por la reparación de uno de los módulos. Se sugiere que por los redactores se estudie la posibilidad de rehacer un sector completo incluido las máquinas y se reparen los otros tres aprovechando las máquinas desmontadas".

No obstante, y tras la visita girada con el personal de la empresa mantenedora, como se ha indicado anteriormente, se comprueba que los cuatro sistemas con problemas disponen de máquinas interiores totalmente diferentes, variando la capacidad frigorífica y el diseño, existiendo unidades de techo, de pared, etc. Por lo que la sustitución de uno cualquiera de los sistemas dañados no posibilita la reparación de los otros tres restantes.

Por tanto, la actuación se limitará a la reparación de las conducciones de cobre de los cuatro sistemas indicados y a la sustitución de los equipos tanto interiores como exteriores del sistema número 10.

## 3. MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA INSTALACIÓN

### 3.1. DESCRIPCION DEL EDIFICIO.

El edificio donde se ubican las diferentes salas a climatizar es la Facultad de Medicina de Cádiz, un edificio antiguo y que, interiormente, se ha ido acondicionado con el paso del tiempo. En general, es un edificio con estructura de hormigón armado y forjados unidireccionales. Los cerramientos exteriores son de fábrica de capuchina.

### 3.2. LOCALIZACIÓN.

El edificio se encuentra en Cádiz, en la plaza Fragela. La altitud sobre el nivel del mar es aproximadamente de 10,00 m, por lo que según el apartado 3.1.1. de la sección HE1 "Limitación de la Demanda Energética" del CTE, hay que obtener la zona climática a partir de la tabla B.1.

Tal como se desprende de dicha tabla y los valores mencionados, la zona climática donde se encuentra ubicado el edificio es A3.

Coordenadas de posicionamiento: Latitud: 36° 28' N, Longitud: 6° 18' O

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

| Zonas climáticas Península Ibérica | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Capital | Z.C. | Altitud | A4 | A3 | A2 | A1 | B4 | B3 | B2 | B1 | C4 | C3 | C2 | C1 | D3 | D2 | D1 | E1 |
| Albacete | D3 | 677 | | | | | | | | | | h < 450 | | | h < 950 | | | h ≥ 950 |
| Alicante/Alacant | B4 | 7 | | | | | h < 250 | | | | | h < 700 | | | h ≥ 700 | | | |
| Almería | A4 | 0 | h < 100 | | | | h < 250 | h < 400 | | | | h < 800 | | | h ≥ 800 | | | |
| Ávila | E1 | 1054 | | | | | | | | | | | | | | h < 550 | h < 850 | h ≥ 850 |
| Badajoz | C4 | 168 | | | | | | | | | h < 400 | h < 450 | | | h ≥ 450 | | | |
| Barcelona | C2 | 1 | | | | | | | | | | | h < 250 | | | h < 450 | h < 750 | h ≥ 750 |
| Bilbao/Bilbo | C1 | 214 | | | | | | | | | | | | h < 250 | | | h ≥ 250 | |
| Burgos | E1 | 861 | | | | | | | | | | | | | | | h < 600 | h ≥ 600 |
| Cáceres | C4 | 385 | | | | | | | | | h < 600 | | | | h < 1050 | | | h ≥ 1050 |
| Cádiz | A3 | 0 | | h < 150 | | | | h < 450 | | | | h < 600 | h < 850 | | | h ≥ 850 | | |
| Castellón/Castelló | B3 | 18 | | | | | | h < 50 | | | | h < 500 | | | h < 600 | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Ceuta | B3 | 0 | | | | | | h < 50 | | | | | | | | | | |
| Ciudad Real | D3 | 630 | | | | | | | | | h < 450 | h < 500 | | | h ≥ 500 | | | |
| Córdoba | B4 | 113 | | | | | h < 150 | | | | h < 550 | | | | h ≥ 550 | | | |
| Coruña, La/ A Coruña | C1 | 0 | | | | | | | | | | | | h < 200 | | | h ≥ 200 | |
| Cuenca | D2 | 975 | | | | | | | | | | | | | h < 800 | h < 1050 | | h ≥ 1050 |
| Girona/Girona | D2 | 143 | | | | | | | | | | | h < 100 | | | h < 600 | | h ≥ 600 |
| Granada | C3 | 754 | h < 50 | | | | h < 350 | | | | h < 600 | h < 800 | | | h < 1300 | | | h ≥ 1300 |
| Guadalajara | D3 | 708 | | | | | | | | | | | | | h < 950 | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Huelva | A4 | 50 | h < 50 | | | | h < 150 | h < 350 | | | | h < 800 | | | h ≥ 800 | | | |
| Huesca | D2 | 432 | | | | | | | | | | h < 200 | | | h < 400 | h < 700 | | h ≥ 700 |
| Jaén | C4 | 436 | | | | | h < 350 | | | | h < 750 | | | | h < 1250 | | | h ≥ 1250 |
| León | E1 | 346 | | | | | | | | | | | | | | | | h < 1250 |
| Lleida/Lleida | D3 | 131 | | | | | | | | | | h < 100 | | | h < 600 | | | h ≥ 600 |
| Logroño | D2 | 379 | | | | | | | | | | | h < 200 | | | h < 700 | | h ≥ 700 |
| Lugo | D1 | 412 | | | | | | | | | | | | | | | h < 500 | h ≥ 500 |
| Madrid | D3 | 589 | | | | | | | | | | h < 500 | | | h < 950 | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Málaga | A3 | 0 | | | | | | h < 300 | | | | h < 700 | | | h ≥ 700 | | | |
| Melilla | A3 | 130 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Murcia | B3 | 25 | | | | | | h < 100 | | | | h < 550 | | | h ≥ 550 | | | |
| Orense/Ourense | D2 | 327 | | | | | | | | | | h < 150 | h < 300 | | | h < 800 | | h ≥ 800 |
| Oviedo | D1 | 214 | | | | | | | | | | | | h < 50 | | | h < 550 | h ≥ 550 |
| Palencia | D1 | 722 | | | | | | | | | | | | | | | h < 800 | h ≥ 800 |
| Palma de Mallorca | B3 | 1 | | | | | | h < 250 | | | | h ≥ 250 | | | | | | |
| Pamplona/Iruña | D1 | 456 | | | | | | | | | | | h < 100 | | | h < 300 | h < 600 | h ≥ 600 |
| Pontevedra | C1 | 77 | | | | | | | | | | | | h < 350 | | | h ≥ 350 | |
| Salamanca | D2 | 770 | | | | | | | | | | | | | | h < 800 | | h ≥ 800 |
| San Sebastián/Donostia | D1 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | h < 400 | h ≥ 400 |
| Santander | C1 | 1 | | | | | | | | | | | | h < 150 | | | h < 650 | h ≥ 650 |
| Segovia | D2 | 1013 | | | | | | | | | | | | | | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Sevilla | B4 | 9 | | | | | h < 200 | | | | h ≥ 200 | | | | | | | |
| Soria | E1 | 984 | | | | | | | | | | | | | | h < 750 | h < 800 | h ≥ 800 |
| Tarragona | B3 | 1 | | | | | | h < 50 | | | | h < 500 | | | h ≥ 500 | | | |
| Teruel | D2 | 995 | | | | | | | | | | h < 450 | h < 500 | | | h < 1000 | | h ≥ 1000 |
| Toledo | C4 | 445 | | | | | | | | | h < 500 | | | | h ≥ 500 | | | |
| Valencia/València | B3 | 8 | | | | | | h < 50 | | | | h < 500 | | | | h < 950 | | h ≥ 950 |
| Valladolid | D2 | 704 | | | | | | | | | | | | | | h < 800 | | h ≥ 800 |
| Vitoria/Gasteiz | D1 | 512 | | | | | | | | | | | | | | | h < 500 | h ≥ 500 |
| Zamora | D2 | 617 | | | | | | | | | | | | | | h < 800 | | h ≥ 800 |
| Zaragoza | D3 | 207 | | | | | | | | | | h < 200 | | | h < 650 | | | h ≥ 650 |
| Capital | Z.C. | Altitud | A4 | A3 | A2 | A1 | B4 | B3 | B2 | B1 | C4 | C3 | C2 | C1 | D3 | D2 | D1 | E1 |

### 3.3. ACTIVIDAD Y USO.

El edificio tendrá uso Docente.

### 3.4. SUPERFICIE ACONDICIONADA.

El edificio está compuesto cinco plantas destinadas a aulas, seminarios, laboratorios, despachos, etc. Se acondicionan solo los espacios descritos en apartados anteriores. A continuación se relacionan los espacios definidos en cada planta:

| LISTADO DE ESPACIOS PB | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Clasificación de la actividad** | **Tipo** | **Superficie ($m^2$)** | **Altura (m)** | **Volumen (l)** |
| Seminario 1 | B.2.1: Aulas, aulas de tutoría | AC | 49,9 | 3,20 | 159.724 |
| Salón de Grados | E.3.2: Zonas de espectadores con asientos definidos en el proyecto | AC | 185,9 | 3,20 | 594.947 |
| **LISTADO DE ESPACIOS PLANTA 3** | | | | | |
| **Espacio** | **Clasificación de la actividad** | **Tipo** | **Superficie ($m^2$)** | **Altura (m)** | **Volumen (l)** |
| Seminario 2 | B.2.1: Aulas, aulas de tutoría | AC | 35,2 | 3,20 | 112.753 |
| **LISTADO DE ESPACIOS PLANTA 4** | | | | | |
| **Espacio** | **Clasificación de la actividad** | **Tipo** | **Superficie ($m^2$)** | **Altura (m)** | **Volumen (l)** |
| Seminario 3 | B.2.1: Aulas, aulas de tutoría | AC | 30,6 | 3,20 | 97.849 |

Tipo: Espacio acondicionado (AC), no acondicionado (NA) y no habitable (NH).

### 3.5. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.

Los parámetros térmicos de cada uno de los elementos constructivos utilizados en los cálculos son los que se describen en las dos tablas siguientes:

| LISTADO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS OPACOS | | |
|---|---|---|
| **Referencia y descripción** | **Resistencia térmica ($W/m^2 \cdot °C)^{-1}$** | **Masa ($kg/m^2$)** |
| FORJ-RET-03:<br>Entrevigado horm. alig. 25 cm + baldosas cerámicas + guarnecido y enlucido yeso 1,5 cm c/aislante | 0,751 | 592,08 |
| SOL-01:<br>SOL10+2ARE+4MOR+GRES | 0,116 | 393,00 |
| TABIQUE.F2:<br>Tabicón ladrillo hueco 7 cm enlucido dos caras | 0,239 | 99,60 |
| MUREPS02:<br>Enfoscado 20 + Ladrillo HD 120 + EPS 50 + Ladrillo HD 90 + Enlucido 15 | 1,963 | 255,80 |
| Muro Ladrillos:<br>Muro ladrillos 1 pie espesor | 0,541 | 285,00 |
| MURO.CAP:<br>Capuchina estandar: enfoscado exterior, citara ladrillo macizo, 2 cm de poliuretano proyectado, cámara de 3 cm, l.d.h. 5cm y enfoscado interior. | 1,118 | 245,70 |
| CUB-01:<br>CUB TRANSITABLE NORMAL | 2,155 | 747,10 |

| LISTADO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS SEMITRANSPARENTES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Referencia y descripción | Transmitancia vidrio ($W/m^2 \cdot °C$) | Factor solar | Transmitancia carpintería ($W/m^2 \cdot °C$) | Permeabilidad ($m^3/h\ m^2$) |
| Puertas1:<br>Vidrio: Sin vidrio<br>Carpintería: VER_Madera de densidad media baja | 0,000 | 0,00 | 2,000 | 27,0 |
| VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA:<br>Vidrio: VER_M_6<br>Carpintería: VER_Normal sin rotura de puente térmico | 5,700 | 0,85 | 5,700 | 27,0 |

## 3.6. CONDICIONES OPERACIONALES.

Las condiciones operacionales que describen el funcionamiento del edificio serán las correspondientes a "NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h" cuyos parámetros se describen en el anejo correspondiente.

### 3.6.1. Niveles de ocupación e iluminación

En cada espacio se ha estimado el número de ocupantes en función de la actividad prevista, de la superficie útil del recinto o bien a partir de datos facilitados por el promotor.

Atendiendo a los mismos criterios se ha elegido el grado de actividad metabólica de cada grupo de personas con objeto de estimar sus aportes térmicos sensibles y latentes.

El nivel de iluminación y las cargas internas debidas a equipos eléctricos o térmicos corresponden a ratios utilizados habitualmente para cada tipo de actividad o condiciones operativas.

| OCUPACIÓN, ILUMINACIÓN Y EQUIPOS DE LOS ESPACIOS EN PB | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacios | Ocupación | | | | Iluminación ($W/m^2$) | Equipos | |
| | Número Ocupantes | Densidad ($m^2$/persona) | Aporte Sensible ($W/m^2$) | Aporte Latente ($W/m^2$) | | Aporte Sensible ($W/m^2$) | Aporte Latente ($W/m^2$) |
| Seminario 1<br>(DOCENTE: CEIP) | 31 | 1,6 | 50,00 | 46,88 | 4,50 | 4,50 | 0,00 |
| Salón de Grados<br>(DOCENTE: CEIP) | 186 | 1,0 | 80,00 | 75,00 | 4,50 | 4,50 | 0,00 |

| OCUPACIÓN, ILUMINACIÓN Y EQUIPOS DE LOS ESPACIOS EN PLANTA 3 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacios | Ocupación | | | | Iluminación ($W/m^2$) | Equipos | |
| | Número Ocupantes | Densidad ($m^2$/persona) | Aporte Sensible ($W/m^2$) | Aporte Latente ($W/m^2$) | | Aporte Sensible ($W/m^2$) | Aporte Latente ($W/m^2$) |
| Seminario 2<br>(DOCENTE: CEIP) | 22 | 1,6 | 50,00 | 46,88 | 4,50 | 4,50 | 0,00 |

| OCUPACIÓN, ILUMINACIÓN Y EQUIPOS DE LOS ESPACIOS EN PLANTA 4 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacios | Ocupación | | | | Iluminación ($W/m^2$) | Equipos | |
| | Número Ocupantes | Densidad ($m^2$/persona) | Aporte Sensible ($W/m^2$) | Aporte Latente ($W/m^2$) | | Aporte Sensible ($W/m^2$) | Aporte Latente ($W/m^2$) |
| Seminario 3 | 19 | 1,6 | 50,00 | 46,88 | 4,50 | 4,50 | 0,00 |

## 3.7. CONDICIONES EXTERIORES DE PROYECTO.

Se utilizan dos juegos de condiciones climáticas diferentes, uno con datos para un día tipo de cada mes, que representa las condiciones climáticas extremas y que será utilizado para el cálculo de las cargas térmicas máximas y mínimas; y otro con la evolución anual hora a hora (8760 registros) de las principales variables climáticas, y que será utilizado en el cómputo de la demanda energética anual.

Las condiciones exteriores para cálculos de potencia térmica se obtienen de la norma UNE 100001-2001 "Climatización. Condiciones climáticas para proyectos" a partir de las condiciones exteriores para el día tipo de Julio a las 15 hora solar:

- Percentil condiciones de verano 1,0 %
- Temperatura seca verano 35,9 °C
- Temperatura húmeda verano 22,5 °C
- Humedad relativa de verano 31,3 %

Las condiciones exteriores extremas para cálculos de calefacción serán las mismas para cualquier hora y mes de invierno:

- Percentil condiciones de invierno 99,0 %
- Temperatura seca invierno 1,6 °C
- Temperatura húmeda invierno 1,0 °C
- Humedad relativa de invierno 90,0 %

Las condiciones climáticas para el resto de días del año se obtienen aplicando las tablas de correcciones de la norma UNE 100014-2004 "Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo" según los parámetros siguientes:

- Variación diurna de temperaturas 12,0 °C
- Variación anual de temperaturas 34,3 °C

Para estimar la radiación solar máxima incidente se utilizará el modelo no espectral desarrollado por Bird y Hulstrom considerando una atmósfera Limpia de polvo (campo).

Se considera que la temperatura del terreno es 18,3 °C, obtenida como la media anual de las temperaturas secas exteriores.

El cálculo de la demanda de energía se realizará en base a los datos meteorológicos sintéticos, generados con el programa CLIMED 1.3 a partir de los datos climáticos de la Agencia Estatal de Meteorología. Estos datos están disponibles para todas las capitales de provincia, ciudades autónomas y localidades tipo de cada zona climática y se suministran junto a los programas informáticos oficiales LIDER y CALENER.

El archivo de datos climáticos utilizado es "cadiz.met".

Teniendo en cuenta el entorno que rodea al edificio, se considera que la calidad del aire exterior es de nivel ODA Limpia de polvo (campo).

### 3.8. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS POR ESPACIOS.

A continuación se detallan los resultados del cálculo de cargas térmicas de calefacción y refrigeración para cada espacio en el momento de máximas cargas individuales:

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN ESPACIOS EN PB | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | Fecha | GTH (W) | RSC (%) | TEN (%) | TPA (%) | OC (%) | IL (%) | EQ (%) | VE (%) | ESHF | Ratio (W/m²) |
| Seminario 1 | 21 Junio 12hs | 11.800 | 6,5 | 0,7 | 9,0 | 35,7 | 1,5 | 1,2 | 45,5 | 0,62 | 236,4 |
| Salón de Grados | 21 Junio 12hs | 50.216 | 2,4 | 0,4 | 3,7 | 50,1 | 1,3 | 1,1 | 41,0 | 0,51 | 270,1 |

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN ESPACIOS EN PLANTA 3 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | Fecha | GTH (W) | RSC (%) | TEN (%) | TPA (%) | OC (%) | IL (%) | EQ (%) | VE (%) | ESHF | Ratio (W/m²) |
| Seminario 2 | 21 Junio 12hs | 8.299 | 3,8 | 0,9 | 11,5 | 35,4 | 1,4 | 1,2 | 45,9 | 0,61 | 235,5 |

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA REFRIGERACIÓN ESPACIOS EN PLANTA 4 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | Fecha | GTH (W) | RSC (%) | TEN (%) | TPA (%) | OC (%) | IL (%) | EQ (%) | VE (%) | ESHF | Ratio (W/m²) |
| Seminario 3 | 24 Agosto 12hs | 7.647 | 8,9 | 0,8 | 10,1 | 34,5 | 1,4 | 1,2 | 43,0 | 0,66 | 250,1 |

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN ESPACIOS EN PB | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | Fecha | GTH (W) | RSC (%) | TEN (%) | TPA (%) | OC (%) | IL (%) | EQ (%) | VE (%) | ESHF | Ratio (W/m²) |
| Seminario 1 | 21 Diciembre 9hs | -14.255 | 0,0 | 1,5 | 26,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 71,6 | 1,00 | 285,6 |
| Salón de Grados | 21 Diciembre 9hs | -47.067 | 0,0 | 1,2 | 15,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 83,3 | 1,00 | 253,2 |

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN ESPACIOS EN PLANTA 3 |
|---|

| Espacio | Fecha | GTH (W) | RSC (%) | TEN (%) | TPA (%) | OC (%) | IL (%) | EQ (%) | VE (%) | ESHF | Ratio (W/m²) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Seminario 2 | 21 Diciembre 9hs | -10.660 | 0,0 | 2,2 | 29,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 67,9 | 1,00 | 302,5 |

| RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS PARA CALEFACCIÓN<br>ESPACIOS EN PLANTA 4 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | Fecha | GTH (W) | RSC (%) | TEN (%) | TPA (%) | OC (%) | IL (%) | EQ (%) | VE (%) | ESHF | Ratio (W/m²) |
| Seminario 3 | 21 Diciembre 6hs | -8.640 | 0,0 | 1,4 | 26,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 72,4 | 1,00 | 282,6 |

Dónde:

- GTH: Carga térmica total (W)
- RSC: Ganancias por radiación solar (% carga total)
- TEN: Transmisión a través de la envolvente (% carga total)
- TPA: Transmisión por particiones y huecos (% carga total)
- OC: Fuentes internas ocupación (% carga total)
- IL: Fuentes internas iluminación (% carga total)
- EQ: Fuentes internas equipos (% carga total)
- VE: Ventilación e infiltraciones (% carga total)
- ESHF: Factor de carga sensible del espacio

## 3.9. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

La potencia térmica nominal instalada en el conjunto de las instalaciones es de 78,00 kW en calor y 69,00 kW en frío, siendo 301,6 m² la superficie útil total de los espacios acondicionados. A continuación se describen las características principales de los sistemas de climatización elegidos:

### 3.9.1. Sistema Salón de Grados.

En este sistema, no se instala ninguna máquina, exclusivamente la red de conductos hasta el exterior, por prescripción del peticionario.

REDES DE CONDUCTOS

Los conductos que acometen al equipo compacto serán de chapa galvanizada, aislada y recubierta exteriormente con aluminio como protección a la intemperie. La conexión se realizará utilizando elementos flexibles con objeto de no transmitir ruidos y vibraciones al interior de los locales.

La distribución de aire de impulsión y retorno se realizará con conductos de fibra tipo Climaver NETO o equivalente.

Los conductos de chapa galvanizada de 0,8 mm de espesor serán aislados exteriormente para permitir su limpieza mediante elementos mecánicos.

Los conductos de fibra tendrán recubrimiento interior de velo especial que impida que se desprendan partículas y permitan su limpieza periódica.

También se han previsto registros cada 10 m en trazados rectos y antes de cada codo, que permitan la limpieza del conducto.

La sujeción de los conductos a techos se hará mediante varillas roscadas y perfiles angulares metálicos galvanizados, no debiendo cruzarse estos con ningún tubo ni soporte de otras instalaciones.

La conexión de los conductos con las unidades se hará con material flexible para evitar la transmisión de vibraciones a la instalación.

Los elementos de difusión se han elegido de forma que se asegure una distribución uniforme del aire en cada estancia. Los tipos y tamaños de cada uno de estos elementos serán los designados en planos.

Las rejillas de impulsión estarán compuestas por difusores lineales de la marca Madel, modelo Laik de 1000 mm de longitud o equivalentes, conectados a la red de conductos mediante conductos circulares de diámetro 160 mm, de aluminio flexible, y aislados.

Las rejillas de retorno estarán compuestas por rejillas de aluminio de color a definir por la D.F. de lamas horizontales, de medidas 600x600 mm encastrables en techo modular.

### 3.9.2. Sistema Seminario 1

El sistema elegido consiste en un equipo individual partido de expansión directa con bomba de calor, situado en habitación independiente, que produce aire tratado y lo distribuye a los locales acondicionados directamente.

Se dispondrá un conjunto multisplit con bomba de calor de la marca Daikin, compuesto por una unidad exterior y dos unidades interiores.

UNIDAD INTERIOR.
Estará compuesta por dos unidades tipo casette modelo FFQ50C o equivalente.

UNIDAD EXTERIOR.
Estará compuesta por una unidad 4MXS80E o equivalente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

| Marca/Modelo | DAIKIN 4MXS80E 50+50 |
|---|---|
| Capacidad nominal total de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 8660 W |
| Consumo nominal de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 2980 W |
| Capacidad nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 10240 W |
| Consumo nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 2520 W |
| Tipo de refrigerante | R-410A |
| Tipo de compresor | INVERTER |
| Tipo de alimentación (Tensión-Número de fases-Frecuencia) | 230-II-50 |

### 3.9.3. Sistema Seminario 2

El sistema elegido consiste en un equipo individual partido de expansión directa con bomba de calor, situado en habitación independiente, que produce aire tratado y lo distribuye a los locales acondicionados directamente.

Se dispondrá un conjunto multisplit con bomba de calor de la marca Daikin, compuesto por una unidad exterior y dos unidades interiores.

UNIDAD INTERIOR.
Estará compuesta por dos unidades tipo casette modelo FFQ35C o equivalente.

UNIDAD EXTERIOR.
Estará compuesta por una unidad 4MXS80E o equivalente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

| Marca/Modelo | DAIKIN 4MXS80E 50+50 |
|---|---|
| Capacidad nominal total de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 7300 W |
| Consumo nominal de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 2630 W |
| Capacidad nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 9180 W |
| Consumo nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 2700 W |
| Tipo de refrigerante | R-410A |
| Tipo de compresor | INVERTER |
| Tipo de alimentación (Tensión-Número de fases-Frecuencia) | 230-II-50 |

### 3.9.4. Sistema Seminario 3

El sistema elegido consiste en un equipo individual partido de expansión directa con bomba de calor, situado en habitación independiente, que produce aire tratado y lo distribuye a los locales acondicionados directamente.

Se dispondrá un conjunto multisplit con bomba de calor de la marca Daikin, compuesto por una unidad exterior y dos unidades interiores.

UNIDAD INTERIOR.
Estará compuesta por dos unidades tipo casette modelo FFQ35C o equivalente.

UNIDAD EXTERIOR.
Estará compuesta por una unidad 4MXS80E o equivalente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

| Marca/Modelo | DAIKIN 4MXS80E 50+50 |
|---|---|
| Capacidad nominal total de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 7300 W |
| Consumo nominal de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 2630 W |
| Capacidad nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 9180 W |
| Consumo nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 2700 W |
| Tipo de refrigerante | R-410A |
| Tipo de compresor | INVERTER |
| Tipo de alimentación (Tensión-Número de fases-Frecuencia) | 230-II-50 |

### 3.9.5. Sistema Sala de Control

El sistema elegido consiste en un equipo individual partido de expansión directa con bomba de calor, situado en habitación independiente, que produce aire tratado y lo distribuye a los locales acondicionados directamente.

Se dispondrá un conjunto SKY AIR con bomba de calor de la marca Daikin, modelo FQS50C o equivalente.

UNIDAD INTERIOR.
Estará compuesta por una unidad de tipo casette integrado modelo FFQ50C o equivalente.

UNIDAD EXTERIOR.
Estará compuesta por una unidad RXS50L o equivalente.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS

| Marca/Modelo | DAIKIN TX35K |
|---|---|
| Capacidad nominal total de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 5700 W |
| Consumo nominal de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 1890 W |
| Capacidad nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 7000 W |
| Consumo nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 2050 W |
| Tipo de refrigerante | R-410A |
| Tipo de compresor | SWING |
| Tipo de alimentación (Tensión-Número de fases-Frecuencia) | 230-II-50 |

### 3.9.6. Justificación del sistema elegido

La elección de los subsistemas se ha realizado teniendo como objetivos preferentes la eficiencia energética del edificio y el bienestar térmico de los ocupantes, para ello se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

Compartimentación del edificio, espacios acondicionados.
Condiciones operacionales, actividad y uso de cada espacio.
Simultaneidad de utilización.
Bajo nivel de ruidos y vibraciones.
Cámaras y recintos disponibles para los dispositivos de la instalación.
Protección del medio ambiente.

### 3.9.7. Sustitución de equipos del sistema número 10.

Para la sustitución de los equipos del sistema número 10, se han elegidos unidades de la marca DAIKIN que tienen características similares a las de los equipos existentes actualmente.

EQUIPOS EXISTENTES.
Actualmente el sistema número 10 lo conforman los siguientes equipos:

Unidad exterior: Modelo AOG90 de GENERAL, con las siguientes características:

| Marca/Modelo | GENERAL AOG90 TPMA |
|---|---|
| Capacidad nominal total de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 26200 W |
| Consumo nominal de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 9400 W |
| Capacidad nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 29300 W |
| Consumo nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 10000 W |
| Tipo de refrigerante | R-407 |
| Tipo de alimentación (Tensión-Número de fases-Frecuencia) | 230-II-50 |
| Ratio ahorro energético frío (EER) | 2,79 |
| Ratio ahorro energético calor (COP) | 2,93 |

Unidades interiores: Modelo AS18 de GENERAL, con las siguientes características:

| Marca/Modelo | GENERAL ASG 18 |
|---|---|
| Capacidad nominal total de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 5200 W |
| Consumo nominal de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 1520 W |
| Capacidad nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 6300 W |
| Consumo nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 1710 W |
| Tipo de refrigerante | R-407 |
| Tipo de alimentación (Tensión-Número de fases-Frecuencia) | 230-II-50 |

EQUIPOS PROPUESTOS:
Para sustituir a los equipos que forman parte del sistema número 10 se designan los siguientes:

Unidad exterior: Modelo RYYQ10T de DAIKIN, con las siguientes características:

| Marca/Modelo | DAIKIN RYYQ10T |
|---|---|
| Capacidad nominal total de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 28000 W |
| Consumo nominal de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 3840 W |
| Capacidad nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 31500 W |
| Consumo nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 4270 W |
| Tipo de refrigerante | R-410ª |
| Tipo de alimentación (Tensión-Número de fases-Frecuencia) | 400-III-50 |
| Ratio ahorro energético frío (EER) | 3,84 |
| Ratio ahorro energético calor (COP) | 4,27 |

Unidades interiores: Modelo FXAQ50P de DAIKIN, con las siguientes características:

| Marca/Modelo | DAIKIN FXAQ50P |
|---|---|
| Capacidad nominal total de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 5600 W |
| Consumo nominal de Refrigeración en condiciones EUROVENT (Tse=35°C, Tw=7/12°C) | 33 W |
| Capacidad nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 6300 W |
| Consumo nominal de Calefacción en condiciones EUROVENT (Tse=7°C, The=6°C, Tw=40/45°C) | 39 W |
| Tipo de refrigerante | R-410A |
| Tipo de alimentación (Tensión-Número de fases-Frecuencia) | 230-II-50 |

## 3.10. **EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE**

El cumplimiento de esta exigencia se justifica con la verificación de los requisitos descritos en la IT 1.1.2. y relacionados a continuación:

### 3.10.1. Calidad térmica del ambiente

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionado de la instalación térmica, si los parámetros que definen el bienestar térmico, como la temperatura seca del aire y operativa, humedad relativa, temperatura media del recinto, velocidad media del aire en la zona ocupada e intensidad de la turbulencia se mantienen en la zona ocupada dentro de los valores establecidos en la IT 1.1.4.1.1.

La siguiente tabla contiene los distintos espacios climatizados del edificio, indicando para cada uno de ellos los parámetros del bienestar térmico que se han elegido para el diseño y dimensionado de sus instalaciones térmicas. En los apartados siguientes se justifica esta elección.

| PARÁMETROS DE BIENESTAR TÉRMICO<br>ESPACIOS EN PB | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Espacio** | **Temperatura operativa verano (°C)** | **Humedad relativa verano (%)** | **Temperatura operativa invierno (°C)** | **Humedad relativa invierno (%)** | **Velocidad media del aire zona ocupada (m/s)** |
| Seminario 1 | 24,0±1,0 | 45,0-60,0 | 22,0±1,0 | - | 0,15-0,17 |
| Salón de Grados | 24,0±1,0 | 45,0-60,0 | 22,0±1,0 | - | 0,15-0,17 |
| **PARÁMETROS DE BIENESTAR TÉRMICO<br>ESPACIOS EN PLANTA 3** | | | | | |
| **Espacio** | **Temperatura operativa verano (°C)** | **Humedad relativa verano (%)** | **Temperatura operativa invierno (°C)** | **Humedad relativa invierno (%)** | **Velocidad media del aire zona ocupada (m/s)** |
| Seminario 2 | 24,0±1,0 | 45,0-60,0 | 22,0±1,0 | - | 0,15-0,17 |
| **PARÁMETROS DE BIENESTAR TÉRMICO<br>ESPACIOS EN PLANTA 4** | | | | | |
| **Espacio** | **Temperatura operativa verano (°C)** | **Humedad relativa verano (%)** | **Temperatura operativa invierno (°C)** | **Humedad relativa invierno (%)** | **Velocidad media del aire zona ocupada (m/s)** |
| Seminario 3 | 24,0±1,0 | 45,0-60,0 | 22,0±1,0 | - | 0,15-0,17 |

TEMPERATURA OPERATIVA Y HUMEDAD RELATIVA

Las condiciones interiores de diseño de la temperatura operativa y la humedad relativa se fijarán en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos (PPD).

Teniendo en cuenta una actividad sedentaria de 1,2 met, un grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1,0 clo en invierno, y un PPD entre el 10% y el 15%, los valores de la temperatura operativa y la humedad relativa deben estar comprendidos entre los límites indicados en la tabla 1.4.1.1 que reproducimos a continuación:

| Estimación | Temperatura operativa (°C) | Humedad relativa (%) |
|---|---|---|
| Verano | 23...25 | 45...60 |
| Invierno | 21...23 | 40...50 |

VELOCIDAD MEDIA DEL AIRE

La velocidad media del aire en zona ocupada se limitará al valor que aparece en la tabla anterior, obtenido de acuerdo al apartado IT.1.1.4.1.3. del RITE, difusión por mezcla a la temperatura seca ambiente, para una intensidad de turbulencia del 40% y un PPD por corrientes del 15%.

CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

En aplicación del apartado IT 1.1.4.2., los locales en los que se realice alguna actividad humana dispondrán de un sistema de ventilación que aporte suficiente caudal de aire exterior para evitar la formación de altas concentraciones de contaminantes.

CAUDAL MÍNIMO DEL AIRE EXTERIOR DE VENTILACIÓN

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación de cada espacio se obtiene en función del uso del local, del número de ocupantes y en algunos casos de la superficie útil, aplicando la tabla 2.1 del Documento Básico HS3 del Código Técnico de la Edificación en el caso de edificios de viviendas, y en el resto de edificios la norma UNE-EN 13779 "Ventilación de edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos". Los niveles de ventilación asignados a cada espacio son los que aparecen en la siguiente tabla:

| AIRE EXTERIOR DE VENTILACIÓN DE LOS ESPACIOS EN PB | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Espacio | Calidad de aire interior | | | Caudal total (l/s) | Renov. (1/h) | Notas |
| | Criterio | l/s/per. | l/s/m² | | | |
| Seminario 1 | IDA2 (Calidad buena) | 12,50 | 0,83 | 387,50 | 8,7 | |
| Salón de Grados | IDA3 (Calidad media) | 8,00 | 0,55 | 1.488,00 | 9,0 | |
| **AIRE EXTERIOR DE VENTILACIÓN DE LOS ESPACIOS EN PLANTA 3** | | | | | | |
| Espacio | Calidad de aire interior | | | Caudal total (l/s) | Renov. (1/h) | Notas |
| | Criterio | l/s/per. | l/s/m² | | | |
| Seminario 2 | IDA2 (Calidad buena) | 12,50 | 0,83 | 275,00 | 8,8 | |
| **AIRE EXTERIOR DE VENTILACIÓN DE LOS ESPACIOS EN PLANTA 4** | | | | | | |
| Espacio | Calidad de aire interior | | | Caudal total (l/s) | Renov. (1/h) | Notas |
| | Criterio | l/s/per. | l/s/m² | | | |
| Seminario 3 | IDA2 (Calidad buena) | 12,50 | 0,83 | 237,50 | 8,7 | |

En general se utilizará el método indirecto de caudal de aire exterior por persona (A), salvo en los espacios no dedicados a ocupación humana permanente, o bien en aquellos en los que el número de personas no esté definido, en los que se utilizará el método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie (D). Las tablas 1.4.2.1 y 1.4.2.4 del RITE relacionan la calidad de aire interior IDA con los caudales de aire exterior que es necesario suministrar dependiendo del método utilizado.

AIRE DE EXTRACCIÓN

En aplicación del apartado IT 1.1.4.2.5.

### 3.10.2. Exigencia de higiene

Las redes de conductos estarán equipadas de aperturas de servicio de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-ENV 12097 para permitir las operaciones de limpieza y desinfección.

Los elementos instalados en las redes de conductos serán desmontables y tendrán una apertura de acceso o una sección desmontable de conducto para permitir las operaciones de mantenimiento.

Los falsos techos deben tener registros de inspección en correspondencia con los registros en conductos y los aparatos situados en los mismos.

### 3.10.3. Exigencia de calidad del ambiente acústico

Se tendrán en cuenta las prescripciones del Documento Básico HR. Protección frente al ruido, en especial las siguientes cuestiones:

Cuando un conducto de instalaciones colectivas se adose a un elemento de separación vertical, se revestirá de tal forma que no disminuya el aislamiento acústico del elemento de separación y se garantice la continuidad de la solución constructiva.

En el caso de que un conducto de instalaciones, por ejemplo, de instalaciones hidráulicas o de ventilación, atraviese un elemento de separación horizontal, se recubrirá y se sellarán las holguras de los huecos efectuados en el forjado para paso del conducto con un material elástico que impida el paso de vibraciones a la estructura del edificio.

Deben eliminarse los contactos entre el suelo flotante y los conductos de instalaciones que discurran bajo él. Para ello, los conductos se revestirán de un material elástico.

Cuando discurran conductos de instalaciones por el techo suspendido o por el suelo registrable, debe evitarse que dichos conductos conecten rígidamente el forjado y las capas que forman el techo o el suelo.

EQUIPOS SITUADOS EN RECINTOS PROTEGIDOS

El nivel de potencia acústica máximo de un equipo que emita ruido, tal como una unidad interior de aire acondicionado, situado en un recinto protegido, debe ser menor que el valor del nivel sonoro continuo equivalente estandarizado, ponderado A, LeqA,T, establecido en la tabla 3.6 del aparatado 3.3.2.2. del DB-HR, para cada tipo de recinto.

EQUIPOS SITUADOS EN CUBIERTAS Y ZONAS EXTERIORES ANEJAS

El nivel de potencia acústica máximo de los equipos situados en cubiertas y zonas exteriores anejas, será tal que en el entorno del equipo y en los recintos habitables y protegidos no se superen los objetivos de calidad acústica correspondientes.

CONDICIONES DE MONTAJE

Los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida para resistir los esfuerzos causados por su función o se necesite la alineación de sus componentes, como por ejemplo del motor y el ventilador o del motor y la bomba.

En el caso de equipos instalados sobre una bancada de inercia, tales como bombas de impulsión, la bancada será de hormigón o acero de tal forma que tenga la suficiente masa e inercia para evitar el

paso de vibraciones al edificio. Entre la bancada y la estructura del edificio deben interponerse elementos antivibratorios.

Se consideran válidos los soportes antivibratorios y los conectores flexibles que cumplan la UNE 100153 IN.

Se instalarán conectores flexibles a la entrada y a la salida de las tuberías de los equipos.

CONDUCCIONES HIDRÁULICAS Y EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO
En el paso de las tuberías a través de los elementos constructivos se utilizarán sistemas antivibratorios tales como manguitos elásticos estancos, coquillas, pasamuros estancos, abrazaderas y suspensiones elásticas.

La velocidad de circulación del agua se limitará a 1 m/s en las tuberías de calefacción y los radiadores de las viviendas.

Los conductos de aire acondicionado deben estar revestidos de un material absorbente acústico y deben utilizarse silenciadores específicos.

Se evitará el paso de las vibraciones de los conductos a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios, tales como abrazaderas, manguitos y suspensiones elásticas.

En el caso de instalaciones de ventilación con admisión de aire por impulsión mecánica, los difusores deben cumplir con el nivel de potencia máximo especificado en el punto 3.3.3.2. del documento básico HR.

## 3.11. EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se opta por el procedimiento simplificado definido en la IT 1.2.2 para asegurar el cumplimiento de esta exigencia. Esta opción se basa en la adopción de medidas destinadas a la limitación indirecta del consumo de energía de la instalación térmica mediante la verificación de los valores límite y soluciones especificadas en los apartados siguientes.

### 3.11.1. Generación de calor y frío.

El procedimiento de análisis que se ha utilizado obtiene las cargas térmicas de cada espacio para todas las horas de un día tipo de cada mes. De esta manera se obtienen los valores de la carga máxima simultánea de cada sistema, así como las cargas parciales y mínimas, valores que se han utilizado para la selección del tipo y de la potencia de cada una de las plantas generadoras.

### 3.11.2. Redes de tuberías y conductos.

En aplicación del apartado IT 1.2.4.2.

El material con el que se aislarán las tuberías será Poliuretano extruído cuyo espesor mínimo lo tomamos de la tablas 1.2.4.2.1, 1.2.4.2.2, 1.2.4.2.3 y 1.2.4.2.4 de la IT 1.2.4.2.1.2., en función del diámetro de la tubería y la temperatura del fluido.

### 3.11.3. Control.

Todos los subsistemas de climatización se dotarán de los correspondientes sistemas de control automático necesarios para mantener en los locales las condiciones de diseño ajustando el consumo de energía a las variaciones de la carga térmica.

La tabla siguiente describe el equipamiento mínimo de los sistemas de control automático que se emplearán para el control de las instalaciones, de acuerdo al apartado IT 1.2.4.3.:

Categorías de control de las condiciones termohigrométricas:

- THM-C0: Ventilación.
- THM-C1: Variación de la temperatura del fluido portador (agua o aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C2: Como THM-C1, más control de la humedad relativa media o la del local más representativo.
- THM-C3: Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C4: Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del local más representativo.
- THM-C5: Como THM-C3, más control de la humedad relativa en los locales.

Métodos de control de la calidad del aire interior:

- IDA-C1: El sistema funciona continuamente.
- IDA-C2: Control manual. El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor.
- IDA-C3: Control por tiempo. El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario.
- IDA-C4: Control por presencia. El sistema funciona por una señal de presencia (encendido de luces, infrarrojos, etc.).
- IDA-C5: Control por ocupación. El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes.
- IDA-C6: Control directo. El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior (CO2 o VOCs).

## 3.12. ESTIMACIÓN DE CONSUMOS

En este apartado se desglosan los consumos mensual y anual expresados en energía primaria y emisiones de dióxido de carbono de cada uno de los sistemas diseñados.

Para obtener estos resultados se ha seguido un método de cálculo de simulación detallada en el que se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- Año meteorológico, condiciones operacionales anuales y factores de rendimiento definidos en los documentos reconocidos relativos a la limitación de la demanda y calificación energética, utilizados en los programas oficiales LIDER y CALENER.
- Procedimiento de cálculo de ganancias instantáneas, conversión a cargas térmicas y demanda de energía siguiendo los métodos descritos en el anejo de cálculo.

- Conversiones de energía final a energía primaria y a emisiones de CO2 según los coeficientes de paso suministrados por IDAE y utilizados en los programas oficiales mencionados anteriormente.

| Mes | Demanda Refrig. kWh | Demanda Calef. kWh | E. Final Refrig. kWh | E. Final Calef. kWh | E. Primaria Refrig. kWh | E. Primaria Calef. kWh | Emisiones CO2 Refrig. kg | Emisiones CO2 Calef. kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero | 0,0 | 3.244,9 | 0,0 | 3.244,9 | 0,0 | 3.507,7 | 0,00 | 931,27 |
| Febrero | 0,0 | 2.301,5 | 0,0 | 2.301,5 | 0,0 | 2.487,9 | 0,00 | 660,52 |
| Marzo | 0,0 | 1.997,5 | 0,0 | 1.997,5 | 0,0 | 2.159,3 | 0,00 | 573,27 |
| Abril | 0,0 | 935,6 | 0,0 | 935,6 | 0,0 | 1.011,4 | 0,00 | 268,53 |
| Mayo | 658,4 | 185,3 | 658,4 | 185,3 | 1.713,9 | 200,3 | 427,32 | 53,18 |
| Junio | 1.964,0 | 0,0 | 1.964,0 | 0,0 | 5.112,2 | 0,0 | 1.274,62 | 0,00 |
| Julio | 843,5 | 0,0 | 843,5 | 0,0 | 2.195,6 | 0,0 | 547,43 | 0,00 |
| Agosto | 1.014,3 | 0,0 | 1.014,3 | 0,0 | 2.640,3 | 0,0 | 658,29 | 0,00 |
| Septiembre | 2.584,4 | 0,0 | 2.584,4 | 0,0 | 6.727,3 | 0,0 | 1.677,31 | 0,00 |
| Octubre | 1.529,2 | 107,5 | 1.529,2 | 107,5 | 3.980,5 | 116,2 | 992,46 | 30,85 |
| Noviembre | 43,9 | 1.082,7 | 43,9 | 1.082,7 | 114,3 | 1.170,4 | 28,49 | 310,72 |
| Diciembre | 0,0 | 1.638,4 | 0,0 | 1.638,4 | 0,0 | 1.771,1 | 0,00 | 470,22 |
| Total anual | 8.637,8 | 11.493,3 | 8.637,8 | 11.493,3 | 22.484,1 | 12.424,2 | 5.605,92 | 3.298,57 |

## 3.13. **EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA**

A continuación se relacionan todos los equipos agrupados por sistemas térmicos, indicando tanto el tipo de energía necesaria para su funcionamiento como la potencia demandada.

| CONSUMOS NOMINALES SISTEMAS TÉRMICOS SEMINARIO 1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sistema/Unidad terminal | Modelo | Tipo de energía | Consumo nominal calefacción (W) ó (kg/h) | Rendimiento o COP nominal | Consumo nominal refrigeración (W) | EER nominal |
| 4MXS80E | 50+50 | Electricidad | 2520 | 3,81 | 2980 | 2,60 |
| CONSUMOS NOMINALES SISTEMAS TÉRMICOS SEMINARIO 2 | | | | | | |
| Sistema/Unidad terminal | Modelo | Tipo de energía | Consumo nominal calefacción (W) ó (kg/h) | Rendimiento o COP nominal | Consumo nominal refrigeración (W) | EER nominal |
| 4MXS80E | 35+35 | Electricidad | 2700 | 3,16 | 2630 | 2,66 |
| CONSUMOS NOMINALES SISTEMAS TÉRMICOS SEMINARIO 3 | | | | | | |
| Sistema/Unidad terminal | Modelo | Tipo de energía | Consumo nominal calefacción (W) ó (kg/h) | Rendimiento o COP nominal | Consumo nominal refrigeración (W) | EER nominal |
| 4MXS80E | 35+35 | Electricidad | 2700 | 3,16 | 2630 | 2,66 |
| CONSUMOS NOMINALES SISTEMAS TÉRMICOS SALA DE CONTROL | | | | | | |
| Sistema/Unidad terminal | Modelo | Tipo de energía | Consumo nominal calefacción (W) ó (kg/h) | Rendimiento o COP nominal | Consumo nominal refrigeración (W) | EER nominal |
| FQS50C | FQS50C | Electricidad | 1660 | 3,49 | 1560 | 3,21 |

## 3.14. COMPARACIÓN CON OTROS SISTEMAS ALTERNATIVOS

Al tratarse de un edificio con superficie útil por sistema acondicionado inferior a 1000 $m^2$ o cuya potencia térmica instalada por sistema es inferior a 70 kW, no es necesaria la comparación del sistema elegido con otros alternativos.

## 3.15. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

### 3.15.1. Enfriamiento gratuito

En aplicación de la IT.1.2.4.5.1. y dado que no existe ningún subsistema de refrigeración con una potencia superior a 70 kW, no se precisa la instalación de ningún equipo de enfriamiento gratuito.

### 3.15.2. Recuperación de calor del aire de extracción

El caudal de aire extraído mecánicamente es superior a 0,5 $m^3/s$ únicamente en el Salón de Grados por lo que en aplicación de la instrucción IT.1.2.4.5.2. se debe proyectar subsistemas para la recuperación del calor del aire expulsado.

No obstante, dado que la máquina de tratamiento de aire de esta sala no es objeto de este proyecto, se deberá incluir en el equipo que se instale en otra actuación.

## 3.16. EXIGENCIA DE SEGURIDAD

La correcta aplicación de esta exigencia debe verificarse a través de los requisitos descritos en la IT 1.3.2 que relacionamos a continuación:

### 3.16.1. Protección contra incendios

Esta exigencia se verifica a través del documento básico CTE-SI Seguridad en caso de incendio, y en particular los siguientes requisitos del apartado SI.1 Propagación interior:

SI. APARTADO 2.2. LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL.
Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas en esta reglamentación deberán ser compatibles con las de compartimentación establecidas en el DB.

A estos efectos se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

SI. APARTADO 3. ESPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACIÓN DE INCENDIOS
La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Independientemente de lo anterior, se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas (ventiladas).

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc. Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:

Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por

ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i->o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.

Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i->o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

SALAS DE MÁQUINAS.
No se proyectan salas de máquinas.

## 3.17. MANTENIMIENTO Y USO

### 3.17.1. Generalidades.

Este punto contiene las exigencias que deben cumplir las instalaciones térmicas con el fin de asegurar que su funcionamiento, a lo largo de su vida útil, se realice con la máxima eficiencia energética, garantizando la seguridad, la durabilidad y la protección del medio ambiente.

### 3.17.2. Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas.

Las instalaciones térmicas se utilizarán y mantendrán de conformidad con los procedimientos que se establecen a continuación y de acuerdo con su potencia térmica nominal y sus características técnicas.

### 3.17.3. Programa de mantenimiento preventivo.

Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el «manual de uso y mantenimiento» cuando éste exista. Las periodicidades serán al menos las indicadas en la tabla 3.1 según el uso del edificio, el tipo de aparatos y la potencia nominal:

Tabla 3.1 Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad.

| Equipos y potencias útiles nominales (Pn) | Usos | |
|---|---|---|
| | Viviendas | Restantes usos |
| Calentadores de agua caliente sanitaria a gas Pn ≤ 24,4 kW | 5 años | 2 años |
| Calentadores de agua caliente sanitaria a gas 24,4 kW < Pn ≤ 70 kW | 2 años | anual |
| Calderas murales a gas Pn ≤ 70 kW | 2 años | anual |
| Resto instalaciones calefacción 70 kW ≤ Pn | anual | anual |
| Aire acondicionado Pn ≤12 kW | 4 años | 2 años |
| Aire acondicionado 12 kW < Pn ≤ 70 kW | 2 años | anual |
| Instalaciones de potencia superior a 70 kW | mensual | mensual |

Por tanto, la periodicidad del mantenimiento preventivo será mensual.

Para instalaciones de potencia útil nominal mayor de 70 kw cuando no exista «manual de uso y mantenimiento» la empresa mantenedora contratada elaborará un «manual de uso y mantenimiento» que entregará al titular de la instalación. Las operaciones en los diferentes componentes de las instalaciones serán para instalaciones de potencia útil mayor de 70 kw las indicadas en la tabla 3.3.

Es responsabilidad de la empresa mantenedora o del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de las mismas a las características técnicas de la instalación.

Tabla 3.3 operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad.

1. Limpieza de los evaporadores: t.

2. Limpieza de los condensadores: t.

3. Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración: 2 t.

4. Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos: m.

5. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas: 2 t.

6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea: 2 t.

7. Limpieza del quemador de la caldera: m.

8. Revisión del vaso de expansión: m.

9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua: m.

10. Comprobación de material refractario: 2 t.

11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera: m.

12. Revisión general de calderas de gas: t.

13. Revisión general de calderas de gasóleo: t.

14. Comprobación de niveles de agua en circuitos: m.

15. Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías: t.

16. Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación: 2 t.

17. Comprobación de tarado de elementos de seguridad: m.

18. Revisión y limpieza de filtros de agua: 2 t.

19. Revisión y limpieza de filtros de aire: m.

20. Revisión de baterías de intercambio térmico: t.

21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo: m.

22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor: 2 t.

23. Revisión de unidades terminales agua-aire: 2 t.

24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire: 2 t.

25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire: t.

26. Revisión de equipos autónomos: 2 t.

27. Revisión de bombas y ventiladores: m.

28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria: m.

29. Revisión del estado del aislamiento térmico: t.

30. Revisión del sistema de control automático: 2 t.

31. Instalación de energía solar térmica: (4) .

32. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido: s (4) .

33. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido: 2t.

34. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido: m.

35. Control visual de la caldera de biomasa: s (4) .

36. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa: m.

37. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa: m.

38. Revisión de la red de conductos según criterio de la norma une 100012: t.

39. Revisión de la calidad ambiental según criterios de la norma une 171330: t.

S: una vez cada semana.

S (4) : estas operaciones podrán realizarse por el propio usuario, con el asesoramiento previo del mantenedor.

M: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.

T: una vez por temporada (año).

2 t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

### 3.17.4. Programa de gestión energética.

EVALUACIÓN PERIÓDICA DEL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE CALOR.

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y

registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas en la tabla 3.2., que se deberán mantener dentro de los límites de la IT 4.2.1.2 a).

| Tabla 3.2.- Medidas de generadores de calor y su periodicidad. | | | |
|---|---|---|---|
| Medidas de generadores de calor | Periodicidad | | |
| | 20kW < P ≤ 70kW | 70kW < P < 1000kW | P > 1000kW |
| 1. Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor | 2a | 3m | m |
| 2. Temperatura ambiente del local o sala de máquinas | 2a | 3m | m |
| 3. Temperatura de los gases de combustión | 2a | 3m | m |
| 4. Contenido de CO y C02 en los productos de combustión | 2a | 3m | m |
| 5. índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos | 2a | 3m | m |
| 6. Tiro en la caja de humos de la caldera | 2a | 3m | m |

m: una vez al mes; 3m: cada tres meses, la primera al inicio de la temporada; 2a: cada dos años.

EVALUACIÓN PERIÓDICA DEL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS GENERADORES DE FRÍO.
La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío en función de su potencia térmica nominal, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades de la tabla 3.3.

| Tabla 3.3.- Medidas de generadores de frío y su periodicidad. | | |
|---|---|---|
| Medidas de generadores de frío | Periodicidad | |
| | 70kW < P≤1.000kW | P>1.000kW |
| 1. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador | 3m | m |
| 2. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador | 3m | m |
| 3. Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadas por agua | 3m | m |
| 4. Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadas por agua | 3m | m |
| 5. Temperatura y presión de evaporación | 3m | m |
| 6. Temperatura y presión de condensación | 3m | m |
| 7. Potencia eléctrica absorbida | 3m | m |
| 8. Potencia térmica instantánea del generador, como porcentaje de la carga máxima | 3m | m |
| 9. CEE o COP instantáneo | 3m | m |
| 10. Caudal de agua en el evaporador | 3m | m |
| 11. Caudal de agua en el condensador | 3m | m |

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada; 3m: cada tres meses; la primera al inicio de la temporada

ASESORAMIENTO ENERGÉTICO.
La empresa mantenedora asesorará al titular, recomendando mejoras o modificaciones de la instalación así como en su uso y funcionamiento que redunden en una mayor eficiencia energética.

Además, en instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, la empresa mantenedora realizará un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua de la instalación térmica periódicamente, con el fin de poder detectar posibles desviaciones y tomar las medidas correctoras oportunas. Esta información se conservará por un plazo de, al menos, cinco años.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD.
Las instrucciones de seguridad serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y su objetivo será reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar claramente visibles antes del acceso y en el interior de salas de máquinas, locales técnicos y junto a aparatos y equipos, con absoluta prioridad sobre el resto de instrucciones y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: parada de los equipos antes de una intervención; desconexión de la corriente eléctrica antes de intervenir en un equipo; colocación de advertencias antes de intervenir en un equipo, indicaciones de seguridad para distintas presiones, temperaturas, intensidades eléctricas, etc.; cierre de válvulas antes de abrir un circuito hidráulico; etc.

INSTRUCCIONES DE MANEJO Y MANIOBRA.
Las instrucciones de manejo y maniobra, serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar situadas en lugar visible de la sala de máquinas y locales técnicos y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: secuencia de arranque de bombas de circulación; limitación de puntas de potencia eléctrica, evitando poner en marcha simultáneamente varios motores a plena carga; utilización del sistema de enfriamiento gratuito en régimen de verano y de invierno.

INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO.
El programa de funcionamiento, será adecuado a las características técnicas de la instalación concreta con el fin de dar el servicio demandado con el mínimo consumo energético.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW comprenderá los siguientes aspectos:

horario de puesta en marcha y parada de la instalación;

orden de puesta en marcha y parada de los equipos;

programa de modificación del régimen de funcionamiento;

programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de equipos;

programa y régimen especial para los fines de semana y para condiciones especiales de uso del edificio o de condiciones exteriores excepcionales.

### 3.17.5. Limitación de temperaturas.

ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Por razones de ahorro energético se limitarán las condiciones de temperatura en el interior de los establecimientos habitables que estén acondicionados situados en los edificios y locales destinados a los siguientes usos:

Administrativo.

Comercial: tiendas, supermercados, grandes almacenes, centros comerciales y similares.

Pública concurrencia:

Culturales: teatros, cines, auditorios, centros de congresos, salas de exposiciones y similares.

Establecimientos de espectáculos públicos y actividades recreativas.

Restauración: bares, restaurantes y cafeterías.

Transporte de personas: estaciones y aeropuertos.

A los efectos de definir los usos anteriores se utilizarán las definiciones recogidas en el Código Técnico de la Edificación, documento básico SI - Seguridad en caso de incendio. Se considera recinto al espacio del edificio limitado por cerramientos, particiones o cualquier otro elemento separador.

VALORES LÍMITE DE LAS TEMPERATURAS DEL AIRE:

La temperatura del aire en los recintos habitables acondicionados que se indican en la I.T. 3.8.1 apartado 2, como el que nos trata, se limitará a los siguientes valores:

La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a 21 ºC, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.

La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior a 26 ºC, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.

Las condiciones de temperatura anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30% y el 70%.

Las limitaciones anteriores se aplicarán exclusivamente durante el uso, explotación y mantenimiento de la instalación térmica, por razones de ahorro de energía, con independencia de las condiciones interiores de diseño establecidas en la I.T. 1.1.4.1.2 o en la reglamentación que le hubiera sido de aplicación en el momento del diseño de la instalación térmica.

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN:

La temperatura del aire y la humedad relativa registradas en cada momento y las que debería tener, según el apartado 1 de la I.T. 3.8.2, se visualizarán mediante un dispositivo adecuado, situado en un sitio visible y frecuentado por las personas que utilizan el recinto, prioritariamente en los vestíbulos de acceso y con unas dimensiones mínimas de 297 x 420 mm (DIN A3) y una exactitud

de medida de ± 0,5 ºC. Este dispositivo será obligatorio en los recintos destinados a los usos indicados en el apartado 1 de la I.T. 3.8.1.2 anterior, cuya superficie sea superior a 1.000 m2.

El número de estos dispositivos será, como mínimo, de uno cada 1.000 m2 de superficie del recinto. En el caso de los edificios y locales de uso cultural del apartado c) se colocará un único dispositivo en el vestíbulo de acceso.

El resto de los edificios y locales no afectados por la obligación anterior indicarán mediante carteles informativos las condiciones de temperatura y humedad límites que se establecen en la I.T. 3.8.2.

APERTURA DE PUERTAS:
Los edificios y locales con acceso desde la calle dispondrán de un sistema de cierre de puertas adecuado, el cual podrá consistir en un sencillo brazo de cierre automático de las puertas, con el fin de impedir que éstas permanezcan abiertas permanentemente, con el consiguiente despilfarro energético por las pérdidas de energía al exterior, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor y frío por parte de los sistemas de calefacción y refrigeración.

INSPECCIÓN:
En los edificios y locales que se indican en el apartado 2 de la I.T. 3.8.1, que deban suscribir un contrato de mantenimiento con una empresa mantenedora autorizada, de acuerdo con el artículo 26 apartados b) y c) del RITE, estarán obligados a realizar una verificación periódica del cumplimiento de lo previsto en esta instrucción, una vez durante la temporada de verano y otra durante el invierno, que la empresa mantenedora autorizada de la instalación térmica documentará en el Registro de las operaciones de mantenimiento de la instalación.

La inspección necesaria para comprobar el cumplimiento de lo previsto en esta instrucción, corresponde al órgano competente de la comunidad autónoma, de acuerdo con lo que establece el artículo 29 de este reglamento.

A efectos de estas verificaciones e inspecciones se considerará que un recinto cumple con la limitación de temperatura del apartado 1 de la I.T. 3.8.2 cuando la temperatura media del recinto no supere en ± 1 ºC, los límites de temperatura que se indican en ese apartado. La medición se realizará cumpliendo los siguientes requisitos:

Se realizará como mínimo una medición de la temperatura del aire cada 100 $m^2$ de superficie.

La medición se realizará a una altura de 1,7 m del suelo.

Se tratará de que el mayor número de medidas coincida con la situación de los puestos de trabajo. En el caso de recintos no permanentemente ocupados la medición se realizará en el centro del recinto, si se realiza una única medición.

La exactitud del instrumento de medida será como mínimo de ± 0,5 ºC.

## 3.18. **INSPECCIONES.**

Este punto establece las exigencias técnicas y procedimientos a seguir en las inspecciones a efectuar en las instalaciones térmicas objeto de este RITE.

### 3.18.1. Inspecciones periódicas de eficiencia energética.

INSPECCIÓN DE LOS SISTEMAS DE LAS INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO

Serán inspeccionados periódicamente los sistemas de aire acondicionado que cuenten con generadores de frío de potencia útil nominal instalada igual o mayor que 12 kW.

La inspección de las instalaciones de aire acondicionado se realizará sobre las partes accesibles del mismo. Será válido a efectos de cumplimiento de esta obligación la inspección realizada por las normas UNE-EN 15239 y UNE-EN 15240. Esta inspección comprenderá:

Análisis y evaluación del rendimiento y dimensionado del generador de frío en comparación con la demanda de refrigeración a satisfacer por la instalación.

En las inspecciones periódicas de la eficiencia energética el Coeficiente de Eficiencia Frigorífica (EER) tendrá un valor no inferior a 2.

Una vez realizada la evaluación del dimensionado del generador de frío no tendrá que repetirse la misma a no ser que se haya realizado algún cambio en el sistema de refrigeración o en la demanda de refrigeración del edificio.

Bombas de circulación.

Sistema de distribución, incluyendo su aislamiento.

Emisores.

Sistema de regulación y control.

Ventiladores.

Sistemas de distribución de aire.

Instalación de energía solar, renovables y/o cogeneración caso de existir, que comprenderá la evaluación de la contribución de las mismas al sistema de refrigeración.

Para instalación de potencia útil nominal superior a 70 kW, verificación de los resultados del programa de gestión energética que se establece en la IT 3.4 para verificar su realización y la evolución de los resultados.

Tras la realización de la inspección se emitirá un informe que incluirá la calificación del estado de la instalación así como recomendaciones para mejorar en términos de rentabilidad la eficiencia energética de la instalación inspeccionada, dichas recomendaciones podrán incorporarse al certificado de eficiencia energética del edificio.

Las recomendaciones se podrán basar en una comparación de la eficiencia energética de la instalación inspeccionada con la de la mejor instalación viable disponible y con la de una instalación de tipo similar en la que todos los componentes pertinentes alcanzan el nivel de eficiencia energética exigido por la legislación aplicable.

INSPECCIÓN DE LA INSTALACIÓN TÉRMICA COMPLETA

Cuando la instalación térmica de calor o frío tenga más de quince años de antigüedad, contados a partir de la fecha de emisión del primer certificado de la instalación, y la potencia térmica nominal instalada sea mayor que 20 kW en calor o 12 kW en frío, se realizará una inspección de toda la instalación térmica, que comprenderá, como mínimo, las siguientes actuaciones:

inspección de todo el sistema relacionado con la exigencia de eficiencia energética regulada en la IT.1 de este RITE;

inspección del registro oficial de las operaciones de mantenimiento que se establecen en la IT.3, para la instalación térmica completa y comprobación del cumplimiento y la adecuación del «Manual de Uso y Mantenimiento» a la instalación existente;

elaboración de un dictamen con el fin de asesorar al titular de la instalación, proponiéndole mejoras o modificaciones de su instalación, para mejorar su eficiencia energética y contemplar la incorporación de energía solar. Las medidas técnicas estarán justificadas en base a su rentabilidad energética, medioambiental y económica.

### 3.18.2. Periodicidad de las inspecciones de eficiencia energética.

PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Los sistemas de aire acondicionado cuyo generador de frío posea una potencia útil nominal instalada igual o mayor que 12 kW, se inspeccionarán cada 5 años.

PERIODICIDAD DE LAS INSPECCIONES DE LA INSTALACIÓN TÉRMICA COMPLETA

La inspección de la instalación térmica completa, a la que viene obligada por la IT 4.2.3. se hará coincidir con la primera inspección del generador de calor o frío, una vez que la instalación haya superado los quince años de antigüedad.

La inspección de la instalación térmica completa se realizará cada quince años.

# 4. MEMORIA JUSTIFICATIVA CALCULOS DEMANDA TERMICA.

## 4.1. ANEJO 1: MÉTODOS DE CÁLCULO

### 4.1.1. Datos de partida y bases de cálculo

El cálculo térmico y energético se realiza de acuerdo al "Documento de Condiciones de Aceptación de Programas Informáticos Alternativos", editado por el IDAE en colaboración con la Dirección General de Urbanismo y Política de Vivienda.

Este documento describe las bases de funcionamiento de los programas oficiales LIDER y CALENER, en particular:

- Nivel mínimo de modelización, hipótesis comunes y valores por defecto.
- Datos climáticos oficiales de un año tipo generados hora a hora (8760 registros) para cada una de las capitales de provincia y ciudades autónomas.
- Catálogo de materiales del Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción.
- Condiciones operacionales tipo para Viviendas y No Residencial.
- Factores de corrección de equipos (CALENER_VYP y CALENER_GT).

También se tienen en cuenta las prescripciones del RITE-2007 (R.D. 47/2007), en especial las que afectan a las condiciones de cálculo y ventilación:

- Calidad térmica del ambiente. Condiciones interiores.
- Calidad aire interior. Ventilación. IDA y CTE-HS3

### 4.1.2. Operativa de cálculo

La secuencia de cálculo que se ha seguido es la siguiente:

- Cálculo de las ganancias instantáneas para las 8760 horas del año tipo oficial.
- Cálculo de las ganancias instantáneas para las 24 horas del día tipo de cada mes obtenidas sus condiciones según las normas UNE 100001 y UNE 100014.
- Conversión de las ganancias instantáneas a carga térmica supuesta constante la temperatura interior de los locales.
- Selección de la potencia nominal de los equipos y unidades terminales en base a las cargas térmicas correspondientes a los días tipo de cada mes.
- Cálculo de la potencia de suministro/extracción de los equipos acondicionadores teniendo en cuenta las cargas térmicas obtenidas para el año tipo y la variación de las temperaturas de consigna de acuerdo a las condiciones operacionales.
- Obtención de la demanda de energía teórica.
- Simulación del funcionamiento de los equipos y unidades terminales.

- Cálculo del consumo energético y de las emisiones de CO2.

A continuación se describen de forma detallada cada uno de los métodos de cálculo utilizados en estos procesos.

### 4.1.3. Ganancias instantáneas

Las ganancias térmicas instantáneas representan los flujos de calor que entran (positivos) o salen (negativos) del espacio acondicionado. A continuación se detalla el cálculo de estas ganancias según su procedencia.

GANANCIAS POR RADIACIÓN SOLAR A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS SEMITRANSPARENTES

La ganancia solar $Q_{GAN,t}$ en un instante t. sobre una superficie acristalada de área *A* y con una fracción de vidrio de *FV* viene dada por la expresión:

$$Q_{GAN.t} = I_{TR} \cdot A \cdot FV$$

- *Donde:*
- $I_{TR}$: *Radiación máxima que atraviesa la superficie acristalada (w/m²)*

La energía que atraviesa el cerramiento semitransparente viene dada por la radiación transmitida más la absorbida que es devuelta hacia el interior.

$$I_{TR} = I'_D \cdot \tau_D + I_d \cdot \tau_d + (\alpha_D \cdot I'_D + \alpha_d \cdot I_d) \cdot \frac{hi}{he + hi}$$

- $I'_D$: *Radiación directa sobre la superficie soleada del cerramiento (w/m²)*
- $\tau_D$: *Transmisividad del vidrio a incidencia real.*
- $\tau_d$: *Transmisividad del vidrio a incidencia normal.*
- $\alpha_D$: *Absortividad del vidrio a incidencia real.*
- $\alpha_d$: *Absortividad del vidrio a incidencia normal.*
- *hi: Coeficiente de convección interior (W/m²·K)*
- *he: Coeficiente de convección exterior (W/m²·K)*

El factor solar resultante del cerramiento semitransparente para las condiciones de radiación definidas tendría la siguiente forma:

$$FS = \frac{I_{TR}}{I_T} = \frac{I'_D \cdot \tau_D + I_d \cdot \tau_d + (\alpha_D \cdot I'_D + \alpha_d \cdot I_d) \cdot \frac{hi}{he + hi}}{I_D + I_d}$$

Se realiza el cálculo de la posición solar en cada instante, calculando la fracción soleada y sombreada de cada cerramiento semitransparente, teniendo en cuenta para ello tanto las sombras producidas por el propio edificio como las debidas a los obstáculos de sombra que se hayan definido.

El documento de "Aceptación de programas Informáticos alternativos" a LIDER y CALENER da los siguientes valores por defecto:

- Coeficiente de reflexión de las superficies adyacentes 0,2.
- Resistencia superficial exterior convectivo-radiante (1/he): 0,04 $m^2 \cdot K/W$
- Resistencia superficial interior convectivo-radiante (1/hi): 0,13 $m^2 \cdot K/W$

Los valores de la transmisividad y absortividad de los vidrios se obtienen partiendo del factor solar dado por el fabricante y aplicando las tablas 4.2 y 4.3 de este documento.

TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS
En este aparatado se contemplan los cerramientos opacos de separación con el ambiente exterior, exceptuando los que no reciben directamente los rayos solares.

La ganancia instantánea se debe tanto a la diferencia de temperaturas del aire en contacto con sus caras interiores y exteriores, como a la radiación solar absorbida por las superficies exteriores.

Se requiere un método de cálculo en régimen transitorio ya que tanto la radiación solar como la temperatura exterior varían con el tiempo, además la inercia térmica del cerramiento influye en el almacenamiento de calor y por tanto en el retardo en la transmisión del calor.

El método de cálculo utilizado es el desarrollado por Mitalas y Stephenson denominado "Z-Transfer functions" y descrito del siguiente modo por ASHRAE en su manual "HVAC Fundamentals":

$$Q_{GAN,t} = A \cdot \left[ \sum_{n=0} b_n \cdot (t_{sa,t-n\Delta}) - \sum_{n=1} d_n \cdot \frac{(Q_{GAN,t-n\Delta})}{A} - t_{ai} \cdot \sum_{n=0} c_n \right]$$

- *Donde:*
- *A: Área de la superficie interior del cerramiento ($m^2$).*
- $t_{sa,t-n\Delta}$*: Temperatura sol aire en el instante*
- *t-n*□.□*: Incremento de tiempos igual a 1 hora.*
- $t_{ai}$*: Temperatura de consigna del espacio supuesta constante.*
- $b_n$, $c_n$, $d_n$*: Coeficientes de la función de transferencia según el tipo de cerramiento.*

La temperatura sol-aire es una temperatura ficticia que sirve para corregir el efecto de la convección y de los rayos solares sobre la superficie exterior del cerramiento:

$$t_{sa} = t_{ec} + \alpha \cdot \frac{I_T}{h_e}$$

- *Donde:*
- $t_{sa}$*: Temperatura sol-aire para un día y una hora dadas (°C).*
- $t_{ec}$*: Temperatura seca exterior corregida según día y hora (°C).*
- $I_T$*: Radiación solar incidente en la superficie ($w/m^2$).*
- $h_e$*: Coeficiente de termotransferencia de la superficie exterior ($w/m^2$ °C).*
- □*: Absortividad de la superficie frente la radiación solar (depende del color).*

TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHOS.
En este aparatado se tratan las particiones interiores de separación entre espacios, así como los cerramientos de la envolvente que no están expuestos a la radiación solar.

También se calcula según este método las ganancias por conducción a través de cerramientos semitransparentes.

Las ganancias instantáneas se calculan en régimen permanente ya que las condiciones de contorno se mantienen prácticamente constantes y además se trata de cerramientos de poca masa, con lo cual su inercia térmica es despreciable.

$$Q_{GAN,t} = U \cdot A \cdot (t_l - t_{ai})$$

- *Donde:*
- *U: Transmitancia del cerramiento (w/m$^2$·°C).*
- *A: Área de la superficie interior del cerramiento (m$^2$).*
- *$t_l$: Temperatura del lado contiguo (°C).*
- *$t_{ai}$: Temperatura interior del espacio supuesta constante (°C).*

GANANCIAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN DE AIRE EXTERIOR E INFILTRACIONES
Ganancias instantáneas de calor debido al aire exterior introducido en los locales por medio de la ventilación, o a causa de las infiltraciones por los huecos del edificio. Estas ganancias se consideran convectivas y pasan directamente a ser cargas de refrigeración.

$$Q_{GAN,t} = 1,23 \cdot f_a \cdot \dot{V}_{ae\,s} \cdot Fu_t \cdot (t_{ec} - t_{ai})$$

- *Donde:*
- *$f_a$: Coeficiente corrector por altitud geográfica.*
- *$V_{ae}$: Caudal de aire exterior (l/s).*
- *$t_{ec}$: Temperatura seca exterior corregida (°C).*
- *$t_{ai}$: Temperatura del espacio interior supuesta constante (°C).*
- *$Fu_t$: Factor de utilización de la ventilación para el instante t.*

Se considera que el 100% del calor sensible aparece por convección.

$$Q_{GANl,t} = 3010 \cdot f_a \cdot \dot{V}_{ae\,s} \cdot Fu_t \cdot (X_{ec} - X_{ai})$$

- *Donde:*
- *$Q_{GANl,t}$: Ganancia de calor latente en el instante t (w).*
- *$f_a$: Coeficiente corrector por altitud geográfica.*
- *$V_{ae}$: Caudal de aire exterior (l/s).*
- *$X_{ec}$: Humedad específica exterior corregida (kg agua/kg aire).*
- *$X_{ai}$: Humedad específica del espacio interior (kg agua/kg aire).*
- *$Fu_t$: Factor de utilización de la ventilación para el instante t.*

GANANCIA DE CALOR DEBIDA A FUENTES INTERNAS

En este apartado se agrupan las ganancias de calor debida a los elementos existentes en el interior de los locales a acondicionar. Estos son las personas, la iluminación, los equipos eléctricos y los térmicos.

**Ocupación**

Calor generado por las personas que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número de personas y del tipo de actividad que están desarrollando.

$$Q_{GAN,t} = Qo_s \cdot n \cdot Fu_t$$

- *Donde:*
- *$Qo_s$: Ganancia sensible por persona (w). Depende del tipo de actividad.*
- *n: Número de ocupantes.*
- *$Fu_t$: Factor de ocupación para el instante t.*

Se considera que el 60% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

$$Q_{GAN,t} = Qo_l \cdot n \cdot Fu_t$$

- *Donde:*
- *$Qo_l$: Ganancia latente por persona (w). Depende del tipo de actividad.*
- *n: Número de ocupantes.*
- *$Fu_t$: Factor de ocupación para el instante t.*

**Iluminación**

Calor generado por los aparatos de alumbrado que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de luminarias instaladas.

$$Q_{GAN,t} = Qi \cdot n \cdot Fu_t$$

- *Donde:*
- *Qi: Potencia por luminaria (w). Para fluorescente se multiplica por 1'25.*
- *n: Número de luminarias.*
- *$Fu_t$: Factor de utilización de la iluminación para el instante t.*

Se considera que 80% del calor se disipa por radiación y el resto por convección.

**Equipos eléctricos y térmicos**

Calor generado por los aparatos eléctricos o térmicos que se encuentran dentro de cada local. Este calor es función principalmente del número y tipo de aparatos.

$$Q_{GAN,t} = Qe_s \cdot n \cdot Fu_t$$

- *Donde:*
- *$Qe_s$: Ganancia sensible por aparato (w). Depende del tipo.*
- *n: Número de aparatos.*
- *$Fu_t$: Factor de utilización de la iluminación para el instante t.*

Se considera que el 70% del calor sensible se disipa por radiación y el resto por convección.

- *Donde:*
- *$Qe_l$: Ganancia latente por aparato (w). Depende del tipo.*
- *n: Número de aparatos.*
- *$Fu_t$: Factor de utilización de la iluminación para el instante t.*

### 4.1.4. Carga térmica a partir de ganancias instantáneas

La carga térmica depende de la magnitud y naturaleza de la ganancia instantánea así como del tipo de construcción del local, de su contenido, del tipo de iluminación y de su nivel de circulación de aire.

Las ganancias instantáneas de calor latente así como las fracciones correspondientes de calor sensible que aparecen por convección pasan directamente a ser cargas térmicas.

Las ganancias debidas a la radiación solar, transmisión y fracciones radiantes de fuentes internas, se transforman en cargas por medio de la función de transferencia siguiente:

$$Q_{TER,t} = v_0 \times Q_{GAN,t} + v_1 \times Q_{GAN,t-\Delta} + v_2 \times Q_{GAN,t-\Delta 2} - w_1 \times Q_{TER,t-\Delta}$$

- *$Q_{TER,t}$: Carga térmica para el instante t (w).*
- *□: Incremento de tiempos igual a 1 hora.*
- *$v_o$, $v_1$ y $v_2$: Coeficientes en función de la naturaleza de la ganancia térmica instantánea y de la capacidad de almacenamiento de calor de los cerramientos.*
- *$w_1$: Coeficiente en función del nivel de circulación del aire en el local.*

Se utilizan los factores de respuesta precalculados por ASHRAE para tres configuraciones tipo de espacios: *Ligeros, medios o pesados.*

### 4.1.5. Cálculo de la potencia de extracción del equipo

El cálculo de la carga térmica se realiza admitiendo una temperatura constante en el interior del espacio acondicionado, sin embargo este supuesto no es real ya que el equipo de climatización, en la mayoría de las ocasiones, no tiene un funcionamiento continuo.

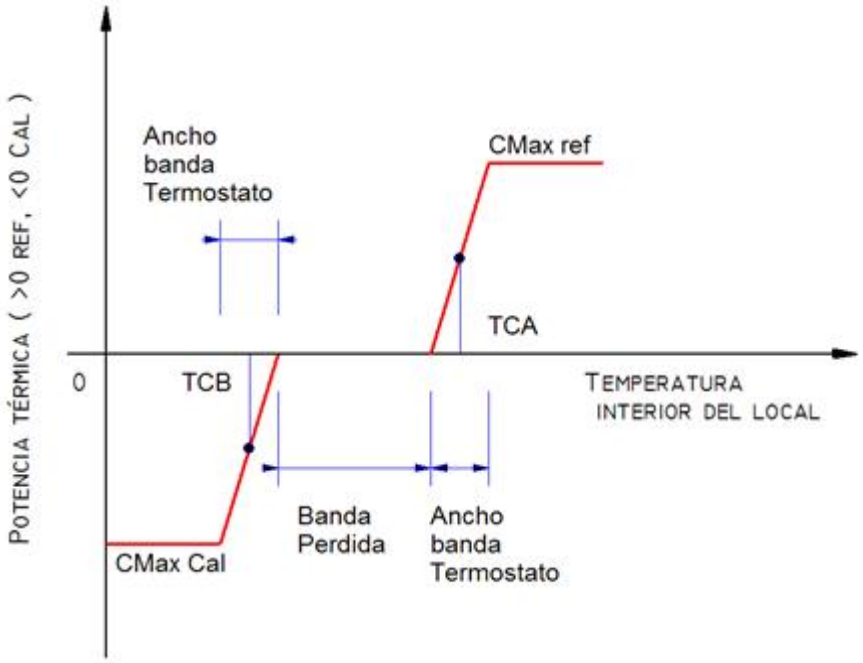
Por ejemplo, una parada nocturna o durante fin de semana hace que la temperatura interior del local oscile libremente. Cuando el equipo arranca las condiciones de partida son muy diferentes a las que se tomaron para el cálculo de la carga térmica, y por tanto la potencia del equipo podrá ser muy superior.

Por tanto la potencia de extracción es la cantidad de calor eliminado o añadido realmente por el sistema de climatización de una zona, bajo la hipótesis de que la temperatura de la zona no es constante con el tiempo.

El efecto que esta desviación de la temperatura interior tiene sobre la carga térmica resultante se resuelve utilizando el concepto de función de transferencia.

Se requieren datos adicionales como son las características del equipo acondicionador y las condiciones operacionales de utilización del local, que describe el modo de funcionamiento a lo largo de un año tipo, con los períodos de parada y los períodos de ajuste a temperatura de consigna alta y baja.

Se ha utilizado un modelo termostático de control proporcional con banda perdida y gamas dobles de reducción de la sección de paso. TCA y TCB representan las temperaturas de consigna Alta y Baja respectivamente.




De este modo se supone que existe una relación lineal entre las desviaciones de la temperatura interior del local con respecto a la temperatura de consigna y el calor extraído por el sistema, según la ecuación:

$$ER_t = W_t + S \cdot t_{rt}$$

Donde:

- $ER_t$: *Velocidad de eliminación del calor del ambiente en el instante t.*
- $t_{rt}$: *Temperatura del aire en el espacio en el tiempo t.*
- *W y S: Parámetros que caracterizan el rendimiento del equipo de climatización y que están relacionados con la capacidad máxima de calefacción y refrigeración, y con el ancho de banda del termostato.*

La función de transferencia que relaciona la velocidad de extracción de calor con la temperatura del aire ambiente tiene la forma siguiente:

$$\sum_{i=0}^{1} p_i \cdot (ER_{t-\Delta} - Q_{t-\Delta}) = \sum_{i=0}^{2} g_i \cdot (T_{rc} - T_{r,t-\Delta})$$

- *Donde:*
- $ER_t$: *Velocidad de eliminación del calor del ambiente en el instante t.*
- $g_i$ *y* $p_i$: *Coeficientes de la función de transferencia.*
- $Q_t$: *Carga térmica a temperatura constante para el instante t.*
- $T_{rc}$: *Temperatura ambiental supuestamente constante.*
- $T_{r,t}$: *Temperatura ambiental resultante*
- : *Incremento de tiempos igual a 1 hora.*

Los coeficientes de la función de transferencia g se obtienen según el tipo de construcción, de la transmitancia hacia los alrededores y del nivel de ventilación e infiltraciones.

Las dos ecuaciones anteriores pueden resolverse simultáneamente para ERt, teniendo en cuenta que nunca se podrán superar las capacidades máximas del equipo de climatización, ERmax y ERmin, para refrigeración y calefacción respectivamente.

De esta forma se obtienen las potencias reales de acondicionamiento así como la evolución de la temperatura en el interior del local para cada instante de funcionamiento.

### 4.1.6. Cálculo de la demanda térmica y emisiones de CO2

La demanda térmica se obtiene integrando las potencias de calefacción y refrigeración calculadas según el procedimiento descrito en el apartado anterior, para el período de funcionamiento de las instalaciones.

El consumo de energía final se calcula simulando el comportamiento de los equipos de climatización en base a los datos de consumo del fabricante y aplicando los factores de corrección por funcionamiento a carga parcial, por variación de las condiciones de temperatura y humedad que afectan a los equipos, etc…

Los factores de corrección que se utilizan son los utilizados por el programa oficial CALENER, descritos en el documento "Condiciones de aceptación de programas informáticos alternativos", editados por el IDAE en colaboración con la Dirección General de Urbanismo y Política de Vivienda.

Utilizando los coeficientes de paso de energía final a energía primaria y a emisiones de CO2 se obtienen tanto las necesidades energéticas, como los costes de operación y los niveles de emisiones contaminantes.

Los coeficientes de paso que aparecen en la tabla siguiente son los proporcionados por el IDAE en el documento de referencia mencionado anteriormente:

| Tipo de energía | Coeficiente de paso a energía primaria: kWhep / kWhef | Coeficiente de paso aemisiones kg CO2 / kWhef |
|---|---|---|
| *Carbón doméstico* | 1,000 | 0,347 |
| *GLP* | 1,081 | 0,244 |
| *Gasóleo* | 1,081 | 0,287 |
| *Fuel-oil* | 1,081 | 0,280 |
| *Gas Natural* | 1,011 | 0,204 |

| | | |
|---|---|---|
| *Biomasa y biocarburantes* | 1,000 | 0,000 |
| *Electricidad conv. Peninsular* | 2,603 | 0,649 |
| *Electricidad conv. Extrapeninsular* | 3,347 | 0,981 |

### 4.1.7. Radiación solar

Se sigue el método desarrollado por Bird y Hulstrom (modelo "C" de Iqbal) basado en la identificación de coeficientes de atenuación extraterrestre debida a los elementos que constituyen la atmósfera: polvo, vapor de agua, ozono, otros gases, etc...

RADIACIÓN TOTAL INCIDENTE SOBRE UNA SUPERFICIE HORIZONTAL

$$I_{Th} = I_n \cdot \cos\theta_z + I_{dh}$$

Donde:

- $I_{th}$: *Radiación total sobre superficie horizontal (w/m²).*
- $I_n$: *Radiación directa según los rayos solares (w/m²).*
- $I_{dh}$: *Radiación difusa sobre superficie horizontal (w/m²).*
- $\theta_z$: *Ángulo cenital, formado entre los rayos solares y la vertical del lugar (°).*

$$I_n = 0{,}9751 \cdot I_{sc} \cdot (1 + 0{,}033 \cdot \cos(\frac{360 \cdot ND}{365})) \cdot \tau_r \cdot \tau_o \cdot \tau_g \cdot \tau_w \cdot \tau_a$$

- *ND: Día del año Juliano.*
- $I_{sc}$: *Constante solar (1367 w/m²).*
- $\tau_r$: *Coef. Transmisión por escáterin o cambio de dirección de la radiación solar debido a las moléculas del aire.*
- $\tau_o$: *Coef. Transmisión debida a la absorción del ozono.*
- $\tau_g$: *Coef. Transmisión debida a la absorción por la mezcla uniforme de gases (excepto ozono y vapor de agua).*
- $\tau_w$: *Coef. Transmisión debida a la absorción del vapor de agua.*
- $\tau_a$: *Coef. Transmisión tanto por absorción como por cambio de dirección de la radiación solar debido a la presencia de aerosoles.*

$$I_{dh} = I_{dr} + I_{da} + I_{dm}$$

- $I_{dr}$: *Radiación debida a la difusión por moléculas de aire (difusión por Rayleigh) (w/m²).*
- $I_{da}$: *Radiación difusa debida a los cambios de dirección por aerosoles (w/m²).*
- $I_{dm}$: *Radiación difusa por múltiples reflexiones entre la tierra y la atmósfera (w/m²)*

$$I_{dr} = 0{,}79 \cdot I_{sc} \cdot (1 + 0{,}033 \cdot \cos(\frac{360 \cdot ND}{365})) \cdot \tau_o \cdot \tau_g \cdot \tau_w \cdot \tau_{aa} \cdot 0{,}5 \cdot (\frac{1 - \tau_r}{1 - m_a + m_a^{1{,}02}}) \cdot \cos(\theta_z)$$

- $\tau_{aa}$: *Coef. Transmisión exclusivamente debido a la absorción por los aerosoles.*
- $m_a$: *Masa óptica del aire.*

$$I_{da} = 0{,}79 \cdot I_{sc} \cdot (1 + 0{,}033 \cdot \cos(\frac{360 \cdot ND}{365})) \cdot \tau_o \cdot \tau_g \cdot \tau_w \cdot \tau_{aa} \cdot F_c \cdot (\frac{1 - \tau_{as}}{1 - m_a + m_a^{1{,}02}}) \cdot \cos(\theta_z)$$

- $t_{as}$: *Coef. Transmisión exclusivamente debido a la difusión por los aerosoles.*
- $F_c$: *Representa el tanto por ciento de energía que ante una dispersión con aerosoles va hacia delante.*

$$I_{dm} = (I_n \cdot \cos(\theta_z) + I_{dr} + I_{da}) \cdot \frac{\rho_g \cdot \rho'_a}{1 - \rho_g \cdot \rho'_a}$$

- $\rho_g$: *Coeficiente de reflexión de los alrededores a la superficie estudiada (albedó).*
- $\rho_a$: *Coeficiente de reflexión múltiple del cielo (albedó de la atmósfera).*

RADIACIÓN TOTAL INCIDENTE SOBRE UNA SUPERFICIE INCLINADA

$$I_T = I_D + I_d$$

- *Donde:*
- $I_T$: *Radiación total sobre superficie inclinada (w/m²).*
- $I_D$: *Radiación directa sobre superficie inclinada (w/m²).*
- $I_d$: *Radiación total difusa (w/m²).*

$$I_D = I_n \cdot \cos(i)$$

- *i: Ángulo de incidencia, formado entre la dirección de los rayos solares y la normal a la superficie considerada (°).*

$$I_d = I_{dat} + I_{dre}$$

- $I_{dat}$: *Radiación difusa desde la atmósfera (w/m²).*
- $I_{dre}$: *Radiación difusa reflejada (w/m²)*

$$I_{dat} = \frac{1 - \cos(\eta)}{2} \cdot I_{dh}$$

- : *Inclinación de la superficie sobre la horizontal (°).*

$$I_{dre} = \frac{1 - \cos(\eta)}{2} \cdot \rho_g \cdot (I_n \cdot \cos(\theta_Z) + I_{dh})$$

### 4.1.8. Caudal de infiltraciones.

El caudal de infiltraciones se calcula mediante un método de zona única, es decir, para todos los espacios del edificio al mismo tiempo. Este método consiste en calcular el número de renovaciones hora del conjunto de espacios teniendo en cuenta la permeabilidad de los huecos y los defectos de la construcción del edificio.

Posteriormente se comprobará en cada espacio si la ventilación forzada compensa las infiltraciones.

En primer lugar se calculan los coeficientes de caudal normalizados a 1 Pa para todos los huecos del edificio, a partir del área de cada hueco y de su nivel de permeabilidad:

$$Q_{p100} = \frac{P_p \cdot A_p}{3,6} \text{ en l/s}$$

- $Q_{p100}$: *Caudal de infiltraciones debidas a la permeabilidad de huecos a 100 Pa, en l/s.*
- $P_p$: *Permeabilidad del hueco en* $m^3/(h \cdot m^2)$.
- $A_p$: *Área del hueco en* $m^2$

$$C_p = \frac{Q_{p100}}{100^{0,67}}$$

- $C_p$: *Coeficiente de caudal del hueco a 1 Pa.*

Seguidamente se calculan los coeficientes de caudal por defectos de la construcción para cada uno de los espacios del edificio:

$$Q_{d1} = \frac{R_d \cdot V_d}{3,6} \text{ en l/s}$$

- $Q_{d1}$: *Caudal de infiltraciones a 1Pa por defectos de la construcción.*
- $V_d$: *Volumen interior del espacio* ($m^3$).
- $R_d$: *Nivel de renovaciones/hora por defectos de la construcción según el tipo de edificio:*
  - *Vivienda unifamiliar: 0,30 1/h*
  - *Bloque de viviendas: 0,24 1/h*
  - *Otros usos: 0,1 1/h*

$$C_d = \frac{Q_{d1}}{1^{0,67}} = Q_{d1}$$

- $C_d$: *Coeficiente de caudal por defectos de la construcción a 1 Pa.*

Se supondrá que los huecos están repartidos uniformemente en las fachadas expuestas y no expuestas:

- Coeficiente de caudal a 1Pa para elementos expuestos:

$$C_{Te} = 0,5 \cdot \left( \sum C_p + \sum C_d \right)$$

- Coeficiente de caudal a 1Pa para elementos no expuestos:

$$C_{Tn} = 0,5 \cdot \left( \sum C_p + \sum C_d \right)$$

La sobrepresión a que están sometidas las distintas zonas del edificio será:

$$\Delta P = Fp \cdot d \cdot \frac{v^2}{2}$$ en Pa

- *P: Diferencia de presiones en Pa.*
- *d: Densidad del aire en función de la altitud, en kg/m$^3$.*
- *v: Velocidad del viento, en m/s.*
- *Fp: Factor de presión en función de la orientación:*
  - *Fachada expuesta: 0,25*
  - *Fachada no expuesta: -0,50*
  - *Elementos horizontales: -0,60*

Caudal de infiltraciones por la fachada expuesta:

$$Qe = C_{Te} \cdot (\Delta P_e)^{0,67}$$

Caudal de infiltraciones por la fachada no expuesta

$$Qn = C_{Tn} \cdot (\Delta P_n)^{0,67}$$

Caudal de infiltraciones por los huecos horizontales

$$Qh = C_{Th} \cdot (\Delta P_h)^{0,67}$$

Para finalizar se calcula el número de renovaciones/hora generales para todos los espacios del edificio:

$$Ri = \frac{Qe + Qn + Qh}{\sum V_d}$$

El caudal de infiltraciones en cada espacio será:

$$Qi = Ri \cdot V_d$$

## 4.2. ANEJO 2. DETALLE DEL CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

Las hojas de carga térmica describen de forma exhaustiva el origen y cuantía de la carga térmica relacionada con cada uno de los espacios acondicionados, obtenida para el instante de cálculo más desfavorable teniendo en cuenta tanto la evolución de las condiciones climáticas exteriores como las condiciones operacionales internas de cada recinto.

Las cargas se agrupan en:

- Ganancia solar cristal: Debida a la radiación incidente en los cerramientos semitransparentes.
- Transmisión paredes y techo: Cerramientos opacos situados al exterior y soleados.
- Transmisión excepto paredes y techo: Cerramientos opacos al exterior en sombra, de separación con el terreno, particiones interiores y transmisión por cerramientos semitransparentes.
- Calor sensible interno: Aporte sensible debido a ocupantes, iluminación, aparatos eléctricos y térmicos situados en el interior del espacio.
- Calor sensible aire de ventilación: Debido al aire de ventilación e infiltraciones.
- Calor latente interno: Calor latente provocado por la actividad metabólica de los ocupantes y los aparatos que absorban o generen humedad.
- Calor latente aire de ventilación: Procedente del aire exterior cuyo contenido de humedad es diferente al del aire del interior de los locales.
- Carga total de refrigeración o calefacción: Sumatorio de los componentes anteriores al que además se le ha aplicado el coeficiente de seguridad correspondiente.

Los valores que aparecen con signo positivo son ganancias instantáneas o cargas de refrigeración, mientras que los negativos son de calefacción.

ABREVIATURAS Y UNIDADES:

- *Ts.: Temperatura seca (°C).*
- *Th.: Temperatura húmeda (°C).*
- *Hr.: Humedad relativa (%).*
- *Xe.: Humedad específicad (g/kg).*
- *Or.: Orientación del cerramiento exterior.*
- *Sup.: Superficie de cerramiento considerada ($m^2$).*
- *F.: Factor solar de un cerramiento semitransparente.*
- *U.: Transmitancia térmica del cerramiento ($W/m^2 \cdot °C$).*
- *GSC.: Energía que atraviesa la superficie semitransparente ($W/m^2$).*
- *G.Inst.: Ganancias instantaneas (W).*
- *Carga Term.: Cargas térmica de calefacción o de refrigeración (según signo, en W).*
- *Tsa: Temperatura Sol-Aire (°C).*
- *Tac: Temperatura ambiente contiguo (°C).*
- *Ud. Número de elementos del mismo tipo (personas, equipos...)*
- *%Uso: Porcentaje de utilización definido por las condiciones operacionales para el instante considerado.*
- *Tec: Temperatura seca exterior corregida (°C).*
- *Xec: Humedad específica correspondiente a las temperaturas exteriores seca y húmeda corregidas (g/kg).*

| | |
|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***Facultad Medicina*** |
| *PROYECTO* | |
| *FECHA* | ***29/01/2016*** |
| *ESPACIO* | *Seminario 2* |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* |
| *C. OPERAC.* | *DOCENTE: CEIP* |
| *DIMENSIONES* | *35,2 m² x 3,20 m* |
| *VOLUMEN* | *112.753 l* |

**HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ESPACIO**

| FECHA CÁLCULO | *21 Junio 12hs (14h 26m hora oficial)* | | | |
|---|---|---|---|---|
| **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| **Exteriores** | 32,5 | 21,9 | 39,5 | 12,10 |
| **Interiores** | 24,0 | 18,6 | 60,0 | 11,19 |
| **Diferencias** | 8,5 | 3,3 | -20,5 | 0,91 |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-7 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | NO | 2,0 | 0,85 | 101,1 | 162 | **149** |
| VE-8 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | NO | 2,0 | 0,85 | 101,1 | 162 | **149** |
| | | | | | | | **298** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | U | Tsa | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PV-6 (muro) | MURO.CAP | NO | 14,2 | 0,776 | 37,5 | 58 | **67** |
| | | | | | | | **67** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-5 (techo n/a) | FORJ-RET-03 | 35,2 | 1,052 | 28,3 | 157 | **113** |
| PH-4 (suelo al exterior) | FORJ-RET-03 | 35,2 | 1,041 | 32,5 | 312 | **225** |
| VE-7 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 2,0 | 5,700 | 32,5 | 97 | **70** |
| VE-7 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 2,00 | 0,200 | 32,5 | 3 | **2** |
| VE-7 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 32,5 | 8 | **6** |
| VE-7 (Dintel) | HD.G2.01 | 2,00 | 0,620 | 32,5 | 11 | **8** |
| VE-8 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 2,0 | 5,700 | 32,5 | 97 | **70** |
| VE-8 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 2,00 | 0,200 | 32,5 | 3 | **2** |
| VE-8 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 32,5 | 8 | **6** |
| VE-8 (Dintel) | HD.G2.01 | 2,00 | 0,620 | 32,5 | 11 | **8** |
| PV-3 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 19,8 | 2,003 | 28,3 | 169 | **121** |
| PV-5 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 19,8 | 2,003 | 28,3 | 169 | **121** |
| PV-4 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 15,3 | 2,003 | 28,3 | 130 | **94** |
| PU-2 (puerta/ventana) | Puertas1 | 2,9 | 2,000 | 32,5 | 50 | **36** |
| PV-6 (Encuentro suelo al aire) | FS.G2.01 | 5,69 | 0,800 | 32,5 | 39 | **28** |
| | | | | | | **910** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 50,00 W/m² (W/persona) | 80,08 | 22,0 | 100 | 1.762 | **1.143** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 4,50 | 35,2 | 100 | 159 | **114** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 35,2 | 100 | 159 | **94** |
| | | | | | **1.351** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 275,00 | 32,5 | 100 | 2.874 | **2.874** |
| | | | | | **2.874** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***4.500 W*** |

| CALOR LATENTE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 46,88 W/m² (W/persona) | 75,08 | 22,0 | 100 | 1.652 | **1.652** |
| | | | | | **1.652** |
| **CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN** | **Caudal (l/s)** | **Xec** | **%Uso** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 275,00 | 12,10 | 100 | 753 | **753** |
| | | | | | **753** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***2.404 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN*** | | | | | ***6.799 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,61*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de refrigeración por unidad de superficie: 235,53 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | |
|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***Facultad Medicina*** |
| *PROYECTO* | |
| *FECHA* | ***29/01/2016*** |
| *ESPACIO* | *Seminario 2* |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* |
| *C. OPERAC.* | *DOCENTE: CEIP* |
| *DIMENSIONES* | *35,2 m² x 3,20 m* |
| *VOLUMEN* | *112.753 l* |

**HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO**

| FECHA CÁLCULO | *21 Diciembre 9hs (10h 22m hora oficial)* | | | |
|---|---|---|---|---|
| **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| **Exteriores** | 1,6 | 1,0 | 90,0 | 3,81 |
| **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| **Diferencias** | -20,4 | - | - | - |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-7 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | NO | 2,0 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-8 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | NO | 2,0 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | U | Text | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PV-6 (muro) | MURO.CAP | NO | 14,2 | 0,776 | 1,6 | -225 | **-225** |
| | | | | | | | **-225** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-5 (techo n/a) | FORJ-RET-03 | 35,2 | 1,052 | 11,8 | -378 | **-378** |
| PH-4 (suelo al exterior) | FORJ-RET-03 | 35,2 | 1,041 | 1,6 | -748 | **-748** |
| VE-7 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 2,0 | 5,700 | 1,6 | -233 | **-233** |
| VE-7 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 2,00 | 0,200 | 1,6 | -8 | **-8** |
| VE-7 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-7 (Dintel) | HD.G2.01 | 2,00 | 0,620 | 1,6 | -25 | **-25** |
| VE-8 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 2,0 | 5,700 | 1,6 | -232 | **-232** |
| VE-8 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 2,00 | 0,200 | 1,6 | -8 | **-8** |
| VE-8 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-8 (Dintel) | HD.G2.01 | 2,00 | 0,620 | 1,6 | -25 | **-25** |
| PV-3 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 19,8 | 2,003 | 11,8 | -405 | **-405** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PV-5 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 19,8 | 2,003 | 11,8 | -405 | **-405** |
| PV-4 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 15,3 | 2,003 | 11,8 | -312 | **-312** |
| PU-2 (puerta/ventana) | Puertas1 | 2,9 | 2,000 | 1,6 | -120 | **-120** |
| PV-6 (Encuentro suelo al aire) | FS.G2.01 | 5,69 | 0,800 | 1,6 | -93 | **-93** |
| | | | | | | **-2.030** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 50,00 W/m² (W/persona) | 80,08 | 22,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 4,50 | 35,2 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 35,2 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 275,00 | 1,6 | 100 | -5.897 | **-5.897** |
| | | | | | **-6.897** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-10.153 W*** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 275,00 | 3,81 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-7.660 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*
*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*
*Carga de calefacción por unidad de superficie: 302,54 W/m²*
***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | |
|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***Facultad Medicina*** |
| *PROYECTO* | |
| *FECHA* | ***29/01/2016*** |
| *ESPACIO* | *Seminario 1* |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* |
| *C. OPERAC.* | *DOCENTE: CEIP* |
| *DIMENSIONES* | *49,9 m² x 3,20 m* |
| *VOLUMEN* | *159.724 l* |

**HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ESPACIO**

| FECHA CÁLCULO | *21 Junio 12hs (14h 26m hora oficial)* | | | |
|---|---|---|---|---|
| CONDICIONES | Ts(°C) | Th(°C) | Hr(%) | Xe(g/kg) |
| Exteriores | 32,5 | 21,9 | 39,5 | 12,10 |
| Interiores | 24,0 | 18,6 | 60,0 | 11,19 |
| Diferencias | 8,5 | 3,3 | -20,5 | 0,91 |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-10 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | NE | 3,3 | 0,85 | 101,1 | 270 | **360** |
| VE-11 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | NE | 3,4 | 0,85 | 101,1 | 275 | **367** |
| | | | | | | | **727** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | U | Tsa | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-6 (muro) | MUREPS02 | NE | 20,9 | 0,469 | 37,5 | 85 | **75** |
| | | | | | | | **75** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-8 (techo n/a) | FORJ-RET-03 | 49,8 | 1,052 | 28,3 | 223 | **157** |
| SL-2 (solera) | SOL-01 | 49,9 | 3,069 | 32,5 | 192 | **136** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 18,2 | 2,003 | 28,3 | 155 | **110** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 14,3 | 2,003 | 28,3 | 122 | **86** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 0,5 | 2,003 | 28,3 | 5 | **3** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 8,1 | 2,003 | 28,3 | 69 | **49** |
| PU-4 (puerta/ventana) | Puertas1 | 3,5 | 2,000 | 32,5 | 59 | **42** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 0,6 | 2,003 | 28,3 | 5 | **4** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 1,4 | 2,003 | 28,3 | 12 | **9** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 18,2 | 2,003 | 28,3 | 155 | **110** |
| VE-10 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 3,3 | 5,700 | 32,5 | 162 | **116** |
| VE-10 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 3,34 | 0,200 | 32,5 | 6 | **4** |
| VE-10 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 32,5 | 8 | **6** |
| VE-10 (Dintel) | HD.G2.01 | 3,34 | 0,620 | 32,5 | 18 | **12** |
| VE-11 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 3,4 | 5,700 | 32,5 | 165 | **118** |
| VE-11 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 3,40 | 0,200 | 32,5 | 6 | **4** |
| VE-11 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 32,5 | 8 | **6** |
| VE-11 (Dintel) | HD.G2.01 | 3,40 | 0,620 | 32,5 | 18 | **13** |
| FA-6 (Encuentro solera) | FT.G2.01 | 8,63 | 0,521 | 32,5 | 38 | **27** |
| | | | | | | **1.011** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 50,00 W/m² (W/persona) | 80,51 | 31,0 | 100 | 2.496 | **1.673** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 4,50 | 49,9 | 100 | 225 | **164** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 49,9 | 100 | 225 | **138** |
| | | | | | **1.975** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 387,50 | 32,5 | 100 | 4.049 | **4.049** |
| | | | | | **4.049** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***5.838 W*** |

| CALOR LATENTE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 46,88 W/m² (W/persona) | 75,47 | 31,0 | 100 | 2.340 | **2.340** |
| | | | | | **2.340** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 387,50 | 12,10 | 100 | 1.061 | **1.061** |
| | | | | | **1.061** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***2.400 W*** |

| ***CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN*** | ***7.800 W*** |
|---|---|

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,62*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de refrigeración por unidad de superficie: 236,41 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***Facultad Medicina*** | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | | | |
| *PROYECTO* | | | | | |
| *FECHA* | ***29/01/2016*** | | | | |
| *ESPACIO* | *Seminario 1* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 9hs (10h 22m hora oficial)* | | |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* | **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *C. OPERAC.* | *DOCENTE: CEIP* | **Exteriores** | 1,6 | 1,0 | 90,0 | 3,81 |
| *DIMENSIONES* | *49,9 m² x 3,20 m* | **Interiores** | 22,0 | - | - | - |
| *VOLUMEN* | *159.724 l* | **Diferencias** | -20,4 | - | - | - |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-10 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | NE | 3,3 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-11 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | NE | 3,4 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | U | Text | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-6 (muro) | MUREPS02 | NE | 20,9 | 0,469 | 1,6 | -200 | **-200** |
| | | | | | | | **-200** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-8 (techo n/a) | FORJ-RET-03 | 49,8 | 1,052 | 11,8 | -534 | **-534** |
| SL-2 (solera) | SOL-01 | 49,9 | 3,069 | 1,6 | -698 | **-698** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 18,2 | 2,003 | 11,8 | -372 | **-372** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 14,3 | 2,003 | 11,8 | -293 | **-293** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 0,5 | 2,003 | 11,8 | -11 | **-11** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 8,1 | 2,003 | 11,8 | -166 | **-166** |
| PU-4 (puerta/ventana) | Puertas1 | 3,5 | 2,000 | 1,6 | -142 | **-142** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 0,6 | 2,003 | 11,8 | -13 | **-13** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 1,4 | 2,003 | 11,8 | -29 | **-29** |
| PV-8 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 18,2 | 2,003 | 11,8 | -372 | **-372** |
| VE-10 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 3,3 | 5,700 | 1,6 | -388 | **-388** |
| VE-10 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 3,34 | 0,200 | 1,6 | -14 | **-14** |
| VE-10 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-10 (Dintel) | HD.G2.01 | 3,34 | 0,620 | 1,6 | -42 | **-42** |
| VE-11 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 3,4 | 5,700 | 1,6 | -395 | **-395** |
| VE-11 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 3,40 | 0,200 | 1,6 | -14 | **-14** |
| VE-11 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-11 (Dintel) | HD.G2.01 | 3,40 | 0,620 | 1,6 | -43 | **-43** |
| FA-6 (Encuentro solera) | FT.G2.01 | 8,63 | 0,521 | 1,6 | -92 | **-92** |
| | | | | | | **-3.658** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 50,00 W/m² (W/persona) | 80,51 | 31,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 4,50 | 49,9 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 49,9 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 387,50 | 1,6 | 100 | -7.719 | **-7.719** |
| | | | | | **-7.719** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-7.576 W*** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 387,50 | 3,81 | 0 | 0 | **0** |

| | |
|---|---|
| | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | ***-9.755 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 285,59 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | |
|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***Facultad Medicina*** |
| *PROYECTO* | |
| *FECHA* | ***29/01/2016*** |
| *ESPACIO* | *Salón de Grados* |
| *ACTIVIDAD* | *E.3.2: Zonas de espectadores con asientos definidos en el proyecto* |
| *C. OPERAC.* | *DOCENTE: CEIP* |
| *DIMENSIONES* | *185,9 m² x 3,20 m* |
| *VOLUMEN* | *594.947 l* |

**HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ESPACIO**

| **FECHA CÁLCULO** | *21 Junio 12hs (14h 26m hora oficial)* | | | |
|---|---|---|---|---|
| **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| **Exteriores** | 32,5 | 21,9 | 39,5 | 12,10 |
| **Interiores** | 24,0 | 18,6 | 60,0 | 11,19 |
| **Diferencias** | 8,5 | 3,3 | -20,5 | 0,91 |

| **GANANCIA SOLAR CRISTAL** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **F** | **GSC** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term.(W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-3 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 2,0 | 0,85 | 136,3 | 213 | **288** |
| VE-4 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 1,9 | 0,85 | 136,3 | 213 | **288** |
| VE-5 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 1,9 | 0,85 | 136,3 | 213 | **288** |
| VE-6 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 1,9 | 0,85 | 136,3 | 213 | **288** |
| | | | | | | | **1.151** |

| **TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Or.** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tsa** | **G. Inst. (W)** | **Carga (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-1 (muro) | MUREPS02 | NO | 4,6 | 0,469 | 37,5 | 18 | **17** |
| FA-3 (muro) | MUREPS02 | SE | 37,2 | 0,469 | 42,1 | 154 | **146** |
| FA-2 (muro) | MUREPS02 | SO | 14,2 | 0,469 | 44,4 | 43 | **41** |
| | | | | | | | **204** |

| **TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO** | **CÓDIGO MATERIAL** | **Sup. (m²)** | **U** | **Tac** | **G. Inst. (W)** | **Carga Term. (W)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-3 (techo n/a) | FORJ-RET-03 | 185,6 | 1,052 | 28,3 | 829 | **569** |
| SL-1 (solera) | SOL-01 | 185,9 | 3,069 | 32,5 | 218 | **150** |
| PV-1 (tabique n/a) | Muro Ladrillos | 24,0 | 1,248 | 28,3 | 127 | **87** |
| VE-1 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 4,0 | 5,700 | 32,5 | 193 | **138** |
| VE-3 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 2,0 | 5,700 | 32,5 | 94 | **67** |
| VE-3 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 1,95 | 0,200 | 32,5 | 3 | **2** |
| VE-3 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 32,5 | 8 | **5** |
| VE-3 (Dintel) | HD.G2.01 | 1,95 | 0,620 | 32,5 | 10 | **7** |
| VE-4 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 1,9 | 5,700 | 32,5 | 94 | **67** |
| VE-4 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 1,95 | 0,200 | 32,5 | 3 | **2** |
| VE-4 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 32,5 | 8 | **5** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-4 (Dintel) | HD.G2.01 | 1,95 | 0,620 | 32,5 | 10 | **7** |
| VE-5 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 1,9 | 5,700 | 32,5 | 94 | **67** |
| VE-5 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 1,95 | 0,200 | 32,5 | 3 | **2** |
| VE-5 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 32,5 | 8 | **5** |
| VE-5 (Dintel) | HD.G2.01 | 1,95 | 0,620 | 32,5 | 10 | **7** |
| VE-6 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 1,9 | 5,700 | 32,5 | 94 | **67** |
| VE-6 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 1,95 | 0,200 | 32,5 | 3 | **2** |
| VE-6 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 32,5 | 8 | **5** |
| VE-6 (Dintel) | HD.G2.01 | 1,95 | 0,620 | 32,5 | 10 | **7** |
| PV-2 (tabique n/a) | Muro Ladrillos | 40,5 | 1,248 | 28,3 | 215 | **147** |
| PV-2 (tabique n/a) | Muro Ladrillos | 35,0 | 1,248 | 28,3 | 186 | **127** |
| PU-1 (puerta/ventana) | Puertas1 | 4,2 | 2,000 | 32,5 | 71 | **50** |
| VE-2 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 3,0 | 5,700 | 32,5 | 145 | **104** |
| FA-2 (Encuentro solera) | FT.G2.01 | 4,40 | 0,521 | 32,5 | 19 | **13** |
| FA-3 (Encuentro solera) | FT.G2.01 | 14,00 | 0,521 | 32,5 | 62 | **43** |
| FA-1 (Encuentro solera) | FT.G2.01 | 1,39 | 0,521 | 32,5 | 6 | **4** |
| FA-2 (Esquina saliente) | PF.G1.08 | 3,20 | 0,050 | 32,5 | 1 | **1** |
| | | | | | | **1.762** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 80,00 W/m² (W/persona) | 79,97 | 186,0 | 100 | 14.874 | **10.013** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 4,50 | 185,9 | 100 | 837 | **611** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 185,9 | 100 | 837 | **518** |
| | | | | | **11.141** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 1.488,00 | 32,5 | 100 | 15.550 | **15.550** |
| | | | | | **15.550** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***29.808 W*** |

| CALOR LATENTE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 75,00 W/m² (W/persona) | 74,97 | 186,0 | 100 | 13.944 | **13.944** |
| | | | | | **13.944** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 1.488,00 | 12,10 | 100 | 4.072 | **4.072** |
| | | | | | **4.072** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***18.016 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN*** | | | | | ***50.216 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,51*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de refrigeración por unidad de superficie: 270,09 W/m²*

***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | | | |
|---|---|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***Facultad Medicina*** | **HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO** | |
| *PROYECTO* | | | |
| *FECHA* | ***29/01/2016*** | | |
| *ESPACIO* | *Salón de Grados* | **FECHA CÁLCULO** | *21 Diciembre 9hs (10h 22m hora oficial)* |

| ACTIVIDAD | E.3.2: Zonas de espectadores con asientos definidos en el proyecto |
|---|---|
| C. OPERAC. | DOCENTE: CEIP |
| DIMENSIONES | 185,9 $m^2$ x 3,20 m |
| VOLUMEN | 594.947 l |

| CONDICIONES | Ts(°C) | Th(°C) | Hr(%) | Xe(g/kg) |
|---|---|---|---|---|
| Exteriores | 1,6 | 1,0 | 90,0 | 3,81 |
| Interiores | 22,0 | - | - | - |
| Diferencias | -20,4 | - | - | - |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. ($m^2$) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-3 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 2,0 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-4 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 1,9 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-5 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 1,9 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| VE-6 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 1,9 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. ($m^2$) | U | Text | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-1 (muro) | MUREPS02 | NO | 4,6 | 0,469 | 1,6 | -44 | **-44** |
| FA-3 (muro) | MUREPS02 | SE | 37,2 | 0,469 | 1,6 | -355 | **-355** |
| FA-2 (muro) | MUREPS02 | SO | 14,2 | 0,469 | 1,6 | -136 | **-136** |
| | | | | | | | **-536** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. ($m^2$) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-3 (techo n/a) | FORJ-RET-03 | 185,6 | 1,052 | 11,8 | -1.991 | **-1.991** |
| SL-1 (solera) | SOL-01 | 185,9 | 3,069 | 1,6 | -1.404 | **-1.404** |
| PV-1 (tabique n/a) | Muro Ladrillos | 24,0 | 1,248 | 11,8 | -305 | **-305** |
| VE-1 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 4,0 | 5,700 | 1,6 | -464 | **-464** |
| VE-3 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 2,0 | 5,700 | 1,6 | -227 | **-227** |
| VE-3 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 1,95 | 0,200 | 1,6 | -8 | **-8** |
| VE-3 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-3 (Dintel) | HD.G2.01 | 1,95 | 0,620 | 1,6 | -25 | **-25** |
| VE-4 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 1,9 | 5,700 | 1,6 | -227 | **-227** |
| VE-4 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 1,95 | 0,200 | 1,6 | -8 | **-8** |
| VE-4 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-4 (Dintel) | HD.G2.01 | 1,95 | 0,620 | 1,6 | -25 | **-25** |
| VE-5 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 1,9 | 5,700 | 1,6 | -227 | **-227** |
| VE-5 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 1,95 | 0,200 | 1,6 | -8 | **-8** |
| VE-5 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-5 (Dintel) | HD.G2.01 | 1,95 | 0,620 | 1,6 | -25 | **-25** |
| VE-6 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 1,9 | 5,700 | 1,6 | -227 | **-227** |
| VE-6 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 1,95 | 0,200 | 1,6 | -8 | **-8** |
| VE-6 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-6 (Dintel) | HD.G2.01 | 1,95 | 0,620 | 1,6 | -25 | **-25** |
| PV-2 (tabique n/a) | Muro Ladrillos | 40,5 | 1,248 | 11,8 | -515 | **-515** |
| PV-2 (tabique n/a) | Muro Ladrillos | 35,0 | 1,248 | 11,8 | -446 | **-446** |
| PU-1 (puerta/ventana) | Puertas1 | 4,2 | 2,000 | 1,6 | -170 | **-170** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-2 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 3,0 | 5,700 | 1,6 | -349 | **-349** |
| FA-2 (Encuentro solera) | FT.G2.01 | 4,40 | 0,521 | 1,6 | -47 | **-47** |
| FA-3 (Encuentro solera) | FT.G2.01 | 14,00 | 0,521 | 1,6 | -149 | **-149** |
| FA-1 (Encuentro solera) | FT.G2.01 | 1,39 | 0,521 | 1,6 | -15 | **-15** |
| FA-2 (Esquina saliente) | PF.G1.08 | 3,20 | 0,050 | 1,6 | -3 | **-3** |
| | | | | | | **-6.971** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 80,00 W/m² (W/persona) | 79,97 | 186,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 4,50 | 185,9 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 185,9 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 1.488,00 | 1,6 | 100 | -37.319 | **-37.319** |
| | | | | | **-37.319** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-44.826 W*** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA3 (Calidad media) | 1.488,00 | 3,81 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-47.067 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*
*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*
*Carga de calefacción por unidad de superficie: 253,16 W/m²*
***NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción***

| | |
|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***Facultad Medicina*** |
| *PROYECTO* | |
| *FECHA* | ***29/01/2016*** |
| *ESPACIO* | *Seminario 3* |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* |
| *DIMENSIONES* | *30,6 m² x 3,20 m* |
| *VOLUMEN* | *97.849 l* |

**HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN DE ESPACIO**

| FECHA CÁLCULO | *24 Agosto 12hs (14h 27m hora oficial)* | | | |
|---|---|---|---|---|
| **CONDICIONES** | **Ts(°C)** | **Th(°C)** | **Hr(%)** | **Xe(g/kg)** |
| **Exteriores** | 33,1 | 21,9 | 37,4 | 11,85 |
| **Interiores** | 24,0 | 18,6 | 60,0 | 11,19 |
| **Diferencias** | 9,1 | 3,3 | -22,6 | 0,66 |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-9 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 4,1 | 0,85 | 212,1 | 689 | **651** |
| | | | | | | | **651** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | U | Tsa | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-4 (muro) | MUREPS02 | SE | 12,2 | 0,469 | 46,8 | 57 | **55** |
| | | | | | | | **55** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. (m²) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-6 (suelo n/a) | FORJ-RET-03 | 30,6 | 0,917 | 28,6 | 128 | **98** |
| PH-7 (techo n/a) | CUB-01 | 30,6 | 0,425 | 28,6 | 59 | **45** |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PV-7 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 19,2 | 2,003 | 28,6 | 175 | **134** |
| PV-7 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 13,4 | 2,003 | 28,6 | 122 | **94** |
| PU-3 (puerta/ventana) | Puertas1 | 2,9 | 2,000 | 33,1 | 54 | **41** |
| PV-7 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 19,2 | 2,003 | 28,6 | 175 | **134** |
| VE-9 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 4,1 | 5,700 | 33,1 | 211 | **162** |
| VE-9 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 4,06 | 0,200 | 33,1 | 7 | **6** |
| VE-9 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 33,1 | 9 | **7** |
| VE-9 (Dintel) | HD.G2.01 | 4,06 | 0,620 | 33,1 | 23 | **18** |
| | | | | | | **739** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 50,00 W/m² (W/persona) | 80,47 | 19,0 | 100 | 1.529 | **1.080** |
| Iluminación estándar (W/m²) | 4,50 | 30,6 | 100 | 138 | **105** |
| Equipos estándar (W/m²) | 4,50 | 30,6 | 100 | 138 | **91** |
| | | | | | **1.276** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 237,50 | 33,1 | 100 | 2.657 | **2.657** |
| | | | | | **2.657** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***3.378 W*** |

| CALOR LATENTE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 46,88 W/m² (W/persona) | 75,44 | 19,0 | 100 | 1.433 | **1.433** |
| | | | | | **1.433** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 237,50 | 11,85 | 100 | 471 | **471** |
| | | | | | **471** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***1.904 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN*** | | | | | ***3.647 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 0,66*
*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*
*Carga de refrigeración por unidad de superficie: 250,08 W/m²*
*NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción*

| | |
|---|---|
| *EXPEDIENTE* | ***Facultad Medicina*** |
| *PROYECTO* | |
| *FECHA* | ***29/01/2016*** |
| *ESPACIO* | *Seminario 3* |
| *ACTIVIDAD* | *B.2.1: Aulas, aulas de tutoría* |
| *C. OPERAC.* | *NO RESIDENCIAL: Intensidad Media - 8h* |
| *DIMENSIONES* | *30,6 m² x 3,20 m* |
| *VOLUMEN* | *97.849 l* |

**HOJA DE CARGAS PARA CALEFACCIÓN DE ESPACIO**

| FECHA CÁLCULO | *21 Diciembre 6hs (7h 22m hora oficial)* | | | |
|---|---|---|---|---|
| CONDICIONES | Ts(°C) | Th(°C) | Hr(%) | Xe(g/kg) |
| Exteriores | 1,6 | 1,0 | 90,0 | 3,81 |
| Interiores | 22,0 | - | - | - |
| Diferencias | -20,4 | - | - | - |

| GANANCIA SOLAR CRISTAL | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. (m²) | F | GSC | G. Inst. (W) | Carga Term.(W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VE-9 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | SE | 4,1 | 0,85 | 0,0 | 0 | **0** |
| | | | | | | | **0** |

| TRANSMISIÓN PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Or. | Sup. ($m^2$) | U | Text | G. Inst. (W) | Carga (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| FA-4 (muro) | MUREPS02 | SE | 12,2 | 0,469 | 1,6 | -117 | **-117** |
| | | | | | | | **-117** |

| TRANSMISIÓN EXCEPTO PAREDES Y TECHO | CÓDIGO MATERIAL | Sup. ($m^2$) | U | Tac | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PH-6 (suelo n/a) | FORJ-RET-03 | 30,6 | 0,917 | 11,8 | -286 | **-286** |
| PH-7 (techo n/a) | CUB-01 | 30,6 | 0,425 | 11,8 | -132 | **-132** |
| PV-7 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 19,2 | 2,003 | 11,8 | -392 | **-392** |
| PV-7 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 13,4 | 2,003 | 11,8 | -273 | **-273** |
| PU-3 (puerta/ventana) | Puertas1 | 2,9 | 2,000 | 1,6 | -120 | **-120** |
| PV-7 (tabique n/a) | TABIQUE.F2 | 19,2 | 2,003 | 11,8 | -392 | **-392** |
| VE-9 (puerta/ventana) | VENT1 DESLZ-MET-SIN ROTURA | 4,1 | 5,700 | 1,6 | -472 | **-472** |
| VE-9 (Alfeizar) | HA.G2.01 | 4,06 | 0,200 | 1,6 | -17 | **-17** |
| VE-9 (Jamba) | HJ.G2.03 | 2,00 | 0,470 | 1,6 | -19 | **-19** |
| VE-9 (Dintel) | HD.G2.01 | 4,06 | 0,620 | 1,6 | -51 | **-51** |
| | | | | | | **-2.155** |

| CALOR SENSIBLE INTERNO | Potencia | Ud. | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ocupación estándar 50,00 $W/m^2$ (W/persona) | 80,47 | 19,0 | 0 | 0 | **0** |
| Iluminación estándar ($W/m^2$) | 4,50 | 30,6 | 0 | 0 | **0** |
| Equipos estándar ($W/m^2$) | 4,50 | 30,6 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |

| CALOR SENSIBLE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Tec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 237,50 | 1,6 | 100 | -3.957 | **-3.957** |
| | | | | | **-3.957** |
| *TOTAL CALOR SENSIBLE* | | | | | ***-3.229 W*** |

| CALOR LATENTE AIRE VENTILACIÓN | Caudal (l/s) | Xec | %Uso | G. Inst. (W) | Carga Term. (W) |
|---|---|---|---|---|---|
| Ventilación IDA2 (Calidad buena) | 237,50 | 3,81 | 0 | 0 | **0** |
| | | | | | **0** |
| *TOTAL CALOR LATENTE* | | | | | ***0 W*** |
| ***CARGA TOTAL DE CALEFACCIÓN*** | | | | | ***-4.640 W*** |

*Factor de calor sensible de la zona (RSHF): 1,00*

*Factor de seguridad (Aplicado al resultado total): 5,0 %*

*Carga de calefacción por unidad de superficie: 282,56 $W/m^2$*

*NOTA: Los valores positivos son cargas de refrigeración y los negativos cargas de calefacción*

# 5. MEMORIA JUSTIFICATICA CALCULOS CONDUCTOS VENTILACION.

## 5.1. ANEXO 1: MÉTODOS DE CÁLCULO

### 5.1.1. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN

Las fórmulas de cálculo que se han utilizado son las expuestas en el manual DTIE 5.01 Cálculo de conductos, editado por ATECYR y HANDBOOK FUNDAMENTALS 2001 editado por ASHRAE, de las cuales reproducimos las más importantes:

PÉRDIDAS DE PRESIÓN POR FRICCIÓN

Las pérdidas de presión debidas al rozamiento de la corriente de aire en el interior del conducto se calculan utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach-Colebrook, aproximando el factor de fricción mediante la ecuación de Blasius, y particularizando para el aire húmedo:

$$\Delta P_f = \alpha \cdot 14{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot L \cdot \frac{v^{1,82}}{Dh^{1,22}}$$

- *Siendo:*
- *$\Delta P_f$ = Pérdidas de presión por fricción, en Pa*
- *Dh = Diámetro hidráulico, en m*
- *v = Velocidad, en m/s*
- *L = Longitud total, en m*
- *$\alpha$ = Factor que depende de la superficie del material utilizado (adimensional)*

Esta ecuación es válida para temperaturas comprendidas entre 15,0 °C y 40,0 °C, presiones inferiores a la correspondiente a una altitud de 1.000,00 m. Y humedades relativas comprendidas entre 0% y 90%.4

PÉRDIDAS DE PRESIÓN POR SINGULARIDADES

Se denomina singularidad a cualquier elemento de la red de conductos que produce un cambio significativo en la dirección o en la velocidad de la corriente de aire (codos, derivaciones, transiciones...)

La pérdida de presión en estos elementos es proporcional a la velocidad del aire a la entrada, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\Delta P_s = Co \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

- *Siendo:*
- *$\Delta P_s$ = Pérdidas de presión por singularidades, en Pa*
- *Co = coeficiente de pérdida dinámica (adimensional)*
- *v = Velocidad, en m/s*
- *$\rho$ = Densidad del aire húmedo, en kg/m$^3$*

Los coeficientes Co de pérdida de carga dinámica están tabulados para los distintos tipos de accesorios normalmente utilizados en las redes de conductos. Los cálculos se han realizado tomando como fuente de datos ATECYR DTIE 5.01.

CONDUCTOS RECTANGULARES

La pérdida de carga en conductos de sección rectangular de lados *a* y *b* se calcula utilizando las mismas ecuaciones descritas anteriormente pero utilizando el diámetro equivalente $D_e$ resultante de aplicar la siguiente expresión:

$$D_e = 1{,}30 \cdot \frac{(a \cdot b)^{0{,}6255}}{(a+b)^{0{,}251}}$$

PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN UNIDADES TERMINALES

Las unidades terminales de impulsión y retorno se han seleccionado en función de los siguientes criterios:

1. El caudal de cálculo es el necesario para vencer las cargas térmicas o cumplir los criterios de ventilación.
2. La velocidad media del aire en la zona ocupada se debe mantener dentro de los valores máximos establecidos.
3. Los niveles de ruido generado están limitados por la actividad desarrollada en cada recinto.

Las pérdidas de carga en los elementos de difusión se calculan de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\Delta P_T = (Cd + 1) \cdot \frac{\rho \cdot Q^2}{S_e \cdot 2}$$

- *Siendo:*
- *$\Delta P_T$ = Pérdidas de presión total la en unidad terminal, en Pa*
- *Cd = Coeficiente de pérdidas en difusor (adimensional)*
- *Q = Caudal de aire, en $m^3/s$*
- *$\rho$ = Densidad del aire húmedo, en $kg/m^3$*
- *Se = Sección de entrada a la unidad terminal, en $m^2$*

El coeficiente de pérdidas del difusor se obtiene a partir de los datos del fabricante para el punto de funcionamiento en condiciones nominales.

MÉTODOS DE DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTOS

Se han tenido en cuenta los métodos de dimensionado siguientes:

**Método de Rozamiento Constante**

Consiste en calcular los conductos de forma que la pérdida de carga por unidad de longitud en todos los tramos del sistema sea idéntica. El área de la sección de cada conducto está relacionada únicamente con el caudal de aire que transporta, por tanto, a igual porcentaje de caudal sobre el total, igual área de conductos.

**Método de la Recuperación estática**

El fundamento de este método consiste en dimensionar el conducto de forma que el aumento de presión estática (ganancia debida a la reducción de velocidad) en cada rama o boca de impulsión, compense las pérdidas por rozamiento en la siguiente sección del conducto. De ésta forma la presión estática será la misma en cada boca y al comienzo de cada rama.

La presión estática necesaria en el ventilador se calcula teniendo en cuenta la pérdida de carga en el tramo de mayor resistencia y la ganancia de presión debida a la reducción de la velocidad desde el ventilador hasta el final de éste tramo.

CÁLCULO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR

Una vez calculadas las dimensiones de los conductos y seleccionados los tamaños de las bocas de impulsión y de retorno es posible obtener las características del ventilador:

Caudal nominal: Suma de los caudales individuales de todas las bocas del mismo tipo conectadas a la red. Se comprueba que el caudal total de impulsión sea aproximadamente igual al de retorno.

El caudal de aire se reparte en las redes de impulsión de modo que siempre se produce la misma pérdida de carga desde el ventilador hasta cualquier boca de salida. Lo mismo sucede en las redes de retorno.

Presión nominal: La presión total se determina en base a la boca con mayores pérdidas de presión desde el ventilador. Para las restantes bocas del mismo tipo se calculan las pérdidas que es necesario provocar para el equilibrado de la red.

En sistemas compuestos por redes de impulsión y de retorno el ventilador ha de vencer la presión necesaria en ambas redes.

### 5.1.2. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS TÉRMICAS

TRANSMITANCIA TÉRMICA DE CONDUCTOS

La transmitancia térmica para conductos rectangulares se calcula mediante la ecuación:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hi} + \sum \frac{e_j}{\lambda_j} + \frac{1}{he}}$$

Y para conductos de sección circular:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{hi \cdot \pi \cdot Di} + \sum \frac{e_j}{\lambda_j} + \frac{1}{he \cdot \pi \cdot De}}$$

- *Siendo:*
- *U = Transmitancia del conducto, en W/(m²•K)*
- *hi = Coeficiente de convección superficie interior, en W/(m²•K)*
- *he = Coeficiente de convección superficie exterior, en W/(m²•K)*
- *ej = Espesor de la capa j de material aislante, en m*
- *λj = Conductividad térmica del material aislante de la capa j, en W/(m•K)*

- *Di = Diámetro interior, en m*
- *De = Diámetro exterior*

Los valores de *he* se pueden considerarse constantes ya que el ambiente que rodea al conducto está en calma por ser el interior de los locales. Sin embargo el coeficiente superficial *hi* presenta mayores variaciones ya que crece fuertemente con la velocidad del aire en el interior del conducto.

Para obtener estos valores se recurre a las gráficas disponibles en ASHRAE HANDBOOK FUNDAMENTALS 2001 (Duct Design fig. 13), mediante aproximaciones para el tipo de aislamiento y la velocidad interna en cada tramo.

VARIACIÓN DE TEMPERATURA

Las pérdidas térmicas a lo largo de la red de impulsión provocan una variación de la temperatura del aire en el interior de los conductos. Esta variación de temperatura se calcula aplicando la Norma 90 A de ANSI / ASHRAE / IES, de modo que para cada tramo de igual sección:

$$te = \frac{ts \cdot (Y+1) - 2 \cdot ta}{(Y-1)} \qquad ts = \frac{te \cdot (Y-1) + 2 \cdot ta}{(Y+1)}$$

- *Siendo:*
- *te = Temperatura de entrada al tramo, en K*
- *ts = Temperatura de salida al tramo, en K*
- *ta = Temperatura ambiente del local, en K*

El valor del factor Y se obtiene para conductos de sección rectangular por medio de la ecuación:

$$Y = \frac{2 \cdot A \cdot V \cdot \rho \cdot c_p}{U \cdot P \cdot L}$$

y para conductos de sección circular:

$$Y = \frac{0{,}5 \cdot D \cdot V \cdot \rho \cdot c_p}{U \cdot L}$$

- *Siendo:*
- *P = Perímetro del conducto de sección rectangular, en m*
- *L = Longitud del conducto, en m*
- *D = Diámetro del conducto de sección circular, en m*
- *V = Velocidad media en el interior del tramo, en m/s*
- *□ = Densidad del aire , en kg/m³*
- *$c_p$ = Calor específico del aire, en KJ/(Kg•K)*

PÉRDIDAS TÉRMICAS EN CONDUCTOS

El valor calculado para la transmitancia térmica *U* y las temperaturas de entrada y salida de cada tramo de conducto (*te* y *ts*) permiten conocer las pérdidas térmicas globales por medio de la siguiente ecuación:

$$P_e = \frac{U \cdot P \cdot L}{1.000}\left(\frac{te+ti}{2} - ta\right)$$

### 5.1.3. CÁLCULOS ACÚSTICOS

RUIDO GENERADO EN EL VENTILADOR

La potencia acústica de emisión generada en los ventiladores se obtiene a partir de los datos de ensayo del fabricante, o en caso de que estos no estén disponibles, se estiman mediante la fórmula empírica siguiente:

$$Lw = 10 \bullet Log\ Q + 20 \bullet Log\ Pst + 40$$

- *Siendo:*
- *Lw = Nivel de potencia acústica, en dB*
- *Q = Caudal de aire, en $m^3/s$*
- *Pst = Presión estática en Pa*

Dependiendo del tipo de ventilador, axial o centrífugo, se aplican los siguientes factores correctores para obtener la potencia acústica por bandas de octava:

| Tipo | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz |
|---|---|---|---|---|---|
| Axial | -5 | -6 | -7 | -8 | -10 |
| Centrífugo | -7 | -12 | -17 | -22 | -27 |

ATENUACIÓN EN LOS CONDUCTOS

La atenuación de los conductos (también denominada pérdida por inserción) se evalúa mediante la fórmula siguiente:

$$\Delta L = 1{,}05 \bullet L \bullet (P/S) \bullet \alpha^{1,4}$$

- *Siendo:*
- *$\Delta L$ = Atenuación acústica, en dB*
- *L = Longitud del conducto, en m*
- *P = Perímetro de la sección del conducto, en m*
- *S = Área de la sección del conducto, en $m^2$*
- *$\alpha$ = Coeficiente de absorción acústica del material de las paredes del conducto*

También se producen atenuaciones acústicas en las singularidades de la red:

**Bifurcaciones:**

$$\Delta L = 10 \bullet Log(F/F1)$$ (DTIE 2.03 ATECYR)

Dónde *F* es el área total de bifurcaciones y *F1* es la sección de la derivación.

**Ensanches:**

$$\Delta L = 10 \bullet Log(m+1)^2/(4 \bullet m)$$ (DTIE 2.03 ATECYR)

Dónde *m* es la relación de áreas de entrada y salida.

**Codos:**

Atenuaciones entre 1 y 3 dB dependiendo de la frecuencia y de las dimensiones del codo. Valores tomados de ábacos obtenidos de forma experimental (Acústica en instalaciones de climatización TROX).

ELEMENTOS AUXILIARES

Todos los elementos auxiliares de la instalación (compuertas, filtros, obstáculos, etc.) provocan ruido regenerado cuando la corriente de aire los atraviesa.

Algunos además tienen la capacidad de reducir los niveles sonoros, como ocurre con los silenciadores, que aumentan la capacidad de atenuación mediante el uso de materiales absorbentes.

Para tener en cuenta estos efectos se recurre a los datos de ensayo aportados por los fabricantes.

UNIDADES TERMINALES

La potencia acústica emitida por las bocas de salida/entrada de aire se obtiene de los catálogos de sus fabricantes en función del tamaño, velocidad del aire y tipo constructivo.

$$Lwi = Lw_R \bullet Q / Q_R$$

Dónde *Lwi* es el nivel de ruido resultante en dB, $Lw_R$ es el nivel de ruido para el caudal de referencia $Q_R$ y $Q$ es el caudal nominal.

También se tiene en cuenta la atenuación acústica debida a los fenómenos de reflexión de la onda en las bocas de impulsión.

NIVEL SONORO TOTAL LOS LOCALES

El nivel sonoro resultante en un espacio se calcula a partir de los niveles sonoros individuales de cada una de las fuentes situadas en su interior, según la ecuación siguiente:

$$L_{Total} = 10 \cdot Log \sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{Lwi}{10}}$$

Dónde n es el número total de fuentes sonoras y los niveles Li son los debidos a cada una de las fuentes, expresados en dB. Se calcula un valor de LTotal para cada banda de octava (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz y 2000 Hz).

El nivel de presión acústica en cualquier punto del local receptor puede estimarse como superposición de los campos directos y reverberados, mediante las ecuaciones:

Campo acústico directo (dB):

$$Lp,d = LTotal + 10\ Log\ (q) - 20\ Log(d) - 11$$

Campo acústico reverberado (dB):

$$Lp,r = LTotal + 10\ Log(Tr) - 10\ Log(V) + 14$$

Campo acústico total (dB):

$$Lp,tot = 10\ Log\ (\ 10\ Lp,d / 10 + 10\ Lp,r / 10\ )$$

- *Siendo:*

- *q = Directividad de las bocas (semiesférica = 4)*
- *d = Distancia del receptor a la rejilla en m (se considera 1m)*
- *V = Volumen del local, en $m^3$*
- *Tr = Tiempo de reverberación del local, en s*

El tiempo de reverberación del local se determina por medio de la ecuación:

$$Tr = 0,16 \bullet V/A$$

Siendo *A* la superficie de absorción en $m^2$, que por simplicidad se considera igual a la superficie del techo.

Una vez efectuado el cálculo en bandas de octava se efectúa el cálculo del valor global correspondiente utilizando la ponderación A, para verificar el grado de confort o la conformidad con la reglamentación.

| Banda octava | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz |
|---|---|---|---|---|---|
| Panderación base A | -16 | -9 | -3 | 0 | +1 |

# 5.2. ANEXO 2: DETALLES DEL CÁLCULO

## 5.2.1. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN

A continuación se muestran listados con las principales características y resultados del cálculo de los conductos y unidades terminales de cada subsistema.

SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1

| CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Caudal E/S ($m^3$/h) | Velocidad E/S (m/s) | Presión estática (Pa) | Presión total (Pa) | Temperatura aire (°C) |
| IMPULSIÓN | 6.030,0 | 4,19 | 28,25 | 38,81 | 16,0 |
| RETORNO | 6.030,0 | 4,19 | 49,98 | 39,43 | 27,0 |
| TOTAL | 6.030,0 | - | 67,68 | 78,23 | - |

| DETALLE DEL CÁLCULO DE CONDUCTOS DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tramo | Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm) | Área ($m^2$) | Ø eqv. (mm) | Long. (m) | Leqv. (m) | Caudal ($m^3$/h) | Veloc. (m/s) | ΔPs (Pa) | ΔPf (Pa) | ΔPc (Pa) | Pv (Pa) |
| TRAMO 3 [3-4] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 4,88 | 10,88 | 6.030,0 | 4,19 | 4,11 | 1,84 | 5,96 | 5,96 |
| TRAMO 5 [5-6] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 3,19 | 9,79 | 6.030,0 | 4,19 | 4,11 | 1,34 | 5,45 | 11,41 |
| TRAMO 6 [6-7] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 2,10 | 11,09 | 2.010,0 | 3,54 | 5,42 | 1,02 | 6,44 | 17,85 |
| TRAMO 7 [7-8] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,11 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,96 | 1,35 | 19,20 |
| TRAMO 8 [8-9] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,58 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,56 | 0,97 | 20,16 |
| TRAMO 9 [6-10] | 800x350 | 0,28000 | 566 | 3,44 | -0,67 | 4.020,0 | 3,99 | -0,31 | 1,60 | 1,29 | 12,70 |
| TRAMO 10 [10-11] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 2,10 | 10,67 | 2.010,0 | 3,54 | 5,21 | 1,02 | 6,24 | 18,93 |
| TRAMO 11 [11-12] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,11 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,96 | 1,35 | 20,28 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRAMO 12 [12-13] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,58 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,56 | 0,97 | 21,25 |
| TRAMO 14 [14-15] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 5,52 | 5,17 | 2.010,0 | 3,54 | 2,52 | 2,69 | 5,22 | 17,92 |
| TRAMO 15 [15-16] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,05 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,95 | 1,33 | 19,25 |
| TRAMO 16 [16-17] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,63 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,57 | 0,97 | 20,22 |
| TRAMO 20 [21-22] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 8,98 | 24,38 | 6.030,0 | 4,19 | 8,99 | 3,31 | 12,30 | 12,30 |
| TRAMO 21 [22-23] | 1700x250 | 0,42500 | 644 | 2,09 | 0,25 | 6.030,0 | 3,94 | 0,13 | 1,07 | 1,20 | 13,49 |
| TRAMO 22 [23-24] | 1300x250 | 0,32500 | 577 | 3,52 | 8,64 | 4.522,5 | 3,87 | 4,46 | 1,82 | 6,28 | 19,77 |
| TRAMO 23 [24-25] | 950x250 | 0,23750 | 505 | 3,56 | 10,85 | 3.015,0 | 3,53 | 5,09 | 1,67 | 6,75 | 26,53 |
| TRAMO 24 [25-26] | 600x250 | 0,15000 | 413 | 3,18 | 14,97 | 1.507,5 | 2,79 | 5,28 | 1,12 | 6,40 | 32,92 |

| DETALLE DEL CÁLCULO DE UNIDADES TERMINALES DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ref.** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Q Nom. ($m^3/h$)** | **Q real ($m^3/h$)** | **Nivel s. (dBA)** | **S Sal. ($m^2$)** | **V Sal. (m/s)** | **ΔPs (Pa)** | **ΔPb (Pa)** | **ΔPe (Pa)** | **ΔPv (Pa)** |
| BI 1 [7] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 7,68 | 12,19 | 1,09 | 37,72 |
| BI 2 [8] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 3,48 | 12,19 | 3,94 | 34,86 |
| BI 3 [9] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 2,53 | 12,19 | 3,92 | 34,88 |
| BI 4 [11] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 7,68 | 12,19 | 0,00 | 38,81 |
| BI 5 [12] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 3,48 | 12,19 | 2,86 | 35,95 |
| BI 6 [13] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 2,53 | 12,19 | 2,84 | 35,97 |
| BI 7 [15] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 7,68 | 12,19 | 1,02 | 37,79 |
| BI 8 [16] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 3,48 | 12,19 | 3,89 | 34,91 |
| BI 9 [17] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 2,53 | 12,19 | 3,86 | 34,94 |
| BR 10 [23] | 600x600 | 1.507,5 | 1.507,5 | 18 | 0,31200 | 1,44 | -0,73 | 0,73 | 25,93 | 13,49 |
| BR 11 [24] | 600x600 | 1.507,5 | 1.507,5 | 18 | 0,31200 | 1,44 | 0,89 | 0,73 | 18,03 | 21,39 |
| BR 12 [25] | 600x600 | 1.507,5 | 1.507,5 | 18 | 0,31200 | 1,44 | 8,48 | 0,73 | 3,69 | 35,74 |
| BR 13 [26] | 600x600 | 1.507,5 | 1.507,5 | 18 | 0,31200 | 1,44 | 5,77 | 0,73 | 0,00 | 39,43 |

| Abreviaturas | |
|---|---|
| • *Ø eqv.: Diámetro equivalente*<br>• *Long: Longitud del conducto*<br>• *Leqv: Longitud equivalente de las transformaciones*<br>• *Q Nom.: Caudal nominal*<br>• *Q real: Caudal real*<br>• *Nivel s.: Nivel sonoro individual regenerado en la unidad terminal*<br>• *S Sal.: Área efectiva de salida*<br>• *V Sal.: Velocidad de salida* | • *ΔPf: Pérdida de presión por fricción en conductos*<br>• *ΔPs: Pérdida de presión total en la transformación de entrada*<br>• *ΔPc: Pérdida de presión total en el tramo de conducto*<br>• *ΔPb: Pérdida de presión total en la unidad terminal*<br>• *ΔPe: Pérdida de presión total en la compuerta de equilibrado*<br>• *ΔPv: Pérdida de presión total desde el ventilador* |

## 5.2.2. CÁLCULOS DE PÉRDIDAS TÉRMICAS

Las siguientes tablas contienen el detalle del cálculo de pérdidas térmicas en los conductos de cada subsistema.

SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1

| PÉRDIDAS TÉRMICAS. CONDUCTOS DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 |
|---|

| Tramo | Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm) | Veloc. (m/s) | □ aislam. (W/m·°C) | Espesor aislam. (mm) | Situación, instalación y posición | Temperatura fluido ambiente (°C) | Coeficiente transmisión (W/m²·°C) | Longitud del tramo (m) | Pérdida térmicas (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRAMO 1 [1-2] | 400x1000 | 4,19 | 0,0320 | 40,00 | EX/V | 16,0 / 38,9 | 0,7024 | 2,98 | -134,0 |
| TRAMO 2 [2-3] | 1000x400 | 4,19 | 0,0320 | 40,00 | EX/H | 16,1 / 38,9 | 0,7024 | 1,10 | -49,2 |
| TRAMO 3 [3-4] | 1000x400 | 4,19 | 0,0320 | 40,00 | EX/H | 16,1 / 38,9 | 0,7024 | 0,80 | -36,1 |
| TRAMO 4 [4-5] | 1000x400 | 4,19 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,1 / 27,0 | 0,6105 | 1,41 | -26,2 |
| TRAMO 5 [5-6] | 1000x400 | 4,19 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,1 / 27,0 | 0,6105 | 1,78 | -33,1 |
| TRAMO 6 [6-7] | 450x350 | 3,54 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,1 / 27,0 | 0,6065 | 2,10 | -22,1 |
| TRAMO 7 [7-8] | 450x350 | 2,36 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,5994 | 4,11 | -42,5 |
| TRAMO 8 [8-9] | 450x250 | 1,65 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,3 / 27,0 | 0,5951 | 3,58 | -31,8 |
| TRAMO 9 [6-10] | 800x350 | 3,99 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,1 / 27,0 | 0,6093 | 3,44 | -52,2 |
| TRAMO 10 [10-11] | 450x350 | 3,54 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,6065 | 2,10 | -22,0 |
| TRAMO 11 [11-12] | 450x350 | 2,36 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,5994 | 4,11 | -42,3 |
| TRAMO 12 [12-13] | 450x250 | 1,65 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,3 / 27,0 | 0,5951 | 3,58 | -31,7 |
| TRAMO 13 [10-14] | 450x350 | 3,54 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,6065 | 3,42 | -35,8 |
| TRAMO 14 [14-15] | 450x350 | 3,54 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,6065 | 2,10 | -21,9 |
| TRAMO 15 [15-16] | 450x350 | 2,36 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,3 / 27,0 | 0,5994 | 4,05 | -41,5 |
| TRAMO 16 [16-17] | 450x250 | 1,65 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,4 / 27,0 | 0,5951 | 3,63 | -32,0 |

Abreviaturas

- *EX = El conducto discurre por el exterior del edificio*
- *AC = En el interior de locales acondicionados*
- *NA = En el interior de locales no acondicionados*
- *AP = En aparcamientos y patinillos ventilados*
- *FT = En falsos techos y patinillos sin ventilar*
- *E = Conducto empotrado en tabiques y suelos o en canaletas interiores*
- *S = Conducto suspendido mediante soportes no aislados*
- *R = Revestimiento metálico exterior*
- *V = Conducto en posición vertical (más de 60° con la horizontal)*
- *H = Conducto en instalación horizontal*
- *Pérdidas de calor (valores positivos)*
- *Ganancias de calor (valores negativos)*

# *DETALLE DEL CÁLCULO DE CONDUCTOS POR SUBSISTEMA*

| CONDUCTOS DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tramo | Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm) | Área ($m^2$) | Ø eqv. (mm) | Long. (m) | Leqv. (m) | Caudal ($m^3/h$) | Veloc. (m/s) | ΔPs (Pa) | ΔPf (Pa) | ΔPt (Pa) | Pt. Final (Pa) |
| TRAMO 3 [3-4] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 4,88 | 10,88 | 6.030,0 | 4,19 | 4,11 | 1,84 | 5,96 | 5,96 |
| TRAMO 5 [5-6] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 3,19 | 9,79 | 6.030,0 | 4,19 | 4,11 | 1,34 | 5,45 | 11,41 |
| TRAMO 6 [6-7] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 2,10 | 11,09 | 2.010,0 | 3,54 | 5,42 | 1,02 | 6,44 | 17,85 |
| TRAMO 7 [7-8] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,11 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,96 | 1,35 | 19,20 |
| TRAMO 8 [8-9] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,58 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,56 | 0,97 | 20,16 |
| TRAMO 9 [6-10] | 800x350 | 0,28000 | 566 | 3,44 | -0,67 | 4.020,0 | 3,99 | -0,31 | 1,60 | 1,29 | 12,70 |
| TRAMO 10 [10-11] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 2,10 | 10,67 | 2.010,0 | 3,54 | 5,21 | 1,02 | 6,24 | 18,93 |
| TRAMO 11 [11-12] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,11 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,96 | 1,35 | 20,28 |
| TRAMO 12 [12-13] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,58 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,56 | 0,97 | 21,25 |
| TRAMO 14 [14-15] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 5,52 | 5,17 | 2.010,0 | 3,54 | 2,52 | 2,69 | 5,22 | 17,92 |
| TRAMO 15 [15-16] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,05 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,95 | 1,33 | 19,25 |
| TRAMO 16 [16-17] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,63 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,57 | 0,97 | 20,22 |
| TRAMO 20 [21-22] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 8,98 | 24,38 | 6.030,0 | 4,19 | 8,99 | 3,31 | 12,30 | 12,30 |
| TRAMO 21 [22-23] | 1700x250 | 0,42500 | 644 | 2,09 | 0,25 | 6.030,0 | 3,94 | 0,13 | 1,07 | 1,20 | 13,49 |
| TRAMO 22 [23-24] | 1300x250 | 0,32500 | 577 | 3,52 | 8,64 | 4.522,5 | 3,87 | 4,46 | 1,82 | 6,28 | 19,77 |
| TRAMO 23 [24-25] | 950x250 | 0,23750 | 505 | 3,56 | 10,85 | 3.015,0 | 3,53 | 5,09 | 1,67 | 6,75 | 26,53 |
| TRAMO 24 [25-26] | 600x250 | 0,15000 | 413 | 3,18 | 14,97 | 1.507,5 | 2,79 | 5,28 | 1,12 | 6,40 | 32,92 |

Abreviaturas:

- *Ø eqv.: Diámetro equivalente*
- *Long: Longitud del conducto*
- *Leqv: Longitud equivalente de las transformaciones*
- *ΔPs: Pérdida de presión total en la transformación de entrada*
- *ΔPf: Pérdida de presión por fricción*
- *ΔPt: Pérdida de presión total*
- *ΔPt Final: Pérdida de presión total desde el ventilador*

# *DETALLE DEL CÁLCULO DE CONDUCTOS POR SUBSISTEMA*

| CONDUCTOS DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tramo | Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm) | Área ($m^2$) | Ø eqv. (mm) | Long. (m) | Leqv. (m) | Caudal ($m^3/h$) | Veloc. (m/s) | ΔPs (Pa) | ΔPf (Pa) | ΔPt (Pa) | Pt. Final (Pa) |
| TRAMO 1 [1-2] | 400x1000 | 0,40000 | 674 | 2,98 | 0,00 | 6.030,0 | 4,19 | 0,00 | 1,13 | 1,13 | 1,13 |
| TRAMO 2 [2-3] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 1,10 | 7,93 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,41 | 3,41 | 4,54 |
| TRAMO 3 [3-4] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 0,80 | 2,95 | 6.030,0 | 4,19 | 1,12 | 0,30 | 1,42 | 5,96 |
| TRAMO 4 [4-5] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 1,41 | 2,66 | 6.030,0 | 4,19 | 1,12 | 0,59 | 1,71 | 7,66 |
| TRAMO 5 [5-6] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 1,78 | 7,13 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,75 | 3,74 | 11,41 |
| TRAMO 6 [6-7] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 2,10 | 11,09 | 2.010,0 | 3,54 | 5,42 | 1,02 | 6,44 | 17,85 |
| TRAMO 7 [7-8] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,11 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,96 | 1,35 | 19,20 |
| TRAMO 8 [8-9] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,58 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,56 | 0,97 | 20,16 |
| TRAMO 9 [6-10] | 800x350 | 0,28000 | 566 | 3,44 | -0,67 | 4.020,0 | 3,99 | -0,31 | 1,60 | 1,29 | 12,70 |
| TRAMO 10 [10-11] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 2,10 | 10,67 | 2.010,0 | 3,54 | 5,21 | 1,02 | 6,24 | 18,93 |
| TRAMO 11 [11-12] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,11 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,96 | 1,35 | 20,28 |
| TRAMO 12 [12-13] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,58 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,56 | 0,97 | 21,25 |
| TRAMO 13 [10-14] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 3,42 | 1,11 | 2.010,0 | 3,54 | 0,54 | 1,67 | 2,21 | 14,91 |
| TRAMO 14 [14-15] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 2,10 | 4,06 | 2.010,0 | 3,54 | 1,98 | 1,02 | 3,01 | 17,92 |
| TRAMO 15 [15-16] | 450x350 | 0,15750 | 433 | 4,05 | 1,66 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,95 | 1,33 | 19,25 |
| TRAMO 16 [16-17] | 450x250 | 0,11250 | 363 | 3,63 | 2,60 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,57 | 0,97 | 20,22 |
| TRAMO 17 [18-19] | 400x1000 | 0,40000 | 674 | 3,73 | 0,00 | 6.030,0 | 4,19 | 0,00 | 1,37 | 1,37 | 1,37 |
| TRAMO 18 [19-20] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 1,66 | 8,13 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,61 | 3,61 | 4,98 |
| TRAMO 19 [20-21] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 2,02 | 8,13 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,74 | 3,74 | 8,72 |
| TRAMO 20 [21-22] | 1000x400 | 0,40000 | 674 | 1,58 | 8,13 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,58 | 3,58 | 12,30 |
| TRAMO 21 [22-23] | 1700x250 | 0,42500 | 644 | 2,09 | 0,25 | 6.030,0 | 3,94 | 0,13 | 1,07 | 1,20 | 13,49 |
| TRAMO 22 [23-24] | 1300x250 | 0,32500 | 577 | 3,52 | 8,64 | 4.522,5 | 3,87 | 4,46 | 1,82 | 6,28 | 19,77 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRAMO 23 [24-25] | 950x250 | 0,23750 | 505 | 3,56 | 10,85 | 3.015,0 | 3,53 | 5,09 | 1,67 | 6,75 | 26,53 |
| TRAMO 24 [25-26] | 600x250 | 0,15000 | 413 | 3,18 | 14,97 | 1.507,5 | 2,79 | 5,28 | 1,12 | 6,40 | 32,92 |

Abreviaturas:

- *Ø eqv.: Diámetro equivalente*
- *Long: Longitud del conducto*
- *Leqv: Longitud equivalente de las transformaciones*
- *Ps: Pérdida de presión total en la transformación de entrada*
- *Pf: Pérdida de presión por fricción*
- *Pt: Pérdida de presión total*
- *Pt Final: Pérdida de presión total desde el ventilador*

## 5.3. ANEXO 3: RESULTADOS CALCULOS.

DETALLE DEL CÁLCULO DE UNIDADES TERMINALES POR SUBSISTEMA

| UNIDADES TERMINALES DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ref. | Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm) | Q Nom. ($m^3/h$) | Q real ($m^3/h$) | Nivel s. (dBA) | S Sal. ($m^2$) | V Sal. (m/s) | Ps (Pa) | Pb (Pa) | Pe (Pa) | Pv (Pa) |
| BI 1 [7] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 7,68 | 12,19 | 1,09 | 37,72 |
| BI 2 [8] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 3,48 | 12,19 | 3,94 | 34,86 |
| BI 3 [9] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 2,53 | 12,19 | 3,92 | 34,88 |
| BI 4 [11] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 7,68 | 12,19 | 0,00 | 38,81 |
| BI 5 [12] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 3,48 | 12,19 | 2,86 | 35,95 |
| BI 6 [13] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 2,53 | 12,19 | 2,84 | 35,97 |
| BI 7 [15] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 7,68 | 12,19 | 1,02 | 37,79 |
| BI 8 [16] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 3,48 | 12,19 | 3,89 | 34,91 |
| BI 9 [17] | ADLR 6 | 670,0 | 670,0 | 24 | 0,07300 | 2,55 | 2,53 | 12,19 | 3,86 | 34,94 |
| BR 10 [23] | 600x600 | 1.507,5 | 1.507,5 | 18 | 0,31200 | 1,44 | -0,73 | 0,73 | 25,93 | 13,49 |
| BR 11 [24] | 600x600 | 1.507,5 | 1.507,5 | 18 | 0,31200 | 1,44 | 0,89 | 0,73 | 18,03 | 21,39 |
| BR 12 [25] | 600x600 | 1.507,5 | 1.507,5 | 18 | 0,31200 | 1,44 | 8,48 | 0,73 | 3,69 | 35,74 |
| BR 13 [26] | 600x600 | 1.507,5 | 1.507,5 | 18 | 0,31200 | 1,44 | 5,77 | 0,73 | 0,00 | 39,43 |

Abreviaturas:

- *Q Nom.: Caudal nominal*
- *Q real: Caudal real*
- *Nivel s.: Nivel sonoro individual regenerado en la unidad terminal*
- *S Sal.: Área efectiva de salida*
- *V Sal.: Velocidad de salida*
- *Ps: Pérdida de presión total en la transformación de entrada*
- *Pb: Pérdida de presión total en la boca*
- *Pe: Pérdida de presión total en la compuerta de equilibrado*
- *Pv: Pérdida de presión total desde el ventilador*

CARACTERISTICAS DE LOS VENTILADORES

| CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Caudal E/S ($m^3/h$) | Velocidad E/S (m/s) | Presión estática (Pa) | Presión total (Pa) | Temperatura aire (°C) |
| IMPULSIÓN | 6.030,0 | 4,19 | 28,25 | 38,81 | 16,0 |
| RETORNO | 6.030,0 | 4,19 | 49,98 | 39,43 | 27,0 |
| TOTAL | 6.030,0 | - | 67,68 | 78,23 | - |

DETALLE DE LOS COEFICIENTES DE PÉRDIDAS

| ELEMENTOS DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 ACCESORIO ENTRADA | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Referencia | Área ($m^2$) | Caudal ($m^3/h$) | Veloc. (m/s) | ΔPs (Pa) | Co transf. entrada | Tipo accesorio entrada | Código accesorio entrada |
| BI 1 [7] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 7,68 | 6,43009 | Salida lateral intermedia | DTIE-40 |
| TRAMO 1 [1-2] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 0,00 | 0,00000 | Reducción rectangular | DTIE-58 |
| BI 2 [8] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 3,48 | 2,90940 | Salida lateral intermedia | DTIE-40 |
| TRAMO 2 [2-3] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,25800 | Codo rectangular | DITE-32,33,34 |
| BI 3 [9] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 2,53 | 2,11737 | Salida lateral extrema | DTIE-3,4 |
| BI 4 [11] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 7,68 | 6,43009 | Salida lateral intermedia | DTIE-40 |
| TRAMO 3 [3-4] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 1,12 | 0,09617 | Codo rectangular | DITE-32,33,34 |
| TRAMO 4 [4-5] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 1,12 | 0,09617 | Codo rectangular | DITE-32,33,34 |
| BI 5 [12] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 3,48 | 2,90940 | Salida lateral intermedia | DTIE-40 |
| TRAMO 5 [5-6] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,25800 | Codo rectangular | DITE-32,33,34 |
| BI 6 [13] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 2,53 | 2,11737 | Salida lateral extrema | DTIE-3,4 |
| BI 7 [15] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 7,68 | 6,43009 | Salida lateral intermedia | DTIE-40 |
| TRAMO 6 [6-7] | 0,15750 | 2.010,0 | 3,54 | 5,42 | 0,65118 | Derivación rectangular-rectangular | DTIE-46 |
| TRAMO 7 [7-8] | 0,15750 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,10500 | Salida lateral intermedia | DTIE-41 |
| BI 8 [16] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 3,48 | 2,90940 | Salida lateral intermedia | DTIE-40 |
| TRAMO 8 [8-9] | 0,11250 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,22449 | Salida lateral intermedia | DTIE-41+58 |
| BI 9 [17] | 0,13854 | 670,0 | 1,34 | 2,53 | 2,11737 | Salida lateral extrema | DTIE-3,4 |
| BR 10 [23] | 0,36000 | 1.507,5 | 1,16 | -0,73 | -0,81672 | Salida lateral intermedia | DTIE-42 |
| TRAMO 9 [6-10] | 0,28000 | 4.020,0 | 3,99 | -0,31 | -0,02972 | Derivación rectangular-rectangular | DTIE-47 |
| TRAMO 10 [10-11] | 0,15750 | 2.010,0 | 3,54 | 5,21 | 0,62648 | Derivación rectangular-rectangular | DTIE-46 |
| BR 11 [24] | 0,36000 | 1.507,5 | 1,16 | 0,89 | 0,99386 | Salida lateral intermedia | DTIE-42 |
| TRAMO 11 [11-12] | 0,15750 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,10500 | Salida lateral intermedia | DTIE-41 |
| BR 12 [25] | 0,36000 | 1.507,5 | 1,16 | 8,48 | 9,46619 | Salida lateral intermedia | DTIE-42 |
| TRAMO 12 [12-13] | 0,11250 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,22449 | Salida lateral intermedia | DTIE-41+58 |
| BR 13 [26] | 0,36000 | 1.507,5 | 1,16 | 5,77 | 6,44333 | Salida lateral extrema | DTIE-29,30 |
| TRAMO 13 [10-14] | 0,15750 | 2.010,0 | 3,54 | 0,54 | 0,06486 | Derivación rectangular-rectangular | DTIE-47 |
| TRAMO 14 [14-15] | 0,15750 | 2.010,0 | 3,54 | 1,98 | 0,23855 | Codo rectangular | DITE-32,33,34 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRAMO 15 [15-16] | 0,15750 | 1.340,0 | 2,36 | 0,39 | 0,10500 | Salida lateral intermedia | DTIE-41 |
| TRAMO 16 [16-17] | 0,11250 | 670,0 | 1,65 | 0,41 | 0,22449 | Salida lateral intermedia | DTIE-41+58 |
| TRAMO 17 [18-19] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 0,00 | 0,00000 | Reducción rectangular | DTIE-58 |
| TRAMO 18 [19-20] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,25800 | Codo rectangular | DITE-32,33,34 |
| TRAMO 19 [20-21] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,25800 | Codo rectangular | DITE-32,33,34 |
| TRAMO 20 [21-22] | 0,40000 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,25800 | Codo rectangular | DITE-32,33,34 |
| TRAMO 21 [22-23] | 0,42500 | 6.030,0 | 3,94 | 0,13 | 0,01250 | Reducción rectangular | DTIE-58 |
| TRAMO 22 [23-24] | 0,32500 | 4.522,5 | 3,87 | 4,46 | 0,45081 | Salida lateral intermedia | DTIE-43+58 |
| TRAMO 23 [24-25] | 0,23750 | 3.015,0 | 3,53 | 5,09 | 0,61786 | Salida lateral intermedia | DTIE-43+58 |
| TRAMO 24 [25-26] | 0,15000 | 1.507,5 | 2,79 | 5,28 | 1,02249 | Salida lateral intermedia | DTIE-43+58 |

## Abreviaturas y nomenclatura:

- *Veloc.: Velocidad en la transformación de entrada*
- *Ps: Pérdida de presión total en la transformación de entrada*
- *DTIE: Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación 5.01, Cálculo de Conductos ATECYR (Nº tabla)*
- *Duct Fitting Database 5.0.10, ASHRAE (Código de accesorio)*
- *S: Impulsión, E: Retorno, C: Común*
- *R: Sección rectangular, D: Sección circular*
- *1: Entradas, 2: Salidas, 3: Codos, 4: Transiciones, 5: Derivaciones, 6: Obstrucciones, 7: Interacciones ventilador, 8: Equipos, 9:Compuertas, 10: Campanas*
- *Cb: Ramal principal, Cs: Ramal secundario*

## DETALLE DEL CÁLCULO DE PÉRDIDAS TÉRMICAS EN CONDUCTOS POR SUBSISTEMA

| PÉRDIDAS TÉRMICAS. CONDUCTOS DEL SUBSISTEMA VENTILADOR 1-1 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tramo** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Velocidad (m/s)** | **aislamiento (W/m·°C)** | **Espesor aislamiento (mm)** | **Situación, instalación y posición** | **Temperatura fluido/ambiente (°C)** | **Coeficiente transmisión ($W/m^2 \cdot °C$)** | **Longitud del tramo (m)** | **Pérdida térmicas (W)** |
| TRAMO 1 [1-2] | 400x1000 | 4,19 | 0,0320 | 40,00 | EX/V | 16,0 / 38,9 | 0,7024 | 2,98 | -134,0 |
| TRAMO 2 [2-3] | 1000x400 | 4,19 | 0,0320 | 40,00 | EX/H | 16,1 / 38,9 | 0,7024 | 1,10 | -49,2 |
| TRAMO 3 [3-4] | 1000x400 | 4,19 | 0,0320 | 40,00 | EX/H | 16,1 / 38,9 | 0,7024 | 0,80 | -36,1 |
| TRAMO 4 [4-5] | 1000x400 | 4,19 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,1 / 27,0 | 0,6105 | 1,41 | -26,2 |
| TRAMO 5 [5-6] | 1000x400 | 4,19 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,1 / 27,0 | 0,6105 | 1,78 | -33,1 |
| TRAMO 6 [6-7] | 450x350 | 3,54 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,1 / 27,0 | 0,6065 | 2,10 | -22,1 |
| TRAMO 7 [7-8] | 450x350 | 2,36 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,5994 | 4,11 | -42,5 |
| TRAMO 8 [8-9] | 450x250 | 1,65 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,3 / 27,0 | 0,5951 | 3,58 | -31,8 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRAMO 9 [6-10] | 800x350 | 3,99 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,1 / 27,0 | 0,6093 | 3,44 | -52,2 |
| TRAMO 10 [10-11] | 450x350 | 3,54 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,6065 | 2,10 | -22,0 |
| TRAMO 11 [11-12] | 450x350 | 2,36 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,5994 | 4,11 | -42,3 |
| TRAMO 12 [12-13] | 450x250 | 1,65 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,3 / 27,0 | 0,5951 | 3,58 | -31,7 |
| TRAMO 13 [10-14] | 450x350 | 3,54 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,6065 | 3,42 | -35,8 |
| TRAMO 14 [14-15] | 450x350 | 3,54 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,2 / 27,0 | 0,6065 | 2,10 | -21,9 |
| TRAMO 15 [15-16] | 450x350 | 2,36 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,3 / 27,0 | 0,5994 | 4,05 | -41,5 |
| TRAMO 16 [16-17] | 450x250 | 1,65 | 0,0320 | 24,00 | FT/H | 16,4 / 27,0 | 0,5951 | 3,63 | -32,0 |

## Abreviaturas:

- *EX = El conducto discurre por el exterior del edificio*
- *AC = En el interior de locales acondicionados*
- *NA = En el interior de locales no acondicionados*
- *AP = En aparcamientos y patinillos ventilados*
- *FT = En falsos techos y patinillos sin ventilar*
- *E = Conducto empotrado en tabiques y suelos o en canaletas interiores*
- *S = Conducto suspendido mediante soportes no aislados*
- *R = Revestimiento metálico exterior*
- *C = Tramos de conexión a la red general de longitud inferior a 5 m.*
- *V = Conducto en posición vertical (más de 60° con la horizontal)*
- *H = Conducto en instalación horizontal*

## Notas:

- *Pérdidas de calor (valores positivos)*
- *Ganancias de calor (valores negativos)*
- *Cálculos según Norma 90 A de ANSI/ASHRAE/IES*

## CAMINO CRÍTICO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO VENTILADOR 1-1 IMPULSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área ($m^2$)** | **Long. (m)** | **Caudal ($m^3/h$)** | **Veloc. (m/s)** | **ΔPs (Pa)** | **ΔPe (Pa)** | **ΔPt (Pa)** |
| TRAMO 1 [1-2] | 400x1000 | 0,40000 | 2,98 | 6.030,0 | 4,19 | 0,00 | 1,13 | 1,13 |
| TRAMO 2 [2-3] | 1000x400 | 0,40000 | 1,10 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,41 | 3,41 |
| TRAMO 3 [3-4] | 1000x400 | 0,40000 | 0,80 | 6.030,0 | 4,19 | 1,12 | 0,30 | 1,42 |
| TRAMO 4 [4-5] | 1000x400 | 0,40000 | 1,41 | 6.030,0 | 4,19 | 1,12 | 0,59 | 1,71 |
| TRAMO 5 [5-6] | 1000x400 | 0,40000 | 1,78 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,75 | 3,74 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TRAMO 9 [6-10] | 800x350 | 0,28000 | 3,44 | 4.020,0 | 3,99 | -0,31 | 1,60 | 1,29 |
| TRAMO 10 [10-11] | 450x350 | 0,15750 | 2,10 | 2.010,0 | 3,54 | 5,21 | 1,02 | 6,24 |
| BI 4 [11] | ADLR 6 | 0,07300 | - | 670,0 | 2,55 | 7,68 | 12,19 | 19,87 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 38,81 |

| CAMINO CRÍTICO DEL CIRCUITO VENTILADOR 1-1 RETORNO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Referencia** | **Dimensiones (Horz.xVert.) ó Ø (mm)** | **Área ($m^2$)** | **Long. (m)** | **Caudal ($m^3/h$)** | **Veloc. (m/s)** | **Ps (Pa)** | **Pe (Pa)** | **Pt (Pa)** |
| TRAMO 17 [18-19] | 400x1000 | 0,40000 | 3,73 | 6.030,0 | 4,19 | 0,00 | 1,37 | 1,37 |
| TRAMO 18 [19-20] | 1000x400 | 0,40000 | 1,66 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,61 | 3,61 |
| TRAMO 19 [20-21] | 1000x400 | 0,40000 | 2,02 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,74 | 3,74 |
| TRAMO 20 [21-22] | 1000x400 | 0,40000 | 1,58 | 6.030,0 | 4,19 | 3,00 | 0,58 | 3,58 |
| TRAMO 21 [22-23] | 1700x250 | 0,42500 | 2,09 | 6.030,0 | 3,94 | 0,13 | 1,07 | 1,20 |
| TRAMO 22 [23-24] | 1300x250 | 0,32500 | 3,52 | 4.522,5 | 3,87 | 4,46 | 1,82 | 6,28 |
| TRAMO 23 [24-25] | 950x250 | 0,23750 | 3,56 | 3.015,0 | 3,53 | 5,09 | 1,67 | 6,75 |
| TRAMO 24 [25-26] | 600x250 | 0,15000 | 3,18 | 1.507,5 | 2,79 | 5,28 | 1,12 | 6,40 |
| BR 13 [26] | 600x600 | 0,31200 | - | 1.507,5 | 1,44 | 5,77 | 0,73 | 6,50 |
| TOTAL ACUMULADA | - | - | - | - | - | - | - | 39,43 |

Abreviaturas:

- *Long: Longitud del conducto*
- *Ps: Pérdida de presión en la transformación de entrada*
- *Pe: Pérdida de presión en el elemento*
- *Pt: Pérdida de presión total*

## 6. CONCLUSIONES

En el presente documento se han descrito y justificado las instalaciones de climatización previstas en el Proyecto de Remodelación de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cádiz, en base a las prescripciones e indicaciones de la propia Universidad y de los arquitectos redactores del proyecto.

En Cádiz, a febrero de 2016.