

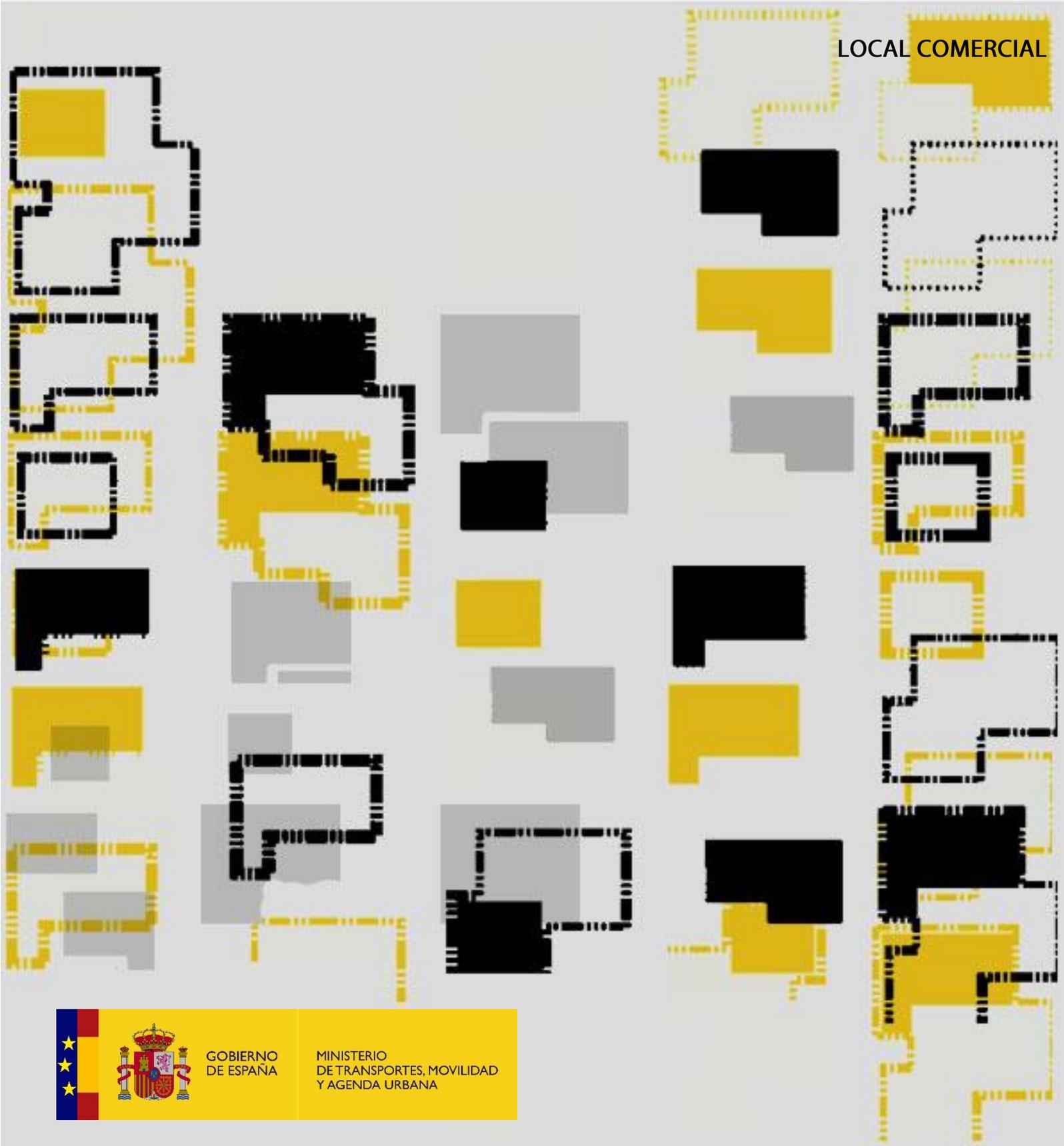
CTE

CÓDIGO TÉCNICO  
DE LA EDIFICACIÓN

# Guía de aplicación DB HE 2019

# EJEMPLOS (IV)

LOCAL COMERCIAL



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD  
Y AGENDA URBANA

Este documento recoge el cuarto ejemplo práctico de una serie que muestra la aplicación del DBHE con el orden lógico que requiere la elaboración de un proyecto de edificación, presentando las casuísticas más habituales y barriendo distintos usos edificatorios. Se ha realizado bajo la supervisión de la Dirección General de Agenda Urbana y Arquitectura del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

**Dirección y coordinación:**

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana:

Isabel Marcos Anasagasti  
Raúl Valiño López  
Ainhoa Díez de Pablo

Instituto de Ciencias de la Construcción  
Eduardo Torroja  
Rafael Villar Burke  
Marta Sorribes Gil  
Daniel Jiménez González

Manuel Rodríguez Pérez - Doctor arquitecto,  
profesor del departamento de construcción de  
la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de  
Madrid (UPM)

**Autores:**

Manuel Rodríguez Pérez - Doctor arquitecto,  
profesor del departamento de construcción de  
la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de  
Madrid (UPM)

Violeta Rodríguez González - Arquitecta  
Rafael Villar Burke  
Marta Sorribes Gil  
Daniel Jiménez González

**Ilustración:**

Violeta Rodríguez González - Arquitecta

Manuel Rodríguez Pérez - Doctor arquitecto,  
profesor del departamento de construcción de  
la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de  
Madrid (UPM)

Catálogo de publicaciones de la  
Administración General del Estado:  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Centro virtual de publicaciones del  
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda  
Urbana:  
[www.mitma.gob.es](http://www.mitma.gob.es)

**Edita:**

Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda  
Urbana ©

NIPO: 796-23-075-2

**Entidad colaboradora:**

Este texto se ha elaborado con la participación  
del CSCAE – Consejo Superior de los Colegios  
de Arquitectos de España



**CSCAE**  
Consejo Superior de los  
Colegios de Arquitectos de España

Está permitida la reproducción, parcial o total,  
del presente documento, siempre que esté  
destinado al ejercicio profesional del personal  
técnico del sector. Por el contrario, debe contar  
con aprobación por escrito cuando esté  
destinado a fines editoriales en cualquier  
soporte impreso o electrónico.

noviembre 2023

**F3**

**LOCAL EN BAJO  
COMERCIAL**



## ÍNDICE

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| SECCIÓN 1: DESCRIPCIÓN DEL EJEMPLO. TOMA DE DATOS.....                                                      | 5   |
| <b>A. DATOS GENERALES Y PROGRAMA FUNCIONAL</b> .....                                                        | 8   |
| 1. Información general .....                                                                                | 8   |
| 2. Programa funcional .....                                                                                 | 10  |
| <b>B. ARQUITECTURA Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA</b> .....                                                        | 14  |
| 1. Planos: Situación y orientación. Plantas. Secciones. Alzados .....                                       | 14  |
| 2. Imagen. Volumetría .....                                                                                 | 17  |
| <b>C. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA</b> .....                                                                     | 18  |
| 1. Composición de los cerramientos. Opacos y huecos.....                                                    | 18  |
| 2. Modelo de puentes térmicos empleados según catálogo DA DB-HE / 3.....                                    | 31  |
| <b>D. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO Y PREPARACIÓN DE ACS</b> .....                                          | 34  |
| 1. Ventilación mecánica con recuperador de calor .....                                                      | 36  |
| 2. Acondicionamiento de invierno y verano .....                                                             | 41  |
| 3. Producción de ACS.....                                                                                   | 46  |
| 4. Producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos .....                                     | 49  |
| 5. Instalación de iluminación en edificio terciario .....                                                   | 50  |
| SECCIÓN 2. CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS .....                                                             | 52  |
| <b>HE1.CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA</b> .....                                       | 52  |
| 1. Preparación de datos previos a la comprobación.....                                                      | 56  |
| 2. Condiciones de la envolvente térmica .....                                                               | 63  |
| 3. Limitación de descompensaciones .....                                                                    | 78  |
| 4. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica .....                                              | 79  |
| <b>HE2. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS</b> .....                                                 | 80  |
| <b>HE3.CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN</b> .....                                            | 82  |
| 1. Preparación de datos para la comprobación de la exigencia.....                                           | 83  |
| 2. Justificación del cumplimiento .....                                                                     | 86  |
| <b>HE4.CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA</b> ..... | 91  |
| 1. Preparación de datos previos a la comprobación.....                                                      | 91  |
| 2. Contribución renovable mínima en demanda de ACS y/o climatización de piscina.....                        | 93  |
| <b>HE5.GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES</b> .....                    | 100 |
| <b>HE6. DOTACIONES MÍNIMAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS</b> .....             | 101 |
| <b>HE0.LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO</b> .....                                                          | 102 |
| 1. Preparación de datos previos a la comprobación.....                                                      | 102 |
| 2. Consumo de energía primaria no renovable .....                                                           | 107 |
| 3. Consumo de energía primaria total.....                                                                   | 107 |
| 4. Horas fuera de consigna.....                                                                             | 107 |
| 5. Resultados .....                                                                                         | 108 |
| <b>RESUMEN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS INDICADORES DE CADA SECCIÓN</b> .....                                    | 110 |
| 1. Tablas resumen de todos los requisitos. Comentarios .....                                                | 110 |
| SECCIÓN 3. AYUDAS.....                                                                                      | 112 |
| <b>1. INDICACIONES PARA EL LEVANTAMIENTO EN HULC</b> .....                                                  | 112 |
| 1. Datos generales, administrativos y previos .....                                                         | 112 |
| 2. Base de datos .....                                                                                      | 113 |
| 3. Construcción del modelo.....                                                                             | 115 |
| 4. Incorporación de sistemas.....                                                                           | 135 |
| 5. Comentarios sobre la simulación.....                                                                     | 141 |
| <b>2. CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA. CFI</b> .....                                                      | 142 |
| 1. Definiciones.....                                                                                        | 142 |
| 2. Datos y cálculos para el uso principal de gimnasio .....                                                 | 143 |
| 3. Datos y cálculos para el uso principal de tienda de prendas de vestir .....                              | 163 |
| <b>3. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEL LOCAL EN INVIERNO Y VERANO</b> .....                                  | 175 |
| 1. Conceptos previos .....                                                                                  | 175 |
| 2. Cálculo de las cargas térmicas de invierno .....                                                         | 177 |
| 3. Cálculo de las cargas térmicas de verano.....                                                            | 187 |
| 4. Determinación de los caudales necesarios .....                                                           | 197 |

## DESCRIP

## SECCIÓN 1: DESCRIPCIÓN DEL EJEMPLO. TOMA DE DATOS.

**A** Datos generales y programa funcional

**B** Arquitectura: Definición geométrica

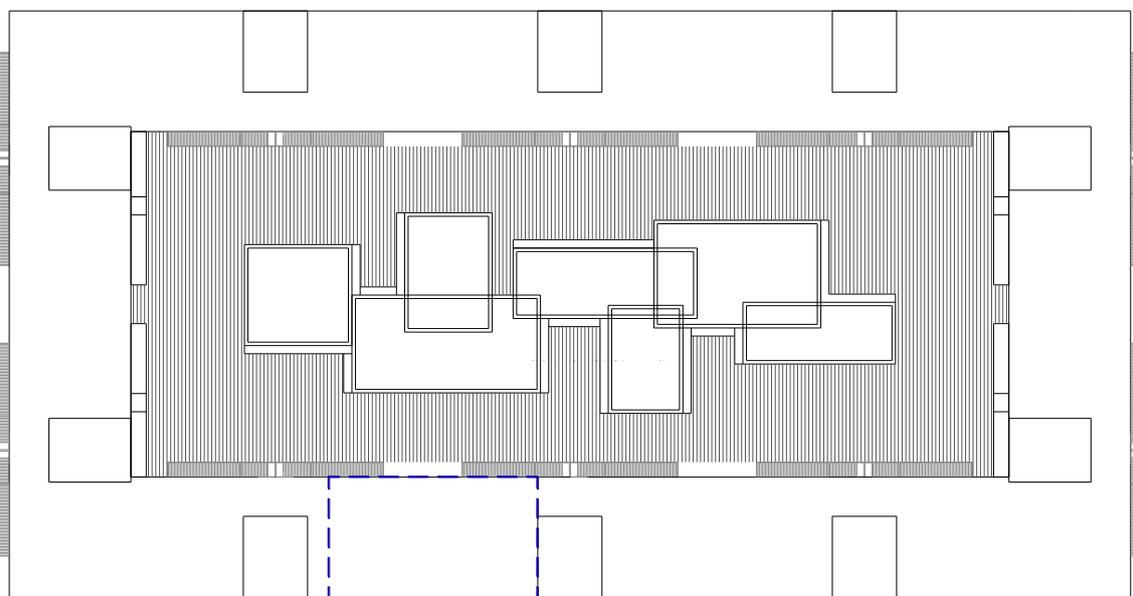
**C** Definición constructiva

**D** Sistemas de acondicionamiento y ACS

**E** Indicaciones para el levantamiento en HULC

El modelo que se desarrolla en esta entrega de la *Guía de ejemplos aplicación* recoge el caso típico de local comercial situado en la planta baja de un edificio residencial. En este supuesto, el edificio que aloja dicho local comercial será el conjunto analizado en la ficha anterior, *Ficha 2 Vivienda colectiva en altura*, y que componía una estructura en manzana cerrada con patio interior. El edificio en el que se sitúa el local comercial elegido para el ejemplo es el que define el lado largo, brazo sur de la manzana.

El local consta de dos plantas, una en la planta baja, con acceso directo a la calle y un sótano en la planta -1 del conjunto, en la misma que se localizan los trasteros, cuartos técnicos y garaje aparcamiento del edificio. Ambas plantas están conectadas por una escalera interior y exclusiva del local.



*Planta (orientada) en la que se señala la posición del local comercial dentro del conjunto de la manzana*

El local presenta, en planta baja, fachada principal orientada a sur, a oeste y este, su cerramiento es medianero con la zona de portales de los dos núcleos del edificio. A norte su fachada se vuelca al patio de manzana del conjunto. El sótano linda a sur con el terreno, a oeste con zonas comunes del núcleo de comunicaciones, al este con trasteros y al norte con plazas de aparcamiento del garaje. Respecto a las divisiones horizontales, el techo de planta baja es medianero con el uso vivienda del resto del edificio

y su suelo lo separa, en media planta, de la parte inferior del mismo local y la otra media planta del uso garaje. En planta sótano todo el suelo del local se encuentra totalmente en contacto con el terreno.



*Volumetría del conjunto de la manzana en la que se señala el edificio que aloja el local*

Las características formales, constructivas y sistemas de acondicionamiento del local se describen más adelante. El Uso previsto es el de gimnasio abierto al público en general. Todos los aspectos funcionales de los espacios necesarios para desarrollar esta actividad también se describen más adelante en el texto, caracterizando de manera detallada su perfil de uso.

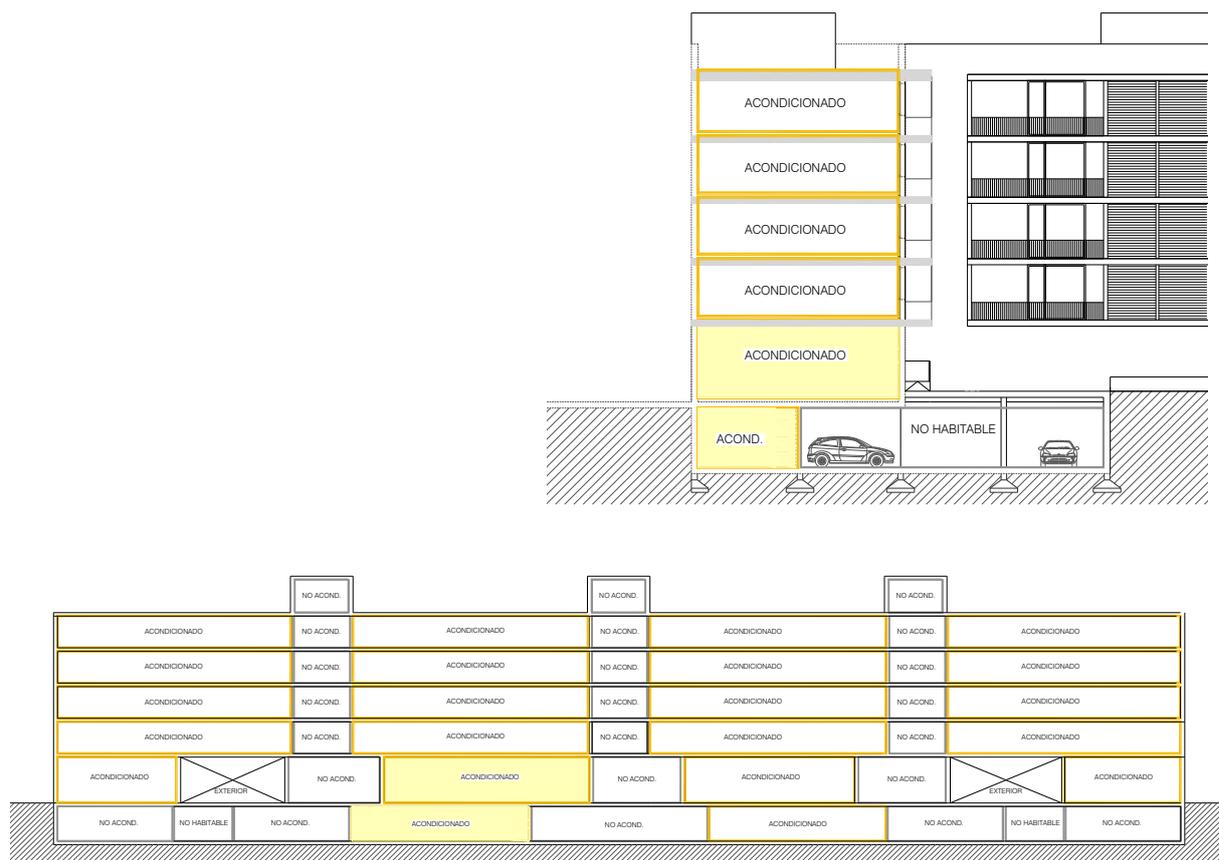
En cuanto a la geometría y composición espacial del conjunto del edificio ya se ha descrito de manera exhaustiva en la ficha anterior *Ejemplo 2 Vivienda colectiva en bloque*. En todo caso, se han introducido pequeñas modificaciones que afectan exclusivamente a la geometría original del local, en particular a su altura libre de planta sótano, con el fin de mejorar sus condiciones de habitabilidad para el uso final que se va a desarrollar de gimnasio. Este sótano estaba previsto, en principio, como uso exclusivo de almacén o similar, pero se ha decidido extender el posible uso comercial a esta planta ampliando y enriqueciendo así las variantes y condiciones de uso que se van a estudiar como ejemplo. Es por esto, por lo que le dotaremos de mayor altura libre al sótano del local. Este cambio tampoco interfiere con el resto de la planta puesto que no existe conexión directa entre el sótano comercial y el resto de esa planta.

El objetivo de este *Ejemplo 3 local en bajo comercial* es, como siempre, el estudio del cumplimiento de los diferentes indicadores, condiciones, valores límite y procedimientos en cada una de las exigencias, partiendo de la configuración teórica que se establece para este proyecto. En algunos apartados se hará referencia al estudio de variantes y alternativas posibles que se han desarrollado en profundidad en los tres ejemplos anteriores: *“Ejemplo 0, Vivienda Unifamiliar Mínima”, “Ejemplo 1, vivienda unifamiliar adosada”* y *Ejemplo 2 Vivienda colectiva en altura*.

Al igual que en los ejemplos anteriores, el modelo de estudio de este caso de local comercial, como parte de un edificio de uso principal residencial privado, ha sido reproducido en la HERRAMIENTA

UNIFICADA LIDER CALENER (HULC<sup>1</sup>) y nos servimos de los resultados obtenidos en diferentes apartados de esta ficha. La versión utilizada de la Herramienta Unificada para verificación del DB-HE 2019 es la 2.0. 2412.1173 de 11 de mayo de 2023.

La aplicación normativa y la justificación del cumplimiento de cada sección se ha hecho recogiendo las modificaciones del CTE DB HE Ahorro de energía, publicadas el 14 de junio de 2022, así como la actualización de la Guía de aplicación del DBHE 2019 de junio de 2022.



*Esquemas en sección (sección transversal y longitudinal) en los que se indica el tipo de espacios que componen el edificio. Las zonas comunes del uso residencial que envuelven al local se han definido como espacios NO ACONDICIONADOS.*

<sup>1</sup> En el capítulo de Ayudas de este documento, figura un apartado completo de recomendaciones y criterios generales de aplicación para el levantamiento del modelo en la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER (HULC)

## DAT

## A. DATOS GENERALES Y PROGRAMA FUNCIONAL

1. Información general
2. Programa funcional

A continuación, se detallan los datos de contorno necesarios para realizar la comprobación del cumplimiento de las diferentes exigencias de cada sección. También son los que se han utilizado para levantar el modelo del edificio en la Herramienta Unificada Lider-Calener (HULC).

INFO  
GENERAL

1. Información general

En el siguiente cuadro se especifican los datos referidos a su ubicación, tipo de proyecto, alcance de la intervención, etc.

|                                                                           |                                                |                                             |                           |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|
| 1. Tipo de proyecto o intervención<br><i>HE 1. 1 ámbito de aplicación</i> | Cambio de uso                                  | 2. Uso                                      | Local comercial. Gimnasio |
| 3. Localidad                                                              | Murcia                                         | 4. Altitud de proyecto (msnm)               | 40                        |
| 1. Tipo de edificio                                                       | Bajo comercial en edificio residencial privado | 5. Zona climática<br><i>Tabla a-Anejo B</i> | B3                        |

En cuanto al “tipo de proyecto” que condicionará el alcance del cumplimiento de cada exigencia, se ha considerado que se trata de un “cambio de uso”. En la versión del CTE DB HE que incluye los comentarios del MITMA, versión del 14 de junio de 2022, se incluye la siguiente aclaración:

*El acondicionamiento de locales sin uso previamente definido, en los que no se aumenta el volumen o la superficie construida, se considera un cambio de uso.*

En efecto, lo normal en estos casos, suele ser que, incluso tratándose de un edificio nuevo, no se produzca un “acabado” completo del local ya que no suele existir un uso definido. Una vez se ocupe el local y se conozca la actividad concreta que se va a desarrollar, se producirá su acondicionamiento completo de acuerdo con la actividad que se va a llevar a cabo. A lo largo de la vida útil del local se pueden producir diferentes reformas para la adaptación y acondicionado a una nueva actividad, y habrá que valorar en cada caso de qué tipo de actuación se trata. Lo más habitual serán sucesivas reformas de adaptación sin la consideración de “cambio de uso”. El cambio de uso también se puede producir, por ejemplo, en la transformación de un bajo comercial que se reconvierte en vivienda, caso específicamente detallado en el HE0.

Por otra parte, y con el fin de seguir manteniendo una variedad climática en los diferentes casos de estudio, se ha optado por situar el edificio y por tanto el local comercial, en la ciudad de Murcia, con una

altitud de proyecto de 40 m.s.n.m., es decir, en un clima normativo "B3". Se trata de un clima templado en invierno y más exigente en verano.

Tal y como se señalaba en todos ejemplos anteriores de esta guía, se trata también de una localización y proyecto virtuales, con el fin de valorar las exigencias normativas actuales para esa actividad en ese clima concreto. Debemos recordar nuevamente, que es muy probable que el proyecto no satisfaga otros aspectos relevantes, como son la total coherencia formal con el entorno, en este caso la estructura urbana que se plantea, la integración de las técnicas constructivas propias del lugar, etc. Tampoco se ha hecho una consideración económica estricta de las soluciones propuestas, aunque si se ha intentado acercar los niveles de aislamiento, calidad de carpinterías y sistemas de acondicionamiento a un cumplimiento ajustado. Se ha mantenido también para este caso, a la hora de componer el modelo, la intención de priorizar, sobre cualquier otra consideración, los aspectos que facilitan una mejor comprensión de los procedimientos normativos.

## PROGR

## 2. Programa funcional

Como ya se ha dicho, el local que vamos a estudiar se organiza en dos plantas, una bajo rasante, sin fachadas exteriores y una planta baja con fachadas a la vía pública y al patio interior de manzana del que dispone el conjunto.

El programa funcional del local comercial es el siguiente:

- **P01. PLANTA SÓTANO.** Como se ha explicado anteriormente y con el fin de mejorar las condiciones de habitabilidad, se hace descender la cota del suelo del sótano comercial hasta los -3,5 metros. La altura de esta planta en el local comercial será por tanto de 3,5 m de suelo terminado a suelo terminado. En esta planta se sitúan los servicios higiénicos del gimnasio, cabinas de masaje y los elementos de comunicación vertical (ascensor y escalera). Su programa es el siguiente:
  - Vestíbulo de acceso, distribuidor de planta, huella de escalera y ascensor.
  - 2 vestuarios, uno por sexo, asociados cada uno de ellos a los aseos de planta.
  - 2 cabinas de masaje.
  
- **P02. PLANTA BAJA.** Esta planta se sitúa en la cota de acceso desde la calle y consta de:
  - Acceso, mediante zaguán, desde el espacio público al local comercial situado en la cota  $\pm 0,00$  m.
  - Espacio común de cafetería y circulaciones.
  - Zona administrativa con despacho.
  - Espacios ocupados por los elementos de comunicación vertical: ascensor y escalera que conectan con la planta sótano del local comercial.
  - Aseo accesible de planta.
  - 1 sala polivalente para ejercitación.
  - 2 salas polivalente para ejercitación.
  - 3 salas polivalente para ejercitación.

De cara a la simulación del modelo, cada planta se ha organizado en diferentes espacios pensando en la simplificación necesaria de cara a su levantamiento en la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER CALENER. El criterio empleado ha sido, en lo posible, reducir el número de espacios y simplificar su geometría eliminando salientes y entalladuras de menos de 20 cm. Se han agrupado en un mismo espacio los locales con un comportamiento homogéneo y con los mismos sistemas de acondicionamiento. Se segregan los espacios no habitables de cada planta. El resumen de la configuración empleada es el siguiente:

## P01. SÓTANO. Vestuarios y cabina de masajes

- P01 E01. Espacio acondicionado correspondiente a las **cabinas**. Dentro de la envolvente térmica.
- P01 E02. Espacio no habitable y dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de **ascensor**.
- P01 E03. Espacio acondicionado correspondiente al **vestíbulo de la planta sótano**. Dentro de la envolvente térmica
- P01 E04. Espacio acondicionado correspondiente al **vestuario 1**. Dentro de la envolvente térmica.
- P01 E05. Espacio NO ACONDICIONADO y dentro de la envolvente térmica correspondiente al **aseo 1** de planta sótano.
- P01 E06. Espacio acondicionado correspondiente al **vestuario 2**. Dentro de la envolvente térmica.
- P01 E07. Espacio NO ACONDICIONADO y dentro de la envolvente térmica correspondiente al **aseo 2** de planta sótano.

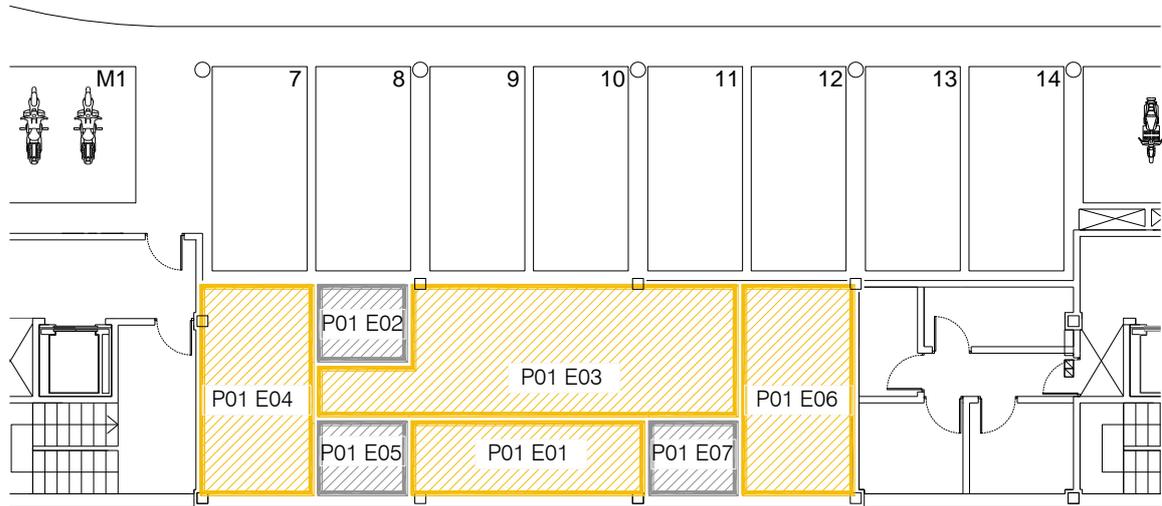
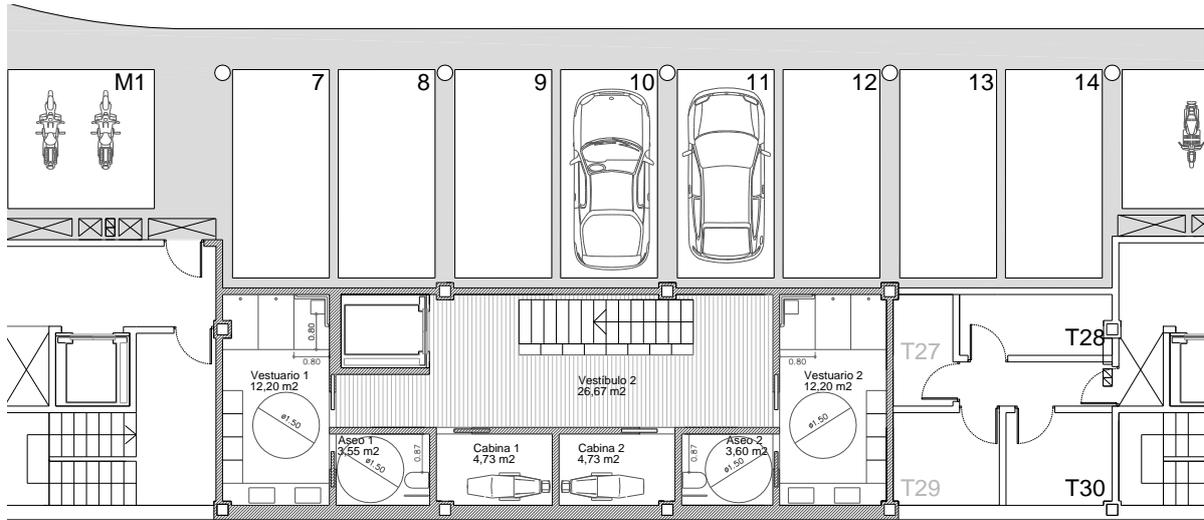
## P02. PLANTA BAJA. Ascensor, oficina, aseo accesible, cafetería y salas de entrenamiento.

- P02 E01. Espacio no habitable y dentro de la envolvente térmica correspondiente al núcleo de **ascensor**.
- P02 E02. Espacio acondicionado correspondiente a la **oficina/despacho** de administración. Dentro de la envolvente térmica.
- P02 E03. Espacio NO ACONDICIONADO y dentro de la envolvente térmica correspondiente al **aseo accesible** de planta de acceso.
- P02 E04. Espacio acondicionado correspondiente al **vestíbulo** principal del gimnasio y **cafetería**. Dentro de la envolvente térmica.
- P02 E05. Espacio acondicionado correspondiente a las **salas de entrenamiento** personalizado y la **sala de máquinas de ejercicios** del centro. Dentro de la envolvente térmica.

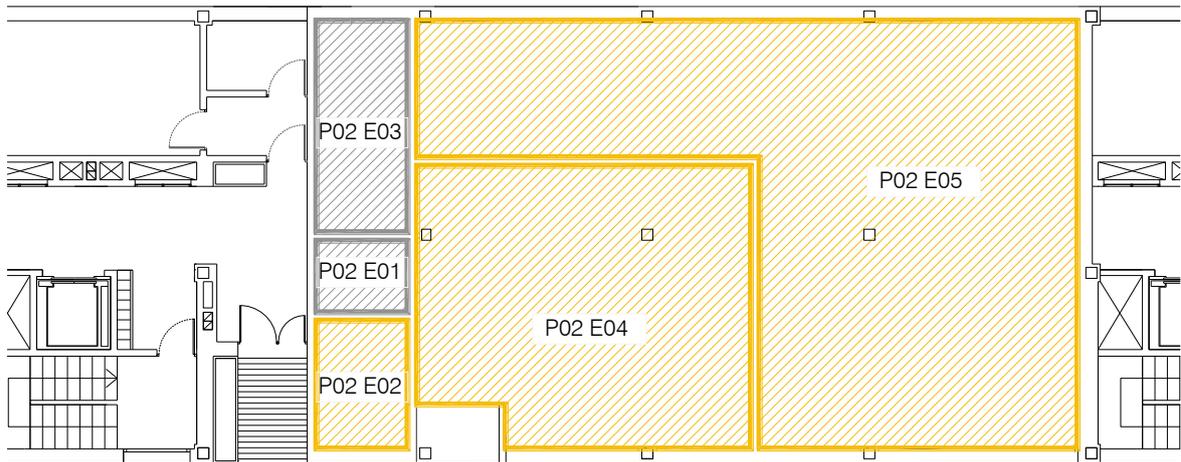
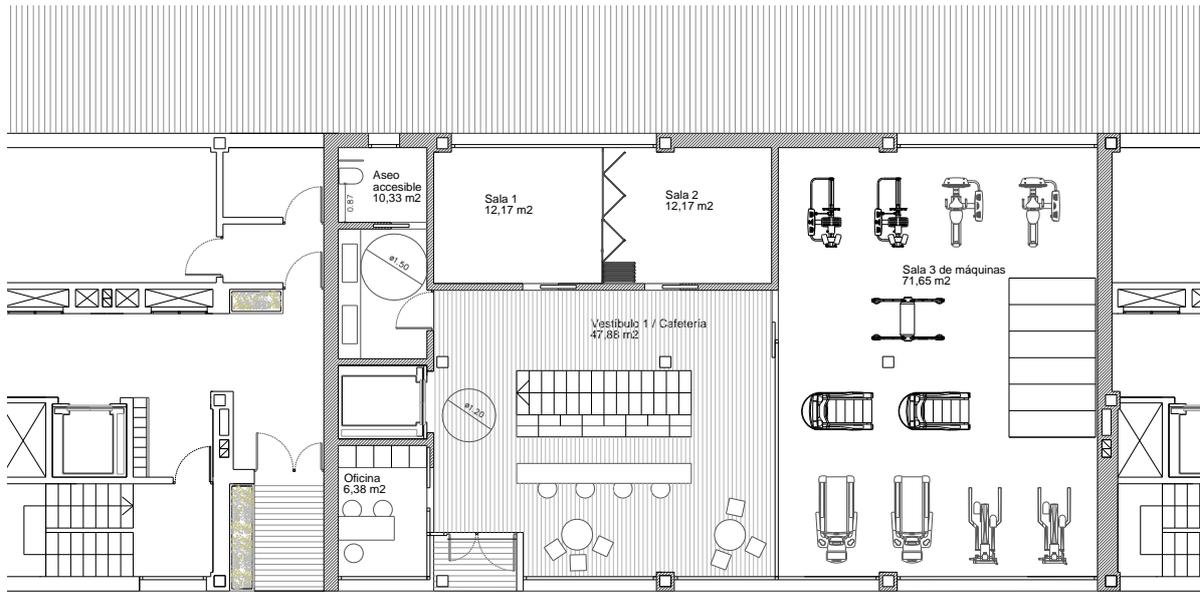
## RESUMEN DE ESPACIOS POR PLANTA

| Planta                                                                            | ESPACIOS                 | USO                     | Tipo de espacio  | Superficie No habitable (m <sup>2</sup> ) | Superficie útil acondicionada (m <sup>2</sup> ) | Superficie útil No acondicionada (m <sup>2</sup> ) | Superficie total construida (m <sup>2</sup> ) | Altura de espacios (m) | Volumen total construido (m <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------|
| <b>P01. SÓTANO. Vestuarios y cabinas de masaje</b>                                |                          |                         |                  |                                           |                                                 |                                                    |                                               |                        |                                            |
|                                                                                   | P01 E01                  | Cabinas de masaje       | Acondicionado    |                                           | 9,47                                            |                                                    | 9,47                                          | 3,50                   | 33,15                                      |
|                                                                                   | P01 E02                  | Ascensor                | No Habitable     | 3,64                                      |                                                 |                                                    | 3,64                                          | 3,50                   | 12,74                                      |
|                                                                                   | P01 E03                  | Vestibulo 2             | Acondicionado    |                                           | 26,67                                           |                                                    | 26,67                                         | 3,50                   | 93,35                                      |
|                                                                                   | P01 E04                  | Vestuario 1             | Acondicionado    |                                           | 12,20                                           |                                                    | 12,20                                         | 3,50                   | 42,70                                      |
|                                                                                   | P01 E05                  | Aseo 1                  | No acondicionado |                                           |                                                 | 3,55                                               | 3,55                                          | 3,50                   | 12,43                                      |
|                                                                                   | P01 E06                  | Vestuario 2             | Acondicionado    |                                           | 12,20                                           |                                                    | 12,20                                         | 3,50                   | 42,70                                      |
|                                                                                   | P01 E07                  | Aseo 2                  | No acondicionado |                                           |                                                 | 3,60                                               | 3,60                                          | 3,50                   | 12,60                                      |
|                                                                                   | <b>Totales de planta</b> |                         |                  | <b>3,64</b>                               |                                                 |                                                    | <b>71,33</b>                                  |                        | <b>249,66</b>                              |
| <b>P02 PLANTA ACCESO. Cafetería, aseo, oficina, salas de máquinas y ejercicio</b> |                          |                         |                  |                                           |                                                 |                                                    |                                               |                        |                                            |
|                                                                                   | P02 E01                  | Ascensor                | No Habitable     | 3,64                                      |                                                 |                                                    | 3,64                                          | 3,90                   | 14,20                                      |
|                                                                                   | P02 E02                  | Oficina                 | Acondicionado    |                                           | 6,38                                            |                                                    | 6,38                                          | 3,90                   | 24,88                                      |
|                                                                                   | P02 E03                  | Aseo accesible          | No acondicionado |                                           |                                                 | 10,33                                              | 10,33                                         | 3,90                   | 40,29                                      |
|                                                                                   | P02 E04                  | Vestibulo 1 / Cafetería | Acondicionado    |                                           | 47,88                                           |                                                    | 47,88                                         | 3,90                   | 186,73                                     |
|                                                                                   | P02 E05                  | Salas de entrenamiento  | Acondicionado    |                                           | 96,00                                           |                                                    | 96,00                                         | 3,90                   | 374,40                                     |
|                                                                                   | <b>Totales de planta</b> |                         |                  | <b>3,64</b>                               | <b>150,26</b>                                   | <b>10,33</b>                                       | <b>164,23</b>                                 |                        | <b>640,50</b>                              |
| <b>TOTALES DEL EDIFICIO</b>                                                       |                          |                         |                  | <b>7,28</b>                               | <b>150,26</b>                                   | <b>10,33</b>                                       | <b>235,56</b>                                 |                        | <b>890,15</b>                              |

En los siguientes esquemas en planta, se describe gráficamente la localización y delimitación de cada uno de los espacios definidos en cada planta del local comercial.



Reparto de espacios empleados en HULC. Planta sótano P01.



Reparto de espacios empleados en HULC. Planta primera P02.

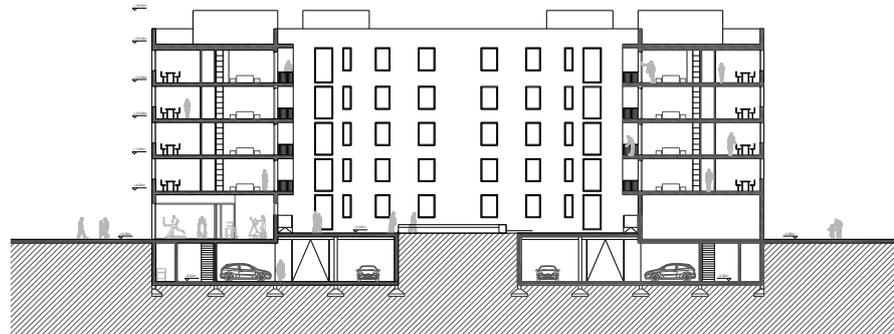
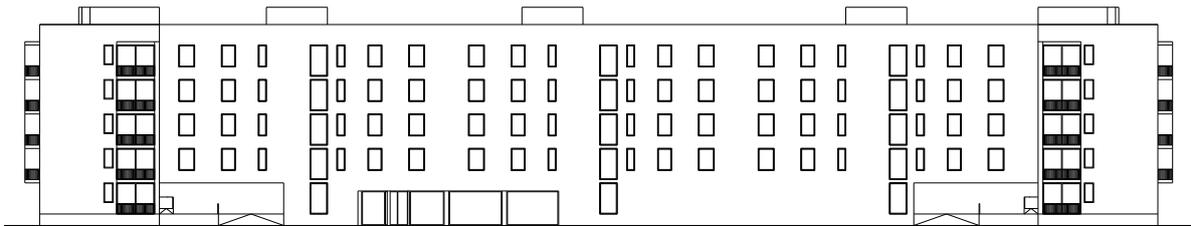
## ARQ

## B. ARQUITECTURA Y DEFINICIÓN GEOMÉTRICA

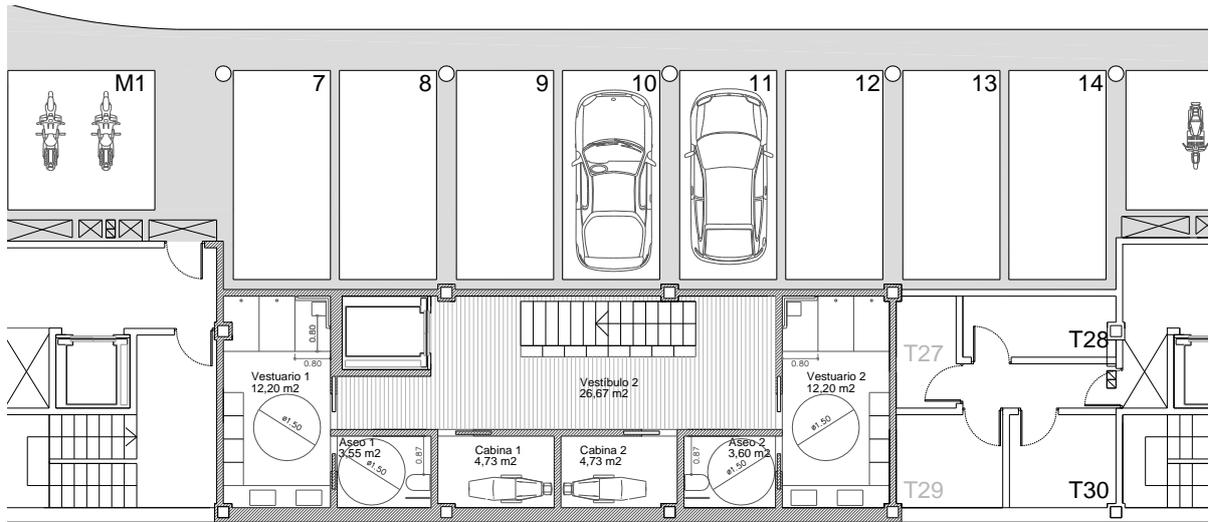
1. Planos: Situación y orientación. Plantas. Secciones. Alzados
2. Imágenes. Volumetría

## PLANOS

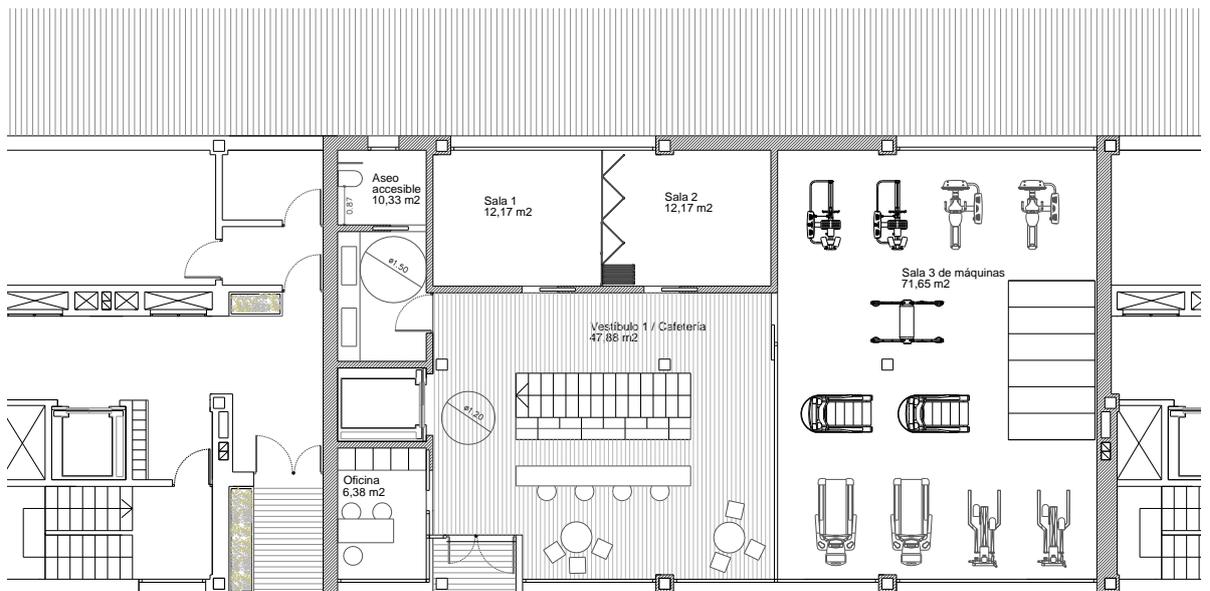
1. Planos: Situación y orientación. Plantas. Secciones. Alzados



*Alzado general y sección longitudinal del local y su conjunto*



Plano de planta sótano del local comercial y parte de su entorno



Plano de planta baja del local comercial y entorno



Sección longitudinal del edificio objeto.

La posición de la edificación en la parcela es de orientación pura Norte – Sur. Al local se accede a través de la fachada principal del edificio del ejemplo, directamente desde el viario virtual que marcaría su alineación. Su composición de huecos, tanto en la fachada principal como en la posterior, será de superficies acristaladas de mayores dimensiones que las previstas en el uso residencial del ejemplo anterior.

IMAGEN

2. Imagen. Volumetría



## CONST

### C. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

1. Composición de los cerramientos. Opacos y huecos
2. Modelo de puentes térmicos empleados según catálogo DA DB-HE / 3

En los siguientes apartados se describen y caracterizan todos los cerramientos que componen la envolvente y particiones del local, algunos de ellos, sobre todo los horizontales, tendrán una composición igual o similar a los empleados en el ejemplo anterior. Así mismo, se ordenan las soluciones de puentes térmicos empleados tomando como referencia el catálogo de soluciones que figura en el documento de ayuda *DA DB-HE / 3 Puentes térmicos*. Esta relación de soluciones constructivas es la misma que se empleará en el levantamiento del modelo con la Herramienta Unificada Lider-Calener.

## CERR

1. Composición de los cerramientos. Opacos y huecos

Constructivamente, el edificio se organiza mediante estructura de hormigón y muros exteriores del tipo de fachada ventilada. En estas fachadas la hoja soporte consiste en un muro de fábrica de medio pie de ladrillo perforado. Sobre dicha fábrica se fija la perfilería que soporta la hoja de acabado exterior consistente en placas de piedra caliza. El trasdosado interior se realiza mediante perfilería metálica, y doble hoja de panel de yeso laminado o alicatado, dependiendo del acabado que se precise en cada espacio. En el modelo se ha simplificado el acabado interior reduciéndolo en todos los casos a las placas de cartón-yeso.

El procedimiento de cálculo detallado de las transmitancias de cada cerramiento se puede consultar en el *DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. Las transmitancias reflejadas incluyen las resistencias superficiales del aire ( $R_{se}$  y  $R_{si}$ ). En la sección de ayudas del volumen (I) "*Ejemplo 0, Vivienda unifamiliar mínima*" de esta guía se aplica dicho cálculo para varios ejemplos de cerramientos.

Respecto a la corrección de los valores de transmitancia atendiendo al contacto de cada cerramiento en su cara exterior, hemos seguido este procedimiento (*DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*) en los casos referidos a cerramientos en contacto con el exterior o con el terreno.

Para los casos de cerramientos pertenecientes a la envolvente térmica del local y que están en contacto con espacios adyacentes, hemos seguido los siguientes criterios:

- Ninguna de las superficies verticales de la envolvente del local se pueden considerar medianeras adiabáticas puesto que los espacios adyacentes o son espacios no habitables o son espacios o zonas comunes del uso vivienda que no están acondicionadas.
- En el caso de las medianeras (forjados) entre el local (planta baja) y los espacios acondicionados del uso vivienda del edificio, si bien ambos se encuentran acondicionados, no coinciden estrictamente los horarios los horarios de funcionamiento. No obstante, dado que las viviendas son espacios acondicionados, que el cerramiento (forjado) dispone de un aislamiento

mínimo exigible entre unidades de uso distinto, y, que los horarios se pueden considerar relativamente similares, cabe plantear la hipótesis de que no hay un salto térmico especialmente alto entre ambos espacios y, por esta razón, se hace la suposición de considerar esa superficie (forjado entre planta baja y planta primera de viviendas) adiabática.

- Para el caso de las medianeras entre los espacios del local comercial y los locales adyacentes NO HABITABLES o NO ACONDICIONADOS se puede aplicar la metodología definida para estos casos en el DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente. No obstante, en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, y en relación con la modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica, se desarrolla una nueva metodología de cálculo adaptada a la actualización de la UNE EN ISO 6946:2021. Se recomienda consultar dentro de la citada guía el punto 4.9 Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica dentro del apartado HE1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA. Este último, es el procedimiento que hemos elegido aplicar en nuestro ejemplo y así lo desarrollamos a continuación.

En efecto, en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, en el punto 4.9 Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica dentro del apartado HE1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA, en el apartado que se ocupa del caso de "otros espacios" distintos a los bajo cubierta, se encuadran las variantes de nuestro ejemplo, se procede de la siguiente forma:

*El espacio adyacente se modela como si se tratara de una capa homogénea adicional con una resistencia térmica  $R_u$  obtenido mediante la siguiente fórmula:*

$$R_u = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0,33 \cdot n \cdot V}$$

Donde,

$R_u$ : es la resistencia térmica del espacio no acondicionado, en  $m^2K/W$

$A_i$ : es la superficie total de todos los elementos entre el ambiente interior y el espacio no acondicionado, en  $m^2$

$A_{e;k}$ : es la superficie del elemento  $k$  entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en  $m^2$

$U_{e;k}$ : es la transmitancia térmica del elemento  $k$  entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en  $W/m^2K$  (se puede tomar  $2 W/m^2K$  por defecto o si no se conoce)

$0,33$ : es el valor de la capacidad térmica del aire, en  $Wh/m^3K$

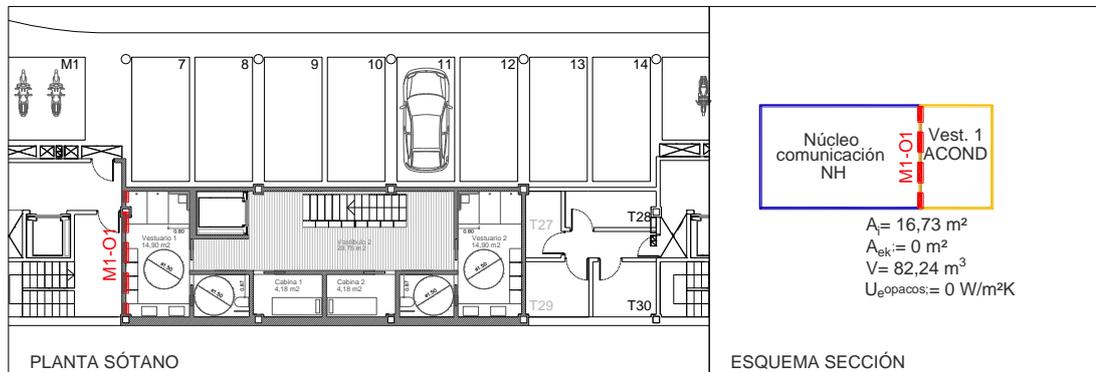
$n$ : es la tasa de ventilación del espacio no acondicionado, en renovaciones de aire por hora (se puede tomar  $3 \text{ ren/h}$  por defecto o si no se conoce)

$V$ : es el volumen del espacio no acondicionado, en  $m^3$

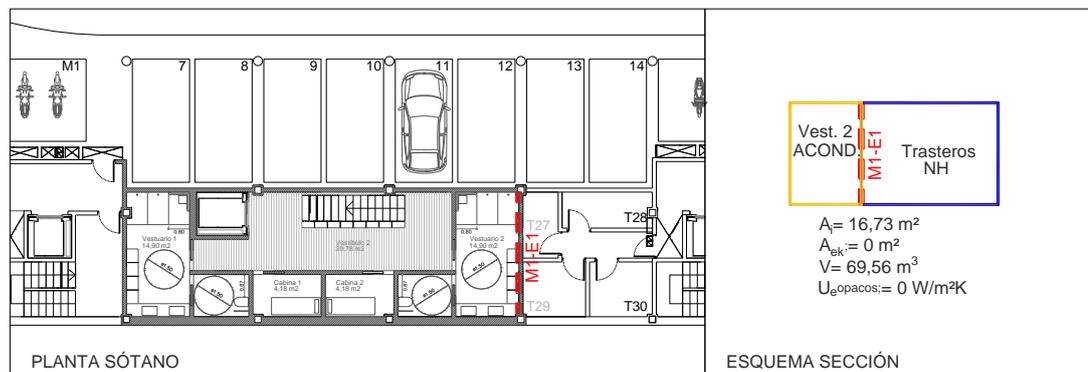
Para el cálculo detallado de las medianeras de nuestro ejemplo, haremos, en primer lugar, inventario de los diferentes casos en función de los espacios interiores a la envolvente y sus contactos con los espacios adyacentes no habitables o no acondicionados. Los esquemas de cada uno de esos casos son los siguientes:

## PLANTA SÓTANO

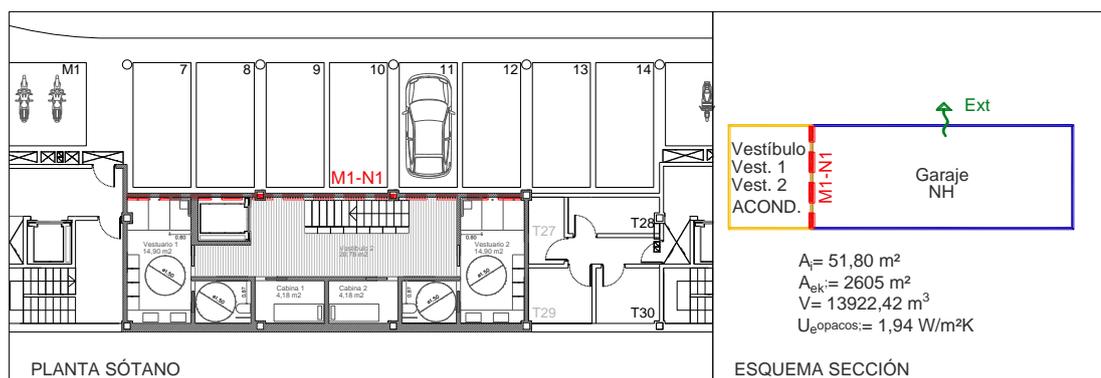
- CERRAMIENTO M1-O1. Contacto vestuario 1 con núcleo de comunicación del uso vivienda.



- CERRAMIENTO M1-E1. Contacto vestuario 2 con trasteros.

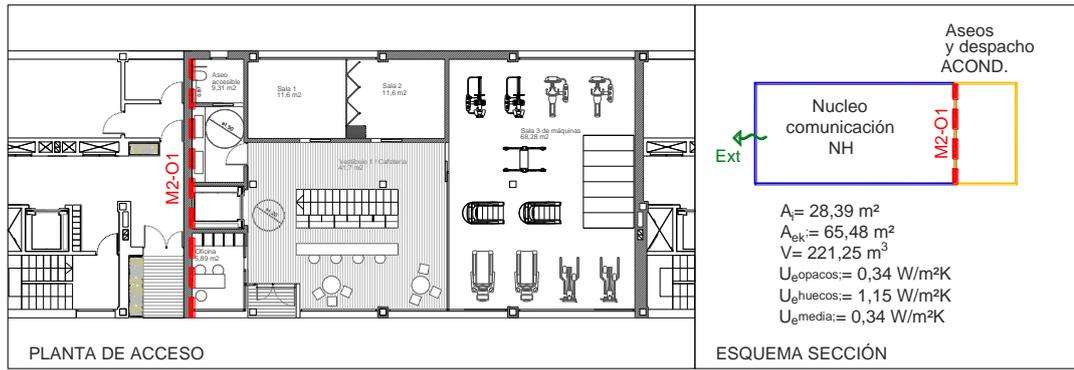


- CERRAMIENTO M1-N1. Contacto vestíbulo, vestuario 1 y vestuario 2 con garaje.

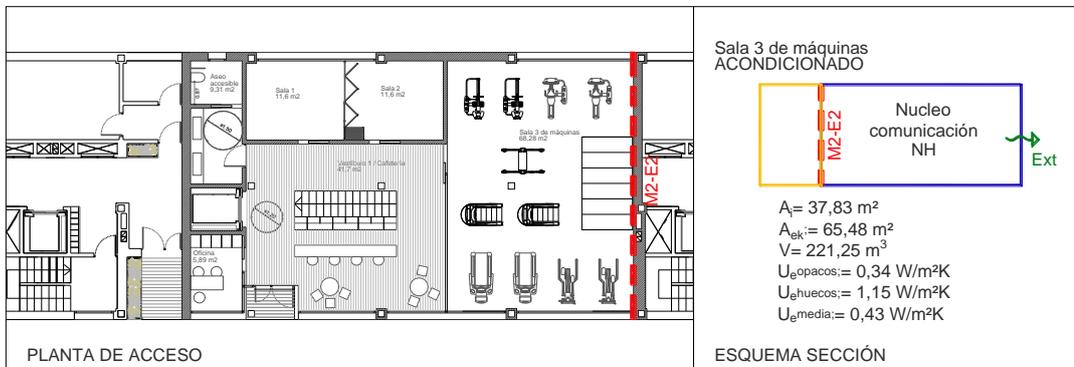


## PLANTA PRIMERA

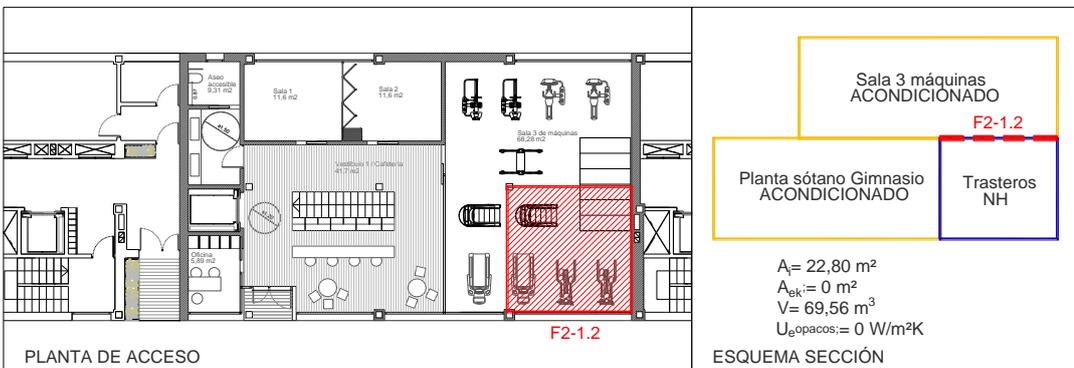
- CERRAMIENTO M2-O1. Contacto aseos y despacho con núcleo de comunicación del uso vivienda.



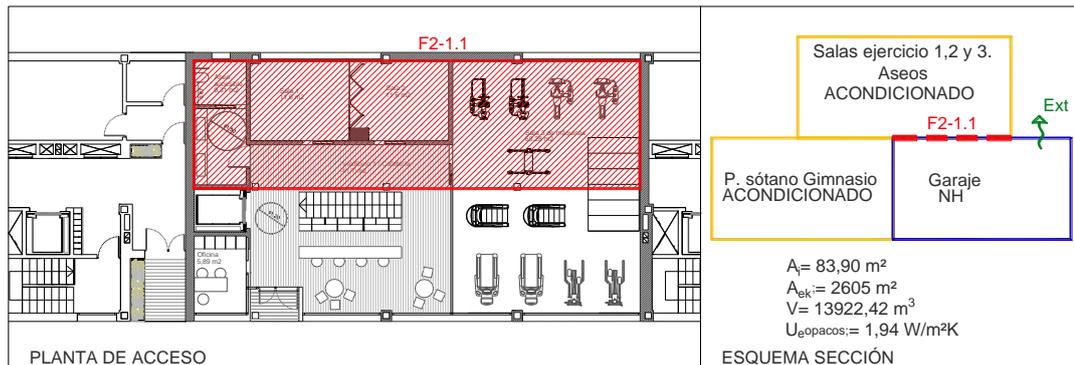
- CERRAMIENTO M2-E2. Contacto Sala 3 de máquinas con núcleo de comunicación del uso vivienda.



- CERRAMIENTO F2-1.2. Contacto Sala 3 de máquinas con trasteros.



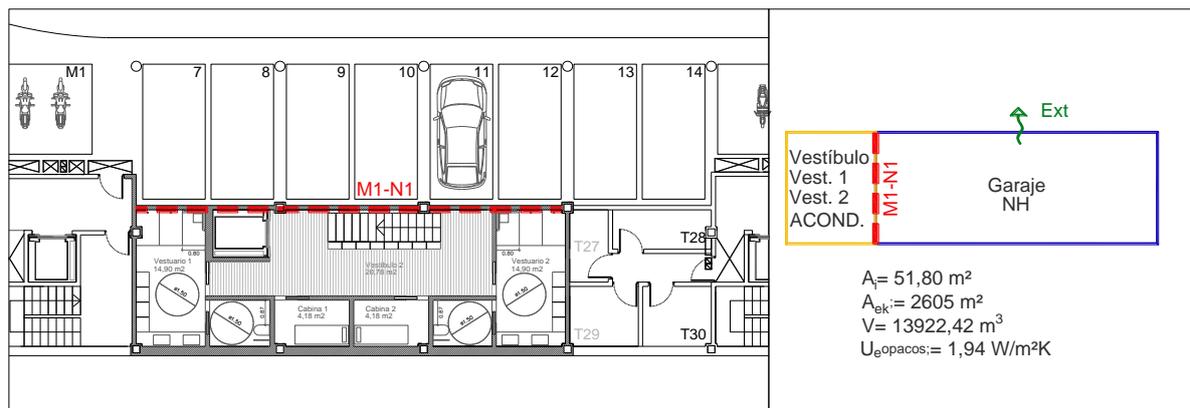
- CERRAMIENTO F2-1.1. Contacto Salas de ejercicio 1,2 y 3 con garaje.



Como ejemplo de cálculo, obtendremos la resistencia térmica que supone el espacio garaje respecto al cerramiento M1-N1, que es la medianera que separa el sótano del garaje. Respecto a los espacios afectados dentro de la envolvente serían tanto la zona de vestíbulo del sótano como los dos vestuarios e incluso el hueco de ascensor. Como simplificación, y dado que todo este paramento está resuelto con la misma solución constructiva, obtendremos en un único cálculo el valor de  $R_u$  y lo aplicaremos a toda la medianera. Esta simplificación la aplicaremos también en el cálculo del resto de casos.

Gráficamente la medianera es la siguiente:

CERRAMIENTO M1-N1. Contacto vestíbulo, vestuario 1 y vestuario 2 con garaje



Para este caso los valores de partida son los siguientes:

$$R_u = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e;k} \cdot U_{e;k}) + 0,33 \cdot n \cdot V}$$

Donde,

$R_u$ : es la resistencia térmica del espacio no acondicionado, en  $m^2K/W$

$A_i$ : es la superficie total de todos los elementos entre el ambiente interior y el espacio no acondicionado, en  $m^2$ .

Considerando, como decíamos, todos los espacios interiores como un solo espacio, la medianera total tiene una superficie de **51,80  $m^2$** .

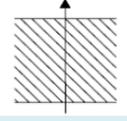
$A_{e;k}$ : es la superficie del elemento  $k$  entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en  $m^2$

En este caso, el único cerramiento del garaje en contacto con el exterior es parte de su cubierta, que constituye el suelo de parte del patio de manzana. Su recurrimos a la documentación general del conjunto obtenemos que su superficie es aproximadamente de **2.605,0  $m^2$** .

$U_{e;k}$ : es la transmitancia térmica del elemento  $k$  entre el espacio no acondicionado y el ambiente exterior, en  $W/m^2K$  (se puede tomar  $2 W/m^2K$  por defecto o si no se conoce)

Este valor, que no ha sido necesario hasta el momento, no figura en ningún documento de esta guía ni del número anterior. Por lo tanto, planteamos ahora una posible solución constructiva y calculamos su transmitancia como elemento en contacto con el exterior según el procedimiento general descrito en el DA DB-HE / 1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.

Solución propuesta para cubierta exterior garaje:

| Cerr.HORIZONTAL<br>Flujo ascendente                                               | $R_{se}$<br>[m <sup>2</sup> ·K/W] | $R_{si}$<br>[m <sup>2</sup> ·K/W] | CAPA | Descripción                            | e (m) | $\lambda$<br>[W/mk] | $R_T$<br>[m <sup>2</sup> K/W] | U [ W/m <sup>2</sup> K] |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|----------------------------------------|-------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
|  | 0,04                              | 0,10                              | 1    | Plaqueta o baldosa de gres             | 0,03  | 2,3                 |                               | 1,940                   |
|                                                                                   |                                   |                                   | 2    | Mortero de cemento                     | 0,03  | 0,55                |                               |                         |
|                                                                                   |                                   |                                   | 3    | Betún fieltro o lámina                 | 0,005 | 0,23                |                               |                         |
|                                                                                   |                                   |                                   | 4    | Betún fieltro o lámina                 | 0,005 | 0,23                |                               |                         |
|                                                                                   |                                   |                                   | 5    | Mortero de cemento                     | 0,03  | 0,55                |                               |                         |
|                                                                                   |                                   |                                   | 6    | Losa de hormigón alveolar canto 350 mm | 0,35  | 1,667               |                               |                         |
|                                                                                   |                                   |                                   | 7    |                                        |       |                     |                               |                         |

Recordemos que, siendo lo más habitual no disponer de esta información, lo recomendable es tomar 2 W/m<sup>2</sup>K como valor por defecto, confirmándose con este mismo ejemplo que el margen de error en el resultado final será muy pequeño.

$0,33$ : es el valor de la capacidad térmica del aire, en Wh/m<sup>3</sup>K

$n$ : es la tasa de ventilación del espacio no acondicionado, en renovaciones de aire por hora (se puede tomar 3 ren/h por defecto o si no se conoce)

En este caso, podemos obtener de una forma bastante aproximada el número de renovaciones por hora del aire del espacio del garaje debidas a la aplicación de las tasas de ventilación normativa (garajes). En todo caso, siempre será más difícil obtener el valor debido a las filtraciones incontroladas a través de su envolvente. Por todo esto, se recomienda, como criterio general, aplicar el valor por defecto de 3 ren/h.

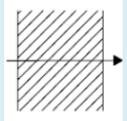
$V$ : es el volumen del espacio no acondicionado, en m<sup>3</sup>

Como hemos dicho, el volumen total del garaje es de aproximadamente **13.922,42 m<sup>3</sup>**

Trasladando todos estos valores a la expresión general obtenemos el valor de la resistencia térmica que aporta el espacio del garaje:

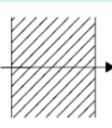
$$R_u = \frac{A_i}{\sum_k (A_{e,k} \cdot U_{e,k}) + 0,33 \cdot n \cdot V} = \frac{51,80}{2605 \cdot 1,94 + 0,33 \cdot 3 \cdot 13.922,42} = 0,0027 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

En consecuencia, la transmitancia corregida de la pared medianera que separa el sótano del gimnasio con el garaje se obtendría añadiendo la capa calculada a la composición original del cerramiento. El cerramiento original consta de las siguientes capas:

| TRANSMITANCIA DEL CERRAMIENTO VERTICAL ENTRE VESTÍBULO Y VESTUARIOS DEL SÓTANO CON EL GARAJE |                                   |                                   |      |                              |       |                     |                               |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|------------------------------|-------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Cerr.VERTICAL<br>Flujo horizontal                                                            | $R_{se}$<br>[m <sup>2</sup> ·K/W] | $R_{si}$<br>[m <sup>2</sup> ·K/W] | CAPA | Descripción                  | e (m) | $\lambda$<br>[W/mk] | $R_T$<br>[m <sup>2</sup> K/W] | U [ W/m <sup>2</sup> K] |
|           | 0,04                              | 0,10                              | 1    | Placa de yeso laminado       | 0,015 | 0,25                |                               | 0,2642                  |
|                                                                                              |                                   |                                   | 2    | Placa de yeso laminado       | 0,015 | 0,25                |                               |                         |
|                                                                                              |                                   |                                   | 3    | Lana mineral                 | 0,05  | 0,031               |                               |                         |
|                                                                                              |                                   |                                   | 4    | 1/2 pie LP métrico o catalán | 0,115 | 0,667               |                               |                         |
|                                                                                              |                                   |                                   | 5    | Lana mineral                 | 0,05  | 0,031               |                               |                         |
|                                                                                              |                                   |                                   | 6    | Placa de yeso laminado       | 0,015 | 0,25                |                               |                         |
|                                                                                              |                                   |                                   | 7    | Resina fonóica               | 0,02  | 0,3                 |                               |                         |
|                                                                                              |                                   |                                   | 8    |                              |       |                     |                               |                         |

Como hemos dicho, la transmitancia corregida de este cerramiento la obtenemos incorporando (mediante su resistencia térmica) la capa que acabamos de calcular. Quedaría de la siguiente forma:

TRANSMITANCIA CORREGIDA DEL CERRAMIENTO VERTICAL ENTRE VESTÍBULO Y VESTUARIOS DEL SÓTANO CON EL GARAJE

| Cerr.VERTICAL<br>Flujo horizontal                                                 | $R_{se}$<br>[m <sup>2</sup> ·K/W] | $R_{si}$<br>[m <sup>2</sup> ·K/W] | CAPA | Descripción                           | e (m) | $\lambda$<br>[W/mk] | $R_T$<br>[m <sup>2</sup> K/W] | U [W/m <sup>2</sup> K] |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|---------------------------------------|-------|---------------------|-------------------------------|------------------------|
|  | 0,04                              | 0,10                              | 1    | Placa de yeso laminado                | 0,015 | 0,25                |                               | 0,2640                 |
|                                                                                   |                                   |                                   | 2    | Placa de yeso laminado                | 0,015 | 0,25                |                               |                        |
|                                                                                   |                                   |                                   | 3    | Lana mineral                          | 0,05  | 0,031               |                               |                        |
|                                                                                   |                                   |                                   | 4    | 1/2 pie LP métrico o catalán          | 0,115 | 0,667               |                               |                        |
|                                                                                   |                                   |                                   | 5    | Lana mineral                          | 0,05  | 0,031               |                               |                        |
|                                                                                   |                                   |                                   | 6    | Placa de yeso laminado                | 0,015 | 0,25                |                               |                        |
|                                                                                   |                                   |                                   | 7    | Resina fonólica                       | 0,02  | 0,3                 |                               |                        |
|                                                                                   |                                   |                                   | 8    | $R_U$ Resist. térmica local adyacente |       |                     | 0,003                         |                        |

En este caso, el valor de la resistencia térmica de la capa equivalente es muy pequeño y, en consecuencia, la corrección es mínima afectando a un cuarto decimal. El garaje es un gran espacio muy ventilado y que se comporta de una manera muy parecida a un exterior.

Para el resto de las medianeras, resumimos el resultado de los cálculos efectuados en la siguiente tabla:

| CARACTERÍSTICAS Y VALORES                                                           | REFERENCIA DEL ELEMENTO MEDIANERO |                      |                      |                |                     |                 |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|---------------------|-----------------|-------------------|
|                                                                                     | M2-E1                             | M2-O1                | M1-O1                | M1-E1          | M1-N1               | F2-1.2          | F2-1.1            |
| ESPACIO DENTRO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA                                             | SALA 3 MÁQUINAS                   | ASEOS Y DESPACHO     | VESTUARIO 1          | VESTUARIO 2    | VESTÍBULO-VESTUARIO | SALA 3 MÁQUINAS | SALAS 1,2,3 ASEOS |
| Espacio adyacente NO HABITABLE NO ACONDICIONADO                                     | PORTAL DE ACCESO (*)              | PORTAL DE ACCESO (*) | NÚCLEO DE COMUNICAC. | TRASTEROS (**) | GARAJE (**)         | TRASTEROS (**)  | GARAJE (**)       |
| Tipo de ELEMENTO                                                                    | MED VERTICAL                      | MED VERTICAL         | MED VERTICAL         | MED VERTICAL   | MED VERTICAL        | MED FORJADO     | MED FORJADO       |
| Superficie medianeras entre AMBOS ESPACIOS ( $A_i$ ) (m <sup>2</sup> )              | 37,83                             | 28,39                | 16,73                | 16,73          | 51,80               | 22,80           | 83,90             |
| Superficie cerramientos con EXTERIOR ( $A_{e,k}$ ) (m <sup>2</sup> )                | 65,48                             | 65,48                | -                    | -              | 2.605,00            | -               | 2.605,00          |
| TRANSMITANCIA ( $U_{e,k}$ ) de estos cerramientos con EXTERIOR (W/m <sup>2</sup> K) | 0,43                              | 0,43                 | -                    | -              | 1,94                | -               | 1,94              |
| Volumen del ESP. NO ACONDICIONADO (m <sup>3</sup> )                                 | 221,25                            | 221,25               | 82,24                | 69,56          | 13.922,42           | 69,56           | 13.922,42         |
| Ventilación del ESP. NO ACONDICIONADO ren/h                                         | 3,00                              | 3,00                 | 3,00                 | 3,00           | 3,00                | 3,00            | 3,00              |
| Resistencia Térmica del NO ACONDICIONADO ( $R_u$ ) (m <sup>2</sup> K/W)             | 0,153                             | 0,115                | 0,205                | 0,243          | 0,003               | 0,331           | 0,004             |

(\*) Respecto a los cerramientos en contacto con el exterior de estos espacios se ha tomado una media ponderada entre la transmitancia de la parte opaca (0,34 W/m<sup>2</sup>·K) y la de los huecos (1,15 W/m<sup>2</sup>·K).

(\*\*) Son los espacios adyacentes para los que se podría obtener, de una manera relativamente sencilla, el caudal de ventilación y por tanto, el nº de renovaciones hora de una manera más exacta. Es el caso de trasteros, se aplicaría la *Tabla 2.2 Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables del DB HS 3 Salubridad*. Para el garaje, se aplicaría el caudal más desfavorable que es el de extracción y que el *DB SI Seguridad en caso de incendio*, en su sección *SI 3 Evacuación de ocupantes*, punto *8 Control del humo de incendio*, fija en 150 l/s por cada plaza de aparcamiento. Como alternativa, en el caso de espacios adyacentes no acondicionados, se puede estimar un valor por defecto de 3 ren/h. Esta es la opción por la que se ha optado en todos los casos de esta tabla.

El resumen de los parámetros y detalles referidos a las soluciones constructivas empleadas en el edificio, incluidos sus puentes térmicos, se describen a continuación:

## Cerramientos opacos

## MURO EXTERIOR

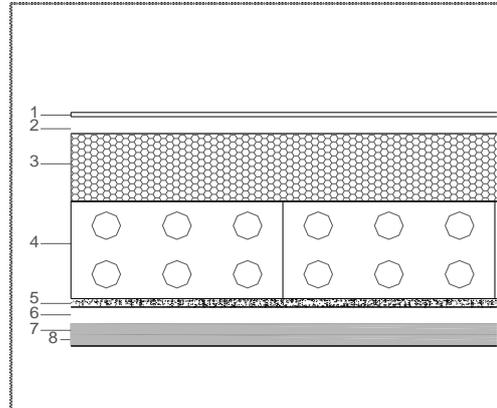
M EXT

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                     | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|-------------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Caliza de dureza media                  | 0,05           | 1,400                            |                                  |
| 2 Cámara de aire ventilada                | 0,05           |                                  | 0,06                             |
| 3 XPS Expandido                           | 0,08           | 0,034                            |                                  |
| 4 1/2 pie LP métrico o catalán            | 0,115          | 0,991                            |                                  |
| 5 Mortero de cemento                      | 0,01           | 0,550                            |                                  |
| 6 Cámara de aire liger. ventilada vertica | 0,05           |                                  | 0,09                             |
| 7 Placa de yeso laminado                  | 0,013          | 0,250                            |                                  |
| 8 Placa de yeso laminado                  | 0,013          | 0,250                            |                                  |
| <b>Total</b>                              | <b>0,381</b>   |                                  |                                  |

**TRANSMITANCIA**      **0,34 W/m<sup>2</sup>K**

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



## CUBIERTA PLANA

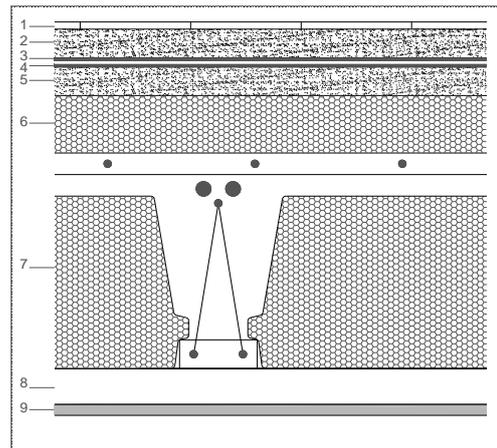
CUB PL

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                  | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|----------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Plaqueta o baldosa de gres           | 0,01           | 2,300                            |                                  |
| 2 Mortero de cemento                   | 0,04           | 0,550                            |                                  |
| 3 Betún fieltro o lámina               | 0,005          | 0,230                            |                                  |
| 4 Betún fieltro o lámina               | 0,005          | 0,230                            |                                  |
| 5 Mortero de cemento                   | 0,04           | 0,550                            |                                  |
| 6 XPS Expandido                        | 0,08           | 0,034                            |                                  |
| 7 Forjado Entrevigado EPS mecanizado   | 0,3            | 0,256                            |                                  |
| 8 Cámara de aire ligeramente ventilada | 0,05           |                                  | 0,080                            |
| 9 Placa de yeso laminado               | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| <b>Total</b>                           | <b>0,545</b>   |                                  |                                  |

**TRANSMITANCIA**      **0,25 W/m<sup>2</sup>K**

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



## SOLERA CON TERRENO

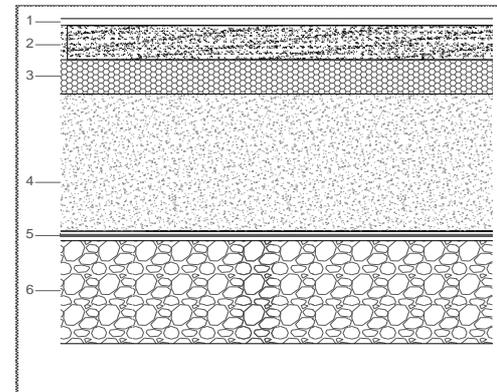
SOL TRR

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Conífera de peso medio             | 0,01           | 0,150                            |                                  |
| 2 Mortero de cemento                 | 0,05           | 0,550                            |                                  |
| 3 XPS Expand. con dióxido de carbono | 0,05           | 0,038                            |                                  |
| 4 Hormigón armado                    | 0,2            | 2,300                            |                                  |
| 5 Lámina PVC                         | 0,005          | 0,170                            |                                  |
| 6 Arena y grava                      | 0,15           | 2,000                            |                                  |
| <b>Total</b>                         | <b>0,465</b>   |                                  |                                  |

**TRANSMITANCIA\***      **0,53 W/m<sup>2</sup>K**  
 (\*) **0,33 W/m<sup>2</sup>K**

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia corregida por contacto con el terreno

## MURO CON TERRENO

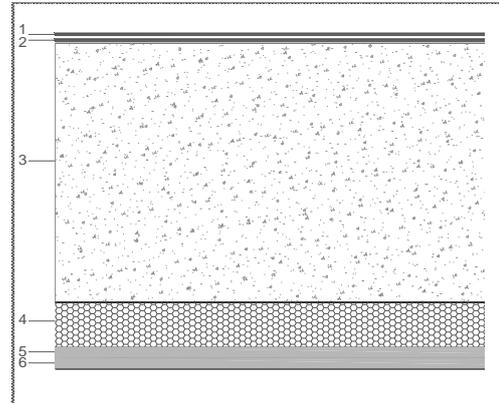
M-TRR

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Cloruro de polivinilo PVC          | 0,01           | 0,170                            |                                  |
| 2 Betún fieltro o lámina             | 0,01           | 0,23                             |                                  |
| 3 Horigón armado 2300 < d < 2500     | 0,35           | 2,3                              |                                  |
| 4 XPS Expand. con dióxido de carbono | 0,06           | 0,038                            |                                  |
| 5 Placa de yeso laminado             | 0,013          | 0,250                            |                                  |
| 6 Resina fenólica                    | 0,02           | 0,3                              |                                  |
| <b>Total</b>                         |                | <b>0,463</b>                     |                                  |

**TRANSMITANCIA\*** 0,47 W/m<sup>2</sup>K  
(\* ) 0,30 W/m<sup>2</sup>K

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia corregida por contacto con el terreno

## FORJADO SALA DE MÁQUINAS 3 CON TRASTEROS

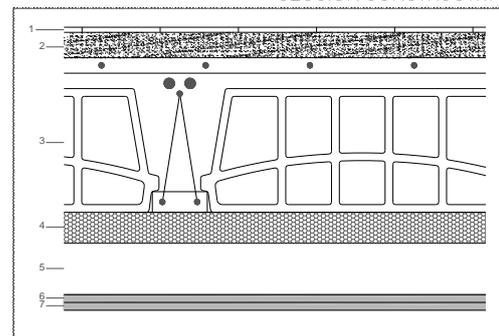
F2-1.2

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                            | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Conífera de peso medio                         | 0,01           | 0,150                            |                                  |
| 2 Mortero de cemento                             | 0,05           | 0,550                            |                                  |
| 3 FU entrevigado cerámico                        | 0,30           | 0,846                            |                                  |
| 4 Lana mineral                                   | 0,06           | 0,031                            |                                  |
| 5 cámara de aire ligeramente ventilada           | 0,02           |                                  | 0,080                            |
| 6 Placa de yeso laminado                         | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 7 Placa de yeso laminado                         | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 8 R <sub>0</sub> Resist. térmica local adyacente |                |                                  | 0,331                            |
| <b>Total</b>                                     |                | <b>0,470</b>                     |                                  |

**TRANSMITANCIA\*** 0,26 W/m<sup>2</sup>K

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia térmica ya corregida por contacto con trasteros

## FORJADO SALAS DE EJERCICIOS CON GARAJE

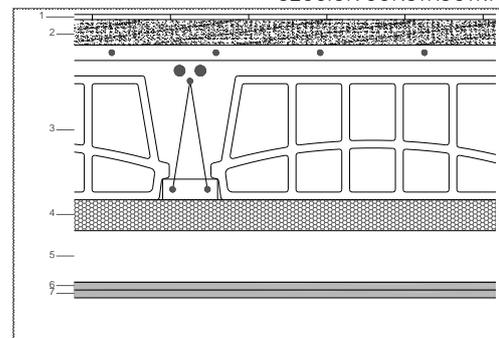
F2-1.1

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                            | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Conífera de peso medio                         | 0,01           | 0,150                            |                                  |
| 2 Mortero de cemento                             | 0,05           | 0,550                            |                                  |
| 3 FU entrevigado cerámico                        | 0,30           | 0,846                            |                                  |
| 4 Lana mineral                                   | 0,06           | 0,031                            |                                  |
| 5 cámara de aire ligeramente ventilada           | 0,02           |                                  | 0,080                            |
| 6 Placa de yeso laminado                         | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 7 Placa de yeso laminado                         | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 8 R <sub>0</sub> Resist. térmica local adyacente |                |                                  | 0,004                            |
| <b>Total</b>                                     |                | <b>0,470</b>                     |                                  |

**TRANSMITANCIA\*** 0,29 W/m<sup>2</sup>K

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia térmica ya corregida por contacto con garaje

## FORJADO INTERIOR ENTRE PLANTAS DEL LOCAL

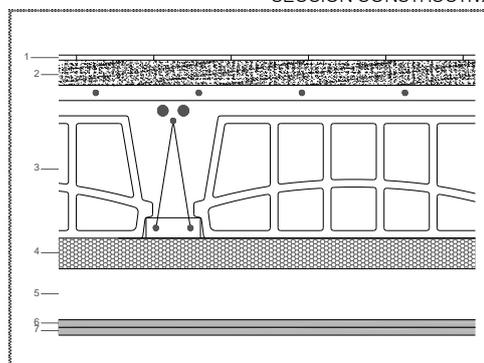
FOR INT LOC-LOC

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                  | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|----------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Conífera de peso medio               | 0,01           | 0,150                            |                                  |
| 2 Mortero de cemento                   | 0,05           | 0,550                            |                                  |
| 3 FU entriegado cerámico               | 0,30           | 0,846                            |                                  |
| 4 Lana mineral                         | 0,06           | 0,031                            |                                  |
| 5 cámara de aire ligeramente ventilada | 0,02           |                                  | 0,080                            |
| 6 Placa de yeso laminado               | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 7 Placa de yeso laminado               | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| <b>Total</b>                           | <b>0,470</b>   |                                  |                                  |

**TRANSMITANCIA**      **0,35 W/m<sup>2</sup>K**

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



## FORJADO INTERIOR ENTRE LOCAL Y VIVIENDA

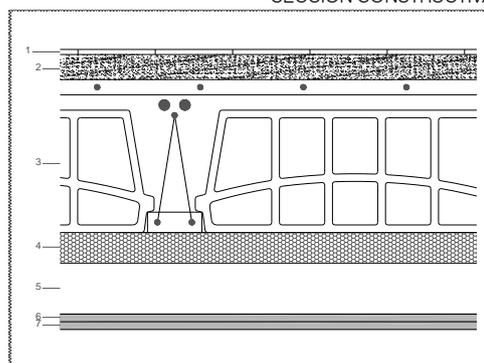
FOR INT LOC-VIV

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                  | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|----------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Conífera de peso medio               | 0,01           | 0,150                            |                                  |
| 2 Mortero de cemento                   | 0,05           | 0,550                            |                                  |
| 3 FU entriegado cerámico               | 0,30           | 0,846                            |                                  |
| 4 Lana mineral                         | 0,08           | 0,031                            |                                  |
| 5 cámara de aire ligeramente ventilada | 0,02           |                                  | 0,080                            |
| 6 Placa de yeso laminado               | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 7 Placa de yeso laminado               | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| <b>Total</b>                           | <b>0,490</b>   |                                  |                                  |

**TRANSMITANCIA**      **0,29 W/m<sup>2</sup>K**

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



## MEDIANERA VESTÍBULO Y VESTUARIOS CON GARAJE

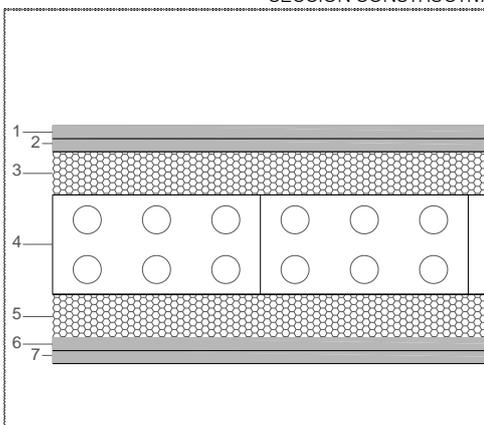
M1N1

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                             | espesor<br>(m) | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|---------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Placa de yeso laminado                          | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 2 Placa de yeso laminado                          | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 3 Lana mineral                                    | 0,05           | 0,031                            |                                  |
| 4 1/2 pie LP métrico o catalán                    | 0,115          | 0,667                            |                                  |
| 5 Lana mineral                                    | 0,05           | 0,031                            |                                  |
| 6 Placa de yeso laminado                          | 0,015          | 0,250                            |                                  |
| 7 Resina fonólica                                 | 0,02           | 0,300                            |                                  |
| 8 R <sub>ij</sub> Resist. térmica local adyacente |                |                                  | 0,003                            |
| <b>Total</b>                                      | <b>0,280</b>   |                                  |                                  |

**TRANSMITANCIA\***      **0,26 W/m<sup>2</sup>K**

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia térmica ya corregida por contacto con garaje

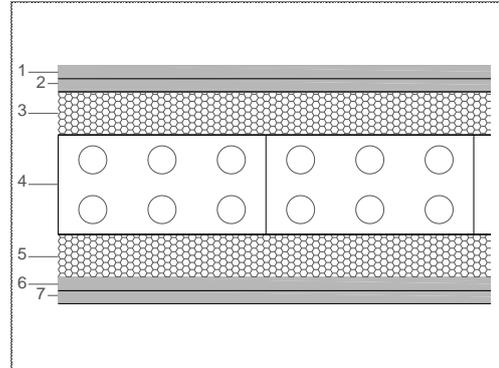
## MEDIANERA VESTUARIO 1 CON NÚCLEO DE COMUNICACIÓN

M1O1

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                            | espesor<br>(m)               | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 2 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 3 Lana mineral                                   | 0,05                         | 0,031                            |                                  |
| 4 1/2 pie LP métrico o catalán                   | 0,115                        | 0,667                            |                                  |
| 5 Lana mineral                                   | 0,05                         | 0,031                            |                                  |
| 6 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 7 Resina fonólica                                | 0,02                         | 0,300                            |                                  |
| 8 R <sub>U</sub> Resist. térmica local adyacente |                              |                                  | 0,205                            |
| <b>Total</b>                                     | <b>0,280</b>                 |                                  |                                  |
| <b>TRANSMITANCIA*</b>                            | <b>0,25 W/m<sup>2</sup>K</b> |                                  |                                  |

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia térmica ya corregida por contacto con garaje

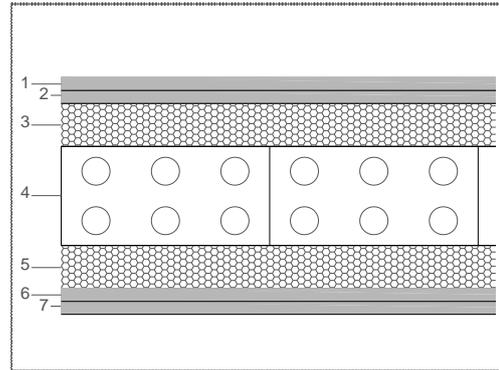
## MEDIANERA VESTUARIO 2 CON TRASTEROS

M1E1

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                            | espesor<br>(m)               | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 2 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 3 Lana mineral                                   | 0,05                         | 0,031                            |                                  |
| 4 1/2 pie LP métrico o catalán                   | 0,115                        | 0,667                            |                                  |
| 5 Lana mineral                                   | 0,05                         | 0,031                            |                                  |
| 6 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 7 Resina fonólica                                | 0,02                         | 0,300                            |                                  |
| 8 R <sub>U</sub> Resist. térmica local adyacente |                              |                                  | 0,243                            |
| <b>Total</b>                                     | <b>0,280</b>                 |                                  |                                  |
| <b>TRANSMITANCIA*</b>                            | <b>0,25 W/m<sup>2</sup>K</b> |                                  |                                  |

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia térmica ya corregida por contacto con trasteros

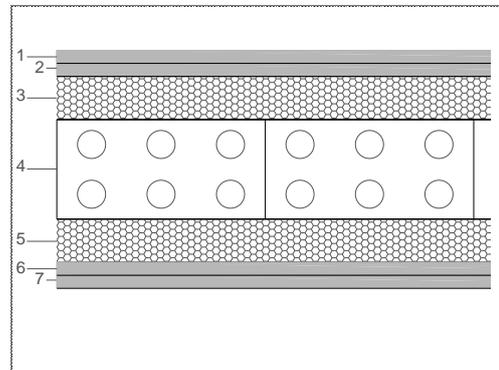
## MEDIANERA ASEOS Y DESPACHO CON NÚCLEO DE COM.

M2O1

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                            | espesor<br>(m)               | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 2 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 3 Lana mineral                                   | 0,05                         | 0,031                            |                                  |
| 4 1/2 pie LP métrico o catalán                   | 0,115                        | 0,667                            |                                  |
| 5 Lana mineral                                   | 0,05                         | 0,031                            |                                  |
| 6 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 7 Resina fonólica                                | 0,02                         | 0,300                            |                                  |
| 8 R <sub>U</sub> Resist. térmica local adyacente |                              |                                  | 0,115                            |
| <b>Total</b>                                     | <b>0,280</b>                 |                                  |                                  |
| <b>TRANSMITANCIA*</b>                            | <b>0,25 W/m<sup>2</sup>K</b> |                                  |                                  |

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia térmica ya corregida por contacto con núcleo de comunicación

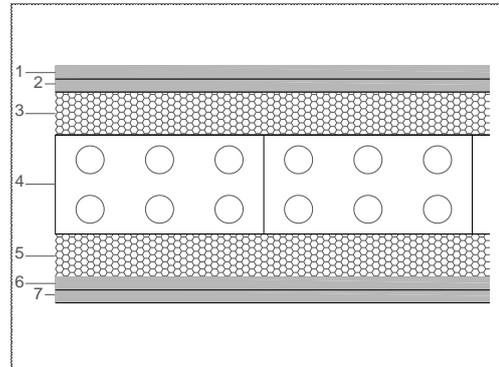
## MEDIANERA VESTUARIO 1 CON NÚCLEO DE COMUNICACIÓN

M2E1

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                                            | espesor<br>(m)               | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 2 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 3 Lana mineral                                   | 0,05                         | 0,031                            |                                  |
| 4 1/2 pie LP métrico o catalán                   | 0,115                        | 0,667                            |                                  |
| 5 Lana mineral                                   | 0,05                         | 0,031                            |                                  |
| 6 Placa de yeso laminado                         | 0,015                        | 0,250                            |                                  |
| 7 Resina fonólica                                | 0,02                         | 0,300                            |                                  |
| 8 R <sub>U</sub> Resist. térmica local adyacente |                              |                                  | 0,153                            |
| <b>Total</b>                                     | <b>0,280</b>                 |                                  |                                  |
| <b>TRANSMITANCIA*</b>                            | <b>0,25 W/m<sup>2</sup>K</b> |                                  |                                  |

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



\* Transmitancia térmica ya corregida por contacto con núcleo de comunicación

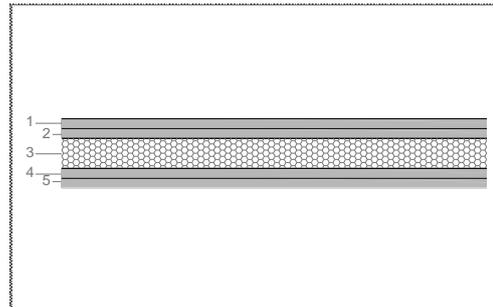
## TABIQUE INTERIOR

TAB INT

## COMPOSICIÓN DEL CERRAMIENTO

| capas                    | espesor<br>(m)               | Cond. Term.<br>$\lambda$ (W/m·K) | R. Térm.<br>(m <sup>2</sup> K/W) |
|--------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 Placa de yeso laminado | 0,011                        | 0,250                            |                                  |
| 2 Placa de yeso laminado | 0,011                        | 0,250                            |                                  |
| 3 MW Lana mineral        | 0,04                         | 0,041                            |                                  |
| 4 Placa de yeso laminado | 0,011                        | 0,250                            |                                  |
| 5 Placa de yeso laminado | 0,011                        | 0,250                            |                                  |
| <b>Total</b>             | <b>0,084</b>                 |                                  |                                  |
| <b>TRANSMITANCIA</b>     | <b>0,76 W/m<sup>2</sup>K</b> |                                  |                                  |

## SECCIÓN CONSTRUCTIVA



## Huecos

## CONFIGURACIÓN HUECOS EN FACHADA NORTE

N

La posición relativa de las carpinterías en el muro es alineada a su cara interior

## VIDRIO

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Tipo de vidrio        | Doble bajo emisivo < 0,03 |
| Composición           | 4-16 Argón-44.2           |
| Factor solar (ggl;wi) | 0,58                      |
| Transmitancia térmica | 1,0 W/m <sup>2</sup> K    |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Retranqueo plano del vidrio | 0,3 |
|-----------------------------|-----|

## Protecciones móviles

|           |                    |
|-----------|--------------------|
| Elemento  | Estores interiores |
| Color     | Blanco             |
| ggl;sh,wi | 0,49               |

## MARCO

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| Material                                   | Marco metálico         |
| Rotura pte. térmico                        | SI                     |
| Color carpintería                          | Gris oscuro            |
| Absortividad                               | 0,9                    |
| Trasmitancia térmica                       | 1,5 W/m <sup>2</sup> K |
| Porcentaje marco                           | 15 % del hueco         |
| Incremento transmitancia por intercalarios | 10 %                   |

|                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| Permeabilidad al aire    | 9 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> |
|                          | Clase 3                            |
| <b>U<sub>HUECO</sub></b> | <b>1,18 W/m<sup>2</sup>·K</b>      |

## CONFIGURACIÓN HUECOS FACHADA SUR Y ESTE

S/E

La posición relativa de las carpinterías en el muro es alineada a su cara interior

## VIDRIO

## MARCO

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Tipo de vidrio        | Doble bajo emisivo < 0,03 |
| Composición           | 4-16 Argón-44,2           |
| Factor solar (ggl;wi) | 0,4                       |
| Transmitancia térmica | 1,0 W/m <sup>2</sup> K    |

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| Material                                   | Marco metálico         |
| Rotura pte. térmico                        | SI                     |
| Color carpintería                          | Gris oscuro            |
| Absortividad                               | 0,9                    |
| Trasmitancia térmica                       | 1,5 W/m <sup>2</sup> K |
| Porcentaje marco                           | 10 % del hueco         |
| Incremento transmitancia por intercalarios | 10 %                   |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Retranqueo plano del vidrio | 0,3 |
|-----------------------------|-----|

Protecciones móviles

|           |                                        |
|-----------|----------------------------------------|
| Elemento  | Toldos exteriores y estores interiores |
| Color     | Blanco                                 |
| ggl;sh,wi | 0,08                                   |

|                          |                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------|
| Permeabilidad al aire    | 9 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup><br><i>Clase 3</i> |
| <b>U<sub>HUECO</sub></b> | <b>1,15 W/m<sup>2</sup>·K</b>                        |

## CONFIGURACIÓN HUECO PUERTA ACCESO A LOCAL

PTA ACC

La posición relativa de las carpintería en el muro es alineada a su cara interior

## VIDRIO

## MARCO

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| Tipo de vidrio        | Doble bajo emisivo < 0,03 |
| Composición           | 4-16 Argón-44,2           |
| Factor solar (ggl;wi) | 0,58                      |
| Transmitancia térmica | 1,0 W/m <sup>2</sup> K    |

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| Material                                   | Marco acero            |
| Rotura pte. térmico                        | NO                     |
| Color carpintería                          | Gris oscuro            |
| Absortividad                               | 0,9                    |
| Trasmitancia térmica                       | 3,2 W/m <sup>2</sup> K |
| Porcentaje marco                           | 10 % del hueco         |
| Incremento transmitancia por intercalarios | 10 %                   |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Retranqueo plano del vidrio | 0,3 |
|-----------------------------|-----|

Protecciones móviles

|           |      |
|-----------|------|
| Elemento  | -    |
| Color     | -    |
| ggl;sh,wi | 0,75 |

|                          |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Permeabilidad al aire    | 60 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> |
| <b>U<sub>HUECO</sub></b> | <b>1,34 W/m<sup>2</sup>·K</b>       |

## CONFIGURACIÓN HUECO ASEO ACCSIBLE

ASEO ACC

La posición relativa de las carpinterías en el muro es alineada a su cara interior

## VIDRIO

## MARCO

|                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Tipo de vidrio        | Vidrio opal doble bajo emisivo < 0,03 |
| Composición           | 4-16 Argón-44,2                       |
| Factor solar (ggl;wi) | 0,58                                  |
| Transmitancia térmica | 1,0 W/m <sup>2</sup> K                |

|                                            |                        |
|--------------------------------------------|------------------------|
| Material                                   | Marco metálico         |
| Rotura pte. térmico                        | SI                     |
| Color carpintería                          | Gris oscuro            |
| Absortividad                               | 0,9                    |
| Trasmitancia térmica                       | 1,5 W/m <sup>2</sup> K |
| Porcentaje marco                           | 15 % del hueco         |
| Incremento transmitancia por intercalarios | 10 %                   |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Transmisión luminosa TI (%) | 69 |
|-----------------------------|----|

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Retranqueo plano del vidrio | 0,3 |
|-----------------------------|-----|

Protecciones móviles

|           |                    |
|-----------|--------------------|
| Elemento  | Estores interiores |
| Color     | Blanco             |
| ggl;sh,wi | 0,49               |

|                          |                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------|
| Permeabilidad al aire    | 9 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup><br><i>Clase 3</i> |
| <b>U<sub>HUECO</sub></b> | <b>1,18 W/m<sup>2</sup>·K</b>                        |

## PTES

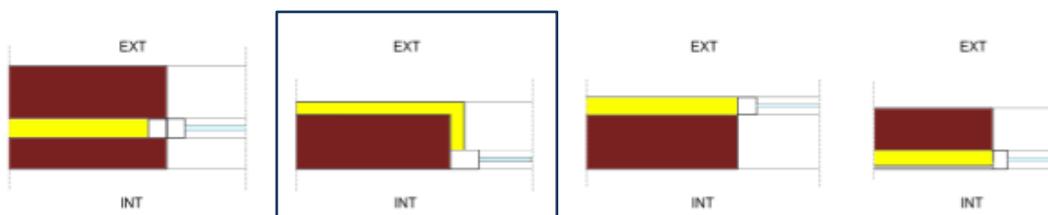
## 2. Modelo de puentes térmicos empleados según catálogo DA DB-HE / 3

La configuración de puentes térmicos empleados en el modelo es la siguiente:

#### JAMBAS EN HUECOS DE FACHADA

CON CONTINUIDAD ENTRE AISLAMIENTO DE FACHADA Y LA CARPINTERÍA (Grupo 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL

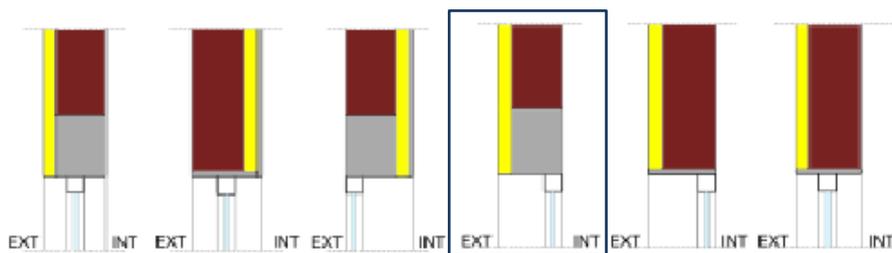
$\psi$

0,02 W/mK

#### DINTELES EN PUERTA DE ENTRADA

SIN CONTINUIDAD ENTRE AISLAMIENTO DE FACHADA Y LA CARPINTERÍA (Grupo 2)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL

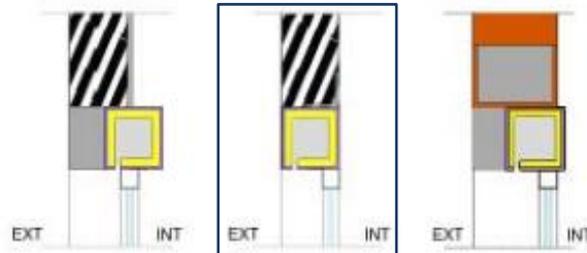
$\psi$

0,11 W/mK

**DINTELES Y CAPIALZADOS EN HUECOS DE FACHADA**

Capialzados de PVC o madera con aislamiento (Grupo 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL

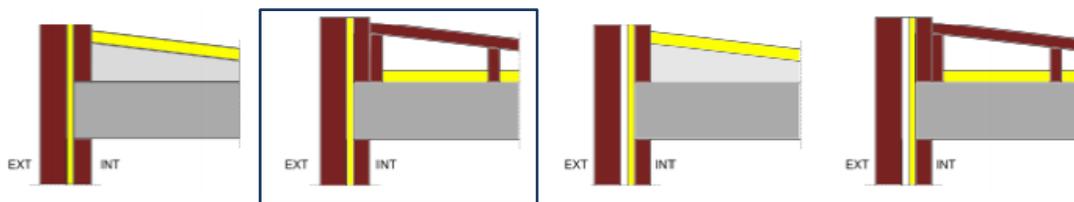
 $\Psi$ 

0,11 W/mK

**CUBIERTAS PLANAS**

CON CONTINUIDAD ENTRE EL AISLAMIENTO DE FACHADA Y EL DE CUBIERTA (GRUPO 1)\*

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL

 $\Psi$ 

0,32 W/mK

**FRENTES DE FORJADO**

CON CONTINUIDAD DEL AISLAMIENTO DE FACHADA (GRUPO 1) \*

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL

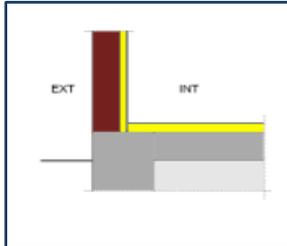
 $\Psi$ 

0,18 W/mK

**SUELOS EN CONTACTO CON EL TERRENO**

CON CONTINUIDAD ENTRE AISLAMIENTO DE FACHADA Y DE SOLERA (Grupo 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL

 $\Psi$ 

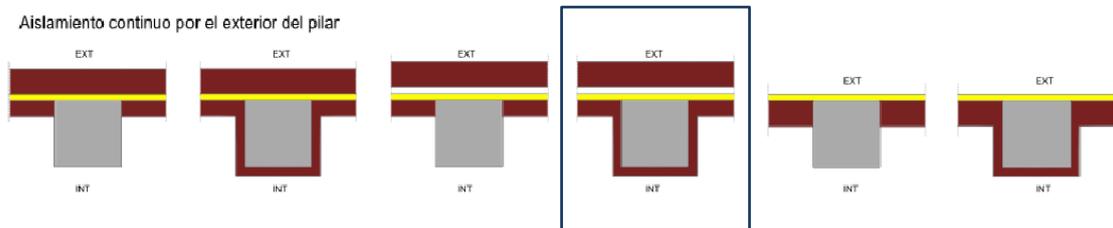
0,26 W/mK

**PILARES INTEGRADOS EN FACHADA**

CON CONTINUIDAD DEL AISLAMIENTO DE FACHADA (GRUPO 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3

Aislamiento continuo por el exterior del pilar



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL

 $\Psi_e$ 

0,002 W/mK

## SIST

## D. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO Y PREPARACIÓN DE ACS

1. Ventilación mecánica con recuperador de calor
2. Acondicionamiento de invierno
3. Acondicionamiento de verano
4. Producción de ACS
5. Producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos
6. Instalación de iluminación de las zonas comunes del edificio

Atendiendo a las características climáticas de la zona en las que teóricamente se encuentra el edificio, así como a las opciones más adecuadas en cuanto a las fuentes de energía final a utilizar, se proponen los sistemas que se describen a continuación. Considerando las condiciones climáticas de la zona B3 en la que se ubica el edificio y la actividad que se va a desarrollar en el local, se prevé una demanda importante de refrigeración y moderada de calefacción.

Se ha previsto un sistema centralizado de calefacción y refrigeración con producción de energía mediante bomba de calor aerotérmica con circuitos de caudal de refrigerante variable (VRV) que permitirá una mejor regulación y atender simultáneamente las diferentes demandas en cada local o grupo de locales. Las unidades exteriores de los equipos cuentan con espacio reservado en cubierta para su alojamiento. Con varias unidades interiores (distribuidas en varias zonas) transferiremos la energía a un caudal de aire que distribuiremos por los diferentes locales mediante una red de conductos y los difusores necesarios. Podríamos considerar por tanto el sistema como *“todo aire”*<sup>2</sup> pues es aire lo que llega a las unidades terminales de los locales.

Las unidades terminales, de acuerdo con todo lo anterior, serán difusores de aire para la red de impulsión y rejillas de retorno para la extracción de aire de los locales.

La toma de aire exterior se podría realizar desde la cubierta o desde la fachada posterior en el patio y la expulsión siempre en cubierta, previa recuperación de la energía térmica del aire expulsado.

La preparación de ACS se realiza mediante acumuladores que reciben la energía necesaria mediante circuitos procedentes de bomba de calor aerotérmica aire-agua especialmente dedicada a este servicio.

El consumo eléctrico de las bombas de calor contará con la aportación renovable de producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos instalados en el edificio. Como se ha explicado en la ficha anterior, estos paneles están situados en cubierta, utilizando como soporte físico la pérgola de la zona de circulación prevista. La producción de energía eléctrica en estos paneles aplicable al local se evalúa más adelante.

La acumulación se realiza mediante varios acumuladores capaces de atender el servicio en los momentos de máxima demanda. Sus características figuran en el apartado y ficha correspondiente.

---

<sup>2</sup> Sistemas que emplean el aire como fluido caloportador o de transporte de la energía térmica a los espacios que se quieren acondicionar. En estos casos los emisores o unidades terminales suelen ser difusores, rejillas, toberas, etc.

En cuanto a los sistemas de iluminación del edificio, se describen más adelante, partiendo, en principio, de un importante acceso a la iluminación natural debido al tamaño de huecos previstos en el local. En general, las luminarias del sistema artificial serán tipo led de bajo consumo. El análisis completo de la instalación formará parte del estudio del cumplimiento de los apartados relativos a la *Sección HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*.

**VENT**

### 1. Ventilación mecánica con recuperador de calor

La instalación de ventilación que se ha considerado forma parte del sistema de climatización, que ya contempla la impulsión de aire a los locales con el objeto de neutralizar las cargas térmicas previstas.

En cada zona se dispondrá de un conjunto interior que incorpore las baterías y el recuperador que gestione la entrada y salida de aire de la zona. La impulsión de aire se realiza mediante conductos desde el recuperador y baterías hasta los locales. La extracción, también conducida, se realiza desde los locales de la zona hasta el recuperador, y desde este, la expulsión a cubierta. El caudal de suministro será el mayor de los tres siguientes:

- el necesario para renovar el aire interior (ventilación/calidad de aire interior),
- el necesario para neutralizar las cargas de calefacción o,
- el necesario para neutralizar las cargas de refrigeración.

Para este uso concreto y en esta zona climática, es probable que el mayor de los tres sea el necesario para neutralizar las cargas de refrigeración. El aire impulsado, en ese caso, incluirá el caudal necesario de aire exterior y el resto recirculado de los propios locales de la zona. Existe otra opción que consiste en que todo el aire introducido en los locales sea aire exterior, incrementando, en ese caso, el gasto energético.

A la hora de establecer las condiciones en las que se produce la renovación del aire interior mediante el sistema de ventilación, este local comercial de uso gimnasio, se rige por las determinaciones especificadas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). En su *INSTRUCCIÓN TÉCNICA IT 1. DISEÑO Y DIMENSIONADO* y en concreto en el apartado *IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior, IT 1.1.4.2.1 Generalidades*, se dice lo siguiente:

*1. En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes se consideran válidos los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.*

*2. El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes. A los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.*

En el apartado *IT 1.1.4.2.2 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios*, se fija la categoría de calidad del aire interior (IDA) que como mínimo se deberá alcanzar. Dichas categorías son las siguientes:

| CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (IDA)        | Ejemplo de usos                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>IDA 1</b><br>Aire de óptima calidad | Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías                                                                                                                                                                             |
| <b>IDA 2</b><br>Aire de buena calidad  | Oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas                        |
| <b>IDA 3</b><br>Aire de calidad media  | Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores |
| <b>IDA 4</b><br>Aire de calidad baja   |                                                                                                                                                                                                                             |

*Categorías de calidad del aire interior según R.I.T.E.*

En principio, las actividades previstas dentro del gimnasio requerirían una calidad IDA 3, salvo el pequeño despacho que se encuadraría en la calidad IDA 2 (oficina).

A la hora de fijar el caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican en el cuadro anterior, se calculará de acuerdo con alguno de los cinco métodos que se indican en el apartado *IT 1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación* de la citada Instrucción del RITE. Allí se establecen 5 métodos de cálculo para alcanzar las categorías fijadas anteriormente. Estos métodos se dividen en dos grupos: los que se basan en procedimientos directos de control de la calidad del aire y por otra parte los indirectos, estimando caudales de renovación atendiendo a la ocupación o a las superficies de los locales.

En este tipo de edificios y uso (gimnasio) se recomienda realizar la renovación de aire mediante un sistema de control de la calidad del aire en tiempo real, métodos directos según el RITE. En concreto el método directo por concentración de CO<sub>2</sub> se recomienda para locales con elevada actividad metabólica (salas de fiestas, locales para el deporte y actividades físicas, etc.). Este es el caso concreto de nuestro ejemplo. Los valores se recogen en la tabla 1.4.2.3 del mismo apartado de la *Instrucción técnica IT 1. Diseño y dimensionado*:

| CATEGORÍA | ppm (*) |
|-----------|---------|
| IDA 1     | 350     |
| IDA 2     | 500     |
| IDA 3     | 800     |
| IDA 4     | 1.200   |

(\*) Concentración de CO<sub>2</sub> (en partes por millón en volumen) por encima de la concentración en el aire exterior

Este sería el método recomendado de cálculo y control de la calidad del aire interior en este tipo de locales. No obstante, y con el fin de poder estimar caudales de ventilación de una manera más sencilla, en nuestro ejemplo, estimaremos unos valores a partir de los métodos indirectos basados en la ocupación y la superficie de los locales, según tengan o no, una ocupación permanente de personas.

En la *Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm<sup>3</sup>/s por persona* del citado apartado *IT 1.1.4.2.3 Caudal mínimo del aire exterior de ventilación* del RITE se fijan los caudales para los locales con ocupación:

| CATEGORÍA | dm <sup>3</sup> /s por persona |
|-----------|--------------------------------|
| IDA 1     | 20                             |
| IDA 2     | 12,5                           |
| IDA 3     | 8                              |
| IDA 4     | 5                              |

No obstante, se indica que estos caudales son válidos para una actividad metabólica de alrededor de 1,2 met<sup>3</sup>. En nuestro caso, en las salas de ejercicio, es probable que, en algunos momentos, se supere ese nivel medio de actividad metabólica y habría que realizar el correspondiente ajuste de los caudales.

Para los locales sin ocupación permanente de personas, se ha de considerar la *Tabla 1.4.2.4 Caudales de aire exterior por unidad de superficie de locales no dedicados a ocupación humana permanente* de la misma *Instrucción técnica IT 1. Diseño y dimensionado del RITE*. Los valores son los siguientes:

| CATEGORÍA | dm <sup>3</sup> /(s·m <sup>2</sup> ) |
|-----------|--------------------------------------|
| IDA 1     | No aplicable                         |
| IDA 2     | 0,83                                 |
| IDA 3     | 0,55                                 |
| IDA 4     | 0,28                                 |

Respecto a la calidad del aire de extracción, que condicionará los movimientos de aire en el interior del edificio, así como las condiciones de expulsión, el RITE en el apartado *IT 1.1.4.2.5 Aire de extracción* lo clasifica de la siguiente forma:

| CALIDAD DEL AIRE INTERIOR (IDA)                | Característica y ejemplo de usos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>AE 1</b><br>bajo nivel de contaminación     | Aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas.<br>Por ejemplo: oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos.                                                                                                     |
| <b>AE 2</b><br>moderado nivel de contaminación | Aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior.<br>Por ejemplo: restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas (excepto campana extractora), bares, almacenes.                                                                                                                                                                                                             |
| <b>AE 3</b><br>alto nivel de contaminación     | Aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc. Por ejemplo: saunas, cocinas industriales, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>AE 4</b><br>muy alto nivel de contaminación | Aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.<br>Por ejemplo: extracción de campanas, aparcamientos, locales para manejo de pinturas y solventes, locales donde se guarda lencería sucia, locales de almacenamiento de residuos de comida, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos. |

En cuanto a las restricciones de desplazamiento de aire entre locales (aire de transferencia), precauciones en el paso por recuperador de calor, etc., en ese mismo apartado del RITE se hacen las siguientes puntualizaciones:

<sup>3</sup> Factor metabólico de una persona sedentaria en descanso (1 met = 58,2 W/m<sup>2</sup>)

1. ....
2. El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 dm<sup>3</sup>/s por m<sup>2</sup> de superficie en planta.
3. Sólo el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.
4. El aire de categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes.
5. El aire de las categorías AE 3 y AE 4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia.
6. Cuando se mezclen aires de extracción de diferentes categorías el conjunto tendrá la categoría del más desfavorable; si las extracciones se realizan de manera independiente, la expulsión hacia el exterior del aire de las categorías AE3 y AE4 no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE1 y AE2, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.

En consecuencia, considerando todo lo anterior, los caudales de ventilación mínimos necesarios en cada local de nuestro ejemplo serán los siguientes:

#### CAUDALES DE VENTILACIÓN

| LOCAL              |         |                         | OCUPACIÓN         |                          | CARACTERIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN |                     |            |                               |                                   |                                 |                               |                              |                              |                             |
|--------------------|---------|-------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Programa del local |         |                         | Superficie        | Volumen de aire interior | Ocupación max. por espacios       | Categorías del aire |            | Tasa de ventilación según IDA | Tasa de ventilación según IDA     | Caudales mínimos de ventilación |                               |                              |                              |                             |
| Pl.                | ESPACIO | nomenclatura en planos  | (m <sup>2</sup> ) | (m <sup>3</sup> )        | nº p.                             | Interior            | Extracción | dm <sup>3</sup> /s.p          | dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> | Impulsión dm <sup>3</sup> /s    | Extracción dm <sup>3</sup> /s | Extracción m <sup>3</sup> /s | Extracción m <sup>3</sup> /h | Renov./h (h <sup>-1</sup> ) |
| Planta baja        | P02 E02 | Despacho administración | 6,38              | 22,01                    | 2                                 | IDA 2               | AE 1       |                               |                                   | 25,0                            | 25,0                          | 0,03                         | 90,00                        | 4,1                         |
|                    | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33             | 35,64                    |                                   | IDA 3               | AE 2       |                               | 0,55                              | 5,7                             | 31,0                          | 0,03                         | 111,56                       | 3,1                         |
|                    | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88             | 165,19                   | 23                                | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                                   | 184,0                           | 184,0                         | 0,18                         | 662,40                       | 4,0                         |
|                    |         | Sala 1                  | 12,17             |                          | 8                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                                   | 64,0                            | 64,0                          | 0,06                         | 230,40                       |                             |
|                    | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17             | 331,20                   | 8                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                                   | 64,0                            | 64,0                          | 0,06                         | 230,40                       | 2,6                         |
|                    | Sala 3  | 71,65                   |                   | 14                       | IDA 3                             | AE 2                | 8,0        |                               | 112,0                             | 112,0                           | 0,11                          | 403,20                       |                              |                             |
| Planta sótano      | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20             | 37,21                    | 6                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                                   | 48,0                            | 36,6                          | 0,04                         | 131,76                       | 3,5                         |
|                    | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55              | 10,83                    |                                   | IDA 3               | AE 2       |                               | 0,55                              | 2,0                             | 15,0                          | 0,02                         | 54,00                        | 5,0                         |
|                    |         | Cabina 1                | 4,73              |                          | 1                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                                   | 8,0                             | 8,0                           | 0,01                         | 28,80                        |                             |
|                    | P01 E01 | Cabina 2                | 4,73              | 27,99                    | 1                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                                   | 8,0                             | 8,0                           | 0,01                         | 28,80                        | 2,1                         |
|                    | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67             | 81,34                    | 13                                | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                                   | 104,0                           | 104,0                         | 0,10                         | 374,40                       | 4,6                         |
|                    | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20             | 37,21                    | 6                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                                   | 48,0                            | 36,6                          | 0,04                         | 131,76                       | 3,5                         |
|                    | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60              | 10,98                    |                                   | IDA 3               | AE 2       |                               | 0,55                              | 2,0                             | 15,0                          | 0,02                         | 54,00                        | 4,9                         |
| <b>TOTALES</b>     |         |                         | <b>228,26</b>     | <b>759,60</b>            | <b>82</b>                         |                     |            |                               |                                   | <b>674,6</b>                    | <b>703,2</b>                  | <b>0,70</b>                  | <b>2.531,48</b>              | <b>3,33</b>                 |

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales colindantes. Para conseguirlo se propone que reciban aire de transferencia de los locales adyacentes y que en los espacios de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(\*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 l/s m<sup>2</sup> (según el RITE El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m<sup>2</sup>) o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos para cada unidad de inodoro.

(\*\*) En los vestuarios que comparten espacio con aparatos sanitarios y cabina de inodoro se ha considerado el mismo criterio de caudal de extracción aplicado en la zona de cabina de inodoros.

Para el resto de espacios, como simplificación, se mantiene el mismo caudal de impulsión y de extracción sin considerar las posibles diferencias entre ambos y que son necesarias para establecer los flujos interiores de aire y las condiciones de presión diferencial en los locales.

**El sistema incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%**

Como en este caso la ventilación está asociada al sistema de climatización por aire, en dicho apartado se comprobará si estos caudales son suficientes para neutralizar las cargas térmicas de verano e invierno. Si no fuera así, se establecerán los caudales de suministro necesarios, pero garantizando siempre la renovación de aire mínima calculada anteriormente. Como ya se ha dicho, puede optarse por la recirculación de una parte del aire extraído de los locales, manteniendo el caudal de ventilación necesario.

Respecto a la recuperación de calor del aire expulsado el RITE en su apartado IT 1.2.4.5.2 Recuperación de calor del aire de extracción dice lo siguiente:

1. En los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a **0,28 m<sup>3</sup>/s**, de acuerdo con lo establecido en el reglamento de diseño ecológico para las unidades de ventilación, se recuperará la energía del aire expulsado.
2. Las unidades de ventilación bidireccionales, o los componentes para ventilación de las unidades de tratamiento de aire de los sistemas todo aire, cumplirán los requisitos establecidos en los reglamentos europeos de diseño ecológico que les sean de aplicación.

En el proyecto o memoria técnica, para aquellos casos en que los equipos dispongan de etiquetado energético, se indicará su clase. Además, se indicará la información que aparece en la ficha de producto exigida por el reglamento de etiquetado energético que aplique.

3. En las piscinas climatizadas, la energía térmica contenida en el aire expulsado deberá ser recuperada, con una eficiencia mínima y unas pérdidas máximas de presión iguales a las indicadas en la tabla 2.4.5.1 para más de 6.000 horas anuales de funcionamiento, en función del caudal.

| Horas anuales de funcionamiento | Caudal de aire exterior (m³/s) |     |            |     |            |     |           |     |      |     |
|---------------------------------|--------------------------------|-----|------------|-----|------------|-----|-----------|-----|------|-----|
|                                 | >0,5...1,5                     |     | >1,5...3,0 |     | >3,0...6,0 |     | >6,0...12 |     | > 12 |     |
|                                 | %                              | Pa  | %          | Pa  | %          | Pa  | %         | Pa  | %    | Pa  |
| ≤ 2.000                         | 40                             | 100 | 44         | 120 | 47         | 140 | 55        | 160 | 60   | 180 |
| > 2.000... 4.000                | 44                             | 140 | 47         | 160 | 52         | 180 | 58        | 200 | 64   | 220 |
| > 4.000... 6.000                | 47                             | 160 | 50         | 180 | 55         | 200 | 64        | 220 | 70   | 240 |
| > 6.000                         | 50                             | 180 | 55         | 200 | 60         | 220 | 70        | 240 | 75   | 260 |

4. Alternativamente al uso del aire exterior, el mantenimiento de la humedad relativa del ambiente puede lograrse por medio de una bomba de calor, dimensionada específicamente para esta función, que enfríe, deshumedezca y recaliente el mismo aire del ambiente en ciclo cerrado.

En nuestro caso, el caudal de aire extraído de los locales y expulsado al exterior será como mínimo de **0,70 m³/s** por lo que será necesario incorporar recuperador de calor en la instalación. Las condiciones de recuperación se fijan en el **REGLAMENTO (UE) No 1253/2014 DE LA COMISIÓN de 7 de julio de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las unidades de ventilación**. En su Anexo III: *Requisitos específicos de diseño ecológico aplicables a las unidades de ventilación NO residenciales, según el artículo 3, apartados 2 y 4 se establece que la eficiencia térmica mínima de todos los sistemas de recuperación de calor, excepto los móviles, en unidades de ventilación bidireccionales será como mínimo del 73%. En nuestro caso, para el cálculo del ejemplo, emplearemos un rendimiento del **75%**.*

Es conveniente señalar que la utilización de sistemas de recuperación de calor implica la necesidad de controlar la permeabilidad del edificio para conseguir que los caudales de aire pasen realmente por dicho sistema y se consiga su máxima eficacia. Por ello, deben conseguirse unos valores de permeabilidad ( $n_{50}$ ) reducidos. Si bien en este caso, al tratarse de un uso comercial no es exigible, se recomienda su control en cualquier proyecto y obra, en proyecto mediante el cálculo teórico (se puede aproximar a partir del artículo 2 del Anejo H del DBHE) y en obra mediante un control estricto de la ejecución de la obra. En diferentes fases de la ejecución se pueden verificar los valores de renovación mediante el método de presurización con ventilador. Se recomienda que sean inferiores a 1 ren/h (el ejemplo tiene unos valores teóricos de  $n_{50} = 2,00$ ).

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Calidad de la envolvente térmica

|                                                  |                 | Valores límite   |           |            |             |         |        |           |           |                       |
|--------------------------------------------------|-----------------|------------------|-----------|------------|-------------|---------|--------|-----------|-----------|-----------------------|
| Transmitancia térmica global, K [W/m²·K]         | 0,54            | 0,87             |           | CUMPLE     |             |         |        |           |           |                       |
| Demandas del edificio Objeto:                    |                 |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| - Calefacción [kWh/m²·año]                       | 0,77            |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| - Refrigeración [kWh/m²·año]                     | 55,07           |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| Control solar, q_soljul [kWh/m²·mes]             | 2,83            | 4,00             |           | CUMPLE     |             |         |        |           |           |                       |
| Relación de cambio de aire a 50 Pa, n50 [1/h]    | 2,00            | -                |           | NO APLICA  |             |         |        |           |           |                       |
| Compacidad [m³/m²]                               | 3,15            |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| Superficie útil de cálculo, A_gtil [m²]          | 228,30          |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| Superficie de cerramientos opacos, A_opacos [m²] | 221,62          |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| Superficie de huecos, A_huecos [m²]              | 61,37           |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| Longitud de puentes térmicos, L_pt [m]           | 168,39          |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| Detalle por componentes:                         |                 |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| Huecos   Opacos   Puentes Térmicos   Espacios    |                 |                  |           |            |             |         |        |           |           |                       |
| Núm.                                             | Nombre          | Construcción     | Área [m²] | U [W/m²·K] | Orientación | % Marco | g_gbwí | g_glsh,wí | F_shyobst | Ganancia_jul [kWh/m²] |
| 1                                                | PO2_E02_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 6,24      | 1,15       | S           | 10,00   | 0,40   | 0,08      | 0,74      | 4,74                  |
| 2                                                | PO2_E02_PE004_V | VENTANA TIPO SUR | 2,94      | 1,15       | E           | 10,00   | 0,40   | 0,08      | 0,59      | 4,97                  |
| 3                                                | PO2_E03_PE002_V | VENTANA NORTE    | 0,68      | 1,18       | N           | 15,00   | 0,58   | 0,49      | 0,75      | 18,98                 |
| 4                                                | PO2_E04_PE001_V | PUERTA ACCESO    | 6,42      | 1,34       | S           | 10,00   | 0,58   | 0,75      | 0,58      | 34,95                 |
| 5                                                | PO2_E04_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 8,91      | 1,15       | S           | 10,00   | 0,40   | 0,08      | 0,75      | 4,85                  |
| 6                                                | PO2_E04_PE005_V | VENTANA TIPO SUR | 6,45      | 1,15       | S           | 10,00   | 0,40   | 0,08      | 0,74      | 4,76                  |
| 7                                                | PO2_E05_PE001_V | VENTANA TIPO SUR | 7,23      | 1,15       | S           | 10,00   | 0,40   | 0,08      | 0,75      | 4,79                  |
| 8                                                | PO2_E05_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 13,44     | 1,15       | S           | 10,00   | 0,40   | 0,08      | 0,77      | 4,94                  |
| 9                                                | PO2_E05_PE005_V | VENTANA NORTE    | 4,48      | 1,18       | N           | 15,00   | 0,58   | 0,49      | 0,83      | 20,99                 |
| 10                                               | PO2_E05_PE007_V | VENTANA NORTE    | 4,58      | 1,18       | N           | 15,00   | 0,58   | 0,49      | 0,83      | 21,00                 |

Resultados obtenidos de la simulación del edificio con HULC.

**CLIMA**

## 2. Acondicionamiento de invierno y verano

Considerando las condiciones del clima en el que nos encontramos (en este caso **B3**), las exigencias de calefacción serán en principio, algo menos importantes que las de refrigeración. Se propone un sistema de climatización (invierno y verano) por aire, que como se ha dicho anteriormente, está alimentado por un equipo de bomba de calor aerotérmica y circuitos de refrigerante de caudal variable VRV que alimentan a las diferentes unidades interiores de cada zona. Dichas unidades interiores disponen de recuperador de energía para los flujos de ventilación y baterías (frío-calor) alimentadas por los circuitos de refrigerante.

Todas las zonas del local gimnasio se consideran “acondionadas”, con las siguientes excepciones:

- No habitables: núcleo del ascensor en ambas plantas.
- No acondicionados: el aseo accesible de planta y las cabinas de inodoros de los vestuarios de planta sótano. En principio, estos espacios disponen exclusivamente de extracción de aire para asegurarnos que se encuentran en depresión. Recibirán aire de transferencia de los espacios colindantes para su acondicionamiento indirecto. Sus cargas térmicas sí han sido tenidas en cuenta.

El programa de simulación HULC calcula, con los datos geométricos, climáticos, constructivos y de uso, las ganancias y pérdidas que se producen en cada espacio, pero para hacer un dimensionado de los sistemas se debe hacer una estimación de las cargas máximas que se han de neutralizar para mantener las condiciones de confort interior. Por lo tanto, es necesario realizar un cálculo de las cargas térmicas de invierno y de verano y que se obtienen para la combinación simultánea más desfavorable de las condiciones interiores y exteriores en cada periodo. Tras este análisis, se podrán prescribir los sistemas y equipos más adecuados para cada una de las instalaciones. También se podrán determinar las potencias de las unidades terminales y los caudales necesarios para transportar la energía térmica a los locales.

No obstante, en un régimen ordinario, las instalaciones de climatización del edificio no funcionarán siempre al 100%, máximo de su capacidad, sino que, dependiendo del perfil de uso y de las condiciones climáticas exteriores, lo harán mayoritariamente a “cargas parciales” y tendrán un determinado consumo. Para el cálculo de esta parte, más compleja, es para la que recurrimos a un software específico (HULC en nuestro caso) que simule y calcule correctamente los valores de consumo de energía primaria que puedan compararse con los límites reglamentarios y justificar el cumplimiento normativo.

Para obtener las cargas térmicas de los diferentes locales de esta parte del edificio, en el apartado 3 de las AYUDAS de esta guía, se desarrolla más ampliamente su cálculo tanto para calefacción como para refrigeración. Sus valores más importantes se resumen aquí en los siguientes cuadros:

## INVIERNO

## PLANTA SÓTANO. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO POR ESPACIOS

| LOCAL          |         |                  | APORTE DE CALOR                 |                               |                              | PERDIDAS DE CALOR             |                                    |                                   | CARGAS TOTALES   |                |                  |
|----------------|---------|------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------|------------------|
| PI.            | ESPACIO | nombre en planos | aporte sensible iluminación (W) | aporte sensible ocupación (W) | aporte latente ocupación (W) | Pérdidas por cerramientos (W) | Pérdidas sensibles ventilación (W) | Pérdidas latentes ventilación (W) | Sensibles (W)    | Latentes (W)   | Total (W)        |
| Planta sótano  | P01 E04 | Vestuario 1      | 1,22                            | 22,50                         | 16,50                        | -322,96                       | -198,63                            | -107,60                           | -497,87          | -91,10         | -588,97          |
|                | P01 E05 | Aseo 1           | 0,18                            | 0,00                          | 0,00                         | -58,91                        | -81,41                             | -44,10                            | -140,13          | -44,10         | -184,23          |
|                | P01 E01 | Cabina 1         | 9,46                            | 5,50                          | 3,00                         | -208,57                       | -86,83                             | -47,04                            | -280,44          | -44,04         | -324,48          |
|                |         | Cabina 2         |                                 |                               |                              |                               |                                    |                                   |                  |                |                  |
|                | P01 E03 | Vestibulo 2      | 1,33                            | 48,75                         | 35,75                        | -276,96                       | -564,41                            | -305,76                           | -791,28          | -270,01        | -1061,29         |
|                | P01 E06 | Vestuario 2      | 1,22                            | 22,50                         | 16,50                        | -231,11                       | -198,63                            | -107,60                           | -406,02          | -91,10         | -497,13          |
|                | P01 E07 | Aseo 2           | 0,18                            | 0,00                          | 0,00                         | -59,46                        | -81,41                             | -44,10                            | -140,68          | -44,10         | -184,78          |
| <b>TOTALES</b> |         |                  | <b>13,59</b>                    | <b>99,25</b>                  | <b>71,75</b>                 | <b>-1.157,97</b>              | <b>-1.211,31</b>                   | <b>-656,21</b>                    | <b>-2.256,43</b> | <b>-584,46</b> | <b>-2.840,89</b> |

## PLANTA BAJA. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO POR ESPACIOS

| LOCAL          |         |                        | APORTE DE CALOR                 |                               |                              | PERDIDAS DE CALOR             |                                    |                                   | CARGAS TOTALES   |                  |                  |
|----------------|---------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| PI.            | ESPACIO | nombre en planos       | aporte sensible iluminación (W) | aporte sensible ocupación (W) | aporte latente ocupación (W) | Pérdidas por cerramientos (W) | Pérdidas sensibles ventilación (W) | Pérdidas latentes ventilación (W) | Sensibles (W)    | Latentes (W)     | Total (W)        |
| Planta baja    | P02 E02 | Despacho               | 1,60                            | 7,00                          | 4,50                         | -282,12                       | -135,68                            | -73,50                            | -409,20          | -69,00           | -478,20          |
|                | P02 E03 | Aseo planta baja       | 0,52                            | 0,00                          | 0,00                         | -216,00                       | -168,18                            | -91,11                            | -383,67          | -91,11           | -474,78          |
|                | P02 E04 | Vestibulo 1/ Cafetería | 4,79                            | 86,25                         | 63,25                        | -620,88                       | -998,57                            | -540,96                           | -1528,41         | -477,71          | -2006,12         |
|                |         | Sala 1                 |                                 |                               |                              |                               |                                    |                                   |                  |                  |                  |
|                |         | Sala 2                 |                                 |                               |                              |                               |                                    |                                   |                  |                  |                  |
|                |         | Sala 3                 |                                 |                               |                              |                               |                                    |                                   |                  |                  |                  |
| P02 E05        |         | 95,99                  | 193,00                          | 333,00                        | -1845,99                     | -1302,48                      | -705,60                            | -2859,48                          | -372,60          | -3232,08         |                  |
| <b>TOTALES</b> |         |                        | <b>102,89</b>                   | <b>286,25</b>                 | <b>400,75</b>                | <b>-2.965,00</b>              | <b>-2.604,91</b>                   | <b>-1.411,17</b>                  | <b>-5.180,76</b> | <b>-1.010,42</b> | <b>-6.159,98</b> |

|                         |                  |                  |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>TOTALES GIMNASIO</b> | <b>-7.437,19</b> | <b>-1.594,88</b> | <b>-9.000,87</b> |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|

## VERANO

## PLANTA SÓTANO. CARGAS TÉRMICAS TOTALES DE VERANO POR ESPACIOS

| LOCAL          |         |                  | ENVOLVENTE                               |                                      | VENTILACIÓN                         |                                    | CARGAS INTERNAS               |                              |                             |                             | CARGAS TOTALES  |                 |                 |
|----------------|---------|------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| PI.            | ESPACIO | nombre en planos | ganancias sensibles por cerramientos (W) | ganancias sensibles radiación huecos | Ganancias sensibles ventilación (W) | Ganancias latentes ventilación (W) | aporte sensible ocupación (W) | aporte latente ocupación (W) | aporte sensible iluminación | aporte sensible equipos (W) | Sensibles (W)   | Latentes (W)    | Total (W)       |
| Planta sótano  | P01 E04 | Vestuario 1      | 129,4                                    | 0,0                                  | 110,3                               | 48,4                               | 450,0                         | 330,0                        | 24,40                       | 6,00                        | 720,17          | 378,42          | 1.098,59        |
|                | P01 E05 | Aseo 1           | 33,0                                     | 0,0                                  | 45,2                                | 19,8                               | 0,0                           | 0,0                          | 3,55                        | 0,00                        | 81,76           | 19,85           | 101,61          |
|                | P01 E01 | Cabina 1         | 93,4                                     | 0,0                                  | 48,2                                | 21,2                               | 110,0                         | 60,0                         | 18,92                       | 9,46                        | 280,06          | 81,17           | 361,23          |
|                |         | Cabina 2         |                                          |                                      |                                     |                                    |                               |                              |                             |                             |                 |                 |                 |
|                | P01 E03 | Vestibulo 2      | 155,1                                    | 0,0                                  | 313,6                               | 137,6                              | 975,0                         | 715,0                        | 26,67                       | 13,00                       | 1.483,33        | 852,59          | 2.335,92        |
|                | P01 E06 | Vestuario 2      | 129,4                                    | 0,0                                  | 110,3                               | 48,4                               | 450,0                         | 330,0                        | 24,40                       | 6,00                        | 720,17          | 378,42          | 1.098,59        |
|                | P01 E07 | Aseo 2           | 33,3                                     | 0,0                                  | 45,2                                | 19,8                               | 0,0                           | 0,0                          | 3,60                        | 0,00                        | 82,12           | 19,85           | 101,97          |
| <b>TOTALES</b> |         |                  | <b>573,67</b>                            | <b>-</b>                             | <b>672,95</b>                       | <b>295,29</b>                      | <b>1.985,00</b>               | <b>1.435,00</b>              | <b>101,54</b>               | <b>34,46</b>                | <b>3.367,61</b> | <b>1.730,29</b> | <b>5.097,91</b> |

## PLANTA BAJA. CARGAS TÉRMICAS TOTALES DE VERANO POR ESPACIOS

| LOCAL          |         |                        | ENVOLVENTE                               |                                      | VENTILACIÓN                         |                                    | CARGAS INTERNAS               |                              |                             |                             | CARGAS TOTALES   |                 |                  |
|----------------|---------|------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| PI.            | ESPACIO | nombre en planos       | ganancias sensibles por cerramientos (W) | ganancias sensibles radiación huecos | Ganancias sensibles ventilación (W) | Ganancias latentes ventilación (W) | aporte sensible ocupación (W) | aporte latente ocupación (W) | aporte sensible iluminación | aporte sensible equipos (W) | Sensibles (W)    | Latentes (W)    | Total (W)        |
| Planta baja    | P02 E02 | Despacho               | 150,47                                   | 250,3                                | 75,4                                | 33,1                               | 140,0                         | 90,0                         | 31,90                       | 19,14                       | 667,16           | 123,08          | 790,23           |
|                | P02 E03 | Aseo planta baja       | 115,20                                   | 17,1                                 | 93,4                                | 41,0                               | 0,0                           | 0,0                          | 10,33                       | 0,00                        | 236,10           | 41,00           | 277,10           |
|                | P02 E04 | Vestibulo 1/ Cafetería | 331,14                                   | 607,3                                | 554,8                               | 243,4                              | 1725,0                        | 1265,0                       | 95,76                       | 143,64                      | 3.457,56         | 1.508,43        | 4.965,99         |
|                |         | Sala 1                 |                                          |                                      |                                     |                                    |                               |                              |                             |                             |                  |                 |                  |
|                |         | Sala 2                 |                                          |                                      |                                     |                                    |                               |                              |                             |                             |                  |                 |                  |
|                |         | Sala 3                 |                                          |                                      |                                     |                                    |                               |                              |                             |                             |                  |                 |                  |
| P02 E05        |         | 984,53                 | 818,7                                    | 723,6                                | 317,5                               | 3860,0                             | 6660,0                        | 383,96                       | 95,99                       | 6.866,76                    | 6.977,52         | 13.844,28       |                  |
| <b>TOTALES</b> |         |                        | <b>1581,33</b>                           | <b>1.693,36</b>                      | <b>1.447,17</b>                     | <b>635,03</b>                      | <b>5.725,00</b>               | <b>8.015,00</b>              | <b>521,95</b>               | <b>258,77</b>               | <b>11.227,58</b> | <b>8.850,03</b> | <b>19.877,60</b> |

|                         |                  |                  |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>TOTALES GIMNASIO</b> | <b>14.595,19</b> | <b>10.380,32</b> | <b>24.975,51</b> |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|

La zonificación de espacios y unidades terminales dentro de cada zona que se ha aplicado para la instalación de climatización es la siguiente:

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA SÓTANO |                          |                   |               |                  |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|------------------|
| PI.                              | ZONAS                    | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO       | nombre en planos |
| Planta sótano                    | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E04       | Vestuario 1      |
|                                  |                          |                   | P01 E05       | Aseo 1           |
|                                  | ZONA VESTÍBULO Y CABINAS | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E01       | Cabina 1         |
|                                  |                          |                   | U. TERMINAL 2 | Cabina 2         |
|                                  | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 2 | P01 E03       | Vestíbulo 2      |
|                                  |                          |                   | P01 E06       | Vestuario 2      |
|                                  |                          |                   | P01 E07       | Aseo 2           |

Zonas de climatización en planta sótano

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                        |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------------|
| PI.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos       |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho               |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja       |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 | Sala 1                 |
|                                |                         |                   |         | Sala 2                 |
| Sala 3                         |                         |                   |         |                        |

Zonas de climatización en planta baja

En las siguientes tablas se resume la potencia necesaria de calefacción refrigeración de cada zona, así como los caudales necesarios para ambos servicios y el caudal necesario de ventilación en función de la ocupación de los espacios. En la última columna de la tabla se selecciona el mayor de los tres, que será el caudal mínimo de suministro de cada zona y que es el que introduciremos en HULC.

### Planta sótano

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA SÓTANO |                          |                   |               |                  | ZONAS SECAS CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|------------------|----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                              | ZONAS                    | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO       | nombre en planos | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                        | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta sótano                    | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E04       | Vestuario 1      |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  |                          |                   | P01 E05       | Aseo 1           |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  | ZONA VESTÍBULO Y CABINAS | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E01       | Cabina 1         | 0,32                                         | 0,36                    | 57,79                                        | 69,20                                          | 28,8                                         | 69                                          |
|                                  |                          |                   | U. TERMINAL 2 | Cabina 2         |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 2 | P01 E03       | Vestíbulo 2      | 1,06                                         | 2,34                    | 67,72                                        | 349,18                                         | 374,4                                        | 374                                         |
|                                  |                          |                   | P01 E06       | Vestuario 2      |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  |                          |                   | P01 E07       | Aseo 2           |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
| <b>TOTALES</b>                   |                          |                   |               |                  | <b>1,39</b>                                  | <b>2,70</b>             | <b>125,52</b>                                | <b>418</b>                                     | <b>432,00</b>                                | <b>443</b>                                  |

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA SÓTANO |                          |                   |               |                  | ZONAS HÚMEDAS CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                              | ZONAS                    | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO       | nombre en planos | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                          | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta sótano                    | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E04       | Vestuario 1      | 0,59                                           | 1,10                    | 89,33                                        | 182,04                                         | 131,76                                       | 182                                         |
|                                  |                          |                   | P01 E05       | Aseo 1           | 0,18                                           | 0,10                    | 17,53                                        | 10,91                                          | 54                                           | 54                                          |
|                                  | ZONA VESTÍBULO Y CABINAS | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E01       | Cabina 1         |                                                |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  |                          |                   | U. TERMINAL 2 | Cabina 2         |                                                |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 2 | P01 E03       | Vestíbulo 2      |                                                |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  |                          |                   | P01 E06       | Vestuario 2      | 0,50                                           | 1,10                    | 61,91                                        | 182,04                                         | 131,76                                       | 182                                         |
|                                  |                          |                   | P01 E07       | Aseo 2           | 0,18                                           | 0,10                    | 17,69                                        | 11,01                                          | 54                                           | 54                                          |
| <b>TOTALES</b>                   |                          |                   |               |                  | <b>1,46</b>                                    | <b>2,40</b>             | <b>186,46</b>                                | <b>386</b>                                     | <b>371,52</b>                                | <b>472</b>                                  |
| <b>TOTALES PLANTA SÓTANO</b>     |                          |                   |               |                  | <b>2,84</b>                                    | <b>5,10</b>             | <b>311,98</b>                                | <b>804,38</b>                                  | <b>803,52</b>                                | <b>915,00</b>                               |

## Planta baja

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                            | ZONA VESTÍBULO-CAFETERÍA CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|----------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos           | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                                     | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho                   |                                                           |                         |                                              |                                                |                                              | 0                                           |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja           | 0,47                                                      | 0,28                    | 64,32                                        | 42,59                                          | 111,56                                       | 112                                         |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería     | 2,01                                                      | 4,97                    | 158,16                                       | 866,51                                         | 662,40                                       | 867                                         |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 | Sala 1<br>Sala 2<br>Sala 3 |                                                           |                         |                                              |                                                |                                              | 0                                           |
| <b>TOTALES</b>                 |                         |                   |         |                            | <b>2,48</b>                                               | <b>5,24</b>             | <b>222,49</b>                                | <b>909</b>                                     | <b>773,96</b>                                | <b>979</b>                                  |

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                            | ZONA SALAS DE EJERCICIO CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|----------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos           | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                                    | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho                   |                                                          |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja           |                                                          |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería     |                                                          |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 | Sala 1<br>Sala 2<br>Sala 3 | 3,23                                                     | 13,84                   | 464,78                                       | 1.833,78                                       | 864,00                                       | 1.834                                       |
| <b>TOTALES</b>                 |                         |                   |         |                            | <b>3,23</b>                                              | <b>13,84</b>            | <b>464,78</b>                                | <b>1.834</b>                                   | <b>864,00</b>                                | <b>1.834</b>                                |

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                            | ZONA DESPACHO CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|----------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos           | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                          | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho                   | 0,48                                           | 0,79                    | 81,65                                        | 176,65                                         | 90,00                                        | 177                                         |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja           |                                                |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería     |                                                |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 | Sala 1<br>Sala 2<br>Sala 3 |                                                |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
| <b>TOTALES</b>                 |                         |                   |         |                            | <b>0,48</b>                                    | <b>0,79</b>             | <b>81,65</b>                                 | <b>177</b>                                     | <b>90,00</b>                                 | <b>177</b>                                  |

|                            |  |  |  |  |             |              |               |                 |                 |                 |
|----------------------------|--|--|--|--|-------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>TOTALES PLANTA BAJA</b> |  |  |  |  | <b>6,19</b> | <b>19,88</b> | <b>768,91</b> | <b>2.919,52</b> | <b>1.727,96</b> | <b>2.990,00</b> |
|----------------------------|--|--|--|--|-------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|

Estos caudales estrictos de suministro, en principio, deben cumplir en todos los espacios las necesidades de acondicionamiento.

## Resumen de todo el edificio

En la siguiente tabla se resume, por plantas y para todo el edificio, los principales parámetros de la instalación.

| RESUMEN DE POTENCIAS Y CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS EN TODO EL EDIFICIO |                       |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PLANTAS DEL EDIFICIO                                                        | Pot. CALEFACCIÓN (Kw) | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| PLANTA SÓTANO                                                               | 2,84                  | 5,10                    | 311,98                                       | 804,38                                         | 803,52                                       | 915,00                                      |
| PLANTA BAJA                                                                 | 6,19                  | 19,88                   | 768,91                                       | 2.919,52                                       | 1.727,96                                     | 2.990,00                                    |
| <b>TOTALES EDIFICIO</b>                                                     | <b>9,03</b>           | <b>24,98</b>            | <b>1.080,89</b>                              | <b>3.723,90</b>                                | <b>2.531,48</b>                              | <b>3.905,00</b>                             |
| PÉRDIDAS ESTIMADAS (10%)                                                    | 0,90                  | 2,50                    |                                              |                                                |                                              |                                             |
| <b>TOTALES EN GENERACIÓN</b>                                                | <b>9,94</b>           | <b>27,47</b>            |                                              |                                                |                                              |                                             |

Considerando todo lo anterior, se realiza una selección de equipos comerciales que sean capaces de neutralizar las cargas térmicas calculadas y suministrar los caudales necesarios en cada espacio.

Claramente la elección del equipo va a venir determinada por su capacidad de refrigeración ya que es el servicio en el que se requiere una mayor potencia. Se resume en la siguiente tabla las características principales de estos equipos:

| SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN                                                                                                                                                                                                                        |                                 |                                                      |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Sistema centralizado individual de climatización consistente en producción de energía mediante bomba de calor aerotérmica y circuitos de refrigerante de caudal variable tipo VRV. Unidades interiores en cada zona con recuperador y baterías. |                                 |                                                      |                                 |
| BOMBAS DE CALOR UNIDAD EXTERIOR                                                                                                                                                                                                                 |                                 |                                                      |                                 |
| REFRIGERACIÓN                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | CALEFACCIÓN                                          |                                 |
| Pot. térmica refrigeración Nominal                                                                                                                                                                                                              | 28,5 KW                         | Pot. térmica calefacción Nominal                     | 31,5 KW                         |
| Consumo nominal                                                                                                                                                                                                                                 | 5,69 KW                         | Consumo nominal                                      | 6,03 KW                         |
| EER:                                                                                                                                                                                                                                            | 5,01 -                          | COP                                                  | 5,22 -                          |
| CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES INTERIORES EN ZONA PARA INTRODUCIR EN HULC                                                                                                                                                                      |                                 |                                                      |                                 |
| PLANTA SÓTANO - P01                                                                                                                                                                                                                             |                                 | PLANTA BAJA - P02                                    |                                 |
| Unidad interior zonas húmedas planta sótano                                                                                                                                                                                                     |                                 | Unidad interior zona vestíbulo-cafetería planta baja |                                 |
| Pot. térmica refrigeración Nominal                                                                                                                                                                                                              | 2,8 KW                          | Pot. térmica refrigeración Nominal                   | 5,60 KW                         |
| Capacidad sensible de refrigeración N.                                                                                                                                                                                                          | 2,2 KW                          | Capacidad sensible de refrigeración N.               | 4,48 KW                         |
| Consumo total de refrigeración nominal                                                                                                                                                                                                          | 0,56 KW                         | Consumo total de refrigeración nominal               | 1,12 KW                         |
| Pot. térmica calefacción Nominal                                                                                                                                                                                                                | 3,2 KW                          | Pot. térmica calefacción Nominal                     | 6,30 KW                         |
| Consumo total de calefacción nominal                                                                                                                                                                                                            | 0,61 KW                         | Consumo total de calefacción nominal                 | 1,21 KW                         |
| Caudal mínimo de ventilación                                                                                                                                                                                                                    | 371,5 m <sup>3</sup> /h         | Caudal mínimo de ventilación                         | 773,96 m <sup>3</sup> /h        |
| Caudal de impulsión nominal                                                                                                                                                                                                                     | 472,0 m <sup>3</sup> /h         | Caudal de impulsión nominal                          | 979,00 m <sup>3</sup> /h        |
| Caudal U.Terminal 1 Vestuario 1                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Caudal U.T. 1 Vestíbulo/cafetería                    | 979,00 m <sup>3</sup> /h        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | P01 E04 182,0 m <sup>3</sup> /h |                                                      | P02 E03 112,0 m <sup>3</sup> /h |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | P01 E05 54,0 m <sup>3</sup> /h  |                                                      | P02 E04 867,0 m <sup>3</sup> /h |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | Total 236,0 m <sup>3</sup> /h   |                                                      | Total 979,0 m <sup>3</sup> /h   |
| Caudal U.Terminal 2 Vestuario 2                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Unidad interior zona salas de ejercicio planta baja  |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | P01 E06 182,0 m <sup>3</sup> /h | Pot. térmica refrigeración Nominal                   | 14,50 KW                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | P01 E07 54,0 m <sup>3</sup> /h  | Capacidad sensible de refrigeración N.               | 11,60 KW                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | Total 236,0 m <sup>3</sup> /h   | Consumo total de refrigeración nominal               | 2,89 KW                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Pot. térmica calefacción Nominal                     | 16,00 KW                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Consumo total de calefacción nominal                 | 3,07 KW                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Caudal mínimo de ventilación                         | 864,00 m <sup>3</sup> /h        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Caudal de impulsión nominal                          | 1834,00 m <sup>3</sup> /h       |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Caudal U.T. 1 salas de ejercicio - P02 E05           | 1834,00 m <sup>3</sup> /h       |
| Unidad interior zonas secas planta sótano                                                                                                                                                                                                       |                                 | Unidad interior zona despacho planta baja            |                                 |
| Pot. térmica refrigeración Nominal                                                                                                                                                                                                              | 2,8 KW                          | Pot. térmica refrigeración Nominal                   | 2,20 KW                         |
| Capacidad sensible de refrigeración N.                                                                                                                                                                                                          | 2,2 KW                          | Capacidad sensible de refrigeración N.               | 1,76 KW                         |
| Consumo total de refrigeración nominal                                                                                                                                                                                                          | 0,56 KW                         | Consumo total de refrigeración nominal               | 0,44 KW                         |
| Pot. térmica calefacción Nominal                                                                                                                                                                                                                | 3,2 KW                          | Pot. térmica calefacción Nominal                     | 2,50 KW                         |
| Consumo total de calefacción nominal                                                                                                                                                                                                            | 0,61 KW                         | Consumo total de calefacción nominal                 | 0,48 KW                         |
| Caudal mínimo de ventilación                                                                                                                                                                                                                    | 432,0 m <sup>3</sup> /h         | Caudal mínimo de ventilación                         | 90,00 m <sup>3</sup> /h         |
| Caudal de impulsión nominal                                                                                                                                                                                                                     | 443,0 m <sup>3</sup> /h         | Caudal de impulsión nominal                          | 177,00 m <sup>3</sup> /h        |
| Caudal U.T. 1 Cabinas - P01 E01                                                                                                                                                                                                                 | 69,0 m <sup>3</sup> /h          | Caudal U.Terminal 1. Despacho. P02 E02               | 177,00 m <sup>3</sup> /h        |
| Caudal U.T. 2 Vestíbulo - P01 E03                                                                                                                                                                                                               | 374,0 m <sup>3</sup> /h         |                                                      |                                 |

## ACS

## 3. Producción de ACS

El sistema de preparación de ACS se inicia en la producción de calor mediante bombas de calor aerotérmicas aire-agua que, mediante intercambiadores, calientan el volumen de agua previsto en los acumuladores.

Se prevén dos subsistemas independientes (aunque conectados para incidencias) constituidos por una bomba de calor y tres depósitos de preparación en cada uno de ellos. El primero dará servicio al núcleo de vestuarios 1 y al aseo accesible de planta baja. El otro al vestuario 2 y puntos de consumo en la cafetería.

El volumen total de acumulación es un cálculo complejo y no existen referencias normativas claras. En el cálculo intervienen cuestiones importantes como son la temperatura del agua fría, la de preparación y de uso, la mezcla de agua fría y caliente en el propio depósito(s), la simultaneidad o coincidencia en el uso, etc. Como referencia, para un cálculo más detallado, se puede consultar el apartado de *Sistemas de acumulación de la Guía Técnica de agua caliente sanitaria del IDAE*. En nuestro caso, realizaremos una estimación rápida y conservadora en función del número de duchas existentes.

La ocupación máxima prevista en las salas de ejercicio es de 30 personas, que se supone rotarán, como media, en periodos de 1 hora. Es decir, de manera simplificada, si estimamos un tiempo de preparación del ACS en sus depósitos de 2 horas, sería necesario abastecer en esas dos horas un total de 60 duchas. Cada ducha, en las instalaciones normales, requiere de un caudal de aproximadamente 15 l/minuto. Si utilizamos los obligatorios aireadores o perlizadores podemos reducir ese caudal en un 40-60 %. Es decir, podemos considerar un caudal de aproximadamente 6 l/minuto por ducha. La duración estimada de cada ducha es de 5 minutos. Como criterio de simultaneidad aplicaremos, tratándose de un centro deportivo, un coeficiente de 0,75. Tendremos entonces:

$$V_{ACS} = 60 \text{ duchas} \times 5 \text{ minutos/ducha} \times 6 \text{ l/minuto y ducha} \times 0,75 = 1.350 \text{ litros}$$

Este valor contempla una ocupación total y que todos los usuarios de las salas de ejercicio hicieran uso del servicio de ducha. Como esta circunstancia no será la habitual, se considera acumulación suficiente incluso para cubrir también la pequeña demanda de los lavabos y grifo y lavavajillas de la cafetería.

El total de la acumulación calculada se reparte en los dos subsistemas independientes descritos. Cada subsistema dispone de una bomba de calor y 3 depósitos dispuestos en serie de 225 litros cada uno de ellos.

Para obtener la potencia necesaria en las bombas de calor para preparar este volumen de ACS, considerando entre otros factores el de las dos horas de tiempo de preparación comentado anteriormente, emplearemos la siguiente expresión:

$$\phi_{\text{gen}} = \frac{V_{ACS} (T_{ACS} - T_{AF}) \cdot C_a \cdot \rho_a}{T_P \cdot R_T}$$

Donde,

$\Phi_{\text{gen}}$ : Potencia de generación necesaria para la preparación de ACS (W)

$V_{\text{ACS}}$ : Volumen de agua para preparar (675 litros de cada subsistema en nuestro caso).

$T_{\text{ACS}}$ : Temperatura de preparación del ACS (60°C en nuestro caso, como valor general)

$T_{\text{AF}}$ : Temperatura más desfavorable del agua fría a lo largo del año (11°C en nuestro caso)

$\rho_a$ : Densidad del agua (1,0 kg/l)

$C_a$ : Calor específico del agua (4,186 kJ/kg·K) (1,16 Wh/kg.K)

$T_P$ : Tiempo de preparación adoptado para la preparación del agua caliente acumulada ( $\geq 2$  horas)

$R_T$ : Rendimiento en la transferencia de calor para la preparación del ACS en tanto por uno (lo estimamos 0,95 en nuestro caso).

Trasladando todos los valores de nuestro caso a la expresión anterior, obtenemos:

$$\phi_{\text{gen}} = \frac{675 (60 - 11) \cdot 1,163 \cdot 1}{2 \cdot 0,95} = 20.245,38 \text{ W}$$

Periódicamente debemos realizar una desinfección de la instalación como prevención de la legionela (Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis). Esta desinfección se puede realizar por medios químicos o por pasteurización, elevando la temperatura del agua en toda la instalación a los 70 °C. Si se opta por esta segunda solución y las bombas de calor elegidas son capaces de elevar a esa temperatura el agua, la potencia necesaria será:

$$\phi_{\text{gen}} = \frac{675 (70 - 11) \cdot 1,163 \cdot 1}{2 \cdot 0,95} = 24.377,09 \text{ W}$$

Por esta razón se han elegido potencias en las bombas de calor aerotérmicas del servicio de ACS de 25kW cada una de ellas.

La contribución renovable de la demanda de ACS se obtiene de la fracción renovable (medio ambiente) aplicable a las bombas de calor y de la contribución, en la misma proporción que el consumo eléctrico de ACS con respecto al consumo eléctrico total de usos EPB del edificio, en la producción de energía eléctrica de los paneles fotovoltaicos que se incorporan en cubierta.

En virtud de lo establecido en la exigencia *HE 4 de contribución mínima mediante fuentes renovables en la producción de ACS*, se admite cualquier fuente de energía renovable producida en el propio edificio o su entorno próximo. En concreto en el apartado 2 Caracterización de la exigencia, el texto dice:

*“Los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción”*

En el apartado 3 de cuantificación de dicha exigencia punto 3.1 1) se concreta lo siguiente:

*“La contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el 70% de la demanda energética anual para ACS y para climatización de piscina, obtenida a partir de los valores mensuales, e incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Esta contribución mínima podrá reducirse al 60% cuando la demanda de ACS sea inferior a 5000 l/d.*

Se considerará únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio, o procedente de biomasa sólida.”

En el cuadro resumen de la instalación que se incluye a continuación, se especifican los valores de la demanda de ACS.

| PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN DE ACS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   | DEMANDA DE ACS (Anejo F Demanda de referencia de ACS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|---------|-----------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|-------|----------------------------------|-----------|-------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------|-------------|---------------------|---|---------------------------|------------|----------------------------|------------|---------------------|-------|--------------------|-------|----------------------------------|-----------|-------------------------------------|---------------|
| <p>Sistema de producción mediante bomba de calor aerotérmica que aporta la energía necesaria para la preparación del ACS. Apoyo en su consumo eléctrico mediante paneles solares fotovoltaicos.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   | <p><b>Cálculo demanda de referencia a 60 °C</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Ocupantes (*)</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>Necesidades de ACS</td> <td>21 l/p.día</td> </tr> <tr> <td><b>Demanda diaria de ACS</b></td> <td><b>1386 l/día</b></td> </tr> </table>                                                                                                          |             | Ocupantes (*)           | 66      | Necesidades de ACS                      | 21 l/p.día | <b>Demanda diaria de ACS</b>                                                                                                                                                  | <b>1386 l/día</b> |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Ocupantes (*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 66                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Necesidades de ACS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 21 l/p.día        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| <b>Demanda diaria de ACS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>1386 l/día</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| <p><b>PRODUCCIÓN SISTEMA CONVENCIONAL: BDC</b></p> <p>Características de las bombas de calor (2)</p> <table border="1"> <tr> <td>Pot. BDC en ACS</td> <td>25 KW</td> </tr> <tr> <td>Consumo eléctrico medio</td> <td>7,35 KW</td> </tr> <tr> <td>SCOP en ACS, aire a 14°C (clima cálido)</td> <td>3,4</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   | Pot. BDC en ACS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 25 KW       | Consumo eléctrico medio | 7,35 KW | SCOP en ACS, aire a 14°C (clima cálido) | 3,4        | <p><b>Estimación de pérdidas</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Estimación de pérdidas debidas a distribución y recirculación (10%)</td> <td>138,6 l/día</td> </tr> </table> |                   | Estimación de pérdidas debidas a distribución y recirculación (10%) | 138,6 l/día |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Pot. BDC en ACS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 25 KW             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Consumo eléctrico medio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 7,35 KW           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| SCOP en ACS, aire a 14°C (clima cálido)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3,4               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Estimación de pérdidas debidas a distribución y recirculación (10%)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 138,6 l/día       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| <p><b>CONTRIBUCIÓN RENOVABLE</b></p> <p>Mediante paneles fotovoltaicos y la fracción renovable (medioambiente) en la producción de las bombas de calor.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   | <p><b>Total Demanda de ACS 1524,6 l/día</b></p> <p>(*) Se parte de una ocupación máxima de 66 personas que es la considerada en el apartado de cálculo de la carga interna media, capítulo 2 de la sección de AYUDAS. Se han utilizado las demandas orientativas de ACS para usos distintos al residencial privado (gimnasios) que figuran en el anejo F (Tabla b) DB HE.</p> |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| <p><b>Preparación y acumulación vestuario 1 y aseo planta baja</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Tipo de preparación final:</td> <td>Acumulación</td> </tr> <tr> <td>Número de depósitos</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Volumen de cada depósito:</td> <td>225 litros</td> </tr> <tr> <td>Volumen total acumulación:</td> <td>675 litros</td> </tr> <tr> <td>Tª de distribución:</td> <td>60 °C</td> </tr> <tr> <td>Tª de utilización:</td> <td>60 °C</td> </tr> <tr> <td>Coef. pérdidas acumulador (A-U):</td> <td>0,75 W/°C</td> </tr> <tr> <td>Demanda ACS a 60 °C para subsistema</td> <td>762,30 litros</td> </tr> </table> |                   | Tipo de preparación final:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Acumulación | Número de depósitos     | 3       | Volumen de cada depósito:               | 225 litros | Volumen total acumulación:                                                                                                                                                    | 675 litros        | Tª de distribución:                                                 | 60 °C       | Tª de utilización: | 60 °C | Coef. pérdidas acumulador (A-U): | 0,75 W/°C | Demanda ACS a 60 °C para subsistema | 762,30 litros | <p><b>Preparación y acumulación vestuario 2 y cafetería</b></p> <table border="1"> <tr> <td>Tipo de preparación final:</td> <td>Acumulación</td> </tr> <tr> <td>Número de depósitos</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Volumen de cada depósito:</td> <td>225 litros</td> </tr> <tr> <td>Volumen total acumulación:</td> <td>675 litros</td> </tr> <tr> <td>Tª de distribución:</td> <td>60 °C</td> </tr> <tr> <td>Tª de utilización:</td> <td>60 °C</td> </tr> <tr> <td>Coef. pérdidas acumulador (A-U):</td> <td>0,75 W/°C</td> </tr> <tr> <td>Demanda ACS a 60 °C para subsistema</td> <td>762,30 litros</td> </tr> </table> |  | Tipo de preparación final: | Acumulación | Número de depósitos | 3 | Volumen de cada depósito: | 225 litros | Volumen total acumulación: | 675 litros | Tª de distribución: | 60 °C | Tª de utilización: | 60 °C | Coef. pérdidas acumulador (A-U): | 0,75 W/°C | Demanda ACS a 60 °C para subsistema | 762,30 litros |
| Tipo de preparación final:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Acumulación       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Número de depósitos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Volumen de cada depósito:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 225 litros        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Volumen total acumulación:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 675 litros        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Tª de distribución:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 60 °C             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Tª de utilización:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 60 °C             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Coef. pérdidas acumulador (A-U):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,75 W/°C         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Demanda ACS a 60 °C para subsistema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 762,30 litros     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Tipo de preparación final:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Acumulación       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Número de depósitos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Volumen de cada depósito:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 225 litros        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Volumen total acumulación:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 675 litros        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Tª de distribución:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 60 °C             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Tª de utilización:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 60 °C             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Coef. pérdidas acumulador (A-U):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,75 W/°C         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |
| Demanda ACS a 60 °C para subsistema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 762,30 litros     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                         |         |                                         |            |                                                                                                                                                                               |                   |                                                                     |             |                    |       |                                  |           |                                     |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                            |             |                     |   |                           |            |                            |            |                     |       |                    |       |                                  |           |                                     |               |

La demanda del local es de **1.524,6 l/día**, inferior a 5.000 litros al día, por lo que la contribución exigible será del **60 %** de la demanda anual, incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Las pérdidas debidas a distribución y recirculación se incorporan estimadas ya en este cuadro. En el apartado dedicado a la justificación del cumplimiento de la *Sección HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria* se completan los cálculos de pérdidas en lo que se refiere a la acumulación y se comprobará el cumplimiento de esta exigencia.

## FOTO

## 4. Producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos

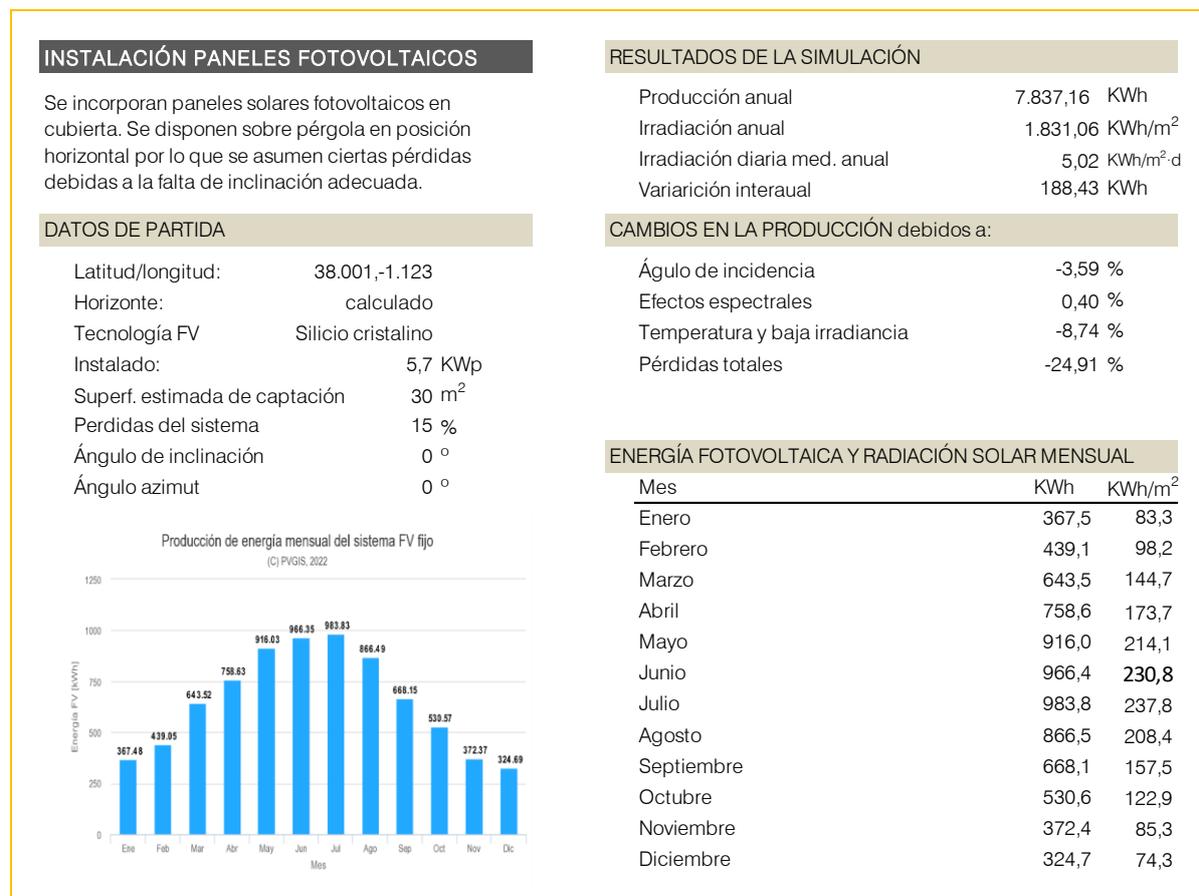
Como se comentaba en el ejemplo de la ficha anterior, el edificio incorpora un campo de paneles solares fotovoltaicos para la producción de energía eléctrica destinada a los consumos del edificio. Con ella se pretendía compensar el consumo que se produce en las bombas de calor aerotérmicas de los sistemas de calefacción-refrigeración y de ACS, iluminación, etc.

Los paneles se disponen sobre la pérgola de circulación en rotonda que existe en cubierta. La disposición es totalmente horizontal. Se ha considerado para los cálculos un total de 12 paneles de 475 W cada uno, lo que hace una potencia pico total de 5,7 kWp. Esta es la potencia máxima del conjunto de módulos fotovoltaicos obtenida bajo unas condiciones de ensayo normalizado.

Los datos de producción se han obtenido empleando la aplicación PVGIS que se encuentra disponible en el siguiente enlace web:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

El resto de los datos y características principales de la instalación figuran en el siguiente cuadro:



Estos son los valores que utilizaremos en el modelo de HULC a la hora de introducir la energía fotovoltaica producida in situ.

## ILUMIN

## 5. Instalación de iluminación en edificio terciario

En el edificio se ha previsto un sistema de iluminación adecuado a las necesidades propias de la actividad que se va a desarrollar. Debido a la gran superficie de huecos previstos, habitual en esta y otras actividades comerciales que se desarrollan vinculadas a la vía pública, se prevé un buen aprovechamiento de la luz natural y el complemento de esta mediante la instalación de un sistema de iluminación artificial. El acceso a la luz natural se produce principalmente en la fachada principal orientada a sur donde existen grandes ventanales escaparate. La fachada trasera (norte) dispone de huecos abiertos al patio de manzana, pero con una proporción hueco/cerramiento mucho menor. En planta sótano no existen huecos de iluminación natural y se depende totalmente de la iluminación artificial.

Todas las zonas que disponen de acceso a la luz natural (excepto aseo de planta baja) dispondrán de un sistema de compensación y regulación de las luminarias que complemente, exclusivamente cuando sea necesario, la iluminancia prevista y que no se puede alcanzar mediante la iluminación natural recibida a través de los huecos de fachada de cada espacio. El resto de los datos y características principales de la instalación de figuran en el siguiente cuadro:

## INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL EN TODAS LAS ZONAS DEL EDIFICIO

Sistema de iluminación artificial de complemento a la luz natural disponible en las diferentes zonas del local comercial. Se trata, en general, de luminarias tipo led con sistema de control de presencia temporizado en vestuarios, aseos y zonas sin ocupación permanente. Sistema de compensación de la luz natural de tal manera que la iluminación artificial se activa exclusivamente cuando la luz natural no proporciona la iluminación necesaria en cada ámbito.

## DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS ZONAS

| Tipo de luminarias previstas en todas las zonas |         | led                     |                   |                         |         |                              |                    |
|-------------------------------------------------|---------|-------------------------|-------------------|-------------------------|---------|------------------------------|--------------------|
| Pl.                                             | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> ) | Iluminancia media (lux) | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | Potencia Total (W) |
| Planta baja                                     | P02 E02 | Despacho administración | 6,38              | 500                     | 3.190   | 4,08                         | 26,00              |
|                                                 | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33             | 100                     | 1.033   | 1,21                         | 12,50              |
|                                                 | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88             | 200                     | 9.576   | 3,26                         | 156,00             |
|                                                 | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17             | 400                     | 4.868   | 5,34                         | 65,00              |
|                                                 |         | Sala 2                  | 12,17             | 400                     | 4.868   | 5,34                         | 65,00              |
|                                                 |         | Sala 3                  | 71,65             | 400                     | 28.660  | 3,63                         | 260,00             |
| Planta sótano                                   | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20             | 200                     | 2.440   | 3,20                         | 39,00              |
|                                                 | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55              | 100                     | 355     | 1,27                         | 4,50               |
|                                                 | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73              | 200                     | 946     | 2,75                         | 13,00              |
|                                                 |         | Cabina 2                | 4,73              | 200                     | 946     | 2,75                         | 13,00              |
|                                                 | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67             | 100                     | 2.667   | 1,95                         | 52,00              |
|                                                 | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20             | 200                     | 2.440   | 3,20                         | 39,00              |
|                                                 | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60              | 100                     | 360     | 1,25                         | 4,50               |
| <b>TOTALES</b>                                  |         |                         | <b>228,26</b>     |                         |         |                              | <b>749,50</b>      |

## CONTROL Y GESTIÓN DE LA INSTALACIÓN EN TODAS LAS ZONAS

|                                                                                  |           |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------|
| Dispone de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico                | <b>SI</b> | en todos los casos       |
| Dispone cada zona de encendido y apagado por detección de presencia temporizado  | <b>SI</b> | aseos, vestuarios y paso |
| Dispone cada zona de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico | <b>SI</b> | resto de espacios        |
| Dispone de sistema de aprovechamiento de la iluminación natural donde exista     | <b>SI</b> | excepto aseo pl. baja    |

Los valores que figuran en este cuadro varían ligeramente de los empleados en el aparato de ayudas dedicado al cálculo de la carga interna media ( $C_{FI}$ ). En el cálculo del  $C_{FI}$  se han utilizado valores medios recomendados, mientras que, en este apartado, nos hemos basado en valores concretos de luminarias comerciales que se incorporarían al proyecto. Del número de luminarias y de la suma de sus potencias se obtiene, por ejemplo, la potencia total que se pretende instalar en cada espacio.

Respecto a los valores de iluminación necesarios en los diferentes locales, hay que decir que el *CTE DB HE* en su sección *HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*, no regula los niveles mínimos de iluminación. El *Anejo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*, aporta niveles mínimos de iluminación en los lugares de trabajo. También la *UNE-EN 12464-1 Luz e iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: lugares de trabajo en interiores*, se puede utilizar como referencia en este y otros aspectos para definir la instalación de iluminación más adecuada en cada caso.

En nuestro ejemplo, a la hora de fijar la iluminancia de referencia en cada espacio, hemos aplicado los criterios que se establecen en el *Anejo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.

## CUMPLE

## SECCIÓN 2. CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS

|     |                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| HE1 | Condiciones para el control de la demanda energética                                       |
| HE2 | Condiciones de las instalaciones térmicas                                                  |
| HE3 | Condiciones de las instalaciones de iluminación                                            |
| HE4 | Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria |
| HE5 | Generación mínima de energía eléctrica                                                     |
| HE6 | Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos              |
| HE0 | Limitación del consumo energético.                                                         |
| RES | Resumen del cumplimiento de todos los indicadores de cada sección                          |

A continuación, se realiza la comprobación del cumplimiento de cada una de las exigencias y en cada una de ellas de los valores límite e indicadores que resultan de aplicación a este ejemplo. Esta comprobación se realiza considerando las condiciones geométricas y constructivas y las características de los sistemas de acondicionamiento que se han descrito como punto de partida en los apartados anteriores.

Para este número de la *Guía de ejemplos* se aplica el *CTE DB HE Ahorro de energía en su versión del 14 de junio de 2022*.

De manera simultánea, a los cálculos y justificaciones que se detallan en los siguientes apartados, se ha simulado el modelo en HULC tal y como se describe en el capítulo de AYUDAS de esta guía. Los resultados obtenidos, figuran como referencia en algunos apartados del cumplimiento.

## HE1

## HE1.CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

1. Preparación de datos previos a la comprobación
2. Condiciones de la envolvente térmica
3. Limitación de descompensaciones
4. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica
5. Comentarios

Esta exigencia se encarga del control sobre el comportamiento de la envolvente y las particiones interiores que separan unidades de igual o diferente uso. La estructura de esta sección es la siguiente:

1. Condiciones de la envolvente térmica. En este apartado, se fijan diferentes valores límite que persiguen una calidad mínima de la envolvente térmica del edificio. A su vez, este apartado se divide en tres bloques, cada uno encargado del control de un aspecto concreto de la envolvente térmica:
  - Transmitancia de la envolvente térmica.  
Se limitan las transferencias de energía por conducción a través de la envolvente del edificio. Por una parte, se fijan valores límite de transmitancia térmica ( $U_{lim}$ ) para cada elemento que compone dicha envolvente térmica. Además, se fija un valor límite para la transmitancia media ponderada por superficie de la envolvente térmica. Para el cálculo simplificado de este indicador se consideran exclusivamente las superficies de la envolvente en contacto con el exterior o terreno. Los valores límite de este parámetro dependerán de la compacidad del edificio calculada en función del trazado de la envolvente térmica y computando en este caso, exclusivamente las superficies en contacto con el exterior o terreno.
  - Control solar de la envolvente térmica.  
En este apartado, se fija un valor límite bajo las condiciones del mes de julio en la localidad de proyecto, para la radiación incidente que penetra en el edificio con todas sus protecciones móviles activadas.
  - Permeabilidad al aire de la envolvente térmica.  
Se establecen dos indicadores encargados de limitar los flujos de aire incontrolados a través de la envolvente. Uno específico para los huecos y otro global para el conjunto de la envolvente térmica (opacos y huecos).
2. Limitación de descompensaciones entre unidades del mismo uso, o de usos diferentes.  
Se establecen valores límite de transmitancia ( $U_{lim}$ ) para todas las particiones interiores que separan unidades del mismo uso o unidades de diferente uso entre ellas y unidades de uso con las zonas comunes del edificio.
3. Limitación de condensaciones (intersticiales) en la envolvente térmica  
Se trata de justificar la inexistencia de dichas condensaciones o en el caso de existir, se ha de justificar que no producirán una merma significativa en las prestaciones térmicas del elemento de la envolvente afectado o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

En primer lugar, se describe de forma completa la posición, geometría y composición de cada uno de los elementos de la envolvente térmica del edificio.

La caracterización de la envolvente térmica que necesitamos para realizar la comprobación completa de esta exigencia requiere de los siguientes datos:

- Definición geométrica de la envolvente:
  - Superficie de los cerramientos.  
Respecto a la superficie de los diferentes cerramientos, su medición no plantea mayor problema y queda reflejada en las tablas. La altura de los cerramientos es la misma de la planta a la que pertenece y se realiza midiendo la distancia entre el suelo terminado de la planta inferior al suelo terminado de la planta inmediatamente superior. La superficie total de un cerramiento la componen su parte opaca más la de los huecos si los hubiera. Posteriormente se realiza el desglose entre opacos y huecos.

- Composición de la envolvente:
  - Transmitancia térmica  $[U]^4$  de cada elemento o cerramiento perteneciente a la envolvente o a las particiones interiores que separan unidades de uso y de estas con zonas comunes del edificio. Se obtiene a partir de las características y composición de los cerramientos. Valor de  $[U]$  expresado en  $W/m^2 \cdot K$ .

Normalmente los cerramientos opacos ya pertenezcan a la envolvente o a particiones interiores, estarán compuestos de varias “hojas” y diferentes materiales. El cálculo de la transmitancia de estos elementos se describe detalladamente en el documento de ayuda *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. También en el primer volumen de esta guía y en el apartado de ayudas, se incorpora un resumen y varios ejemplos de cálculo.

Respecto a la transmitancia en huecos, también se desarrolla la metodología de cálculo en el documento de ayuda *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

- Coeficiente de transmisión térmica lineal o transmitancia térmica lineal<sup>5</sup> en puentes térmicos.  $[\Psi, (W/m \cdot K)]$

Respecto a la transmitancia térmica lineal, la metodología de cálculo se desarrolla en el documento de ayuda *DA DB-HE / 3 Puentes térmicos*. En este mismo documento se incluye un catálogo que recoge los valores aproximados de la transmitancia térmica lineal  $[\Psi]$  para las soluciones constructivas más comunes. Los valores de este catálogo son los que se han aplicado a las diferentes soluciones constructivas del ejemplo que se está evaluando, así como en la simulación realizada en la Herramienta Unificada Lider Calener.

- Permeabilidad al paso de aire de la envolvente térmica. Como se ha explicado anteriormente, afecta tanto a los huecos como al conjunto de la envolvente térmica del edificio.
  - La permeabilidad de los huecos se caracteriza mediante ensayo y una presión diferencial de 100 Pa expresada en  $[m^3/h \cdot m^2]$ .
  - Para el cálculo de la permeabilidad del conjunto de la envolvente térmica, el DB HE, en su *Anejo H Determinación de la permeabilidad al aire del edificio*, establece los métodos para obtener el valor de la relación del cambio de aire a 50 Pa,  $[n_{50}]$  expresado en  $[h^{-1}]$ . Lo veremos más adelante.

- Volumen que encierra la E.T.  
Respecto al cálculo del volumen encerrado dentro de la envolvente térmica, debemos precisar dos definiciones que matizan el concepto según el caso y el parámetro a evaluar. Estas dos definiciones de volúmenes a considerar son las siguientes:

- *Volumen encerrado en la E.T.* (empleado por ejemplo para el cálculo de la compacidad). El que encierra en su totalidad la envolvente térmica, incluyendo volumen ocupado por forjados y cubierta.

<sup>4</sup> flujo de calor, en régimen estacionario, para un área y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

<sup>5</sup> flujo de calor, en régimen estacionario, para una longitud y diferencia de temperaturas unitarias de los medios situados a cada lado del puente térmico que se considera.

- *Volumen de "aire interior"* que recoge el volumen "útil" de los espacios, es decir, descontando del volumen total el espacio que ocupan los forjados y la cubierta. Lo utilizaremos en el cálculo de la permeabilidad al aire del conjunto de la envolvente térmica [ $n_{50}$ ].
- **Compacidad.**  
Establece la relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica y la superficie de esta ( $V/A$ ) ( $m^3/m^2$ ). Se trata de una característica esencial de la "forma" del edificio. Si tenemos en cuenta que los flujos de calor entre el interior del edificio y el exterior se produce a través de su piel, esta relación es determinante a la hora de evaluar su comportamiento. Su inverso es el "índice de forma" ( $A/V$ ) ( $m^2/m^3$ ).

La compacidad se define en el Anejo A Terminología de la siguiente forma:

*Compacidad (V/A): Relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio (o parte del edificio) y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente térmica ( $A = \sum A_i$ ). Se expresa en  $m^3/m^2$ .*

*Por tanto, para el cálculo de la compacidad, se excluye el cómputo del área de los cerramientos y de las particiones interiores en contacto con otros edificios o con espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.*

Por tanto, el área computable de la envolvente térmica es exclusivamente la que está en contacto con el aire exterior o el terreno.

Respecto al volumen, es el que encierra la envolvente térmica en su totalidad (incluyendo forjados interiores y cubiertas).

Con este criterio se definirá su valor que será determinante en el cálculo y aplicación de varios indicadores de la exigencia de *Condiciones para el control de la demanda energética DB HE 1*.

**DAT**

### 1. Preparación de datos previos a la comprobación

#### Definición de la Envolvente Térmica (E.T.)

El concepto de envolvente térmica se define en el Anejo C. *Consideraciones para la definición de la envolvente térmica*, de la siguiente forma:

*La envolvente térmica está compuesta por todos los cerramientos y particiones interiores, incluyendo sus puentes térmicos, que delimitan todos los espacios habitables del edificio o parte del edificio. No obstante, a criterio del proyectista:*

- a) *podrá incluirse alguno o la totalidad de los espacios no habitables.*  
.....
- b) *podrán excluirse espacios tales como:*
  - i) *espacios habitables que vayan a permanecer no acondicionados durante toda la vida del edificio, tales como escaleras, ascensores o, pasillos no acondicionados,*
  - ii) *espacios muy ventilados, con una ventilación permanente de, al menos, 10 dm<sup>3</sup>/s por m<sup>2</sup> de área útil de dicho espacio,*
  - iii) *espacios con grandes aberturas permanentes al exterior, de al menos 0,003 m<sup>2</sup> por m<sup>2</sup> de área útil de dicho espacio.*

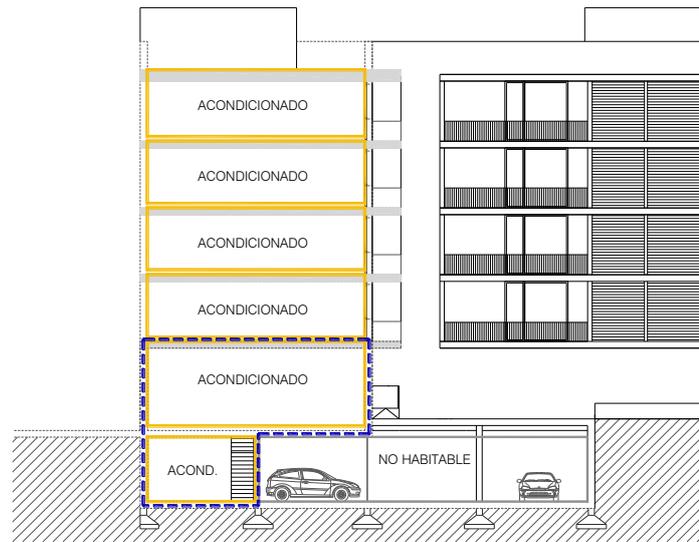
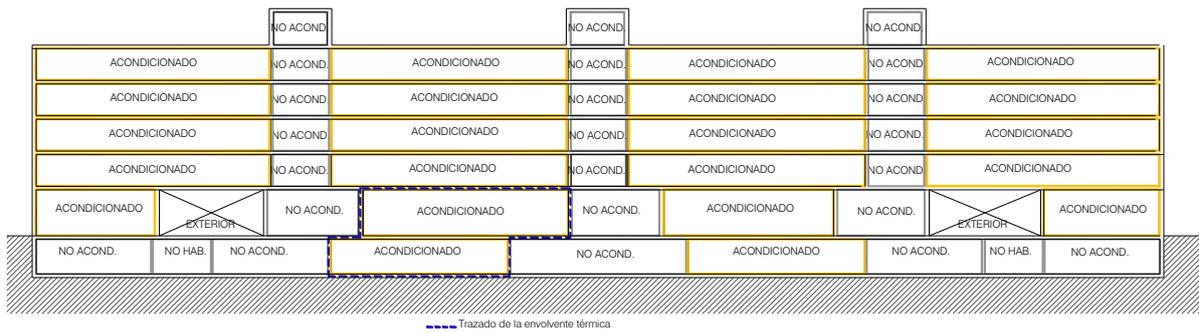
En este caso, local comercial, y a diferencia de los ejemplos anteriores, no existen opciones razonables a la hora de plantear diferentes configuraciones de la envolvente térmica. Se trata de un conjunto compacto de espacios que configuran una sola unidad de uso. La envolvente térmica en este caso define el límite del espacio comercial respecto al resto del edificio, al exterior y en su contacto con el terreno. Se podría plantear la opción de segregar el espacio no habitable de la caja de ascensor en sus dos plantas, pero no parece que sea esta una opción de la que se pueda obtener alguna ventaja térmica para el edificio.

#### CONFIGURACIÓN DE ESTUDIO

La configuración quedaría de la siguiente forma:

- TRAZADO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA: la envolvente térmica incluye:
  - Los espacios de uso comercial de planta baja incluidas sus zonas acondicionadas, no acondicionadas y no habitables. Su trazado define el límite del local comercial con el exterior y el resto del edificio de uso residencial.
  - Todos los espacios de la planta sótano. Esta parte de la envolvente presenta contactos con el terreno, con espacios no habitables del garaje y con espacios no acondicionados del uso residencial (accesos y circulaciones).

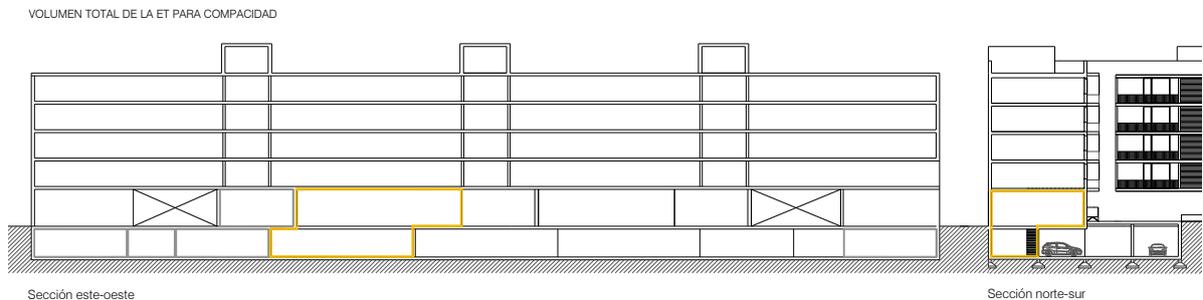
El trazado de la envolvente de manera gráfica resulta de la siguiente forma:



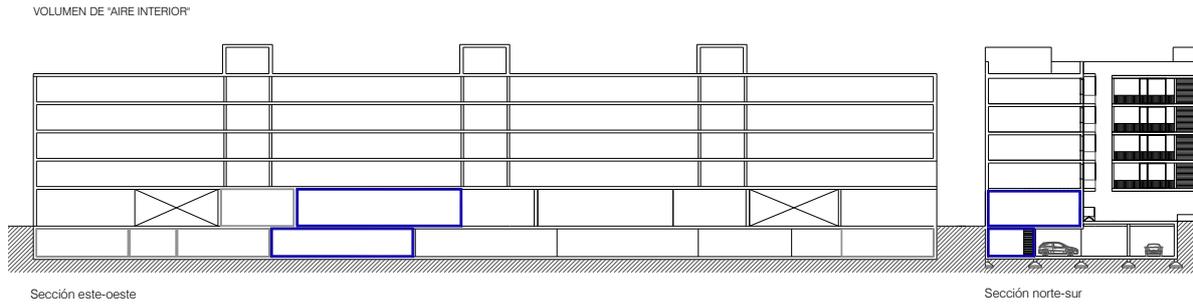
--- Trazado de la envolvente térmica

Una vez definida la envolvente térmica, podemos obtener su superficie y el volumen encerrado y así calcular el valor de compacidad para este modelo. Este cálculo se incorpora en las tablas que figuran más adelante en el texto. Respecto al volumen a considerar, ha de ser el que hemos definido como “volumen encerrado en la E.T.”.

Se representa gráficamente a continuación en el esquema de las secciones longitudinal y transversal del edificio:



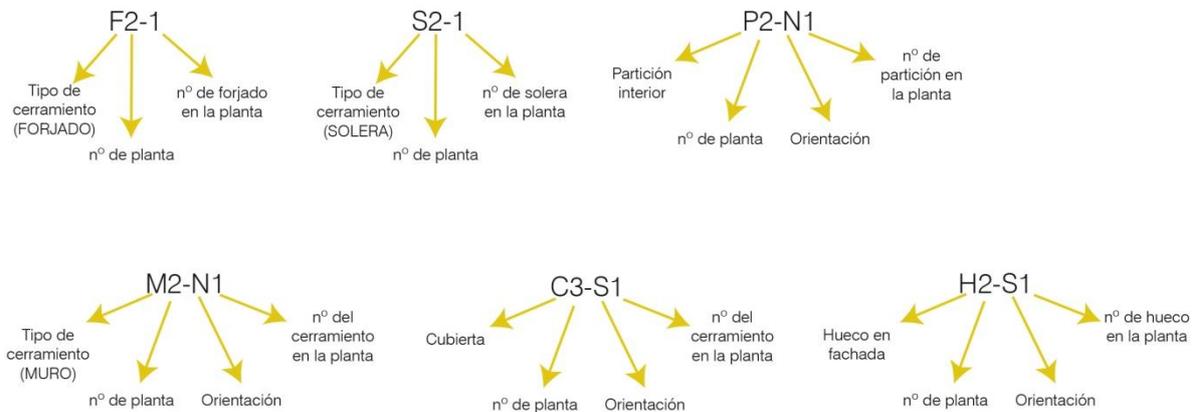
A efectos del cálculo de la permeabilidad global del edificio se ha de considerar el que hemos llamado “volumen de aire interior”. Es decir, descontando el volumen que ocupan los forjados de división horizontal, así como la cubierta del edificio. Se representa gráficamente en el siguiente esquema:



En las tablas de caracterización de la envolvente aparecerán en cada caso con esta nomenclatura de “volumen encerrado en la ET” y “volumen de aire interior”.

### Caracterización de la envolvente térmica

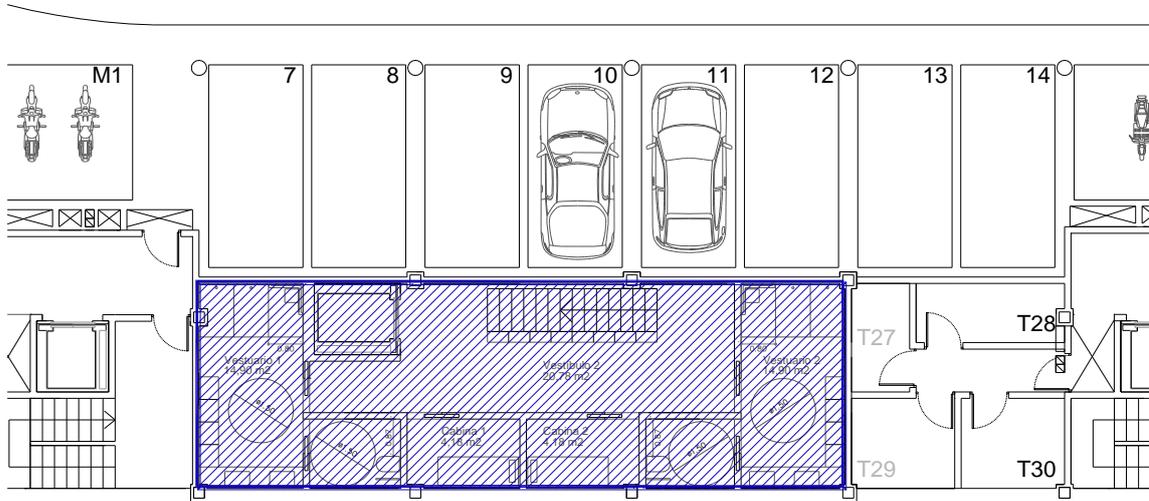
Es necesario identificar en primer lugar cada uno de los elementos de la envolvente térmica, para ello, se les ha asignado un código que responde al siguiente criterio:



Una segunda cuestión importante, como se comentaba en apartados anteriores, es identificar la posición exacta dentro de la E.T. de cada uno de estos elementos. En los siguientes gráficos 3D y plantas del edificio, se sitúan y referencian cada uno de dichos componentes de la E.T. del edificio.

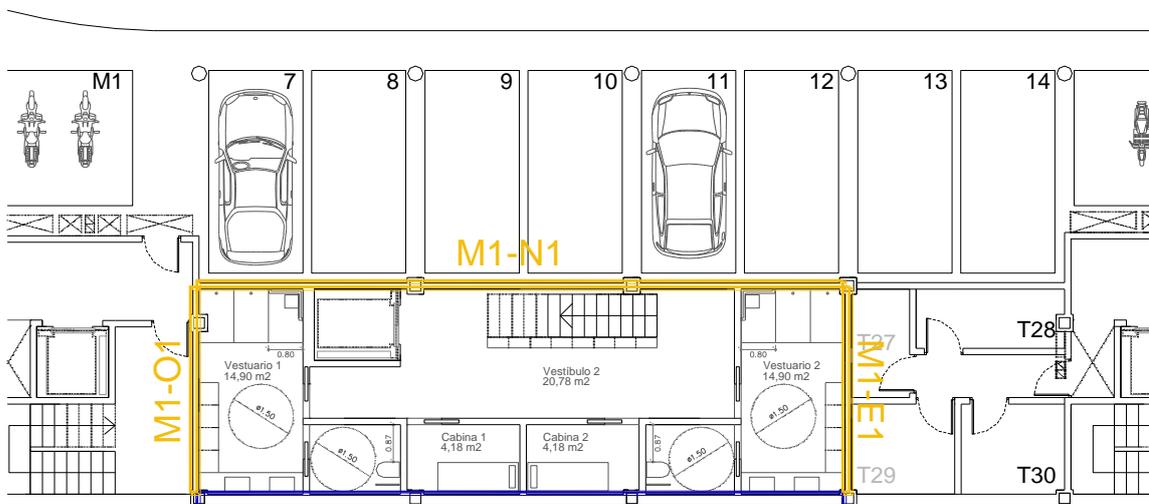
Posteriormente y mediante tablas, se relacionan y caracterizan todos los elementos de dicha envolvente térmica tal y como ha sido definida. La caracterización incluye todos los parámetros que vamos a necesitar para el cálculo de cada indicador en la justificación del cumplimiento. Las tablas están organizadas por plantas. Dichas plantas, están numeradas y nombradas de abajo hacia arriba tal y como se van creando en la herramienta HULC.

P01.PLANTA SÓTANO (-3,50)



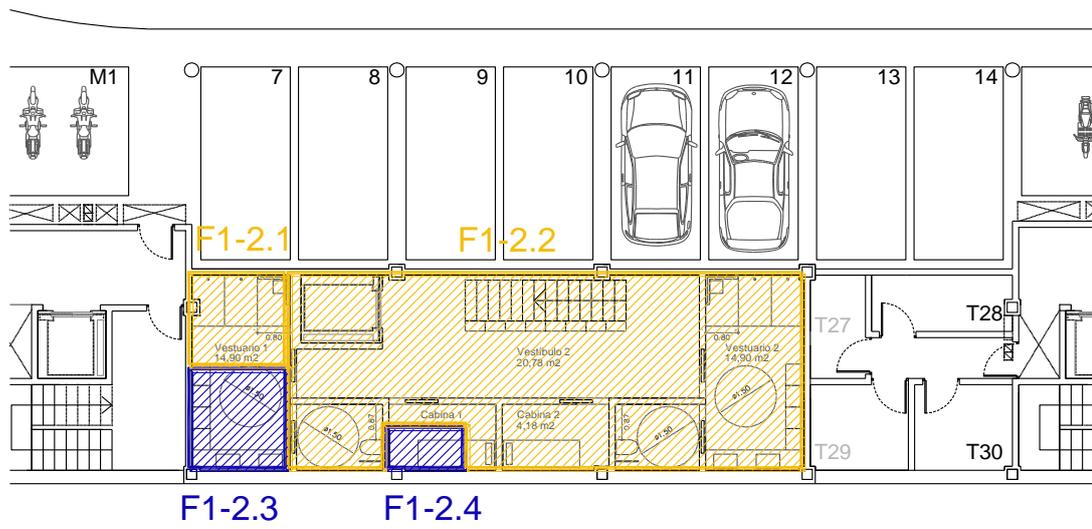
S1-1

Suelos planta 1



M1-S1

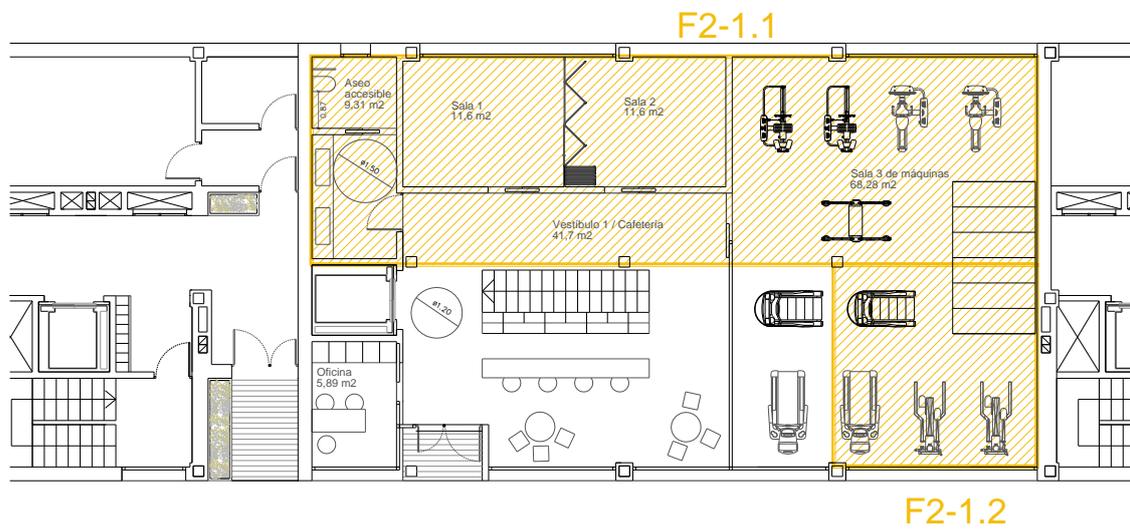
Muros planta 1



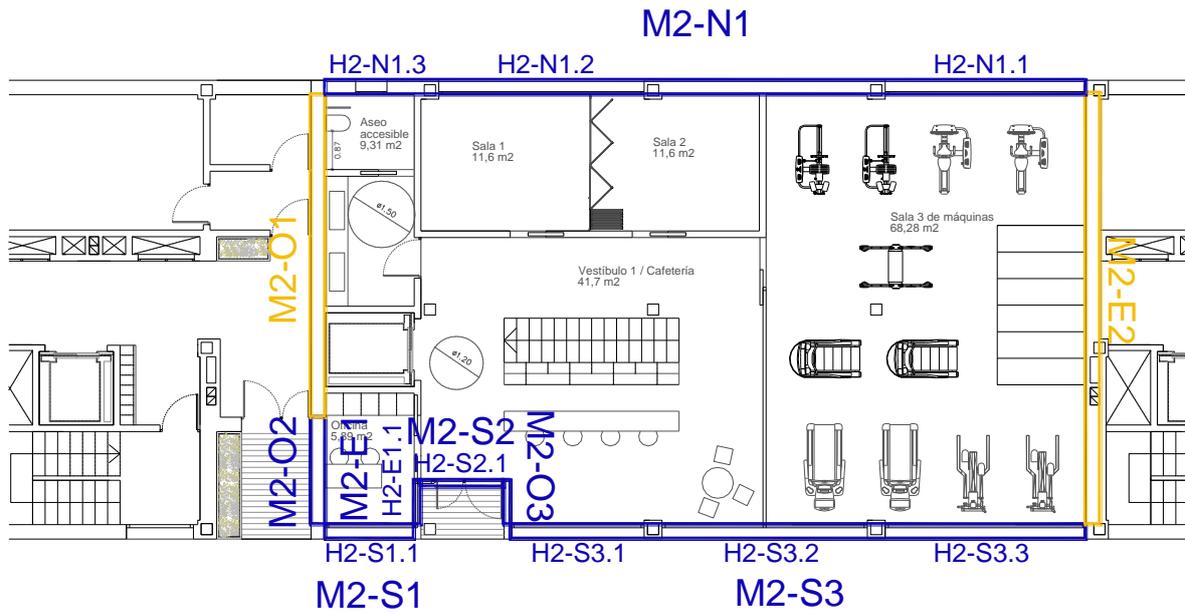
Techos planta 1

- Elementos de la envolvente en contacto con el aire exterior o terreno
- Elementos de la envolvente en contacto con otro espacio

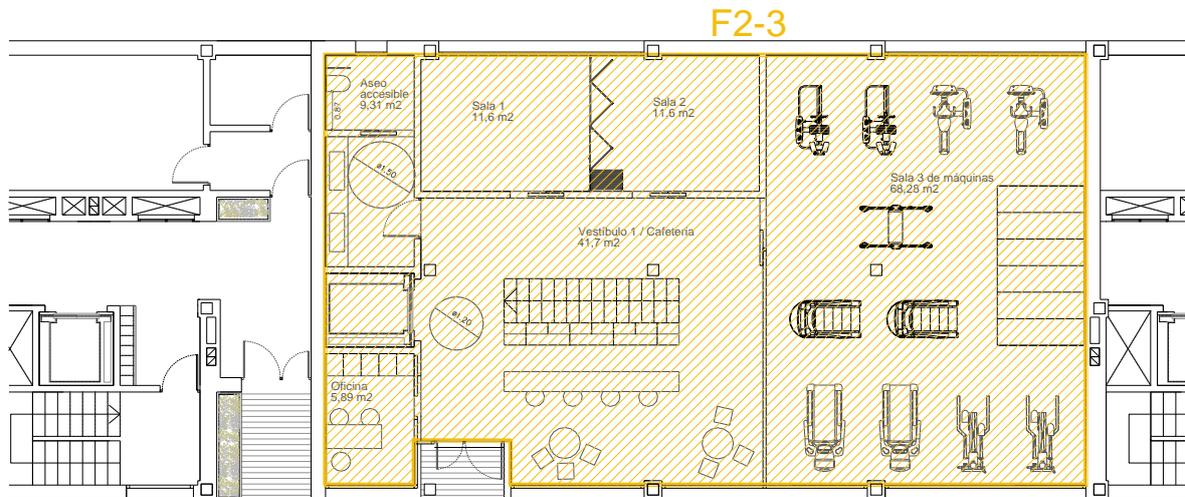
P02.PLANTA BAJA (±0)



Suelos planta 1



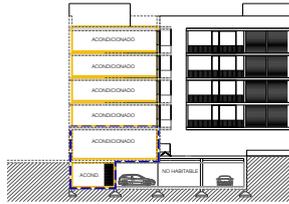
Muros planta 1



Techos planta 1

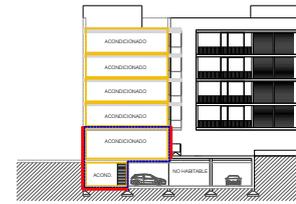
-  Elementos de la envolvente en contacto con el aire exterior o terreno
-  Elementos de la envolvente en contacto con otro espacio

En las siguientes tablas, se caracteriza la envolvente térmica: superficie y geometría de sus componentes, volumen encerrado, etc. Con esos valores referidos a la configuración inicial propuesta, se obtiene la compacidad del edificio.



GEOMETRÍA Y COMPACIDAD

Acondicionados: P.1 (Cabinas masaje, vestuarios y vestíbulo p.sotano), no acondicionados (dos cabinas de aseo), P.2 completa salvo núcleo ascensor (no habitable) y aseo accesible (no acondicionado)  
 N.H.: núcleo vertical del ascensor  
 Envoltente térmica según esquema



| PLANTAS           | ESPACIOS | IDENTIFICACIÓN          | TIPO DE ESPACIO | ¿a ET?<br>€ ET=1<br>≠ ET=0 | Sup.Planta dentro ET (m²) | COMPUTA Sup. Útil Si=1 No=0 | Sup.ÚTIL dentro ET (m²) | Altura planta y espacios (m) | Volumen € ET (m³) | Altura libre planta (m) | Volumen de "aire interior" € ET (m³) |
|-------------------|----------|-------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| P01               | P01 E01  | Cabinas de masaje       | ACOND.          | 1                          | 9,47                      | 1                           | 9,47                    | 3,50                         | 33,16             | 2,96                    | 27,99                                |
|                   | P01 E02  | Ascensor                | NO HABIT.       | 1                          | 3,64                      | 0                           | 0,00                    | 3,50                         | 12,74             | 3,05                    | 11,10                                |
|                   | P01 E03  | Vestíbulo 2             | ACOND.          | 1                          | 26,67                     | 1                           | 26,67                   | 3,50                         | 93,35             | 3,05                    | 81,34                                |
|                   | P01 E04  | Verstuario 1            | ACOND.          | 1                          | 12,20                     | 1                           | 12,20                   | 3,50                         | 42,70             | 3,05                    | 37,21                                |
|                   | P01 E05  | Aseo 1                  | NO ACOND.       | 1                          | 3,55                      | 1                           | 3,55                    | 3,50                         | 12,43             | 3,05                    | 10,83                                |
|                   | P01 E06  | Verstuario 2            | ACOND.          | 1                          | 12,20                     | 1                           | 12,20                   | 3,50                         | 42,70             | 3,05                    | 37,21                                |
|                   | P01 E07  | Aseo 2                  | NO ACOND.       | 1                          | 3,60                      | 1                           | 3,60                    | 3,50                         | 12,60             | 3,05                    | 10,98                                |
| TOTALES PLANTA 01 |          |                         |                 |                            | <b>71,33</b>              |                             | <b>67,69</b>            |                              | <b>249,67</b>     |                         | <b>177,57</b>                        |
| P02               | P02 E01  | Ascensor                | NO HABIT.       | 1                          | 3,64                      | 0                           | 0,00                    | 3,90                         | 14,20             | 3,45                    | 12,56                                |
|                   | P02 E02  | Oficina                 | ACOND.          | 1                          | 6,38                      | 1                           | 6,38                    | 3,90                         | 24,88             | 3,45                    | 22,01                                |
|                   | P02 E03  | Aseo accesible          | NO ACOND.       | 1                          | 10,33                     | 1                           | 10,33                   | 3,90                         | 40,29             | 3,45                    | 35,64                                |
|                   | P02 E04  | Vestíbulo 1 / Cafetería | ACOND.          | 1                          | 47,88                     | 1                           | 47,88                   | 3,90                         | 186,73            | 3,45                    | 165,19                               |
|                   | P02 E05  | Salas de entrenamiento  | ACOND.          | 1                          | 96,00                     | 1                           | 96,00                   | 3,90                         | 374,40            | 3,45                    | 331,20                               |
| TOTALES PLANTA 02 |          |                         |                 |                            | <b>164,23</b>             |                             | <b>160,59</b>           |                              | <b>640,50</b>     |                         | <b>566,59</b>                        |
| TOTALES EDIFICIO  |          |                         |                 |                            | <b>235,56</b>             |                             | <b>228,28</b>           |                              | <b>890,16</b>     |                         | <b>744,16</b>                        |

Por tanto, el cálculo de la compacidad del edificio queda como se detalla en la siguiente tabla:

CÁLCULO DE LA COMPACIDAD

| Código de cerramiento                   | Tipo de Contacto | Descripción | Ancho (m)          | Largo (m) | Alto (m) | Sup. Total Cerramiento (incluidos huecos) (m²) | ¿a ET?<br>€ ET=1<br>≠ ET=0 | Sup. E.T. (m²) | COMPUT COMPAC (*) Si=1 NO=0 | S. COMPUT. COMPACIDAD (m²) |
|-----------------------------------------|------------------|-------------|--------------------|-----------|----------|------------------------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|
| PLANTA SÓTANO-VESTUARIOS Y CABINAS. P01 |                  |             |                    |           |          |                                                |                            |                |                             |                            |
| M1.S1                                   | TERRENO          | M.SÓTANO    |                    | 14,92     | 3,50     | 52,22                                          | 1                          | 52,22          | 1                           | 52,22                      |
| M1.E1                                   | OTRO ESPAC.      | MEDIANERÍA  |                    | 4,78      | 3,50     | 16,73                                          | 1                          | 16,73          | 0                           | 0,00                       |
| M1.N1                                   | OTRO ESPAC.      | MEDIANERÍA  |                    | 14,92     | 3,50     | 52,22                                          | 1                          | 52,22          | 0                           | 0,00                       |
| M1.O1                                   | OTRO ESPAC.      | MEDIANERÍA  |                    | 4,78      | 3,50     | 16,73                                          | 1                          | 16,73          | 0                           | 0,00                       |
| S1-1                                    | TERRENO          | SUELO       | varias dimensiones |           |          | 71,34                                          | 1                          | 71,34          | 1                           | 71,34                      |
| F1-2.1                                  | OTRO ESPAC.      | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 6,22                                           | 1                          | 6,22           | 0                           | 0,00                       |
| F1-2.2                                  | OTRO ESPAC.      | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 57,14                                          | 1                          | 57,14          | 0                           | 0,00                       |
| F1-2.3                                  | EXTERIOR         | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 6,24                                           | 1                          | 6,24           | 1                           | 6,24                       |
| F1-2.4                                  | EXTERIOR         | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 2,16                                           | 1                          | 2,16           | 1                           | 2,16                       |
| TOTALES PLANTA 01                       |                  |             |                    |           |          | <b>281,00</b>                                  |                            | <b>281,00</b>  |                             | <b>131,96</b>              |
| PLANTA ACCESO LOAL. P02                 |                  |             |                    |           |          |                                                |                            |                |                             |                            |
| M2.S1                                   | EXTERIOR         | M, FACHADA  |                    | 2,09      | 3,90     | 8,15                                           | 1                          | 8,15           | 1                           | 8,15                       |
| M2.E1                                   | EXTERIOR         | M, FACHADA  |                    | 1         | 3,90     | 3,90                                           | 1                          | 3,90           | 1                           | 3,90                       |
| M2.S2                                   | EXTERIOR         | M, FACHADA  |                    | 2,16      | 3,90     | 8,42                                           | 1                          | 8,42           | 1                           | 8,42                       |
| M2.E3                                   | EXTERIOR         | M, FACHADA  |                    | 1         | 3,90     | 3,90                                           | 1                          | 3,90           | 1                           | 3,90                       |
| M2.S3                                   | EXTERIOR         | M, FACHADA  |                    | 12,88     | 3,90     | 50,23                                          | 1                          | 50,23          | 1                           | 50,23                      |
| M2.E1                                   | OTRO ESPAC.      | MEDIANERA   |                    | 9,74      | 3,90     | 37,99                                          | 1                          | 37,99          | 0                           | 0,00                       |
| M2.N1                                   | EXTERIOR         | M, FACHADA  |                    | 17,14     | 3,90     | 66,85                                          | 1                          | 66,85          | 1                           | 66,85                      |
| M2.O1                                   | OTRO ESPAC.      | MEDIANERA   |                    | 7,21      | 3,90     | 28,12                                          | 1                          | 28,12          | 0                           | 0,00                       |
| M2.O2                                   | EXTERIOR         | M, FACHADA  |                    | 2,44      | 3,90     | 9,52                                           | 1                          | 9,52           | 1                           | 9,52                       |
| F2-1.1                                  | OTRO ESPAC.      | SUELO       | varias dimensiones |           |          | 84,44                                          | 1                          | 84,44          | 0                           | 0,00                       |
| F2-1.2                                  | OTRO ESPAC.      | SUELO       | varias dimensiones |           |          | 22,80                                          | 1                          | 22,80          | 0                           | 0,00                       |
| F2-3                                    | OTRO ESPAC.      | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 163,19                                         | 1                          | 163,19         | 0                           | 0,00                       |
| TOTALES PLANTA 02                       |                  |             |                    |           |          | <b>487,50</b>                                  |                            | <b>487,50</b>  |                             | <b>150,97</b>              |
| TOTALES EDIFICIO                        |                  |             |                    |           |          | <b>768,50</b>                                  |                            | <b>768,50</b>  |                             | <b>282,93</b>              |

VOLUMEN TOTAL ENCERRADO EN LA ENVOLVENTE Y OBTENIDO EN LA TABLA ANTERIOR (m³) **890,2**

COMPACIDAD DEL MODELO SEGÚN CTE\* CON ESTA CONFIGURACIÓN

$890,20/282,93 = 3,146$

**3,15**

(\*) Relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio (o partedel edificio) y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente térmica (A = ΣAi). Se expresa en m³/m²

ET

## 2. Condiciones de la envolvente térmica

En este apartado, se van a comprobar los requisitos que afectan a la envolvente térmica del edificio y que le son de aplicación por su uso comercial (distinto del residencial privado) y alcance de la intervención (cambio de uso).

## REFERIDOS A LA TRANSMITANCIA TÉRMICA

## 1. LÍMITE EN LA TRANSMITANCIA DE CADA ELEMENTO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Tabla 3.1.1.a - HE1

## DATOS PREVIOS

\* Zona climática de invierno **B**

\* Transmitancia térmica de cada elemento de la ET ( $W/m^2 \cdot K$ ) **U**

La transmitancia térmica (U) de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará el valor límite ( $U_{lim}$ ) correspondiente de la tabla 3.1.1.a-HE1 definido para la zona climática de invierno que nos afecta, en este caso, "B":

| TIPO DE CERRAMIENTO                                                                                                                                                      | $\alpha$ | A   | B    | C    | D    | E    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----|------|------|------|------|
| Muros y suelos en contacto con el aire exterior (US, UM)                                                                                                                 | 0,8      | 0,7 | 0,56 | 0,49 | 0,41 | 0,37 |
| Cubiertas en contacto con el aire exterior (UC)                                                                                                                          | 0,55     | 0,5 | 0,44 | 0,4  | 0,35 | 0,33 |
| Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (UT) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (UMD) | 0,9      | 0,8 | 0,75 | 0,7  | 0,65 | 0,59 |
| Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (UH)*                                                                                                | 3,2      | 2,7 | 2,3  | 2,1  | 1,8  | 1,8  |
| Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%                                                                                                          |          |     | 5,7  |      |      |      |

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [ $W/m^2 \cdot K$ ]

Esa es la columna (B) que se ha resaltado sobre la tabla de valores límite que se han de cumplir.

A partir de las soluciones que se han descrito en el apartado de definición constructiva y composición de cerramientos, se ha elaborado una tabla que compara uno a uno cada elemento de la envolvente térmica con el valor límite de aplicación en función del tipo de elemento del que se trate y de sus "contactos".

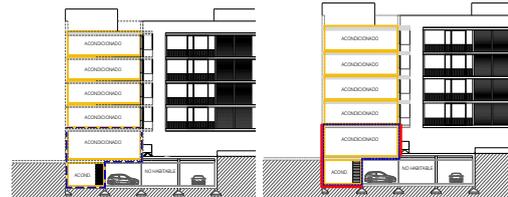
Con el fin de que la tabla no tenga un tamaño excesivo y sea más manejable, se han incluido en ella exclusivamente los cerramientos y componentes que pertenecen a la envolvente térmica y no el total de cerramientos del edificio.

## TRANSMITANCIA TÉRMICA DE LOS COMPONENTES DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Acondicionados: P.1 (Caninas masaje, vestuarios y vestíbulo p.sotano), no acondicionados (dos cabinas de aseo), P.2 completa salvo núcleo ascensor (no habitable) y aseo accesible (no acondicionado)

N.H.: núcleo vertical del ascensor

Envolvente térmica según esquema



| Código de cerramiento    | Tipo de Contacto | Descripción | Ancho (m)          | Largo (m) | Alto (m) | Sup. Total Cerramiento (m <sup>2</sup> ) | $\lambda \in \text{a ET?}$<br>$\in \text{ET} = 1$<br>$\notin \text{ET} = 0$ | Sup. Parte OPACA ET (m <sup>2</sup> ) | Sup. HUECO ET (m <sup>2</sup> ) | Sup. E.T. (m <sup>2</sup> ) | U W/m <sup>2</sup> K | U <sub>lim</sub> W/m <sup>2</sup> K | Cumplimiento Valores límite |
|--------------------------|------------------|-------------|--------------------|-----------|----------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| <b>PLANTA SÓTANO P01</b> |                  |             |                    |           |          |                                          |                                                                             |                                       |                                 |                             |                      |                                     |                             |
| M1.S1                    | TERRENO          | M. SOTANO   |                    | 14,92     | 3,50     | 52,22                                    | 1                                                                           | 52,22                                 | -                               | 52,22                       | 0,30                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| M1.E1                    | NH               | MEDIANERÍA  |                    | 4,78      | 3,50     | 16,73                                    | 1                                                                           | 16,73                                 | -                               | 16,73                       | 0,25                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| M1.N1                    | NH               | MEDIANERÍA  |                    | 14,92     | 3,50     | 52,22                                    | 1                                                                           | 52,22                                 | -                               | 52,22                       | 0,26                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| M1.O1                    | NH               | MEDIANERÍA  |                    | 4,78      | 3,50     | 16,73                                    | 1                                                                           | 16,73                                 | -                               | 16,73                       | 0,25                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| S1-1                     | TERRENO          | SUELO       | varias dimensiones |           |          | 71,34                                    | 1                                                                           | 71,34                                 | -                               | 71,34                       | 0,33                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| F1-2.1                   | OTRO ESPAC.      | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 6,22                                     | 1                                                                           | 6,22                                  | -                               | 6,22                        | 0,35                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| F1-2.2                   | OTRO ESPAC.      | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 57,14                                    | 1                                                                           | 57,14                                 | -                               | 57,14                       | 0,35                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| F1-2.3                   | EXTERIOR         | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 6,24                                     | 1                                                                           | 6,24                                  | -                               | 6,24                        | 0,25                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| F1-2.4                   | EXTERIOR         | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 2,16                                     | 1                                                                           | 2,16                                  | -                               | 2,16                        | 0,25                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| <b>TOTALES PLANTA 01</b> |                  |             |                    |           |          | <b>281,00</b>                            |                                                                             | <b>281,00</b>                         | -                               | <b>281,00</b>               |                      |                                     | <b>CUMPLE</b>               |
| <b>PLANTA ACCESO P02</b> |                  |             |                    |           |          |                                          |                                                                             |                                       |                                 |                             |                      |                                     |                             |
| M2.S1                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  |                    | 2,09      | 3,90     | 8,15                                     | 1                                                                           | 1,91                                  | -                               | 1,91                        | 0,34                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| H2-S1.1                  | EXTERIOR         | VENTANA     | 3                  |           | 2,08     |                                          |                                                                             | -                                     | 6,24                            | 6,24                        | 1,15                 | 2,30                                | CUMPLE                      |
| M2.E1                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  |                    | 1         | 3,90     | 3,90                                     | 1                                                                           | 0,96                                  | -                               | 0,96                        | 0,34                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| H2-E1.1                  | EXTERIOR         | VENTANA     | 3                  |           | 0,98     |                                          |                                                                             | -                                     | 2,94                            | 2,94                        | 1,15                 | 2,30                                | CUMPLE                      |
| M2.S2                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  |                    | 2,16      | 3,90     | 8,42                                     | 1                                                                           | 2,00                                  | -                               | 2,00                        | 0,34                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| H2-S2.1                  | EXTERIOR         | PUERTA      | 3                  |           | 2,14     |                                          |                                                                             | -                                     | 6,42                            | 6,42                        | 1,34                 | 2,30                                | CUMPLE                      |
| M2.O3                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  |                    | 1         | 3,90     | 3,90                                     | 1                                                                           | 3,90                                  | -                               | 3,90                        | 0,34                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| M2.S3                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  |                    | 12,88     | 3,90     |                                          |                                                                             | 14,20                                 | -                               | 14,20                       | 0,34                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| H2-S3.1                  | EXTERIOR         | VENTANA     | 3                  |           | 2,97     | 50,23                                    | 1                                                                           | -                                     | 8,91                            | 8,91                        | 1,15                 | 2,30                                | CUMPLE                      |
| H2-S3.2                  | EXTERIOR         | VENTANA     | 3                  |           | 4,56     |                                          |                                                                             | -                                     | 13,68                           | 13,68                       | 1,15                 | 2,30                                | CUMPLE                      |
| H2-S3.3                  | EXTERIOR         | VENTANA     | 3                  |           | 4,48     | -                                        | 13,44                                                                       | 13,44                                 | 1,15                            | 2,30                        | CUMPLE               |                                     |                             |
| M2.E2                    | OTRO ESPAC.      | MEDIANERÍA  |                    | 9,74      | 3,90     | 37,99                                    | 1                                                                           | 37,99                                 | -                               | 37,99                       | 0,25                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| M2.N1                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  |                    | 17,14     | 3,90     |                                          |                                                                             | 57,11                                 | -                               | 57,11                       | 0,34                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| H2-N1.1                  | EXTERIOR         | VENTANA     | 1                  |           | 4,48     | 66,85                                    | 1                                                                           | -                                     | 4,48                            | 4,48                        | 1,18                 | 2,30                                | CUMPLE                      |
| H2-N1.2                  | EXTERIOR         | VENTANA     | 1                  |           | 4,58     |                                          |                                                                             | -                                     | 4,58                            | 4,58                        | 1,18                 | 2,30                                | CUMPLE                      |
| H2-N1.3                  | EXTERIOR         | VENTANA     | 1                  |           | 0,68     | -                                        | 0,68                                                                        | 0,68                                  | 1,18                            | 2,30                        | CUMPLE               |                                     |                             |
| M2.O1                    | OTRO ESPAC.      | MEDIANERÍA  |                    | 7,21      | 3,90     | 28,12                                    | 1                                                                           | 28,12                                 | -                               | 28,12                       | 0,25                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| M2.O2                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  |                    | 2,44      | 3,90     |                                          |                                                                             | 9,52                                  | -                               | 9,52                        | 0,34                 | 0,56                                | CUMPLE                      |
| F2-1.1                   | OTRO ESPAC.      | SUELO       | varias dimensiones |           |          | 84,44                                    | 1                                                                           | 84,44                                 | -                               | 84,44                       | 0,35                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| F2-1.2                   | OTRO ESPAC.      | SUELO       | varias dimensiones |           |          | 22,8                                     | 1                                                                           | 22,80                                 | -                               | 22,80                       | 0,32                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| F2-3                     | OTRO ESPAC.      | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 163,19                                   | 1                                                                           | 163,19                                | -                               | 163,19                      | 0,29                 | 0,75                                | CUMPLE                      |
| <b>TOTALES PLANTA 02</b> |                  |             |                    |           |          | <b>487,50</b>                            |                                                                             | <b>426,13</b>                         | <b>61,37</b>                    | <b>487,50</b>               |                      |                                     | <b>CUMPLE</b>               |
| <b>TOTALES EDIFICIO</b>  |                  |             |                    |           |          | <b>768,50</b>                            |                                                                             | <b>707,13</b>                         | <b>61,37</b>                    | <b>768,50</b>               |                      |                                     | <b>CUMPLE</b>               |

El valor límite que se fija en la *Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica*, establece que las medianeras y particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica para la zona climática de invierno "B", no han de superar una transmitancia límite de 0,75 W/m<sup>2</sup>K. Por la posición relativa del local comercial dentro del edificio es un tipo de cerramiento que se repite con varios elementos de la envolvente térmica de este ejemplo.

En el apartado correspondiente se comprobará el valor límite de transmitancia térmica para las particiones interiores a la envolvente térmica (limitación de descompensaciones).

**2. LÍMITE DEL COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISIÓN DE CALOR (K) A TRAVÉS DE LA E.T.**

Tabla 3.1.1.c - HE1 para uso distinto del residencial privado

**DATOS PREVIOS**

\* Zona climática de invierno **B**

\* Compacidad del edificio según la configuración elegida (V/A) (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>)

\* Coeficiente global de transmisión de calor a través de la ET (W/m<sup>2</sup>·K) **K**

**Coeficiente global de transmisión de calor** (a través de la envolvente térmica del edificio) [**K**]: Valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente ( $A_{int}$ ). De forma simplificada, se considera área de intercambio, exclusivamente la superficie de la envolvente en contacto con el aire exterior o con el terreno. Se excluyen expresamente los contactos con otros espacios. Se expresa en W/m<sup>2</sup>K.

$$K = \sum_x H_x / A_{int}$$

donde:

$H_x$ : corresponde al coeficiente de transferencia de calor del elemento x perteneciente a la envolvente térmica (incluyendo sus puentes térmicos). Se incluyen aquellos elementos en contacto con el terreno, con el ambiente exterior, y se excluyen aquellos en contacto con otros edificios u otros espacios adyacentes;

$A_{int}$ : es el área de intercambio de la envolvente térmica obtenida como suma de los distintos componentes considerados en la transmisión de calor. Excluye, por tanto, las áreas de elementos de la envolvente térmica en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica.

De forma simplificada, puede calcularse este parámetro a partir de las transmitancias térmicas y superficies de los elementos de la envolvente térmica y de un factor de ajuste:

$$K = \sum_x b_{tr,x} [ \sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k L_{x,k} \psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j} ] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

donde:

$b_{tr,x}$  es el factor de ajuste para los elementos de la envolvente. Su valor es "1" excepto para elementos en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica, donde toma el valor "0";

$A_{x,i}$  es el área de intercambio del elemento de la envolvente térmica considerado;

$U_{x,i}$  es el valor de la transmitancia térmica del elemento de la envolvente térmica considerado;

- En el Documento de Apoyo DB-HE/1 *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente térmica* y en las normas UNE-EN ISO relacionadas, se dispone de valores orientativos de transmitancia térmica de los diferentes elementos de la envolvente térmica.
- La transmitancia térmica aplicable a los elementos en contacto con el terreno incluye no sólo la transmitancia intrínseca del elemento sino también el efecto del terreno.
- Ver también en la sección 3 de AYUDAS de la *ficha 0 Vivienda unifamiliar mínima* de esta guía diferentes ejemplos de cálculo.

$L_{x,k}$  es la longitud del puente térmico considerado;

$\psi_{x,k}$  es el valor de la transmitancia térmica lineal del puente térmico considerado;

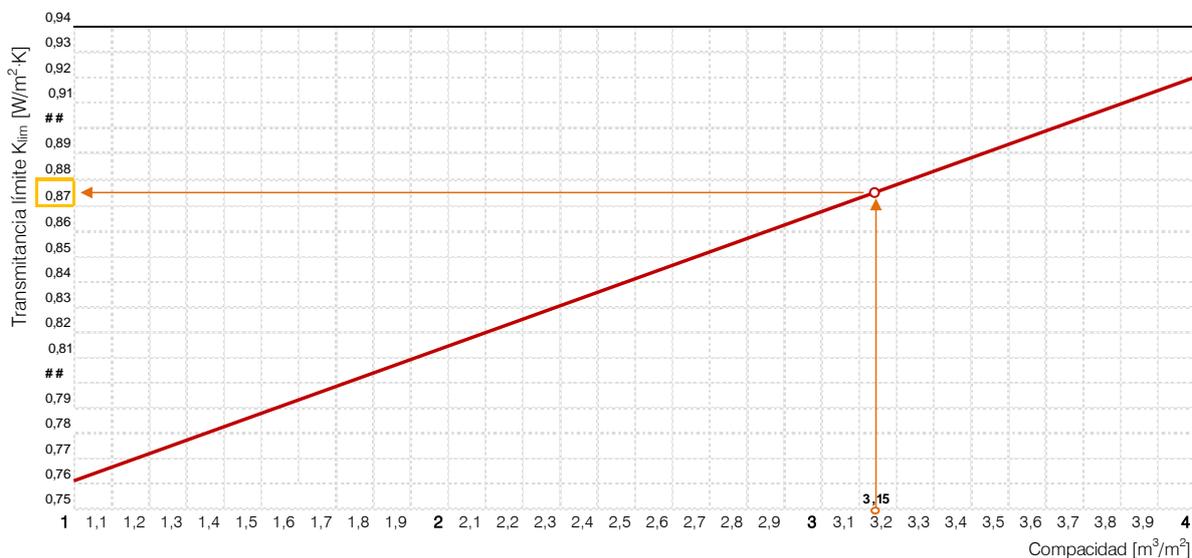
$x_{x,j}$  es la transmitancia puntual del puente térmico considerado.

El edificio de estudio, con la configuración definida, es de uso distinto del residencial privado, tratándose en este caso, de un uso comercial dedicado a gimnasio. El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte de este, con uso distinto del residencial privado, no superará el valor límite ( $K_{lim}$ ) obtenido de la tabla 3.1.1.c-HE1:

| Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite $K_{lim}$ [W/m <sup>2</sup> K] para uso distinto del residencial privado                                                               | Zona climática de invierno                       |          |      |             |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------|------|-------------|------|------|------|
|                                                                                                                                                                         | Compacidad V/A [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ] | $\alpha$ | A    | B           | C    | D    | E    |
| Edificios nuevos, ampliaciones, cambios de uso.<br>Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la <i>envolvente térmica</i> final del edificio | V/A ≤ 1                                          | 0,96     | 0,81 | <b>0,76</b> | 0,65 | 0,54 | 0,43 |
|                                                                                                                                                                         | V/A ≥ 4                                          | 1,12     | 0,98 | <b>0,92</b> | 0,82 | 0,7  | 0,59 |

Los valores límite de las compacidades intermedias ( $1 < V/A < 4$ ) se obtienen por interpolación.

La parte de edificio de nuestro ejemplo que constituye el local comercial se encuentra situado en la zona climática de invierno "B" y su compacidad es de 3,15. Para valores de compacidad entre 1 y 4, qué es nuestro caso de estudio, habrá que interpolar el valor límite entre 0,76 y 0,92 W/m<sup>2</sup>·K proporcionalmente a la compacidad. Se trata de una relación lineal y además de analíticamente, se puede obtener una aproximación del valor de forma gráfica:

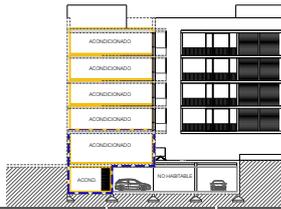


El valor límite obtenido redondeando el segundo decimal es de **0,87 W/m<sup>2</sup>·K**.

En la siguiente tabla se relacionan (se resaltan mediante sombreado) todos los elementos de la envolvente afectados por este indicador (los de contacto con el aire exterior o terreno) caracterizando su transmitancia térmica y coeficiente de transmisión térmica lineal para puentes térmicos. A partir de dichos valores, las superficies de cada elemento y longitudes de los puentes térmicos, se obtendrá el coeficiente global de transmisión de calor (K) y se comparará con el valor límite fijado en la *Tabla 3.1.1.c-HE1 Valor límite  $K_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K] para uso distinto del residencial privado* y que por interpolación hemos fijado en 0,87 W/m<sup>2</sup>·K.

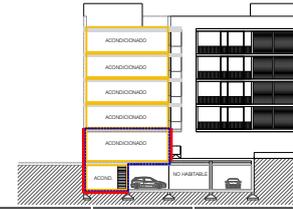
Respecto a los puentes térmicos, solo se han considerado los lineales y se han descartado en el cálculo, los posibles puentes térmicos puntuales existentes en el edificio. Estructuralmente el edificio está concebido con estructura de hormigón. Sus pilares situados en la envolvente en contacto con el exterior han de ser considerados en el cálculo y en el modelo han de ser introducidos (nº de ellos) en cada espacio (ver anexo de AYUDAS, construcción del modelo).

## COEFICIENTE GLOBAL DE TRASMISIÓN DE CALOR (K)



Acondicionados: P.1 (Caninas masaje, vestuarios y vestíbulo p.sotano), no acondicionados (dos cabinas de aseo), P.2 completa salvo núcleo ascensor (no habitable) y aseo accesible (no acondicionado)  
N.H.: núcleo vertical del ascensor  
Envolvente térmica según esquema

En rojo se resaltan los contactos de la envolvente térmica con el exterior o terreno



| Código del elemento | Tipo de Contacto | Descripción | $\lambda \in a$ ET?<br>$\in ET=1$<br>$\notin ET=0$ | Contacto EXTERIOR o TERRENO (btr,x)<br>SI=1<br>NO=0 | Sup. Parte OPACA (m <sup>2</sup> ) | Sup. HUECO (m <sup>2</sup> ) | Sup. E.T. en contacto EXTERIOR o TERRENO (m <sup>2</sup> ) | U W/m <sup>2</sup> K | Opacos U . Área W/K | Huecos U . Área W/K |
|---------------------|------------------|-------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|---------------------|------------------|-------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|

## PLANTA SÓTANO P01

|                          |            |            |   |   |               |          |               |      |              |             |
|--------------------------|------------|------------|---|---|---------------|----------|---------------|------|--------------|-------------|
| M1.S1                    | TERRENO    | M.SÓTANO   | 1 | 1 | 52,22         | -        | 52,22         | 0,30 | 15,67        | -           |
| M1.E1                    | NH         | MEDIANERÍA | 1 | 0 | 0             | -        | 0,00          | 0,25 | -            | -           |
| M1.N1                    | NH         | MEDIANERÍA | 1 | 0 | 0             | -        | 0,00          | 0,26 | -            | -           |
| M1.O1                    | NH         | MEDIANERÍA | 1 | 0 | 0             | -        | 0,00          | 0,25 | -            | -           |
| S1-1                     | TERRENO    | SUELO      | 1 | 1 | 71,34         | -        | 71,34         | 0,33 | 23,54        | -           |
| F1-2.1                   | OTRO ESPAC | TECHO      | 1 | 0 | 0             | -        | 0,00          | 0,35 | -            | -           |
| F1-2.2                   | OTRO ESPAC | TECHO      | 1 | 0 | 0             | -        | 0,00          | 0,35 | -            | -           |
| F1-2.3                   | EXTERIOR   | TECHO      | 1 | 1 | 6,24          | -        | 6,24          | 0,25 | 1,56         | -           |
| F1-2.4                   | EXTERIOR   | TECHO      | 1 | 1 | 2,16          | -        | 2,16          | 0,25 | 0,54         | -           |
| <b>TOTALES PLANTA 01</b> |            |            |   |   | <b>131,96</b> | <b>-</b> | <b>131,96</b> |      | <b>41,31</b> | <b>0,00</b> |

## PLANTA ACCESO P02

|                          |             |            |   |   |               |              |               |      |              |              |
|--------------------------|-------------|------------|---|---|---------------|--------------|---------------|------|--------------|--------------|
| M2.S1                    | EXTERIOR    | M. FACHADA | 1 | 1 | 1,91          | -            | 1,91          | 0,34 | 0,65         | -            |
| H2-S1.1                  | EXTERIOR    | VENTANA    |   |   | -             | 6,24         | 6,24          | 1,15 | -            | 7,18         |
| M2.E1                    | EXTERIOR    | M. FACHADA | 1 | 1 | 0,96          | -            | 0,96          | 0,34 | 0,33         | -            |
| H2-E1.1                  | EXTERIOR    | VENTANA    |   |   | -             | 2,94         | 2,94          | 1,15 | -            | 3,38         |
| M2.S2                    | EXTERIOR    | M. FACHADA | 1 | 1 | 2,00          | -            | 2,00          | 0,34 | 0,68         | -            |
| H2-S2.1                  | EXTERIOR    | PUERTA     |   |   | -             | 6,42         | 6,42          | 1,34 | -            | 8,60         |
| M2.O3                    | EXTERIOR    | M. FACHADA | 1 | 1 | 3,91          | -            | 3,91          | 0,34 | 1,33         | -            |
| M2.S3                    | EXTERIOR    | M. FACHADA |   |   | 14,20         | -            | 14,20         | 0,34 | 4,83         | -            |
| H2-S3.1                  | EXTERIOR    | VENTANA    | 1 | 1 | -             | 8,91         | 8,91          | 1,15 | -            | 10,25        |
| H2-S3.2                  | EXTERIOR    | VENTANA    |   |   | -             | 13,68        | 13,68         | 1,15 | -            | 15,73        |
| H2-S3.3                  | EXTERIOR    | VENTANA    |   |   | -             | 13,44        | 13,44         | 1,15 | -            | 15,46        |
| M2.E2                    | OTRO ESPAC. | MEDIANERÍA | 1 | 0 | 0,00          | -            | 0             | 0,25 | -            | -            |
| M2.N1                    | EXTERIOR    | M. FACHADA |   |   | 57,21         | -            | 57,21         | 0,34 | 19,45        | -            |
| H2-N1.1                  | EXTERIOR    | VENTANA    | 1 | 1 | -             | 4,48         | 4,48          | 1,18 | -            | 5,29         |
| H2-N1.2                  | EXTERIOR    | VENTANA    |   |   | -             | 4,58         | 4,58          | 1,18 | -            | 5,40         |
| H2-N1.3                  | EXTERIOR    | VENTANA    |   |   | -             | 0,68         | 0,68          | 1,18 | -            | 0,80         |
| M2.O1                    | OTRO ESPAC. | MEDIANERÍA | 1 | 0 | 0,00          | -            | 0             | 0,25 | -            | -            |
| M2.O2                    | EXTERIOR    | M. FACHADA | 1 | 1 | 9,52          | -            | 9,52          | 0,34 | 3,24         | -            |
| F2-1.1                   | OTRO ESPAC  | SUELO      | 1 | 0 | 0             | -            | 0,00          | 0,35 | -            | -            |
| F2-1.2                   | OTRO ESPAC  | SUELO      | 1 | 0 | 0             | -            | 0,00          | 0,32 | -            | -            |
| F2-3                     | OTRO ESPAC  | TECHO      | 1 | 0 | 0             | -            | 0,00          | 0,29 | -            | -            |
| <b>TOTALES PLANTA 02</b> |             |            |   |   | <b>89,71</b>  | <b>61,37</b> | <b>151,08</b> |      | <b>30,50</b> | <b>72,09</b> |
| <b>TOTALES EDIFICIO</b>  |             |            |   |   | <b>221,67</b> | <b>61,37</b> | <b>283,04</b> |      | <b>71,81</b> | <b>72,09</b> |

## PUENTES TÉRMICOS

| Definición               | $\psi$<br>T. lineal<br>W/m·K | Longitud<br>L(m) | $\psi \times L$<br>W/K |
|--------------------------|------------------------------|------------------|------------------------|
| Fronte forjado           | 0,002                        | 4,49             | 0,01                   |
| Unión cubierta.          | 0,32                         | 16,48            | 5,27                   |
| Esquinas convexa forjado | 0                            |                  | 0,00                   |
| Esquinas concava cerram. | 0                            |                  | 0,00                   |
| Esquinas convexa cerram. | 0                            |                  | 0,00                   |
| Unión solera pared ext   | 0,26                         | 4,71             | 1,20                   |
| Perímetro de HUECOS      | 0,055                        | 101,90           | 5,60                   |
| Pilares                  | 0,002                        | 40,81            | 0,08                   |
| <b>TOTALES EDIFICIO</b>  |                              | <b>168,39</b>    | <b>12,17</b>           |

## DATOS PREVIOS

COMPACIDAD DEL EDIFICIO: 3,15

## CÁLCULO

$$K = \frac{\sum x H_x / A_{int} = \sum x btr.x [\sum \lambda A_{x,i} U_{x,i} + \sum k l x k \psi_{x,k} + \sum \lambda x x_i]}{\sum x \lambda btr.x A_{x,i}}$$

$$K = (12,19 + 70,87 + 71,81) / 283,04 = 0,5514$$

## COMPROBACIÓN K

| [K] W/m <sup>2</sup> ·K<br>EDIFICIO | K <sub>lim</sub><br>W/m <sup>2</sup> ·K | Cumplimiento<br>Valores límite |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|
| 0,551                               | 0,87                                    | CUMPLE                         |

### Consideraciones respecto al cumplimiento de esta configuración

La superficie computable en el cálculo del valor de [K] afecta exclusivamente a la que está en contacto con el aire exterior o el terreno. En este caso, como sucede con la mayoría de los locales comerciales en bajos de un edificio, gran parte de la superficie de la envolvente térmica no computa en el cálculo de la K ni de la compacidad al ser, o bien medianeras o bien particiones interiores en contacto con espacios adyacentes exteriores a la envolvente térmica. En la parte del edificio objeto de estudio, en su planta baja, tenemos dos fachadas (norte y sur) en contacto con el exterior y una pequeña parte de cerramiento oeste (despacho) que delimita el zaguán de acceso a las viviendas y su contacto es también con el exterior. El sótano, se encuentra totalmente enterrado, pero solamente el muro sur contacta con el terreno. En esta misma planta sótano, existen dos pequeñas porciones de su techo que contactan con el exterior bajo los zaguanes de acceso al portal de las viviendas y del propio gimnasio. El resto de la envolvente térmica del local comercial, lo componen cerramientos medianeros con otros espacios del uso residencial o del garaje que no forman parte del cálculo simplificado del coeficiente global de transmisión de calor. Quedan también fuera del cálculo, los cerramientos horizontales que nos separan del uso residencial y los cerramientos horizontales que nos separan del garaje en la planta sótano, ambos por contacto con “otros espacios” o con espacios no habitables.

Hemos aplicado el procedimiento simplificado de cálculo mediante la expresión,

$$K = \sum_x b_{tr,x} [ \sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_{x,k} \psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j} ] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

Los resultados en HULC (con una pequeña variación en el segundo decimal), se muestran en la siguiente captura de la pantalla del programa:

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Calidad de la envolvente térmica

|                                                      |                 | Valores límite   |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
|------------------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------|-------------|---------|---------|------------|-----------|-----------------------|
| <b>Transmitancia térmica global, K [W/m²K]</b>       | 0,54            | 0,87             | <b>CUMPLE</b>    |           |             |         |         |            |           |                       |
| Demandas del edificio Objeto:                        |                 |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| - Calefacción [kWh/m²año]                            | 0,77            |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| - Refrigeración [kWh/m²año]                          | 55,07           |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| <b>Control solar, q_soljul [kWh/m².mes]</b>          | 2,83            | 4,00             | <b>CUMPLE</b>    |           |             |         |         |            |           |                       |
| <b>Relación de cambio de aire a 50 Pa, n50 [1/h]</b> | 2,00            | -                | <b>NO APLICA</b> |           |             |         |         |            |           |                       |
| Compacidad [m³/m²]                                   | 3,15            |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| Superficie útil de cálculo, Aútil [m²]               | 228,30          |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| Superficie de cerramientos opacos, Aopacos [m²]      | 221,62          |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| Superficie de huecos, Ahuecos [m²]                   | 61,37           |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| Longitud de puentes térmicos, Lpt [m]                | 168,39          |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| Detalle por componentes:                             |                 |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| Huecos   Opacos   Puentes Térmicos   Espacios        |                 |                  |                  |           |             |         |         |            |           |                       |
| Núm.                                                 | Nombre          | Construcción     | Área [m²]        | U [W/m²K] | Orientación | % Marco | g_gt;wi | g_gt;sh,wi | F_sh;obst | Ganancia_jul [kWh/m²] |
| 1                                                    | P02_E02_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 6,24             | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40    | 0,08       | 0,74      | 4,74                  |
| 2                                                    | P02_E02_PE004_V | VENTANA TIPO SUR | 2,94             | 1,15      | E           | 10,00   | 0,40    | 0,08       | 0,59      | 4,97                  |
| 3                                                    | P02_E03_PE002_V | VENTANA NORTE    | 0,68             | 1,18      | N           | 15,00   | 0,58    | 0,49       | 0,75      | 18,98                 |
| 4                                                    | P02_E04_PE001_V | PUERTA ACCESO    | 6,42             | 1,34      | S           | 10,00   | 0,58    | 0,75       | 0,58      | 34,95                 |
| 5                                                    | P02_E04_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 8,91             | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40    | 0,08       | 0,75      | 4,85                  |
| 6                                                    | P02_E04_PE005_V | VENTANA TIPO SUR | 6,45             | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40    | 0,08       | 0,74      | 4,76                  |
| 7                                                    | P02_E05_PE001_V | VENTANA TIPO SUR | 7,23             | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40    | 0,08       | 0,75      | 4,79                  |
| 8                                                    | P02_E05_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 13,44            | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40    | 0,08       | 0,77      | 4,94                  |
| 9                                                    | P02_E05_PE005_V | VENTANA NORTE    | 4,48             | 1,18      | N           | 15,00   | 0,58    | 0,49       | 0,83      | 20,99                 |
| 10                                                   | P02_E05_PE007_V | VENTANA NORTE    | 4,58             | 1,18      | N           | 15,00   | 0,58    | 0,49       | 0,83      | 21,00                 |

Resultados obtenidos de la simulación del edificio con HULC.

En este apartado, de aplicación del coeficiente global de transmisión de calor (K), debemos indicar que se ha introducido una modificación sustancial en la revisión del CTE DB HE de fecha 14 de junio de 2022.

En concreto, dentro de la sección *HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética*, en el punto 3.1.1 *Transmitancia de la envolvente térmica*, se añade un nuevo apartado (el 6) que dice lo siguiente:

6. *Alternativamente, los edificios o, cuando se trate de intervenciones parciales en edificios existentes, las partes de los mismos sobre las que se intervenga, cuyas demandas de calefacción y refrigeración sean menores, en ambos casos, de 15 kWh/m<sup>2</sup>, podrán excluirse del cumplimiento del coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K).*

En nuestro ejemplo, como se puede ver en la imagen anterior tomada de HULC, aun cuando la demanda de calefacción se encuentra por debajo de los 15 kWh/m<sup>2</sup>, la de refrigeración supera ampliamente dicho valor, por lo que no se podría aplicar en este caso. Los valores obtenidos para el ejemplo son los siguientes:

- Demanda de calefacción: 0,77 kWh/m<sup>2</sup>·año
- Demanda de refrigeración: 55,07 kWh/m<sup>2</sup>·año

## REFERIDOS AL CONTROL SOLAR DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

1. CONTROL SOLAR ( $q_{sol;jul}$ )

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar,  $q_{sol;jul,lim}$  [kWh/m<sup>2</sup>·mes]

## DATOS PREVIOS

\* Ganancias solares en julio (kWh/m<sup>2</sup>) de huecos con protecciones móviles activadas

\* Área útil de los espacios incluidos dentro de la ET del edificio (m<sup>2</sup>)

$A_{util}$

El parámetro de control solar ( $q_{sol;jul}$ ), es la relación entre las ganancias solares para el mes de julio ( $Q_{sol;jul}$ ) a través de los huecos pertenecientes a la envolvente térmica con sus protecciones solares móviles activadas, y la superficie útil de los espacios habitables incluidos dentro de la envolvente térmica ( $A_{util}$ ).

En el caso de cambios de uso y reformas de más del 25% de la envolvente como el de nuestro ejemplo, el parámetro de control solar ( $q_{sol;jul}$ ) calculado, no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1 considerando además el uso del edificio (en nuestro caso terciario, distinto del residencial privado):

| USO                 | $q_{sol;jul}$ |
|---------------------|---------------|
| Residencial privado | 2,00          |
| Otros usos          | 4,00          |

Tabla 3.1.2-HE1 Valor límite del parámetro de control solar,  $q_{sol;jul,lim}$  [kWh/m<sup>2</sup>·mes]

Para obtener las ganancias por radiación solar que se producen a través de los huecos necesitamos conocer:

1. La radiación incidente sobre el hueco en el periodo de estudio (julio). Estos valores los podemos obtener a través de la simulación mediante HULC o aproximarlos mediante los valores de referencia de las tablas 20 y 21 del apartado "2.3 Irradiación solar media acumulada en el mes de julio" del DA DB-HE/1 *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. También podemos obtenerlos con aplicaciones para el cálculo de indicadores de calidad y parámetros descriptivos de la envolvente térmica para la aplicación del CTE DB-HE.
2. Las obstrucciones y protecciones fijas y móviles de las que dispone cada hueco y que limitan el acceso de la radiación solar al interior del edificio durante el período que queremos analizar. Es decir, la transmitancia de energía solar de los huecos. Para ello necesitamos a su vez disponer de los siguientes datos:
  - La transmitancia solar del vidrio (dependerá de la composición y propiedades del vidrio),
  - Los obstáculos o elementos de sombra fijos que limitan el acceso solar del hueco,
  - Los elementos de sombra móviles previstos que se puedan activar como elementos de protección estacional de los huecos de la envolvente.

El método de cálculo completo de estos parámetros lo podemos consultar también en el DA DB-HE / 1. *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

Para justificar el cumplimiento de este requisito se desarrolla más adelante una tabla detallada. En esta tabla aparecen los conceptos y términos que se definen a continuación:

### $g_{gl;wi}$

Es la transmitancia total de energía solar del vidrio sin los dispositivos de sombra activos. Se expresa habitualmente como la relación en tanto por uno entre la radiación incidente y la que finalmente atraviesa el vidrio. Es un dato que normalmente nos facilitará el fabricante del vidrio. Se obtiene a partir del valor de la transmitancia total de energía solar a incidencia normal,  $g_{gl;n}$  y un factor de corrección por dispersión del vidrio,  $F_w = 0,90$ . ( $g_{gl;wi} = F_w \cdot g_{gl;n}$ ). (Tabla B.22 del Anexo B de la UNE-EN ISO 52016-1)

### $g_{gl;sh,wi}$

Es la transmitancia total de energía solar del acristalamiento con los dispositivos de sombra móvil activos. Sus valores los podemos obtener en la "Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ( $g_{gl;sh,wi}$ )" del *DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*, así como con aplicaciones para el cálculo de indicadores de calidad y parámetros descriptivos de la envolvente térmica para la aplicación del CTE DB-HE.

### $F_{gl;sh,obst}$

Es el factor de sombra del hueco o lucernario por obstáculos externos al hueco (voladizos, aletas laterales, retranqueos, obstáculos remotos, etc.). Se puede obtener de las tablas 16 a 19 del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. En caso de que no se justifique adecuadamente, el valor de  $F_{sh,obst}$  se debe considerar igual a la unidad.

La consideración del factor de sombra debido a la vegetación podrá ser tenida en cuenta o no por el proyectista, siendo necesaria una evaluación diferenciada en función de la geometría del elemento y su follaje (hoja perenne o caduca). En nuestro caso no se ha tenido en cuenta la presencia de ningún elemento vegetal de protección exterior en el entorno del edificio.

En el caso que nos ocupa (terciario de exposición al público), y a diferencia del residencial privado que hemos visto hasta ahora, no es frecuente incorporar persianas en los huecos. Si además añadimos la circunstancia, bastante habitual, de disponer una alta proporción de superficie de huecos, debido principalmente a la propia naturaleza de este tipo de actividades y otras cuestiones formales, resulta que, el cumplimiento de este indicador puede plantear alguna dificultad.

Como protección móvil de los huecos en este caso, se ha decidido utilizar un recurso habitual en este tipo de establecimiento vinculados a la "calle" y que es la incorporación de toldos de fachada, que además de la protección solar se suelen utilizar como soporte publicitario de la propia actividad o de terceros. Esta solución es más habitual para la fachada principal, que en nuestro caso es la adecuada, la sur, donde además se incorporan estores que permiten mejorar esa protección solar, además de añadir una mayor privacidad en el caso de que fuera necesario. En los huecos de la fachada trasera (norte) se han dispuesto exclusivamente estores, que permiten los mismos beneficios ya descritos y se encuentran expuestos a muy poca radiación. En todos los casos, los elementos de protección que se incorporan se han considerado de color claro, no así las carpinterías previstas en los huecos, que serán de color oscuro manteniendo las condiciones estéticas del resto del edificio.

Para el cálculo del valor del  $g_{gl;sh,wi}$  que se utilizará en el cálculo, hemos recurrido a la "Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ( $g_{gl;sh,wi}$ )" del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. La selección de dicho valor se hace en función de la protección móvil prevista, el tipo de vidrio del hueco, la disposición de la protección (por el interior o exterior) y su color. En nuestro caso, vidrios doble bajo emisivo, toldos y estores por el interior. De la disposición por separado o de su combinación (toldos claros + estores claros por el interior) se obtiene el valor de 0,49 para la incorporación exclusivamente de estores blancos por el interior y de 0,08 para la solución combinada (para el cálculo de la transmitancia total de energía solar de una

solución que combine dos o más dispositivos de sombra móvil se multiplica el valor de cada uno de ellos).

A continuación, se muestra la selección de ambos casos en las siguientes imágenes sobre la tabla de referencia:

| Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar |                            | Protección exterior                  |        |        |       | Protección interior                  |        |        |       |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------|--------|-------|--------------------------------------|--------|--------|-------|
|                                                                   |                            | Factor de reflexión ( $\rho_{e,B}$ ) |        |        |       | Factor de reflexión ( $\rho_{e,B}$ ) |        |        |       |
| $T_{e,B}$                                                         | Tipo de vidrio             | blanco                               | pastel | oscuro | negro | blanco                               | pastel | oscuro | negro |
| 0<br>(p.ej: persianas)                                            | Vidrio sencillo            | 0,06                                 | 0,11   | 0,15   | 0,19  | 0,34                                 | 0,43   | 0,54   | 0,66  |
|                                                                   | Vidrio doble               | 0,05                                 | 0,08   | 0,11   | 0,14  | 0,34                                 | 0,43   | 0,53   | 0,63  |
|                                                                   | Vidrio doble bajo emisivo  | 0,03                                 | 0,05   | 0,08   | 0,10  | 0,34                                 | 0,42   | 0,51   | 0,59  |
|                                                                   | Vidrio triple bajo emisivo | 0,03                                 | 0,05   | 0,06   | 0,08  | 0,30                                 | 0,34   | 0,38   | 0,41  |
| 0,2<br>(p.ej: toldos)                                             | Vidrio sencillo            | 0,22                                 | 0,27   | 0,31   | 0,33  | 0,39                                 | 0,51   | 0,62   | 0,68  |
|                                                                   | Vidrio doble               | 0,20                                 | 0,23   | 0,26   | 0,28  | 0,39                                 | 0,50   | 0,60   | 0,65  |
|                                                                   | Vidrio doble bajo emisivo  | 0,17                                 | 0,20   | 0,22   | 0,23  | 0,39                                 | 0,48   | 0,56   | 0,61  |
|                                                                   | Vidrio triple bajo emisivo | 0,13                                 | 0,15   | 0,16   | 0,17  | 0,32                                 | 0,36   | 0,40   | 0,42  |
| 0,4<br>(p.ej: cortinas)                                           | Vidrio sencillo            | 0,41                                 | 0,43   | 0,45   | 0,47  | 0,53                                 | 0,59   | 0,65   | 0,71  |
|                                                                   | Vidrio doble               | 0,36                                 | 0,38   | 0,39   | 0,41  | 0,51                                 | 0,56   | 0,61   | 0,66  |
|                                                                   | Vidrio doble bajo emisivo  | 0,33                                 | 0,34   | 0,35   | 0,36  | 0,49                                 | 0,53   | 0,58   | 0,62  |
|                                                                   | Vidrio triple bajo emisivo | 0,24                                 | 0,25   | 0,26   | 0,27  | 0,37                                 | 0,38   | 0,40   | 0,42  |

Selección de toldos blancos por el exterior con vidrios dobles bajos emisivos sobre la  
Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ( $ggl;sh,wi$ )

| Factor de transmitancia solar del dispositivo de protección solar |                            | Protección exterior                  |        |        |       | Protección interior                  |        |        |       |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|--------|--------|-------|--------------------------------------|--------|--------|-------|
|                                                                   |                            | Factor de reflexión ( $\rho_{e,B}$ ) |        |        |       | Factor de reflexión ( $\rho_{e,B}$ ) |        |        |       |
| $T_{e,B}$                                                         | Tipo de vidrio             | blanco                               | pastel | oscuro | negro | blanco                               | pastel | oscuro | negro |
| 0<br>(p.ej: persianas)                                            | Vidrio sencillo            | 0,06                                 | 0,11   | 0,15   | 0,19  | 0,34                                 | 0,43   | 0,54   | 0,66  |
|                                                                   | Vidrio doble               | 0,05                                 | 0,08   | 0,11   | 0,14  | 0,34                                 | 0,43   | 0,53   | 0,63  |
|                                                                   | Vidrio doble bajo emisivo  | 0,03                                 | 0,05   | 0,08   | 0,10  | 0,34                                 | 0,42   | 0,51   | 0,59  |
|                                                                   | Vidrio triple bajo emisivo | 0,03                                 | 0,05   | 0,06   | 0,08  | 0,30                                 | 0,34   | 0,38   | 0,41  |
| 0,2<br>(p.ej: toldos)                                             | Vidrio sencillo            | 0,22                                 | 0,27   | 0,31   | 0,33  | 0,39                                 | 0,51   | 0,62   | 0,68  |
|                                                                   | Vidrio doble               | 0,20                                 | 0,23   | 0,26   | 0,28  | 0,39                                 | 0,50   | 0,60   | 0,65  |
|                                                                   | Vidrio doble bajo emisivo  | 0,17                                 | 0,20   | 0,22   | 0,23  | 0,39                                 | 0,48   | 0,56   | 0,61  |
|                                                                   | Vidrio triple bajo emisivo | 0,13                                 | 0,15   | 0,16   | 0,17  | 0,32                                 | 0,36   | 0,40   | 0,42  |
| 0,4<br>(p.ej: cortinas)                                           | Vidrio sencillo            | 0,41                                 | 0,43   | 0,45   | 0,47  | 0,53                                 | 0,59   | 0,65   | 0,71  |
|                                                                   | Vidrio doble               | 0,36                                 | 0,38   | 0,39   | 0,41  | 0,51                                 | 0,56   | 0,61   | 0,66  |
|                                                                   | Vidrio doble bajo emisivo  | 0,33                                 | 0,34   | 0,35   | 0,36  | 0,49                                 | 0,53   | 0,58   | 0,62  |
|                                                                   | Vidrio triple bajo emisivo | 0,24                                 | 0,25   | 0,26   | 0,27  | 0,37                                 | 0,38   | 0,40   | 0,42  |

Selección de estores blancos por el interior con vidrios dobles bajos emisivos sobre la  
Tabla 12 Transmitancia total de energía solar de huecos para distintos dispositivos de sombra móvil ( $ggl;sh,wi$ )

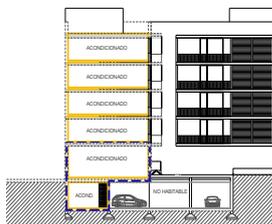
Para la solución combinada de toldos claros (Transmitancia total de 0,17) + estores claros por el interior (Transmitancia total de 0,49), la transmitancia total de energía solar ( $g_{gl;sh,wi}$ ) resultante es:

$$g_{gl;sh,wi, \text{ toldos + estores por el interior}} = 0,17 \cdot 0,49 = 0,08$$

Los cálculos del factor de sombra del hueco por obstáculos externos ( $F_{gl;sh,obst}$ ) y la radiación solar global en el plano del vidrio sin obstáculos (KWh/m<sup>2</sup>) se obtienen a través de la simulación de HULC. Las ganancias son parámetros que conviene calcular mediante simulación térmica.

Los valores de la radiación solar global en el plano del vidrio sin obstáculos se han obtenido de las Tablas 20 y 21 del apartado "2.3 Irradiación solar media acumulada en el mes de julio" del DA DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la envolvente.

A continuación, se incluye la tabla de comprobación del cumplimiento de este requisito:



**CONTROL SOLAR DE LA ENVOLVENTE  $q_{sol;jul}$**

Acondicionados: P.1 (Caninas masaje, vestuarios y vestíbulo p.sotano), no acondicionados (dos cabinas de aseo), P.2 completa salvo núcleo ascensor (no habitable) y aseo accesible (no acondicionado). N.H.: núcleo vertical del ascensor  
 Envolvente térmica según esquema

| Código del elemento | Descripción | ORIENTACIÓN | Sup. HUECO (m <sup>2</sup> ) | Fración de marco en tanto por uno | Superficie e vidrio | $g_{gl;wi}$ | $F_{gl;sh,obst}$ | $g_{gl;sh,wi}$ | Radiación acumulada plano del vidrio $H_{sol;jul}$ (KWh/m <sup>2</sup> ) | Ganancia TOTAL de Julio en cada hueco (KWh) |
|---------------------|-------------|-------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------|------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|---------------------|-------------|-------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------|------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|

**PLANTA SÓTANO. P01**

La planta 01 correspondiente al nivel sótano y no cuenta con ningún hueco en sus cerramientos.

|                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <b>TOTALES PLANTA 01</b> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

**PLANTA ACCESO P02**

|         |                    |       |       |      |       |      |      |      |        |        |
|---------|--------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|--------|--------|
| H2-S1.1 | VENTANA TIPO SUR   | SUR   | 6,24  | 0,10 | 5,62  | 0,4  | 0,76 | 0,08 | 89,73  | 30,64  |
| H2-E1.1 | VENTANA TIPO SUR   | ESTE  | 2,94  | 0,10 | 2,65  | 0,4  | 0,60 | 0,08 | 121,85 | 15,48  |
| H2-S2.1 | PUERTA ACCESO      | SUR   | 6,42  | 0,10 | 5,78  | 0,58 | 0,58 | 0,75 | 89,73  | 225,53 |
| H2-S3.1 | VENTANA TIPO SUR   | SUR   | 8,91  | 0,10 | 8,02  | 0,4  | 0,78 | 0,08 | 89,73  | 44,90  |
| H2-S3.2 | VENTANA TIPO SUR   | SUR   | 13,68 | 0,10 | 12,31 | 0,4  | 0,77 | 0,08 | 89,73  | 67,61  |
| H2-S3.3 | VENTANA TIPO SUR   | SUR   | 13,44 | 0,10 | 12,10 | 0,4  | 0,79 | 0,08 | 89,73  | 68,60  |
| H2-N1.1 | VENTANA TIPO NORTE | NORTE | 4,48  | 0,15 | 3,81  | 0,58 | 0,85 | 0,49 | 57,92  | 91,86  |
| H2-N1.2 | VENTANA TIPO NORTE | NORTE | 4,58  | 0,15 | 3,89  | 0,58 | 0,85 | 0,49 | 57,92  | 93,91  |
| H2-N1.3 | VENTANA TIPO NORTE | NORTE | 0,68  | 0,15 | 0,58  | 0,58 | 0,76 | 0,49 | 57,92  | 12,47  |

|                          |  |  |              |  |              |  |  |  |  |               |
|--------------------------|--|--|--------------|--|--------------|--|--|--|--|---------------|
| <b>TOTALES PLANTA 02</b> |  |  | <b>61,37</b> |  | <b>54,75</b> |  |  |  |  | <b>650,99</b> |
|--------------------------|--|--|--------------|--|--------------|--|--|--|--|---------------|

|                         |  |  |              |  |              |  |  |  |  |               |
|-------------------------|--|--|--------------|--|--------------|--|--|--|--|---------------|
| <b>TOTALES EDIFICIO</b> |  |  | <b>61,37</b> |  | <b>54,75</b> |  |  |  |  | <b>650,99</b> |
|-------------------------|--|--|--------------|--|--------------|--|--|--|--|---------------|

**DATOS PREVIOS**

ÁREA ÚTIL DEL EDIFICIO (m<sup>2</sup>) 228,30

**CÁLCULO**

$$q_{sol} = Q_{sol;jul} / A_{util} = \sum_k F_{sh;obst} \times g_{gl;sh,wi} \times (1 - F_F) \times A_{w,p} \times H_{sol;jul} / A_{util}$$

$$q_{sol} = 650,09 / 228,30 = 2,8514$$

**COMPROBACIÓN  $q_{sol;jul}$**

| $q_{sol;jul}$ EDIFICIO | $q_{sol;jul,lim}$ CTE | Cumplimiento Valores límite |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------|
|------------------------|-----------------------|-----------------------------|

2,85

4,00

**CUMPLE**

**Consideraciones respecto al cumplimiento de esta configuración**

Como ya se ha dicho, el cumplimiento de este indicador en edificios de uso no residencial privado puede plantear problemas importantes. En este tipo de edificios no es habitual incorporar persianas como elemento de protección. La disposición exclusivamente de toldos en la fachada sur y estores en la norte,

es una alternativa a contemplar en este ejemplo, ya que cumple con el límite establecido para el  $q_{sol;jul}$  aunque de manera muy ajustada. Con esta solución, empleando exclusivamente toldos en la fachada sur, se consigue este cumplimiento ajustado gracias a que los vidrios de la fachada sur cuentan con un factor solar ( $g_{gl;wi}$ ) bajo de 0,40. El resultado de esta solución lo podemos ver en la captura de imagen que se ha hecho de HULC empleando esta combinación.

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Calidad de la envolvente térmica

Valores límite

Transmitancia térmica global, K [W/m²K] 0,54 0,87 **CUMPLE**

Demandas del edificio Objeto:

- Calefacción [kWh/m²año] 0,77

- Refrigeración [kWh/m²año] 55,07

**Control solar,  $q_{sol;jul}$  [kWh/m².mes] 3,91 4,00 **CUMPLE****

Relación de cambio de aire a 50 Pa, n50 [1/h] 2,00 - **NO APLICA**

Compacidad [m³/m²] 3,15

Superficie útil de cálculo, Aútil [m²] 228,30

Superficie de cerramientos opacos, Aopacos [m²] 221,62

Superficie de huecos, Ahuecos [m²] 61,37

Longitud de puentes térmicos, Lpt [m] 168,39

Detalle por componentes:

Huecos | Opacos | Puentes Térmicos | Espacios

| Núm. | Nombre          | Construcción     | Área [m²] | U [W/m²K] | Orientación | % Marco | $g_{gl;wi}$ | $g_{gl;sh,wi}$ | F_sh;obst | Ganancia_jul [kWh/m²] |
|------|-----------------|------------------|-----------|-----------|-------------|---------|-------------|----------------|-----------|-----------------------|
| 1    | P02_E02_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 6,24      | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40        | 0,17           | 0,74      | 10,08                 |
| 2    | P02_E02_PE004_V | VENTANA TIPO SUR | 2,94      | 1,15      | E           | 10,00   | 0,40        | 0,17           | 0,59      | 10,56                 |
| 3    | P02_E03_PE002_V | VENTANA NORTE    | 0,68      | 1,18      | N           | 15,00   | 0,58        | 0,49           | 0,75      | 18,98                 |
| 4    | P02_E04_PE001_V | PUERTA ACCESO    | 6,42      | 1,34      | S           | 10,00   | 0,58        | 0,75           | 0,58      | 34,95                 |
| 5    | P02_E04_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 8,91      | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40        | 0,17           | 0,75      | 10,31                 |
| 6    | P02_E04_PE005_V | VENTANA TIPO SUR | 6,45      | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40        | 0,17           | 0,74      | 10,11                 |
| 7    | P02_E05_PE001_V | VENTANA TIPO SUR | 7,23      | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40        | 0,17           | 0,75      | 10,19                 |
| 8    | P02_E05_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 13,44     | 1,15      | S           | 10,00   | 0,40        | 0,17           | 0,77      | 10,49                 |
| 9    | P02_E05_PE005_V | VENTANA NORTE    | 4,48      | 1,18      | N           | 15,00   | 0,58        | 0,49           | 0,83      | 20,99                 |
| 10   | P02_E05_PE007_V | VENTANA NORTE    | 4,58      | 1,18      | N           | 15,00   | 0,58        | 0,49           | 0,83      | 21,00                 |

Resultados obtenidos de la simulación del edificio con HULC para la combinación de toldos a sur + estores norte.

Como hemos dicho, en edificios de uso terciario este indicador puede plantear algún problema de cumplimiento por no ser el recurso de la persiana una solución tan frecuente. Si, además, la proporción de huecos habitualmente es mayor en este tipo de edificios, nos obligará en muchos casos, a recurrir a soluciones combinadas de dos o más protecciones solares diferentes como es el caso del ejemplo que estamos desarrollando. Como solución efectiva en todos los casos, se ha de fomentar el uso de protecciones fijas con un comportamiento estacional adecuado. Se muestra a continuación el resultado de la combinación propuesta para este ejemplo incluyendo los estores en la fachada sur como elementos que proporcionan privacidad, más allá de no ser necesarios para el cumplimiento del  $q_{sol;jul}$  y que permite un cumplimiento más holgado de este parámetro:

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019

Calidad de la envolvente térmica

Valores límite

Transmitancia térmica global,  $K$  [ $W/m^2K$ ]   **CUMPLE**

Demandas del edificio Objeto:

- Calefacción [ $kWh/m^2año$ ]
- Refrigeración [ $kWh/m^2año$ ]

**Control solar,  $q_{sol;jul}$  [ $kWh/m^2.mes$ ]**   **CUMPLE**

Relación de cambio de aire a 50 Pa,  $n50$  [1/h]   **NO APLICA**

Capacidad [ $m^3/m^2$ ]

Superficie útil de cálculo,  $A_{útil}$  [ $m^2$ ]

Superficie de cerramientos opacos,  $A_{opacos}$  [ $m^2$ ]

Superficie de huecos,  $A_{huecos}$  [ $m^2$ ]

Longitud de puentes térmicos,  $L_{pt}$  [m]

Detalle por componentes:

Huecos | Opacos | Puentes Térmicos | Espacios

| Núm. | Nombre          | Construcción     | Área [ $m^2$ ] | $U$ [ $W/m^2K$ ] | Orientación | % Marco | $g_{gl;wi}$ | $g_{gl;sh,wi}$ | $F_{sh;obst}$ | Ganancia_jul [ $kWh/m^2$ ] |
|------|-----------------|------------------|----------------|------------------|-------------|---------|-------------|----------------|---------------|----------------------------|
| 1    | P02_E02_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 6,24           | 1,15             | S           | 10,00   | 0,40        | 0,08           | 0,74          | 4,74                       |
| 2    | P02_E02_PE004_V | VENTANA TIPO SUR | 2,94           | 1,15             | E           | 10,00   | 0,40        | 0,08           | 0,59          | 4,97                       |
| 3    | P02_E03_PE002_V | VENTANA NORTE    | 0,68           | 1,18             | N           | 15,00   | 0,58        | 0,49           | 0,75          | 18,98                      |
| 4    | P02_E04_PE001_V | PUERTA ACCESO    | 6,42           | 1,34             | S           | 10,00   | 0,58        | 0,75           | 0,58          | 34,95                      |
| 5    | P02_E04_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 8,91           | 1,15             | S           | 10,00   | 0,40        | 0,08           | 0,75          | 4,85                       |
| 6    | P02_E04_PE005_V | VENTANA TIPO SUR | 6,45           | 1,15             | S           | 10,00   | 0,40        | 0,08           | 0,74          | 4,76                       |
| 7    | P02_E05_PE001_V | VENTANA TIPO SUR | 7,23           | 1,15             | S           | 10,00   | 0,40        | 0,08           | 0,75          | 4,79                       |
| 8    | P02_E05_PE003_V | VENTANA TIPO SUR | 13,44          | 1,15             | S           | 10,00   | 0,40        | 0,08           | 0,77          | 4,94                       |
| 9    | P02_E05_PE005_V | VENTANA NORTE    | 4,48           | 1,18             | N           | 15,00   | 0,58        | 0,49           | 0,83          | 20,99                      |
| 10   | P02_E05_PE007_V | VENTANA NORTE    | 4,58           | 1,18             | N           | 15,00   | 0,58        | 0,49           | 0,83          | 21,00                      |

Resultados obtenidos de la simulación del edificio con HULC para la combinación de toldos + estores a sur y estores a norte

## REFERIDOS AL CONTROL DE LA PERMEABILIDAD AL AIRE DE LA ET

Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica asegurarán una adecuada estanqueidad al paso del aire. Particularmente, se cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la envolvente térmica y puertas de paso a espacios no acondicionados.

Hemos de garantizar, por tanto, la estanqueidad suficiente al paso del aire en la envolvente térmica del edificio, tanto en la parte hueca de sus cerramientos como en la parte opaca. Para ello se han de cumplir los siguientes requisitos.

1. PERMEABILIDAD AL AIRE ( $Q_{100}$ ) DE LOS HUECOS QUE PERTENECEN A LA ET

Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica,  $Q_{100,lim}$  [ $m^3/h\cdot m^2$ ]

## DATOS PREVIOS

\* Zona climática de invierno **B**

\* Permeabilidad de los huecos medida con sobrepresión de 100 Pa **Q<sub>100</sub>**

La permeabilidad de todos los huecos pertenecientes a la envolvente térmica no superará los valores límite de la siguiente tabla:

| Tabla 3.1.3.a-HE1 Valor límite de permeabilidad al aire de huecos de la envolvente térmica, $Q_{100,lim}$ [ $m^3/h\cdot m^2$ ] | Zona climática de invierno |           |           |          |          |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
|                                                                                                                                | $\alpha$                   | A         | B         | C        | D        | E        |
| Permeabilidad al aire de huecos ( $Q_{100,lim}$ ) *                                                                            | $\leq 27$                  | $\leq 27$ | $\leq 27$ | $\leq 9$ | $\leq 9$ | $\leq 9$ |

\* La permeabilidad indicada es la medida con una sobrepresión de 100 Pa, Q<sub>100</sub>.

Los valores de permeabilidad establecidos se corresponden con los que definen la clase 2 ( $\leq 27 m^3/h\cdot m^2$ ) y clase 3 ( $\leq 9 m^3/h\cdot m^2$ ) de la UNE-EN 12207:2017. La permeabilidad del hueco se obtendrá teniendo en cuenta, en su caso, el cajón de persiana.

Sobre la tabla se sombrea la columna correspondiente a la zona climática de invierno ("B") en la que se sitúa el edificio. Los valores considerados en nuestro caso de estudio se corresponden en todos los huecos con una clase de estanqueidad 3 y límite de permeabilidad según ensayo normalizado de 9  $m^3/h\cdot m^2$ .

En consecuencia, el cuadro de justificación del cumplimiento será el siguiente:

| DESCRIPCIÓN HUECOS        | Clase de la carpintería en proyecto | Permeabilidad en proyecto al aire de huecos ( $Q_{100}$ ) [ $m^3/h\cdot m^2$ ] | Valor límite ( $Q_{100,lim}$ ) [ $m^3/h\cdot m^2$ ] | CUMPLIMIENTO |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------|
| Ventanas tipo NORTE       | Clase 3                             | 9                                                                              | $\leq 27$                                           | CUMPLE       |
| Ventanas tipo SUR y RESTO | Clase 3                             | 9                                                                              | $\leq 27$                                           | CUMPLE       |

2. RELACIÓN DEL CAMBIO DE AIRE CON UNA PRESION DIFERENCIAL DE 50 Pa ( $n_{50}$ )

Tabla 3.1.3.b-HE1 Valor límite de la relación del cambio de aire con una presión de 50 Pa

## DATOS PREVIOS

\* Compacidad del edificio según la configuración elegida (V/A) ( $m^3/m^2$ )

\* Cálculo de la permeabilidad al aire del edificio

$n_{50}$

**Relación del cambio de aire:** relación entre el flujo de aire a través de la envolvente térmica del edificio y su volumen de "aire interior" o volumen "útil" tal y como se ha definido en el apartado INTRO de esta sección del cumplimiento de la HE 1. En el ámbito de este DB HE se emplea el valor obtenido para una presión diferencial a través de la envolvente de 50 Pa, [ $n_{50}$ ].

En edificios nuevos de *uso residencial privado*, con una superficie útil total superior a 120 m<sup>2</sup>, la relación del cambio de aire con una presión diferencial de 50 Pa [ $n_{50}$ ], no superará el valor límite de la *tabla 3.1.3.b HE1*.

| Compacidad V/A [ $m^3/m^2$ ] | $n_{50}$ |
|------------------------------|----------|
| V/A ≤ 2                      | 6,00     |
| V/A ≥ 4                      | 3,00     |

Los valores límite de las compacidades intermedias ( $2 < V/A < 4$ ) se obtienen por interpolación

En nuestro caso, por tratarse de una parte del edificio de uso comercial (distinto al uso residencial privado) **no es de aplicación** esta condición o exigencia sobre la envolvente, si bien el valor obtenido de su cálculo en HULC es de  $n_{50} = 2$ . Hay que comentar nuevamente que para un correcto funcionamiento de los sistemas de recuperación de calor incorporados en los edificios (como es en este ejemplo) es necesario tener controlada la permeabilidad del edificio para garantizar que los caudales de aire pasen realmente por dichos sistemas y se consiga su máxima eficacia. Son recomendables valores inferiores a 1 ren/h. Actualmente, con la versión 2.0.2412.1173 de 11 de mayo, la herramienta HULC solo permite introducir datos de permeabilidades obtenidas mediante ensayos de puerta soplante (Blower door) para edificios residenciales y no para edificios terciarios

## DESC

## 3. Limitación de descompensaciones

Respecto a las particiones interiores del edificio que separan “unidades de uso”<sup>6</sup>, se ha de realizar la comprobación de que no se producen importantes descompensaciones respecto a la transmitancia de estos elementos. Para ello se han de cumplir los valores límite de transmitancias que se relacionan en la *Tabla 3.2 - HE1 Transmitancia térmica límite de particiones interiores*.

| TIPO DE CERRAMIENTO                   |                                       | $\alpha$ | A    | B    | C    | D    | E    |
|---------------------------------------|---------------------------------------|----------|------|------|------|------|------|
| Entre unidades del mismo uso          | Particiones horizontales              | 1,90     | 1,80 | 1,55 | 1,35 | 1,20 | 1,00 |
|                                       | Particiones verticales                | 1,40     | 1,40 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,00 |
| Entre unidades de distinto uso        | Particiones horizontales y verticales | 1,35     | 1,25 | 1,1  | 0,95 | 0,85 | 0,70 |
| Entre unidades de uso y zonas comunes |                                       |          |      |      |      |      |      |

Tabla 3.2 - HE1 Transmitancia térmica límite de particiones interiores,  $U_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K]

En nuestro caso, no existen particiones interiores que separen usos diferentes puesto que los cerramientos que separan el uso comercial respecto al garaje y del uso residencial privado en planta baja, pertenecen a la envolvente térmica del edificio. Estos elementos, pertenecientes a la envolvente térmica, ya han sido analizados y se ha justificado el cumplimiento de los valores límite de la *Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica,  $U_{lim}$  [W/m<sup>2</sup>K]*, que son más exigentes que los que se establecen en este apartado de limitación de descompensaciones.

Respecto a las particiones interiores, hay que indicar que el local constituye una única unidad de uso, por tanto, toda la tabiquería interior e incluso el forjado de separación entre las dos plantas del local comercial, separan estancias o espacios, pero no unidades de uso, por lo que no están sujetas al cumplimiento de los valores límite de sus transmitancias que se recogen en la *tabla 3.2-HE1 Transmitancia térmica límite de particiones interiores*.

<sup>6</sup> Definición incluida en el Anejo A del CTE DB HE. **Unidad de uso**: edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de

un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. En el ámbito de este Documento Básico, se consideran unidades de uso diferentes, entre otras, las siguientes:

- en edificios de vivienda, cada una de las viviendas.
- en edificios de otros usos, cada uno de los establecimientos o locales comerciales independientes.

**COND  
ENSA**

## 4. Limitación de condensaciones de la envolvente térmica

A este respecto dentro de la Sección HE 1. *Condiciones para el control de la demanda energética*, en el punto 3.3. Limitación de condensaciones en la envolvente térmica, se establece lo siguiente:

*En el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. En ningún caso, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual podrá superar la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo.*

Por tanto, la comprobación a la que se refiere este apartado ha de realizarse exclusivamente para las condensaciones intersticiales.

Esta comprobación no es necesario realizarla para los cerramientos en contacto con el terreno ni para aquellos que incorporen barrera de vapor. En el caso de incorporarse dicha barrera de vapor, es conveniente recordar que ha de situarse siempre en la cara caliente de dicho cerramiento. En particiones interiores en contacto con espacios no habitables en los que se prevea gran producción de humedad, se debe colocar la barrera contra el vapor en el lado del cerramiento del espacio no habitable.

El documento de apoyo DA DB-HE / 2 “Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos” recoge procedimientos para el cálculo del riesgo de condensaciones (tanto superficiales como intersticiales) y puede emplearse para el cálculo y justificación del cumplimiento de esta exigencia.

Por otra parte, en la Sección 3 de AYUDAS del volumen (I) *Vivienda unifamiliar adosada* de esta guía, se desarrolla la comprobación completa para el MURO EXTERIOR del edificio de ese ejemplo.

Existen también varias herramientas de acceso gratuito que permiten realizar la comprobación de la presencia de humedad en las hojas interiores de los cerramientos y evaluar, en el caso de que existan, si la evaporación que se produce es superior al vapor de agua condensado.

**HE2****HE2. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS**

Esta exigencia se desarrolla en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

No obstante, conviene recordar que la aplicación del RITE afecta a las características y condiciones de funcionamiento de las instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

En nuestro edificio afecta a los siguientes sistemas y equipos del local:

- Sistema de calefacción y producción de ACS
- Sistema de refrigeración
- Sistema de ventilación

Respecto a las exigencias técnicas relativas a la eficiencia energética y que se recogen en el *Artículo 12. Eficiencia energética*, se dice:

*“Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales”*

En concreto, se requiere el cumplimiento de los siguientes requisitos:

1. Rendimiento energético: los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento máximo.
2. Distribución de calor y frío: los equipos y las conducciones de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.
3. Regulación y control: las instalaciones estarán dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.
4. Contabilización de consumos: las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía, y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo, entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.

5. Recuperación de energía: las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
6. Utilización de energías renovables: las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte de las necesidades del edificio.

Para justificar que una instalación cumple dichas exigencias, podrá optarse por una de las siguientes opciones:

- a) adoptar soluciones basadas en las **Instrucciones técnicas**, cuya correcta aplicación en el diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y utilización de la instalación, es suficiente para acreditar el cumplimiento de las exigencias; o
- b) adoptar soluciones alternativas, entendidas como aquellas que se apartan parcial o totalmente de las Instrucciones técnicas. El/la proyectista o el/la director/a de la instalación, bajo su responsabilidad y previa conformidad de la propiedad, pueden adoptar soluciones alternativas, siempre que justifiquen documentalmente que la instalación diseñada satisface las exigencias del RITE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a las que se obtendrían por la aplicación de las soluciones basadas en las Instrucciones técnicas.

Dentro de la PARTE II del documento referido a las Instrucciones Técnicas, la IT 1.2 Exigencia de eficiencia energética, recoge los requisitos a cumplir en los siguientes apartados:

- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío (apartado 1.2.4.1)
- Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío (apartado 1.2.4.2)
- Justificación del cumplimiento de la exigencia eficiencia energética de control de las instalaciones térmicas en el apartado 1.2.4.3.
- Justificación del cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos en el apartado 1.2.4.4.
- Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía en el apartado 1.2.4.5.
- Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables en el apartado 1.2.4.6.
- Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional en el apartado 1.2.4.7.

## HE3

## HE3.CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

1. Preparación de datos previos a la comprobación de la exigencia
2. Justificación del cumplimiento

Por tratarse nuestro ejemplo de una parte de un edificio que cambia de uso por no tener uno previo definido, y ser distinto al residencial privado, no existen matices que afectan al cumplimiento de esta exigencia. En concreto, y en lo que afecta a este tipo de actuaciones, en el “DB HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación”, referido al ámbito de aplicación, se dice lo siguiente:

**1. Ámbito de aplicación**

1. ....
2. ....
3. En el caso de **intervenciones en edificios existentes**, se considerarán los siguientes criterios de aplicación:
  - a) se aplicará esta sección a las instalaciones de iluminación interior de todo el edificio, en los siguientes casos:
    - intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
    - cambios de uso característico.
  - b) cuando se renueve o amplíe una parte de la instalación, se adecuará la parte de la instalación renovada o ampliada para que se cumplan los valores de eficiencia energética límite en función de la actividad.
  - c) cuando la renovación afecte a zonas del edificio para las cuales se establezca la obligatoriedad de sistemas de control o regulación, se dispondrá de estos sistemas.
  - d) en cambios de actividad en una zona del edificio que impliquen un valor más bajo del Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) límite respecto al de la actividad inicial, se adecuará la instalación de dicha zona.

Como hemos dicho en apartados anteriores, este ejemplo parte de un local nuevo, sin uso definido y por tanto, se trata de un cambio de uso. Esta situación previsiblemente se repetirá pocas veces a lo largo de la vida útil del local y lo más habitual será que se produzcan sucesivas reformas de adaptación de una actividad comercial a otra.

Por lo tanto, en nuestro caso, al tratarse de un cambio de uso es de aplicación esta sección.

## DAT

## 1. Preparación de datos para la comprobación de la exigencia

Los datos de partida de la instalación de iluminación de este ejemplo figuran en el apartado de descripción de las instalaciones y a modo de resumen se describen en la siguiente tabla:

| INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL EN TODAS LAS ZONAS DEL EDIFICIO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                         |                   |                         |         |                              |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|-------------------|-------------------------|---------|------------------------------|--------------------------|
| Sistema de iluminación artificial de complemento a la luz natural disponible en las diferentes zonas del local comercial. Se trata, en general, de luminarias tipo led con sistema de control de presencia temporizado en vestuarios, aseos y zonas sin ocupación permanente. Sistema de compensación de la luz natural de tal manera que la iluminación artificial se activa exclusivamente cuando la luz natural no proporciona la iluminación necesaria en cada ámbito. |         |                         |                   |                         |         |                              |                          |
| DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS ZONAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                         |                   |                         |         |                              |                          |
| Tipo de luminarias previstas en todas las zonas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                         |                   |                         |         | led                          |                          |
| Pl.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> ) | Iluminancia media (lux) | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | Potencia Total (W)       |
| Planta baja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | P02 E02 | Despacho administración | 6,38              | 500                     | 3.190   | 4,08                         | 26,00                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33             | 100                     | 1.033   | 1,21                         | 12,50                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88             | 200                     | 9.576   | 3,26                         | 156,00                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17             | 400                     | 4.868   | 5,34                         | 65,00                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         | Sala 2                  | 12,17             | 400                     | 4.868   | 5,34                         | 65,00                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         | Sala 3                  | 71,65             | 400                     | 28.660  | 3,63                         | 260,00                   |
| Planta sótano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20             | 200                     | 2.440   | 3,20                         | 39,00                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55              | 100                     | 355     | 1,27                         | 4,50                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73              | 200                     | 946     | 2,75                         | 13,00                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         | Cabina 2                | 4,73              | 200                     | 946     | 2,75                         | 13,00                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67             | 100                     | 2.667   | 1,95                         | 52,00                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20             | 200                     | 2.440   | 3,20                         | 39,00                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60              | 100                     | 360     | 1,25                         | 4,50                     |
| <b>TOTALES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |                         | <b>228,26</b>     |                         |         |                              | <b>749,50</b>            |
| CONTROL Y GESTIÓN DE LA INSTALACIÓN EN TODAS LAS ZONAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                         |                   |                         |         |                              |                          |
| Dispone de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |                         |                   |                         |         | <b>SI</b>                    | en todos los casos       |
| Dispone cada zona de encendido y apagado por detección de presencia temporizado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                         |                   |                         |         | <b>SI</b>                    | aseos, vestuarios y paso |
| Dispone cada zona de encendido por horario centralizado en cada cuadro eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                         |                   |                         |         | <b>SI</b>                    | resto de espacios        |
| Dispone de sistema de aprovechamiento de la iluminación natural donde exista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                         |                   |                         |         | <b>SI</b>                    | excepto aseo pl. baja    |

Los valores que figuran en este cuadro varían ligeramente de los empleados en el apartado de ayudas dedicado al cálculo de la carga interna media ( $C_{FI}$ ). En el cálculo del  $C_{FI}$  se han utilizado valores medios recomendados, mientras que, en este apartado, nos hemos basado en valores concretos de luminarias comerciales que se incorporarían al proyecto. Del número de luminarias y de la suma de sus potencias se obtiene, por ejemplo, la potencia total que se pretende instalar en cada espacio.

Para la introducción de estos datos en la HULC, se ha hecho mediante perfiles personalizados que agrupan cada uno de ellos varios espacios. Se puede consultar en el apartado de AYUDAS, levantamiento del modelo en HULC, como se realiza este procedimiento.

Para obtener el cumplimiento de la exigencia, en el apartado 2. *Caracterización de la exigencia* del DB HE3 *Condiciones de las instalaciones de iluminación*, se dice lo siguiente:

*“Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.”*

Para ello, dichas instalaciones han de cumplir los siguientes requisitos:

- **Eficiencia energética de la instalación de iluminación**

1. El valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)<sup>7</sup> de la instalación de iluminación no superará el valor límite (VEEI<sub>lim</sub>) establecido en la *tabla 3.1-HE3 Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI<sub>lim</sub>)*. Dicha tabla se reproduce a continuación resaltando los valores límite para los usos previstos dentro del local comercial:

| <b>Tabla 3.1 - HE3. Valor límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI<sub>lim</sub>)</b>                                               |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Uso del recinto</b>                                                                                                                             | <b>VEEI<sub>lim</sub></b> |
| Administrativo en general                                                                                                                          | 3,0                       |
| Andenes de estaciones de transporte                                                                                                                | 3,0                       |
| Pabellones de exposición o ferias                                                                                                                  | 3,0                       |
| Salas de diagnóstico (1)                                                                                                                           | 3,5                       |
| Aulas y laboratorios (2)                                                                                                                           | 3,5                       |
| Habitaciones de hospital (3)                                                                                                                       | 4,0                       |
| Recintos interiores no descritos en este listado                                                                                                   | 4,0                       |
| Zonas comunes (4)                                                                                                                                  | 4,0                       |
| Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas                                                                                                      | 4,0                       |
| Aparcamientos                                                                                                                                      | 4,0                       |
| Espacios deportivos (5)                                                                                                                            | 4,0                       |
| Estaciones de transporte (6)                                                                                                                       | 5,0                       |
| Supermercados, hipermercados y grandes almacenes                                                                                                   | 5,0                       |
| Bibliotecas, museos y galerías de arte                                                                                                             | 5,0                       |
| Zonas comunes en edificios no residenciales                                                                                                        | 6,0                       |
| Centros comerciales (excluidas tiendas) (7)                                                                                                        | 6,0                       |
| Hostelería y restauración (8)                                                                                                                      | 8,0                       |
| Religioso en general                                                                                                                               | 8,0                       |
| Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (9) | 8,0                       |
| Tiendas y pequeño comercio                                                                                                                         | 8,0                       |
| Habitaciones de hoteles, hostales, etc.                                                                                                            | 10,0                      |
| Locales con nivel de iluminación superior a 600 lux                                                                                                | 2,5                       |

<sup>7</sup> Según la definición que figura en el *Anejo A Terminología, del del CTE DB HE Ahorro de energía* VEEI: Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI): valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de un espacio o local con un determinado uso y por tanto, con unos parámetros de iluminación acordes con el mismo. En este valor de eficiencia no se incluyen las instalaciones de iluminación de escaparates o espacios destinados a exponer productos al público (zonas expositivas), las correspondientes al alumbrado de emergencia o a la iluminación de las unidades de uso residencial privado.

(1) Incluye la instalación de iluminación de salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo, quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

(2) Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

(3) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

(4) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

(5) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes.

(6) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

(7) Incluye los espacios de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

(8) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, autoservicio, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

(9) En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

#### ▪ Potencia instalada

1. La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada ( $P_{TOT} / S_{TOT}$ ) no superará el valor máximo establecido en la *Tabla 3.2-HE3 Potencia máxima por superficie iluminada ( $P_{TOT,lim}/S_{TOT}$ )*.

Dicha tabla se reproduce a continuación resaltando los valores límite para los usos que nos afectan:

| Tabla 3.2 - HE3 Potencia máxima por superficie iluminada ( $P_{TOT,lim}/S_{TOT}$ ) |                                                        |                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Uso                                                                                | E<br>Iluminancia media en el<br>plano horizontal (lux) | Potencia máxima a<br>instalar<br>(W/m <sup>2</sup> ) |
| Aparcamiento                                                                       |                                                        | 5                                                    |
| Otros usos                                                                         | ≤ 600                                                  | <b>10</b>                                            |
|                                                                                    | > 600                                                  | 25                                                   |

#### ▪ Sistemas de control y regulación

1. Las instalaciones de iluminación de cada zona dispondrán de un sistema de control y regulación que incluya:
  - a. un sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico, y
  - b. un sistema de encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico.
2. En zonas de uso esporádico (aseos, pasillos, escaleras, zonas de tránsito, aparcamientos, etc.) el sistema del apartado b) se podrá sustituir por una de las dos siguientes opciones:
  - un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia temporizado, o

- un sistema de pulsador temporizado.
- **Sistemas de aprovechamiento de la luz natural**
  1. Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural que regulen, automáticamente y de forma proporcional al aporte de luz natural, el nivel de iluminación de las luminarias situadas a menos de 5 metros de una ventana y de las situadas bajo un lucernario, cuando se cumpla la expresión  $T(A_w / A) > 0,11$  junto con alguna de las condiciones siguientes:
 

.....
  2. Las zonas comunes en edificios residenciales, las habitaciones de hospital, las habitaciones de hoteles, hostales, etc., así como las tiendas y pequeño comercio están excluidas de la exigencia de incorporar sistemas de aprovechamiento de la luz natural.

De los cuatro apartados (VEEI, potencia instalada, sistema de control y regulación y sistemas de aprovechamiento de la luz natural) y, considerando los datos que disponemos de la instalación, solamente hemos de realizar un cálculo previo para la comprobación del cumplimiento de la exigencia. Dicho cálculo es el valor de la eficiencia energética de la instalación de iluminación (VEEI) que desarrollamos en el apartado siguiente de justificación.

## JUSTF

### 2. Justificación del cumplimiento

Para la justificación del cumplimiento de esta exigencia tomaremos como punto de partida los datos que se han facilitado en la ficha de la instalación y que hemos reproducido anteriormente.

#### Eficiencia energética de la instalación de iluminación (VEEI)

El valor de la eficiencia de la instalación (VEEI) Se expresa en  $W/m^2$  por cada 100 lux y se obtiene mediante la expresión:

$$VEEI = 100 \cdot P / (S \cdot E_m)$$

En nuestro caso, en el que ya disponemos, como simplificación, de un valor medio de densidad de potencia ( $W/m^2$ ) en cada ámbito, tal vez sea más claro trabajar con la siguiente expresión (de la que se deduce la anterior):

$$VEEI = \frac{P(W)}{\frac{E_m}{100}}$$

Donde,

**$W/m^2$ :** densidad de potencia instalada del espacio que se evalúa. Se obtendría sumando la potencia total de todas las lámparas y equipos auxiliares de la luminaria instalados, dividido por la superficie iluminada.

$E_m$ : Iluminancia media del espacio que se evalúa (lx). En proyecto es una estimación de acuerdo con el uso que se va a desarrollar en dicho espacio y sus necesidades de iluminación y que habría que comprobar mediante medición una vez la obra ha sido ejecutada.

De esta forma, a modo de ejemplo, calculamos, el valor del VEEI para el despacho de administración que quedará de la siguiente forma:

$$VEEI = \frac{4,08 \frac{W}{m^2}}{\frac{500 \text{ lx}}{100}} = 0,82$$

Para el resto de los espacios se indica el valor del VEEI en la siguiente tabla:

| CLACULO DEL VEEI EN TODAS LAS ZONAS DEL EDIFICIO                                                                                                                                                                                                            |         |                         |                   |                         |                    |                                      |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------------|----------|
| El valor de la eficiencia de la instalación (VEEI) Se expresa en W/m <sup>2</sup> por cada 100 lux y se obtiene mediante la expresión:<br>VEEI = 100 · P / (S · E <sub>m</sub> ), o lo que es lo mismo: VEEI = [P(W)/m <sup>2</sup> ]/(E <sub>m</sub> /100) |         |                         |                   |                         |                    |                                      |          |
| DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS ZONAS                                                                                                                                                                                                            |         |                         |                   |                         |                    |                                      |          |
| Pl.                                                                                                                                                                                                                                                         | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> ) | Iluminancia media (Lux) | Potencia Total (W) | Potencia especf. (W/m <sup>2</sup> ) | V.E.E.I. |
| Planta baja                                                                                                                                                                                                                                                 | P02 E02 | Despacho administración | 6,38              | 500                     | 26,00              | 4,08                                 | 0,82     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33             | 100                     | 12,50              | 1,21                                 | 1,21     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88             | 200                     | 156,00             | 3,26                                 | 1,63     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |         | Sala 1                  | 12,17             | 400                     | 65,00              | 5,34                                 | 1,34     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |         | Sala 2                  | 12,17             | 400                     | 65,00              | 5,34                                 | 1,34     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | P02 E05 | Sala 3                  | 71,65             | 400                     | 260,00             | 3,63                                 | 0,91     |
| Planta sótano                                                                                                                                                                                                                                               | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20             | 200                     | 39,00              | 3,20                                 | 1,60     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55              | 100                     | 4,50               | 1,27                                 | 1,27     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73              | 200                     | 13,00              | 2,75                                 | 1,37     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             |         | Cabina 2                | 4,73              | 200                     | 13,00              | 2,75                                 | 1,37     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67             | 100                     | 52,00              | 1,95                                 | 1,95     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20             | 200                     | 39,00              | 3,20                                 | 1,60     |
|                                                                                                                                                                                                                                                             | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60              | 100                     | 4,50               | 1,25                                 | 1,25     |
| <b>TOTALES</b>                                                                                                                                                                                                                                              |         |                         | <b>228,26</b>     |                         | <b>749,50</b>      |                                      |          |

Se observa por tanto que ningún espacio está por encima de un VEEI límite de 3 W/m<sup>2</sup> que es el mínimo que marca la reglamentación para los usos que abarca el ejemplo del gimnasio.

### Sistemas de aprovechamiento de la luz natural

Como consta en la ficha de la instalación, todos los espacios que disponen de huecos al exterior (excepto el aseo de planta baja) incorporan un sistema de control para el aprovechamiento de la luz natural en sus instalaciones de iluminación artificial. En nuestro caso, además, la planta sótano se encuentra totalmente enterrada y no dispone de huecos al exterior en su envoltente por lo que no es exigible este complemento de la instalación de iluminación artificial.

El resumen de la comprobación del cumplimiento de todos los indicadores y exigencias se recoge en las tablas siguientes:

JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA SECCIÓN HE 3 EN TODOS LOS LOCALES DEL USO GIMNASIO

| EXIGENCIA                                                     | VALOR DE PROYECTO POR ESPACIOS |                         |          |          | VALOR LÍMITE [VEEIlm] | Cumplimiento Valores límite |        |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------|----------|-----------------------|-----------------------------|--------|
| EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (VEEI) | PI.                            | Nombre en planos        | V.E.E.I. | Unidades | CTE DB HE3            |                             |        |
|                                                               | Planta baja                    | Despacho administración | 0,82     |          |                       | 3,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Aseo planta baja        | 1,21     |          |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 1,63     |          |                       | 8,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Sala 1                  | 1,34     | -        |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Sala 2                  | 1,34     |          |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Sala 3                  | 0,91     |          |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               | Planta sótano                  | Vestuario 1             | 1,60     |          |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Aseo 1                  | 1,27     |          |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Cabina 1                | 1,37     |          |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Cabina 2                | 1,37     | -        |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Vestíbulo 2             | 1,95     |          |                       | 6,00                        | CUMPLE |
|                                                               |                                | Vestuario 2             | 1,60     |          |                       | 4,00                        | CUMPLE |
|                                                               | Aseo 2                         | 1,25                    |          | 4,00     |                       | CUMPLE                      |        |

| EXIGENCIA          | VALOR DE PROYECTO POR ESPACIOS |                         |                |          |                     | VALOR LÍMITE [W/m²] | Cumplimiento Valores límite |        |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------|----------|---------------------|---------------------|-----------------------------|--------|
| POTENCIA INSTALADA | PI.                            | Nombre en planos        | Potencia Inst. | Unidades | Ilumin. media (lux) | CTE DB HE3          |                             |        |
|                    | Planta baja                    | Despacho administración | 4,08           |          | 500                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Aseo planta baja        | 1,21           |          | 200                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 3,26           |          | 200                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Sala 1                  | 5,34           | [W/m²]   | 400                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Sala 2                  | 5,34           |          | 400                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Sala 3                  | 3,63           |          | 400                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    | Planta sótano                  | Vestuario 1             | 3,20           |          | 200                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Aseo 1                  | 1,27           |          | 150                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Cabina 1                | 2,75           |          | 200                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Cabina 2                | 2,75           | [W/m²]   | 200                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Vestíbulo 2             | 1,95           |          | 100                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    |                                | Vestuario 2             | 3,20           |          | 200                 |                     | 10                          | CUMPLE |
|                    | Aseo 2                         | 1,25                    |                | 150      | 10                  |                     | CUMPLE                      |        |

Resumen del cumplimiento del VEEI y de la potencia instalada

JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA SECCIÓN HE 3 EN TODOS LOS LOCALES DEL USO GIMNASIO

| EXIGENCIA                        | CONDICIONES DE PROYECTO POR ESPACIOS |                                                                                                                                |                                                                                                                                   | EXIGIBLE   | Cumplimiento requisito |        |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|--------|
| SISTEMAS DE CONTROL Y REGULACIÓN | PI.                                  | Nombre en planos                                                                                                               | Sistema disponible                                                                                                                | CTE DB HE3 |                        |        |
|                                  | Planta baja                          | Despacho administración                                                                                                        | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Aseo planta baja                                                                                                               | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia.    |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Vestíbulo 1/ Cafetería                                                                                                         | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Sala 1                                                                                                                         | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Sala 2                                                                                                                         | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Sala 3                                                                                                                         | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  | Planta sótano                        | Vestuario 1                                                                                                                    | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia.    |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Aseo 1                                                                                                                         | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia.    |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Cabina 1                                                                                                                       | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Cabina 2                                                                                                                       | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendidos por horario centralizado en cada cuadro eléctrico. |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Vestíbulo 2                                                                                                                    | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia.    |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  |                                      | Vestuario 2                                                                                                                    | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia.    |            | SI                     | CUMPLE |
|                                  | Aseo 2                               | Sistema de encendido y apagado manual externo al cuadro eléctrico + encendido y apagado por sistema de detección de presencia. | SI                                                                                                                                |            | CUMPLE                 |        |

Resumen del cumplimiento de los sistemas de control y regulación

Respecto a los sistemas de aprovechamiento de la luz natural, como se ha indicado, todos los espacios de la planta baja disponen de ellos, excepto el aseo de esa planta baja.

En efecto, este espacio dispone de un hueco en la fachada orientada al patio de manzana. Los datos de este hueco son los siguientes:

| CONFIGURACIÓN HUECO ASEO ACCESIBLE                                                 |                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                          | ASEO ACC               |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|-----------------------|------------------------------------|--|---------|--------------------------|-------------------------------|
| La posición relativa de las carpinterías en el muro es alineada a su cara interior |                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                          |                        |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| <b>VIDRIO</b>                                                                      |                                       |  | <b>MARCO</b>                                                                                                                                                                                                                             |                        |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Tipo de vidrio                                                                     | Vidrio opal doble bajo emisivo < 0,03 |  | Material                                                                                                                                                                                                                                 | Marco metálico         |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Composición                                                                        | 4-16 Argón-44,2                       |  | Rotura pte. térmico                                                                                                                                                                                                                      | SI                     |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Factor solar (ggl;wi)                                                              | 0,58                                  |  | Color carpintería                                                                                                                                                                                                                        | Gris oscuro            |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Transmitancia térmica                                                              | 1,0 W/m <sup>2</sup> K                |  | Absortividad                                                                                                                                                                                                                             | 0,9                    |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Transmisión luminosa TI (%)                                                        | 69                                    |  | Trasmitancia térmica                                                                                                                                                                                                                     | 1,5 W/m <sup>2</sup> K |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Retranqueo plano del vidrio                                                        | 0,3                                   |  | Porcentaje marco por intercalarios                                                                                                                                                                                                       | 15 % del hueco         |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Protecciones móviles                                                               |                                       |  | Incremento transmitancia por intercalarios                                                                                                                                                                                               | 10 %                   |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Elemento                                                                           | Estores interiores                    |  | <table border="1"> <tr> <td>Permeabilidad al aire</td> <td>9 m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Clase 3</td> </tr> <tr> <td><b>U<sub>HUECO</sub></b></td> <td><b>1,18 W/m<sup>2</sup>·K</b></td> </tr> </table> |                        |  | Permeabilidad al aire | 9 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> |  | Clase 3 | <b>U<sub>HUECO</sub></b> | <b>1,18 W/m<sup>2</sup>·K</b> |
| Permeabilidad al aire                                                              | 9 m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup>    |  |                                                                                                                                                                                                                                          |                        |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
|                                                                                    | Clase 3                               |  |                                                                                                                                                                                                                                          |                        |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| <b>U<sub>HUECO</sub></b>                                                           | <b>1,18 W/m<sup>2</sup>·K</b>         |  |                                                                                                                                                                                                                                          |                        |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| Color                                                                              | Blanco                                |  |                                                                                                                                                                                                                                          |                        |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |
| ggl;sh,wi                                                                          | 0,49                                  |  |                                                                                                                                                                                                                                          |                        |  |                       |                                    |  |         |                          |                               |

Vemos que se trata de un vidrio opal con una transmisión luminosa del 69 % que en tanto por uno es de 0,69.

Por otra parte, las condiciones geométricas de ese hueco y del paño de fachada en el que se encuentra son las siguientes:

| ESPACIO | Código de cerramiento | Tipo de Contacto | Descripción | Ancho (m)          | Largo (m) | Alto (m) | Sup. Total Cerramiento (m <sup>2</sup> ) | Sup. Parte OPACA ET (m <sup>2</sup> ) | Sup. HUECO ET (m <sup>2</sup> ) |
|---------|-----------------------|------------------|-------------|--------------------|-----------|----------|------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| P02 E03 | M2.O1                 | OTRO ESPAC.      | MEDIANERÍA  |                    | 4,92      | 3,9      | 19,19                                    | 19,19                                 | -                               |
|         | M2.N1                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  |                    | 2,09      | 3,90     | 8,15                                     | 7,47                                  | -                               |
|         | H2-N1.1               | EXTERIOR         | VENTANA     | 1                  |           | 0,68     |                                          | -                                     | 0,68                            |
|         | F2-1.1                | OTRO ESPAC.      | SUELO       | varias dimensiones |           |          | 10,33                                    | 10,33                                 | -                               |
|         | F2-3                  | OTRO ESPAC.      | TECHO       | varias dimensiones |           |          | 10,33                                    | 10,33                                 | -                               |

Recordemos que el DB HE 3 en su apartado 3.4 punto 1, dice lo siguiente:

1. Se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural que regulen, automáticamente y de forma proporcional al aporte de luz natural, el nivel de iluminación de las luminarias situadas a menos de 5 metros de una ventana y de las situadas bajo un lucernario, cuando se cumpla la expresión  $T(A_w / A) > 0,11$  junto con alguna de las condiciones siguientes:

.....

$$T(A_w / A) > 0,11$$

Donde,

**T**: el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno;

**A<sub>w</sub>**: el área de acristalamiento de la ventana de la zona [m<sup>2</sup>];

**A**: el área total de las fachadas de la zona, con ventanas al exterior o al patio interior o al atrio [m<sup>2</sup>], cuando se trate de zonas con cerramientos acristalados al exterior, o bien el área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [m<sup>2</sup>], cuando se trate de zonas con cerramientos acristalados a patios o atrios.

En consecuencia, veamos si se cumple la expresión  $T(A_w / A) > 0,11$  para este hueco:

T: 0,69;

$A_w$ : 0,68 m<sup>2</sup>;

A: 8,15 m<sup>2</sup>

$$0,69 \left( \frac{0,68}{8,15} \right) = 0,0576 < 0,11$$

Por tanto, no se aplica este apartado a este hueco del aseo de planta baja.

El resto de los espacios se justifican en la siguiente tabla:

| JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE LA SECCIÓN HE 3 EN TODOS LOS LOCALES DEL USO GIMNASIO |                                      |                         |                                                                                                                                        |                                                                                                                                        |           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| EXIGENCIA                                                                           | CONDICIONES DE PROYECTO POR ESPACIOS |                         | EXIGIBLE                                                                                                                               | Cumplimiento requisito                                                                                                                 |           |           |
| SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL                                       | Pl.                                  | Nombre en planos        | Sistema disponible                                                                                                                     | CTE DB HE3                                                                                                                             |           |           |
|                                                                                     |                                      | Despacho administración | Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio | SI                                                                                                                                     | CUMPLE    |           |
|                                                                                     |                                      | Aseo planta baja        | No dispone de ningún sistema de aprovechamiento de la luz natural. $T(A_w/A) = 0,05 < 0,11$ . (*)                                      | NO                                                                                                                                     | NO APLICA |           |
|                                                                                     | Planta baja                          |                         | Vestíbulo 1/ Cafetería                                                                                                                 | Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio | SI        | CUMPLE    |
|                                                                                     |                                      |                         | Sala 1                                                                                                                                 | Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio | SI        | CUMPLE    |
|                                                                                     |                                      |                         | Sala 2                                                                                                                                 | Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio | SI        | CUMPLE    |
|                                                                                     |                                      |                         | Sala 3                                                                                                                                 | Regulación automática y proporcional de la iluminación artificial (luminarias) en función del aporte de luz natural en todo el espacio | SI        | CUMPLE    |
|                                                                                     | Planta sótano                        |                         | Vestuario 1                                                                                                                            | NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL                                                                                                      | NO        | NO APLICA |
|                                                                                     |                                      |                         | Aseo 1                                                                                                                                 | NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL                                                                                                      | NO        | NO APLICA |
|                                                                                     |                                      |                         | Cabina 1                                                                                                                               | NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL                                                                                                      | NO        | NO APLICA |
|                                                                                     |                                      |                         | Cabina 2                                                                                                                               | NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL                                                                                                      | NO        | NO APLICA |
|                                                                                     |                                      |                         | Vestíbulo 2                                                                                                                            | NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL                                                                                                      | NO        | NO APLICA |
|                                                                                     |                                      |                         | Vestuario 2                                                                                                                            | NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL                                                                                                      | NO        | NO APLICA |
|                                                                                     |                                      |                         | Aseo 2                                                                                                                                 | NO DISPONE DE ILUMINACIÓN NATURAL                                                                                                      | NO        | NO APLICA |

## HE4

## HE4.CONTRIBUCIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA RENOVABLE PARA CUBRIR LA DEMANDA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

1. Preparación de datos previos a la comprobación
2. Contribución renovable mínima para ACS y/o climatización de piscina
3. Sistemas de medida de energía suministrada

## DAT

1. Preparación de datos previos a la comprobación

En el apartado referido al ámbito de aplicación del documento básico exigencia “HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria” se dice lo siguiente:

*1 Ámbito de aplicación*

*1 Las condiciones establecidas en este apartado son de aplicación a:*

- a) edificios de nueva construcción con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo con el Anejo F.*
- b) edificios existentes con una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 100 l/d, calculada de acuerdo al Anejo F, en los que se reforme íntegramente, bien el edificio en sí, o bien la instalación de generación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo.*
- c) ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;*
- d) climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación de generación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.*

En lo que se refiere a nuestro caso, calculada la demanda según el procedimiento establecido en Anejo F Demanda de referencia de ACS, tenemos lo siguiente:

DEMANDA DE ACS (Anejo F Demanda de referencia de ACS)

**Cálculo demanda de referencia a 60 °C**

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Ocupantes (*)                | 66                |
| Necesidades de ACS           | 21 l/p-día        |
| <b>Demanda diaria de ACS</b> | <b>1386 l/día</b> |

(\*) Se parte de una ocupación máxima de 66 personas que es la considerada en el apartado de cálculo de la carga interna media, capítulo 2 de la sección de AYUDAS. Se han utilizado las demandas orientativas de ACS para usos distintos al residencial privado (gimnasios) que figuran en el anejo F (Tabla b) DB HE.

Respecto a la contribución mínima, en la Sección HE 4 se dice lo siguiente:

### 3.1 Contribución renovable mínima para ACS y/o climatización de piscina

1 La contribución mínima de energía procedente de fuentes renovables cubrirá al menos el 70% de la demanda energética anual para ACS y para climatización de piscina, obtenida a partir de los valores mensuales, e incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. Esta contribución mínima podrá reducirse al 60% cuando la demanda de ACS sea inferior a 5000 l/d.

Se considerará únicamente la aportación renovable de la energía con origen in situ o en las proximidades del edificio, o procedente de biomasa sólida.

Sobre la demanda de diseño detallada en los cuadros anteriores habrá que incorporar las pérdidas debidas a la acumulación, la distribución, y la recirculación si fuera exigible (cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea  $\geq 15$  m). En nuestro caso y a falta de unos cálculos más detallados, hemos estimado unas pérdidas de un 10% sobre la demanda inicial debidas a distribución y recirculación. Las pérdidas producidas en la acumulación las calcularemos posteriormente en función del volumen de los depósitos previstos, sus dimensiones y su grado de aislamiento.

En consecuencia, la demanda total de ACS será la siguiente:

#### DEMANDA DE ACS (Anejo F Demanda de referencia de ACS)

##### Cálculo demanda de referencia a 60 °C

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Ocupantes (*)                | 66                |
| Necesidades de ACS           | 21 l/p-día        |
| <b>Demanda diaria de ACS</b> | <b>1386 l/día</b> |

##### Estimación de pérdidas

|                                                                     |             |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| Estimación de pérdidas debidas a distribución y recirculación (10%) | 138,6 l/día |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| <b>Total Demanda de ACS</b> | <b>1524,6 l/día</b> |
|-----------------------------|---------------------|

Como aportación mediante fuentes de energía renovables disponemos de la instalación de paneles solares fotovoltaicos y de la parte de medioambiente de la producción de energía térmica mediante bombas de calor aerotérmicas. Para considerar la contribución renovable de estas últimas hemos de tener en cuenta las condiciones que se establecen a este respecto en la sección “HE 4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria”, donde se dice:

### 3.1 Contribución renovable mínima para ACS y/o climatización de piscina

.....

4 Las bombas de calor destinadas a la producción de ACS y/o climatización de piscina, para poder considerar su contribución renovable a efectos de esta sección, deberán disponer de un valor de rendimiento medio estacional ( $SCOP_{dhw}$ ) igual o superior a 2,5 cuando sean accionadas eléctricamente e igual o superior a 1,15 cuando sean accionadas mediante energía térmica. El valor de  $SCOP_{dhw}$  se determinará para la temperatura de preparación del ACS, que no será inferior a 45°C.

El resto de las características de esta instalación se describen en la ficha del apartado dedicado a los sistemas del edificio.

Para los cálculos que se han de realizar referidos a esta instalación se puede tomar como referencia la Guía IDAE 022: Guía Técnica de Energía Solar Térmica (edición v1.0. Madrid, abril de 2020).

## C. RENOV

### 2. Contribución renovable mínima en demanda de ACS y/o climatización de piscina

A partir de la demanda diaria de ACS (1.524,6 l/día) calculada en el apartado anterior, la temperatura del agua fría para la altitud de proyecto y la temperatura de preparación (60°C en nuestro caso), se puede obtener la energía total anual necesaria para preparar el volumen de ACS que se demanda en el edificio.

La altitud de proyecto (40 msnm) es prácticamente la misma que la altitud de referencia de Murcia capital (39 m) por lo que los valores mensuales de la temperatura del agua fría en la red pública se pueden tomar directamente de la *Tabla a-Anejo G. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C)*. Si la diferencia de altitud fuese sensiblemente diferente se debe aplicar el método de cálculo que figura en el Anejo G para localidades distintas de las de la "tabla a" y corregir la T<sup>a</sup> del agua fría en función de la altitud real de proyecto.

Hay que recordar que, tal y como establece el Anejo F, *Demanda de referencia de ACS del DB-HE*, la demanda de referencia en l/d debe incluir la energía que se pierde debida a la acumulación, al transporte y a la recirculación y que, en cualquier caso, debe compensar el sistema. Como ya se ha explicado, y a falta de datos más precisos para el cálculo de las pérdidas debidas a distribución y recirculación, se ha fijado un porcentaje para estimar su valor, en nuestro caso hemos aplicado un 10 %.

Las pérdidas producidas por la acumulación en los depósitos las añadimos al final del proceso de forma independiente y las calculamos de una manera algo más precisa.

Para ello, y partiendo de las características de cada depósito que figuran en la ficha de la instalación, estimamos las pérdidas que se producen mes a mes en el acumulador de la siguiente forma:

$$Q = A \cdot U \cdot \Delta T \cdot n^{\circ} \text{ de horas del mes}$$

Donde,

**Q:** Pérdidas mensuales de calor producidas en el depósito de acumulación (W·h)

**A:** área de la envolvente del depósito (m<sup>2</sup>)

**U:** coeficiente de transmisión térmica de la envolvente del acumulador (W/m<sup>2</sup>·K)

**ΔT:** salto térmico entre la temperatura interior del depósito y la temperatura ambiente exterior al mismo (°C)

El coeficiente de pérdidas en nuestro caso se indica en la ficha y es de 0,75 W/K.

Estos datos (volumen y coeficiente de pérdidas), son los que introducimos en HULC en la ficha del acumulador cuando lo incorporemos como equipo que forma parte de la instalación.

Respecto al salto térmico, y aunque la temperatura en el interior del depósito variará, consideraremos una temperatura constante en su interior de 50°C. Respecto a la temperatura exterior al depósito dependerá de la situación o local en el que se ubique. En nuestro caso, y partiendo del supuesto inicial, se prevé su colocación en el falso techo de los vestuarios. Por lo tanto, lo hemos de considerar expuesto a las condiciones interiores del local. En consecuencia, hemos aplicado una temperatura media constante de 20°C. Debemos recordar que HULC realiza un cálculo más preciso basado en una simulación horaria anual, por tanto, habrá pequeñas diferencias en los resultados obtenidos en el cálculo manual y el de referencia en HULC.

Por último, tenemos que recordar que la demanda de referencia de ACS se establece para una temperatura de preparación de 60°C y este es nuestro caso. Esta temperatura se justifica por tratarse de una instalación centralizada y de uso colectivo y que en aplicación del R.D. 865/2003, de 4 de julio, de prevención y control de la legionelosis, el agua debe llegar a los puntos más alejados de consumo a una temperatura > de 50 °C (incluso en la tubería de retorno).

La sección HE4 establece la contribución de renovables en demanda de ACS (no en energía final) y por ello, debemos calcular la demanda mensual de energía para ACS que se realiza directamente mediante la fórmula:

$$D_{ACS} = V_{ACS} \cdot C_a \cdot \rho_a \cdot (60^\circ - T_{\text{agua red}}) \text{ [kW}\cdot\text{h]}$$

Donde,

$D_{ACS}$ : Energía necesaria para preparar el volumen de agua establecido en un periodo a una  $T^a$  de 60°C (kW·h)

$V_{ACS}$ : Volumen de agua caliente que se ha de preparar a una temperatura de 60°C en un periodo determinado.

$C_a$ : calor específico del agua (4,186 kJ/kg·K) (1,16 Wh/kg·K)

$\rho_a$ : densidad del agua (1 kg/l)

Una vez obtenida la demanda total anual, dividiremos por la superficie útil de proyecto y obtenemos la demanda final necesaria en KW·h/m<sup>2</sup>·año. El resumen del cálculo de la demanda de ACS para nuestro ejemplo es el siguiente:

| PREPARACIÓN DE ACS                                    |              | SUPERF. DE PROYECTO:                               |                                        |                             |                              | m <sup>2</sup>                    |  |
|-------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|
|                                                       |              | Superficie útil edificio                           |                                        |                             |                              | 228,3                             |  |
| OTROS DATOS                                           |              | DEMANDA                                            |                                        |                             |                              | l/día                             |  |
| Altitud Murcia Capital (m.s.n.m.)                     | 40           | Demanda de referencia (l/día persona):             |                                        |                             |                              | 21                                |  |
| T <sup>a</sup> de cálculo interior depósito (°C)      | 50           | Demanda media [D] preparando a 60°C:               |                                        |                             |                              | 1524,6                            |  |
| T <sup>a</sup> de cálculo interior local acumul. (°C) | 20           | <b>PÉRDIDAS</b>                                    |                                        |                             |                              |                                   |  |
| T <sup>a</sup> ACS de proyecto (°C)                   | 60           | Pérdidas por distribución y recirculación (%)      |                                        |                             |                              | 10                                |  |
| Ocupación prevista (nº de personas)                   | 66           | Número de depósitos iguales de 225 litros cada uno |                                        |                             |                              | 6                                 |  |
| MES                                                   | nº días      | T <sup>a</sup> agua fría Murcia Capital (°C)       | D <sub>ACS</sub> equiv. a 60°C (l/mes) | D <sub>ACS</sub> mes (KW·h) | Pérdidas Depósito ACS (KW·h) | TOTAL D <sub>ACS</sub> mes (KW·h) |  |
| Enero                                                 | 31           | 11,0                                               | 47.262,60                              | 2.693,35                    | 100,44                       | 2.793,79                          |  |
| Febrero                                               | 28           | 11,0                                               | 42.688,80                              | 2.432,71                    | 90,72                        | 2.523,43                          |  |
| Marzo                                                 | 31           | 12,0                                               | 47.262,60                              | 2.638,39                    | 100,44                       | 2.738,83                          |  |
| Abril                                                 | 30           | 13,0                                               | 45.738,00                              | 2.500,08                    | 97,20                        | 2.597,28                          |  |
| Mayo                                                  | 31           | 15,0                                               | 47.262,60                              | 2.473,49                    | 100,44                       | 2.573,93                          |  |
| Junio                                                 | 30           | 17,0                                               | 45.738,00                              | 2.287,31                    | 97,20                        | 2.384,51                          |  |
| Julio                                                 | 31           | 19,0                                               | 47.262,60                              | 2.253,62                    | 100,44                       | 2.354,06                          |  |
| Agosto                                                | 31           | 20,0                                               | 47.262,60                              | 2.198,66                    | 100,44                       | 2.299,10                          |  |
| Septiembre                                            | 30           | 18,0                                               | 45.738,00                              | 2.234,12                    | 97,20                        | 2.331,32                          |  |
| Octubre                                               | 31           | 16,0                                               | 47.262,60                              | 2.418,52                    | 100,44                       | 2.518,96                          |  |
| Noviembre                                             | 30           | 13,0                                               | 45.738,00                              | 2.500,08                    | 97,20                        | 2.597,28                          |  |
| Diciembre                                             | 31           | 11,0                                               | 47.262,60                              | 2.693,35                    | 100,44                       | 2.793,79                          |  |
| <b>Media</b>                                          | <b>14,67</b> | <b>Totales año</b>                                 | <b>556.479,00</b>                      | <b>29.323,7</b>             | <b>1.182,6</b>               | <b>30.506,29</b>                  |  |
| <b>Demanda [D]* ACS:</b>                              |              |                                                    |                                        |                             | <b>133,62</b>                | <b>KW·h/m<sup>2</sup>·año</b>     |  |

(\*) esta demanda incluye las pérdidas de acumulación calculadas y las de distribución y recirculación estimadas en un 10%

Por otro lado, cada uno de los dos subsistemas de producción de energía para la preparación de ACS se componen de una bomba de calor aerotérmica (en la que una fracción de la energía producida se puede considerar renovable) y de unos paneles solares fotovoltaicos que sí son producción 100% renovable y servirán de apoyo en el consumo de energía eléctrica que se produce en dichas bombas.

La producción de energía eléctrica obtenida en los paneles solares fotovoltaicos disponibles es la que incorporamos en la ficha de datos generales (en la pestaña de producción de energía). Activaremos la introducción de valores para la producción fotovoltaica in situ y los asignamos mes a mes de la siguiente forma:

Datos generales

Datos administrativos | Datos generales | Factores de Paso | Producción de Energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Potencia eléctrica renovable instalada [kW]  Irradiación Solar Diaria media anual [kWh/m<sup>2</sup>.dia]

**Valores mensuales de la producción de Energía Eléctrica a partir de una fuente de energía renovable (kWh)(Producción total 7837,2 kWh)**

No existen datos mensuales

| Sistema o Equipo    | Comentario | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   |
|---------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fotovoltaica insitu | Ninguno    | 367,5 | 439,1 | 643,5 | 758,6 | 916,0 | 966,4 | 983,8 | 866,5 | 668,1 | 530,6 | 372,4 | 324,7 |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |

**Valores mensuales de la producción de Energía Térmica a partir de una fuente de energía renovable (kWh)(Producción total 0,0 kWh)**

No existen datos mensuales

Pantalla de HULC para la introducción de los valores de producción de energía

La producción fotovoltaica de estos paneles que se destina al servicio de ACS será proporcional al porcentaje de consumo eléctrico del servicio de ACS sobre el consumo eléctrico total. Este porcentaje debe calcularse también mensualmente y para ello es necesario el cálculo completo del modelo a través de la herramienta *CteEPBD* que incorpora tanto HULC como la aplicación online [VisorEPBD](#).

Además, teniendo en cuenta que la producción de energía eléctrica de los paneles solares fotovoltaicos, a la hora de evaluar la contribución renovable, no puede ser superior al consumo eléctrico del servicio de ACS, hemos de ajustar los valores de producción mensual con este criterio.

Por tanto, el cálculo real debe hacerse mensualmente, y lo realizaremos más adelante, pero para tener claro cuál sería el proceso simplificado mediante un cálculo anual, este sería el esquema aplicable:

## DATOS

- Bombas de calor con  $SCOP_{dhw} = 3,4$  (ver ficha de la instalación de ACS)
- Paneles fotovoltaicos con una producción total anual de 7.837,20 kWh

- Demanda anual de ACS de 30.506,29 kWh
- El servicio de ACS representa un 67,4 % del consumo eléctrico final total (dato obtenido del VisorEPBD, cargando el archivo *DATOS\_CTEEPBD.TXT* que emite HULC):
  - Producción fotovoltaica destinada a ACS=  $0.674 * 7.837,20 = 5.282,272$  kWh

### CÁLCULOS:

El consumo de vectores energéticos sería el siguiente:

- **Electricidad:**

$C_{el} = D_{ACS} / SCOP_{dhw} = 30.506,29 / 3,4 = 8.972,44$  kWh, de los cuales:

- $C_{el,PV} = 5.282,272$  kWh serían de producción in situ (mediante los paneles fotovoltaicos)
- $C_{el,red} = C_{el} - C_{el,PV} = 8.972,44 - 5.282,272 = 3.690,17$  kWh provendrían del suministro de red

- **Energía ambiente:**

$C_{amb} = D_{ACS} \cdot (1 - (1/SCOP)) = 30.506,29 * (1 - (1/3,4)) = 21.533,85$  kWh

Tanto la electricidad producida in situ como la energía ambiente tienen una relación  $f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 1,0$ , al igual que su eficiencia (relación entre demanda y consumo), mientras que para la electricidad de red tenemos  $f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 0,0$ .

Así, los consumos de electricidad in situ y energía ambiente corresponden también a demanda satisfecha y, en ambos casos, son de origen renovable.

$D_{ACS,ren} = D_{ACS,ren} \text{ PANELES FOTOVOLTAICOS} + D_{ACS,ren} \text{ ENERGÍA AMBIENTE} = 5.282,272 + 21.533,85 = 26.816,122$  kWh

De esta manera, el porcentaje de demanda de ACS sería:

$\% D_{ACS,ren} = 100 * D_{ACS,ren} / D_{ACS} = 100 * (26.816,122 \text{ energía renovable utilizada} / 30.506,29 \text{ energía total}) = 87,90 \%$

Por tanto, este puede ser un valor aproximado, pero el dato correcto es el que se realiza en base a los cálculos mensuales ya que los balances entre consumos y producciones se realizan en periodos de cálculo mensual y sin compensaciones entre meses.

Para el cálculo mensual tendremos por tanto que obtener, a través de la simulación completa del ejemplo, utilizando de nuevo los datos del archivo *DATOS\_CTEEPBD.TXT*:

- Los valores mensuales del porcentaje del servicio de ACS con respecto al consumo eléctrico final total.
- Los valores mensuales del consumo del vector de Medioambiente del servicio de ACS.

Esos datos, ya ordenados en forma de tabla, se detallan a continuación:

| CONSUMO DE ELECTRICIDAD PARA CADA SUBSISTEMA Y MES A MES PARA EL SERVICIO DE ACS [kW·h] |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| SUBSISTEMA                                                                              | ENERO         | FEBRERO       | MARZO         | ABRIL         | MAYO          | JUNIO         | JULIO         | AGOSTO        | SEPTIEMBRE    | OCTUBRE       | NOVIEMBRE      | DICIEMBRE       |
| Vestuario 1 y Aseo P.B                                                                  | 384,54        | 351,30        | 371,24        | 340,62        | 316,55        | 288,54        | 273,24        | 269,12        | 277,10        | 306,70        | 338,97         | 381,24          |
| Vestuario 2 y Cafetería                                                                 | 384,54        | 351,30        | 371,24        | 340,62        | 316,55        | 288,54        | 273,24        | 269,12        | 277,10        | 306,70        | 338,97         | 381,24          |
| <b>TOTALES</b>                                                                          | <b>769,08</b> | <b>702,60</b> | <b>742,48</b> | <b>681,24</b> | <b>633,10</b> | <b>577,08</b> | <b>546,48</b> | <b>538,24</b> | <b>554,20</b> | <b>613,40</b> | <b>677,94</b>  | <b>762,48</b>   |
| <b>TOTAL ANUAL</b>                                                                      |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | <b>7.798,3</b> | <b>kW·h/año</b> |

## CONSUMO DE ELECTRICIDAD MES A MES PARA EL SERVICIO DE CALEFACCIÓN [kW-h]

| SUBSISTEMA            | ENERO         | FEBRERO      | MARZO        | ABRIL        | MAYO         | JUNIO       | JULIO       | AGOSTO      | SEPTIEMBRE  | OCTUBRE     | NOVIEMBRE    | DICIEMBRE     |
|-----------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| P.Sótano Zonas húmed. | 21,61         | 15,82        | 13,69        | 4,72         | 1,56         | 0,06        | 0           | 0           | 0           | 0,05        | 7,67         | 16,38         |
| Vestíbulo / Cafetería | 18,02         | 19,61        | 17,86        | 9,69         | 5,25         | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        | 0,69        | 12,53        | 43,69         |
| Salas de ejercicio    | 26,16         | 28,68        | 17,69        | 20,46        | 10,66        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,22        | 3,62        | 13,62        | 17,14         |
| Despacho              | 12,64         | 10,50        | 9,25         | 5,48         | 3,92         | 1,11        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,47        | 6,11         | 11,07         |
| P.Sótano Zonas secas  | 24,46         | 17,49        | 14,72        | 7,33         | 4,54         | 0,64        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 1,08        | 10,07        | 20,33         |
| <b>TOTALES</b>        | <b>102,89</b> | <b>92,10</b> | <b>73,21</b> | <b>47,68</b> | <b>25,93</b> | <b>1,81</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>1,32</b> | <b>6,91</b> | <b>50,00</b> | <b>108,61</b> |

TOTAL ANUAL 510,5 kW-h/año

## CONSUMO DE ELECTRICIDAD MES A MES PARA EL SERVICIO DE REFRIGERACIÓN [kW-h]

| SUBSISTEMA            | ENERO        | FEBRERO      | MARZO        | ABRIL        | MAYO         | JUNIO         | JULIO         | AGOSTO        | SEPTIEMBRE    | OCTUBRE       | NOVIEMBRE    | DICIEMBRE    |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| P.Sótano Zonas húmed. | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 2,5           | 1,25          | 0,65          | 2,95          | 0             | 0            | 0            |
| Vestíbulo / Cafetería | 5,21         | 4,48         | 6,35         | 2,06         | 15,19        | 36,68         | 52,82         | 63,98         | 46,28         | 36,49         | 13,88        | 3,45         |
| Salas de ejercicio    | 14,90        | 17,43        | 39,00        | 19,05        | 58,40        | 140,44        | 215,82        | 224,66        | 142,78        | 133,45        | 31,71        | 14,87        |
| Despacho              | 4,61         | 5,36         | 6,27         | 4,90         | 10,17        | 14,14         | 22,53         | 25,11         | 20,48         | 16,42         | 9,58         | 5,27         |
| P.Sótano Zonas secas  | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 1,31          | 3,67          | 2,83          | 0,00          | 0,00         | 0,00         |
| <b>TOTALES</b>        | <b>24,72</b> | <b>27,27</b> | <b>51,62</b> | <b>26,01</b> | <b>83,76</b> | <b>193,76</b> | <b>293,73</b> | <b>318,07</b> | <b>215,32</b> | <b>186,36</b> | <b>55,17</b> | <b>23,59</b> |

TOTAL ANUAL 1499,38 kW-h/año

## CONSUMO DE ELECTRICIDAD PARA TODO EL EDIFICIO MES A MES EN EL SERVICIO DE ILUMINACIÓN [kW-h]

|                | ENERO         | FEBRERO       | MARZO         | ABRIL         | MAYO          | JUNIO         | JULIO         | AGOSTO        | SEPTIEMBRE    | OCTUBRE       | NOVIEMBRE     | DICIEMBRE     |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>TOTALES</b> | <b>152,84</b> | <b>135,61</b> | <b>151,55</b> | <b>142,08</b> | <b>152,84</b> | <b>145,80</b> | <b>147,82</b> | <b>152,84</b> | <b>140,78</b> | <b>152,84</b> | <b>147,10</b> | <b>146,53</b> |

TOTAL ANUAL 1.768,6 kW-h/año

## PORCENTAJE (%) DEL CONSUMO DE ACS MES A MES RESPECTO AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD [kW-h] DE TODO EL EDIFICIO PARA TODOS LOS SERVICIOS

| CONS.ELECT.<br>TOTAL | ENERO            | FEBRERO      | MARZO        | ABRIL        | MAYO         | JUNIO        | JULIO        | AGOSTO       | SEPTIEMBRE   | OCTUBRE      | NOVIEMBRE    | DICIEMBRE    |
|----------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                      | 1049,53          | 957,58       | 1018,86      | 897,01       | 895,63       | 918,45       | 988,03       | 1009,15      | 911,62       | 959,51       | 930,21       | 1041,21      |
| <b>TOTAL ANUAL</b>   | <b>11.576,79</b> |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>%ACS/TOTAL</b>    | <b>73,28</b>     | <b>73,37</b> | <b>72,87</b> | <b>75,95</b> | <b>70,69</b> | <b>62,83</b> | <b>55,31</b> | <b>53,34</b> | <b>60,79</b> | <b>63,93</b> | <b>72,88</b> | <b>73,23</b> |

## CONSUMO MEDIO AMBIENTE POR SUBSISTEMA MES A MES PARA EL SERVICIO DE ACS [kW-h]

| SUBSISTEMA              | ENERO          | FEBRERO        | MARZO          | ABRIL          | MAYO           | JUNIO          | JULIO          | AGOSTO         | SEPTIEMBRE     | OCTUBRE        | NOVIEMBRE      | DICIEMBRE      |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Vestuario 1 y Aseo P.B  | 975,80         | 891,37         | 973,94         | 932,34         | 937,00         | 880,76         | 867,93         | 854,31         | 865,81         | 932,96         | 936,02         | 981,18         |
| Vestuario 2 y Cafetería | 975,80         | 891,37         | 973,94         | 932,34         | 937,00         | 880,76         | 867,93         | 854,31         | 865,81         | 932,96         | 936,02         | 981,18         |
| <b>TOTALES</b>          | <b>1951,60</b> | <b>1782,74</b> | <b>1947,88</b> | <b>1864,68</b> | <b>1874,00</b> | <b>1761,52</b> | <b>1735,86</b> | <b>1708,62</b> | <b>1731,62</b> | <b>1865,92</b> | <b>1872,04</b> | <b>1962,36</b> |

TOTAL ANUAL 22.058,84 kW-h/año

Con todos estos datos se puede realizar el cálculo mensual y obtener de manera detallada (tal y como hace HULC) el valor de la contribución renovable de la demanda de ACS, reflejado en la siguiente tabla:

| ES             | Demanda de ACS mes [KW-h] | Producción eléctrica total [kW-h] (PV) | % ACS sobre el total del consumo final eléctrico (VisorEPBD) | C <sub>el,PV</sub> (consumo en paneles para ACS) [kW-h] | Consumo medio ambiente para ACS [kW-h] (VisorEPBD) | Consumo eléctrico en ACS [kW-h] (VisorEPBD) | SCOP mensual (C <sub>medioambiente</sub> + C <sub>eléctrico</sub> ) / C <sub>eléctrico</sub> | C <sub>el,PV</sub> corregido (el consumo de los PV no puede superar el consumo eléctrico de la BdC) |
|----------------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Enero          | 2.793,79                  | 367,5                                  | 73,28                                                        | 269,30                                                  | 1951,60                                            | 769,08                                      | 3,54                                                                                         | 269,30                                                                                              |
| Febrero        | 2.523,43                  | 439,1                                  | 73,37                                                        | 322,18                                                  | 1782,74                                            | 702,60                                      | 3,54                                                                                         | 322,18                                                                                              |
| Marzo          | 2.738,83                  | 643,5                                  | 72,87                                                        | 468,94                                                  | 1947,88                                            | 742,48                                      | 3,62                                                                                         | 468,94                                                                                              |
| Abril          | 2.597,28                  | 758,6                                  | 75,95                                                        | 576,12                                                  | 1864,68                                            | 681,24                                      | 3,74                                                                                         | 576,12                                                                                              |
| Mayo           | 2.573,93                  | 916,0                                  | 70,69                                                        | 647,50                                                  | 1874,00                                            | 633,10                                      | 3,96                                                                                         | 633,10                                                                                              |
| Junio          | 2.384,51                  | 966,4                                  | 62,83                                                        | 607,21                                                  | 1761,52                                            | 577,08                                      | 4,05                                                                                         | 577,08                                                                                              |
| Julio          | 2.354,06                  | 983,8                                  | 55,31                                                        | 544,14                                                  | 1735,86                                            | 546,48                                      | 4,18                                                                                         | 544,14                                                                                              |
| Agosto         | 2.299,10                  | 866,5                                  | 53,34                                                        | 462,16                                                  | 1708,62                                            | 538,24                                      | 4,17                                                                                         | 462,16                                                                                              |
| Septiembre     | 2.331,32                  | 668,1                                  | 60,79                                                        | 406,16                                                  | 1731,62                                            | 554,20                                      | 4,12                                                                                         | 406,16                                                                                              |
| Octubre        | 2.518,96                  | 530,6                                  | 63,93                                                        | 339,20                                                  | 1865,92                                            | 613,40                                      | 4,04                                                                                         | 339,20                                                                                              |
| Noviembre      | 2.597,28                  | 372,4                                  | 72,88                                                        | 271,41                                                  | 1872,04                                            | 677,94                                      | 3,76                                                                                         | 271,41                                                                                              |
| Diciembre      | 2.793,79                  | 324,7                                  | 73,23                                                        | 237,78                                                  | 1962,36                                            | 762,48                                      | 3,57                                                                                         | 237,78                                                                                              |
| <b>TOTALES</b> | <b>30.506,29</b>          | <b>7.837,20</b>                        | <b>67,36</b>                                                 | <b>5.152,1</b>                                          | <b>22.058,84</b>                                   | <b>7.798,3</b>                              | <b>3,83</b>                                                                                  | <b>5.107,57</b>                                                                                     |

$$C_{ren,tot} = C_{pv} + C_{amb} = 27.166,41$$

$$f_{ep,ren} / f_{ep,tot} = 1$$

(tanto para PV como para medio ambiente)

$$D_{ren,tot} = 27.166,41$$

$$\% D_{ACS,ren} = 89,1\%$$

Los datos en HULC son los siguientes:

Verificación Requisitos Mínimos CTE-HE-2019 X

Verificación de Límites HE0, HE4 y HE5 | Resultados de demandas, consumos y emisiones

---

### HE0

|                                                                 | Valores límite |               |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|---------------|
| Consumo EP no renovable [kWh/m <sup>2</sup> .año]               | 74,82          | <b>CUMPLE</b> |
| Consumo EP total [kWh/m <sup>2</sup> .año]                      | 177,93         | <b>CUMPLE</b> |
| Número de horas fuera de consigna                               | 184            | <b>CUMPLE</b> |
| Superficie útil de cálculo, A <sub>útil</sub> [m <sup>2</sup> ] | 228,30         |               |

---

### HE4 y HE5

|                                              | Valores límite |                  |
|----------------------------------------------|----------------|------------------|
| Cobertura renovable de la demanda de ACS (%) | 60,00          | <b>CUMPLE</b>    |
| Potencia producción eléctrica instalada [kW] | -              | <b>NO APLICA</b> |

---

### Tiempo con potencia insuficiente para cumplir consignas con los equipos definidos [h]

|               | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | TOTAL |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Calefacción   | 10  | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 0   | 0   | 14  | 37    |
| Refrigeración | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0     |
| ACS           | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0     |

---

### Consumo de los sistemas de sustitución, Cep,tot [kWh/m<sup>2</sup>]

Sistemas de sustitución: **NO ACTIVADOS**

Consumo de EP total de los sistemas de sustitución [kWh/m<sup>2</sup>.año] -

|                                         | Ene         | Feb         | Mar         | Abr         | May         | Jun         | Jul         | Ago         | Sep         | Oct         | Nov         | Dic         | TOTAL       |
|-----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Calefacción [kWh/m <sup>2</sup> .mes]   | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| Refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> .mes] | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| ACS [kWh/m <sup>2</sup> .mes]           | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |
| <b>TOTALES [kWh/m<sup>2</sup>.mes]</b>  | <b>0,00</b> |

---

### Funcionamiento fuera de consigna, FC [h]

Número de horas fuera de consigna, T<sub>fc</sub> [h] 37

Ocupación del edificio, T<sub>ocu</sub> [h] 4592

FC sobre el tiempo de ocupación, %f<sub>c</sub> [%] 0,81

|         | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | TOTAL |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| CAL+REF | 10  | 3   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 9   | 0   | 0   | 14  | 37    |

Pantalla de HULC para la verificación del cumplimiento de HE0, HE4 y HE5

**MEDID**

## 1. Sistemas de medida de energía suministrada

Los sistemas de medida que se han de incorporar para el control de la energía suministrada en la preparación de ACS cumplirán las especificaciones y condiciones que se establecen en el Reglamento Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).

*“Los sistemas de medida de la energía suministrada procedente de fuentes renovables se adecuarán al vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).”*

**HE5****HE5.GENERACIÓN MÍNIMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROCEDENTE DE FUENTES RENOVABLES**

Esta exigencia define el siguiente ámbito de aplicación:

**1 Ámbito de aplicación**

1. *Esta sección es de aplicación en los siguientes casos:*

- a) *edificios de nueva construcción cuando superen los 1.000 m<sup>2</sup> construidos*
- b) *ampliaciones de edificios existentes cuando se incremente la superficie construida en más de 1.000 m<sup>2</sup>.*
- c) *edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, cuando se superen los 1.000 m<sup>2</sup> de superficie construida;*  
*Se considerará que la superficie construida incluye la superficie de las zonas destinadas a aparcamiento en el interior del edificio y excluye las zonas exteriores comunes.*

Nuestro ejemplo de local comercial, dentro de un edificio existente (residencial privado), con una superficie construida aproximada de 264,77 m<sup>2</sup>, no cumple ninguna de las condiciones, por lo que **no le es de aplicación esta exigencia en este caso.**

No obstante, como se ha descrito en apartados anteriores, en el edificio existe esta instalación de generación de energía eléctrica, en este caso mediante paneles solares fotovoltaicos. Su aportación se ha considerado en el consumo eléctrico de los equipos de acondicionamiento higrotérmico y preparación de ACS del edificio, y en particular, en este caso, del local comercial. Esta aportación, mejora el resultado de los indicadores finales de consumo de energía primaria, es decir, contribuye al objetivo de construir un edificio más eficiente.

La instalación de paneles fotovoltaicos supone unas cargas y en ocasiones, una estructura auxiliar que deben ser tenidas en cuenta en la justificación de la seguridad estructural del edificio. En ese sentido, la colocación directa de los paneles sobre la cubierta (distribución bastante habitual) puede estimarse que resulta, en la evaluación de cargas, inferior a la estimada como sobrecarga de uso de una cubierta estándar por lo que quedaría justificada de esa manera la seguridad estructural, no siendo necesario un proyecto estructural nuevo específico para la instalación de estos paneles. No obstante, en este caso, al tratarse de una colocación de los paneles sobre una pérgola metálica, dicha estructura debería evaluarse y justificarse en la memoria global de estructura del proyecto con todas las cargas que pueden afectarle (viento, nieve, uso de mantenimiento, etc.).

## HE6

## HE6. DOTACIONES MÍNIMAS PARA LA INFRAESTRUCTURA DE RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Esta exigencia define el siguiente ámbito de aplicación:

### 1 Ámbito de aplicación

1. Las condiciones establecidas en este apartado son de aplicación a edificios que cuenten con una zona destinada a aparcamiento, ya sea interior o exterior adscrita al edificio, en los siguientes supuestos:
  - a) edificios de nueva construcción;
  - b) edificios existentes, en los siguientes casos:
    - cambios de uso característico del edificio;
    - ampliaciones, en aquellos casos en los que se incluyan intervenciones en el aparcamiento y se incremente más de un 10% la superficie o el volumen construido de la unidad o unidades de uso sobre las que se intervenga, siendo, además, la superficie útil ampliada superior a 50 m<sup>2</sup>;
    - reformas que incluyan intervenciones en el aparcamiento y en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio.
    - intervenciones en la instalación eléctrica del edificio que afecten a más del 50% de la potencia instalada en el edificio antes de la intervención, para aquellos casos en los que el aparcamiento se sitúe en el interior de la edificación, siempre que exista un derecho para actuar en el aparcamiento por parte del promotor que realiza dicha intervención;
    - intervenciones en la instalación eléctrica del aparcamiento que afecten a más del 50% de la potencia instalada en el mismo antes de la intervención.

En nuestro ejemplo de local comercial, con cambio de uso, concebido en este caso como la transformación inicial del local que sobre el edificio nuevo se podría haber planteado sin acabados ni instalaciones específicos, no se corresponde con ninguno de los casos planteados en el ámbito de aplicación de esta sección. En efecto, no se plantea ni un cambio de uso característico del edificio (que sigue siendo residencial) ni se interviene sobre el garaje.

Por lo tanto y en consideración de todo lo anterior, esta sección **no se aplica a nuestro ejemplo**.

## HE0

## HE0.LIMITACIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

1. Preparación de datos previos a la comprobación
2. Consumo de energía primaria no renovable
3. Consumo de energía primaria total
4. Horas fuera de consigna
5. Resultados

## DAT

1. Preparación de datos previos a la comprobación

Debido a la complejidad de los cálculos que es preciso realizar en este apartado, recurrimos a los valores obtenidos mediante simulación del modelo en HULC. Estas simulaciones han sido contrastadas a lo largo de todo el proceso mediante la comprobación de los resultados obtenidos en los diferentes cálculos previos.

Como veremos algunos de los valores límite se establece en función de la carga interna media ( $C_{FI}$ )<sup>8</sup>. Así, por ejemplo, el valor límite de la energía primaria no renovable que consume el edificio para la zona climática de invierno "B", se expresa de la siguiente forma:

$$C_{ep,ren} = 50 + 8 \times C_{FI}$$

La carga interna media ( $C_{FI}$ ) cuantifica la carga interna del edificio o zona del edificio a lo largo de una semana tipo. De acuerdo con ella puede clasificarse un espacio, una zona o el conjunto del edificio siguiendo la *tabla a-Anejo A*. Esta tabla clasifica la carga interna en diferentes niveles:

| Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna |                                                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Nivel de carga interna                  | Carga interna media, $C_{FI}$ [W/m <sup>2</sup> ] |
| Baja                                    | $C_{FI} < 6$                                      |
| Media                                   | $6 \leq C_{FI} < 9$                               |
| Alta                                    | $9 \leq C_{FI} < 12$                              |
| Muy alta                                | $12 \leq C_{FI}$                                  |

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna. CTE DB HE.

A la hora de obtener la carga interna media de una semana tipo, asociada a una actividad concreta, requiere de una serie de recomendaciones previas. Es por esto, que en el capítulo de ayudas se ha

<sup>8</sup> Se define en el *Anejo A Terminología del DTE DB HE Ahorro de energía* como la carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a iluminación y la carga debida a los equipos:

$$C_{FI} = \Sigma C_{oc} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{il} / (7 \cdot 24) + \Sigma C_{eq} / (7 \cdot 24)$$

$\Sigma C_{oc}$  = suma de las cargas sensibles nominales por ocupación [W/m<sup>2</sup>], por hora y a lo largo de una semana tipo

$\Sigma C_{il}$  = suma de las cargas nominales por iluminación [W/m<sup>2</sup>], por hora y a lo largo de una semana tipo

$\Sigma C_{eq}$  = suma de las cargas nominales de equipos [W/m<sup>2</sup>], por hora y a lo largo de una semana tipo

desarrollado en profundidad su cálculo para este ejemplo (gimnasio) y, además, otra variante menos singular y más general, como es la de tienda de prendas de vestir.

Como criterio general se trata de obtener los valores de carga interna media para una semana tipo representativa del comportamiento habitual de la actividad y no de la carga interna límite que, por ejemplo, emplearíamos para el dimensionado de los sistemas de acondicionamiento. Las fuentes internas consideradas como aporte de calor sensible son las siguientes:

- La presencia de personas (ocupación)
- La iluminación artificial de los espacios.
- Otros equipos que puedan existir en los locales y que disipen calor al ambiente

Para la actividad que nos ocupa (gimnasio), se ha obtenido el siguiente resultado

| LOCAL                   |         |                         |                              | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS PARA TODAS LAS FUENTES DE CALOR INTERNO |                                                 |                         |                     |                            |         |                              |                     |                                 |           |
|-------------------------|---------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|---------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------|
| Programa del local      |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Ocupación max. por espacios (CTE DB SI)                                | Carga estimada para ocupación máxima simultánea |                         |                     | Pot. Iluminación Instalada |         |                              |                     | Carga por equipos               |           |
| Pl.                     | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | nº p.                                                                  | propuesta nº pers                               | Carga sens. media (W/p) | propuesta Carga (W) | Iluminancia media (lux)    | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W) | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W) |
| Planta baja             | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 2                                                                      | 1                                               | 70                      | 70                  | 500                        | 3.190   | 5,00                         | 31,90               | 3                               | 19        |
|                         | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        |                                                                        | 0                                               |                         |                     | 100                        | 1.033   | 1,00                         | 10,33               | -                               | -         |
|                         | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 11                                                                     | 2                                               | 75                      | 150                 | 200                        | 9.576   | 2,00                         | 95,76               | 3                               | 144       |
|                         |         | Sala 1                  | 12,17                        | 8                                                                      | 4                                               | 110                     | 440                 | 400                        | 4.868   | 4,00                         | 48,68               | 1                               | 12        |
|                         |         | Sala 2                  | 12,17                        | 8                                                                      | 4                                               | 110                     | 440                 | 400                        | 4.868   | 4,00                         | 48,68               | 1                               | 12        |
|                         |         | Sala 3                  | 71,65                        | 14                                                                     | 12                                              | 150                     | 1.800               | 400                        | 28.660  | 4,00                         | 286,60              | 1                               | 72        |
| Planta sótano           | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | 5                                                                      | 0                                               |                         | -                   | 200                        | 2.440   | 2,00                         | 24,40               | -                               | -         |
|                         | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         |                                                                        | 0                                               |                         | -                   | 100                        | 355     | 1,00                         | 3,55                | -                               | -         |
|                         | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 1                                                                      | 1                                               | 55                      | 55                  | 200                        | 946     | 2,00                         | 9,46                | 1                               | 5         |
|                         |         | Cabina 2                | 4,73                         | 1                                                                      | 1                                               | 55                      | 55                  | 200                        | 946     | 2,00                         | 9,46                | 1                               | 5         |
|                         | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | 11                                                                     | 0                                               |                         | -                   | 100                        | 2.667   | 1,00                         | 26,67               | -                               | -         |
|                         | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | 5                                                                      | 0                                               |                         | -                   | 200                        | 2.440   | 2,00                         | 24,40               | -                               | -         |
|                         | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         |                                                                        | 0                                               |                         | -                   | 100                        | 360     | 1,00                         | 3,60                | -                               | -         |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |         |                         | <b>228,26</b>                | <b>66</b>                                                              | <b>25</b>                                       | <b>3.010</b>            |                     |                            |         | <b>623,49</b>                |                     | <b>268</b>                      |           |

En esta primera tabla se resume la descripción de los diferentes locales vinculados a la actividad, así como una descripción de la presencia de las tres fuentes de calor consideradas en cada uno de los locales.

A partir de aquí, hemos de establecer un horario de funcionamiento y un perfil de uso<sup>9</sup> que establezca la presencia y/o funcionamiento de cada una de las fuentes a lo largo del horario de la actividad para cada día de la semana. Para nuestro caso, la tabla de perfil de uso y horario de la actividad de la que hemos partido es la siguiente:

<sup>9</sup> Perfil de uso, definición en Anejo A Terminología del DB HE: descripción hora a hora, para un año tipo, de las cargas internas (carga sensible por ocupación, carga latente por ocupación, equipos, iluminación y ventilación).



Para elaborar este tipo de tablas no existen, por el momento, referencias nacionales suficientemente testadas que concreten unos porcentajes de ocupación para las diferentes usos y actividades en los edificios. No obstante, se puede encontrar en nuestro entorno internacional estudios y normativa de referencia sobre perfiles de uso y ocupación que se pueden utilizar como guía a la hora de establecer este perfil de uso para la semana tipo. En el anexo de cálculo, se hace referencia a alguna de ellas.

Como resultado de la aplicación de la tabla anterior a cada una de las fuentes internas, presentes en cada uno de los espacios de la actividad y acumulando los resultados de la semana tipo, se obtiene la siguiente tabla resumen:

| LOCAL                   |         |                         | ACUMULADOS APLICANDO EL PERFIL DE USO Y LA OCUPACIÓN DE LA SEMANA TIPO |                |                             |               |                                      |      |                                 |               |                               |              |                                        |      |                             |       |                           | Total semana tipo (Wh) | Total semana tipo / superf. (Wh/m <sup>2</sup> ) | Total sem./168 horas sem. C <sub>FI</sub> (W/m <sup>2</sup> ) |                                    |       |             |
|-------------------------|---------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------------|------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------|----------------------------------------|------|-----------------------------|-------|---------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------|-------------|
| PI                      | ESPACIO | Nombre en planos        | Propuesta Ocupación media L-V                                          |                | Propuesta Ocupación media S |               | Propuesta Ocupación media D-Festivos |      | Propuesta Iluminación media L-V |               | Propuesta Iluminación media S |              | Propuesta Iluminación media D-Festivos |      | Propuesta Equipos media L-V |       | Propuesta Equipos media S |                        |                                                  |                                                               | Propuesta Equipos media D-Festivos |       |             |
|                         |         |                         | %                                                                      | (Wh)           | %                           | (Wh)          | %                                    | (Wh) | %                               | (Wh)          | %                             | (Wh)         | %                                      | (Wh) | %                           | (Wh)  | %                         | (Wh)                   | %                                                | (Wh)                                                          |                                    |       |             |
| Planta baja             | P02 E02 | Despacho administración | 35                                                                     | 2.975          | -                           | -             | -                                    | -    | 42                              | 1.595         | -                             | -            | -                                      | -    | 38                          | 861   | -                         | -                      | -                                                | -                                                             | 5.431                              | 851   | 5,07        |
|                         | P02 E03 | Ases planta baja        | -                                                                      | -              | -                           | -             | -                                    | -    | 14                              | 168           | 7                             | 18           | -                                      | -    | -                           | -     | -                         | -                      | -                                                | -                                                             | 186                                | 18    | 0,11        |
|                         | P02 E04 | Vestibulo 1/ Cafeteria  | 39                                                                     | 6.938          | 27                          | 975           | -                                    | -    | 31                              | 3.591         | 14                            | 311          | 6                                      | 144  | 27                          | 4.668 | 26                        | 896                    | -                                                | -                                                             | 17.524                             | 366   | 2,18        |
|                         | P02 E05 | Sala 1                  | -                                                                      | 17.050         | -                           | 2.860         | -                                    | -    | -                               | 2.020         | -                             | 243          | -                                      | -    | -                           | 487   | -                         | 76                     | -                                                | -                                                             | 22.810                             | 1.874 | 11,16       |
|                         | P02 E05 | Sala 2                  | -                                                                      | 17.050         | -                           | 2.860         | -                                    | -    | 35                              | 2.020         | 21                            | 243          | 6                                      | 73   | 33                          | 487   | 26                        | 76                     | -                                                | -                                                             | 22.810                             | 1.874 | 11,16       |
|                         |         | Sala 3                  | -                                                                      | 69.750         | -                           | 11.700        | -                                    | -    | -                               | 11.894        | -                             | 1.433        | -                                      | -    | -                           | 2.866 | -                         | 448                    | -                                                | -                                                             | 98.321                             | 1.375 | 8,18        |
| Planta sótano           | P01 E04 | Vestuario 1             | -                                                                      | -              | -                           | -             | -                                    | -    | 14                              | 397           | 7                             | 43           | -                                      | -    | -                           | -     | -                         | -                      | -                                                | -                                                             | 439                                | 36    | 0,21        |
|                         | P01 E05 | Ases 1                  | -                                                                      | -              | -                           | -             | -                                    | -    | 14                              | 58            | 7                             | 6            | -                                      | -    | -                           | -     | -                         | -                      | -                                                | -                                                             | 64                                 | 18    | 0,11        |
|                         | P01 E01 | Cabina 1                | 40                                                                     | 2.613          | 27                          | 358           | -                                    | -    | 40                              | 449           | 27                            | 61           | -                                      | -    | 40                          | 225   | 27                        | 31                     | -                                                | -                                                             | 3.736                              | 790   | 4,70        |
|                         | P01 E01 | Cabina 2                | -                                                                      | 2.613          | -                           | 358           | -                                    | -    | -                               | 449           | -                             | 61           | -                                      | -    | -                           | 225   | -                         | 31                     | -                                                | -                                                             | 3.736                              | 790   | 4,70        |
|                         | P01 E03 | Vestibulo 2             | -                                                                      | -              | -                           | -             | -                                    | -    | 26                              | 833           | 15                            | 93           | -                                      | -    | -                           | -     | -                         | -                      | -                                                | -                                                             | 927                                | 35    | 0,21        |
|                         | P01 E06 | Vestibulo 2             | -                                                                      | -              | -                           | -             | -                                    | -    | 14                              | 397           | 7                             | 43           | -                                      | -    | -                           | -     | -                         | -                      | -                                                | -                                                             | 439                                | 36    | 0,21        |
|                         | P01 E07 | Ases 2                  | -                                                                      | -              | -                           | -             | -                                    | -    | 14                              | 59            | 7                             | 6            | -                                      | -    | -                           | -     | -                         | -                      | -                                                | -                                                             | 65                                 | 18    | 0,11        |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |         |                         |                                                                        | <b>118.988</b> |                             | <b>19.110</b> |                                      |      |                                 | <b>23.830</b> |                               | <b>2.683</b> |                                        |      | <b>720</b>                  |       | <b>9.819</b>              |                        | <b>1.559</b>                                     |                                                               | <b>176.688</b>                     |       | <b>4,61</b> |

Trasladando el resultado a la escala de referencia, Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna se obtiene que el nivel de carga interna media de los locales de la actividad es “Baja”:

| GIMNASIO                                              | Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna |                                                          |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Nivel de carga interna en proyecto (Wm <sup>2</sup> ) | Nivel de carga interna                  | Carga interna media, C <sub>FI</sub> [W/m <sup>2</sup> ] |
| <b>4,61</b>                                           | <b>C<sub>FI</sub> &lt; 6</b>            | <b>Baja</b>                                              |
|                                                       | 6 ≤ C <sub>FI</sub> < 9                 | Media                                                    |
|                                                       | 9 ≤ C <sub>FI</sub> < 12                | Alta                                                     |
|                                                       | 12 ≤ C <sub>FI</sub>                    | Muy alta                                                 |

A la hora de simular el modelo del edificio en HULC, en lo que se refiere a los perfiles de uso de cada espacio del proyecto, tenemos tres opciones posibles:

- Crear nuestros perfiles personalizados, (opción prioritaria). Se trata de una nueva opción disponible en HULC con la nueva versión de 2.0. 2412.1173 de 11 de mayo de 2023. Actualmente el número de perfiles que se pueden crear se encuentra limitado a cuatro. En el anexo de AYUDAS de esta guía, tanto en el apartado dedicado al levantamiento de HULC, como en el dedicado al cálculo del CFI, se desarrolla pormenorizadamente la caracterización de los perfiles de uso creados para la simulación del ejemplo de esta guía.
- Seleccionar los perfiles predeterminados que nos ofrece el programa.
- Modelizar el edificio en CALENER GT, que permite una definición completa espacio por espacio.

**Perfiles predeterminados**

Si optamos por los perfiles predeterminados, debemos asociar los perfiles de uso de CALENER VYP con los valores de carga interna media que hemos calculado para cada espacio.

Para ello, debemos aplicar el criterio establecido en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, donde, en el *Ejemplo de cálculo de la carga interna media y del nivel de carga interna de un edificio*, en concreto en la página 26, y en aplicación del *Documento de condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios*, se resume en el cuadro que reproducimos aquí:

| CFI<br>(W/m <sup>2</sup> ) | 8h          |             |             | 12 h        |             |             | 16h         |             |             | 24h         |             |             |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                            | Baja        | Media       | Alta        |
| Ocupación                  | 0,57        | 1,71        | 2,86        | 0,81        | 2,43        | 4,05        | 1,05        | 3,14        | 5,24        | 1,52        | 4,57        | 7,62        |
| Equipos                    | 0,43        | 1,29        | 2,14        | 0,61        | 1,82        | 3,04        | 0,79        | 2,36        | 3,93        | 1,14        | 3,43        | 5,71        |
| Iluminación *              | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        |
| <b>TOTAL</b>               | <b>1,17</b> | <b>3,17</b> | <b>5,17</b> | <b>1,58</b> | <b>4,42</b> | <b>7,25</b> | <b>2,00</b> | <b>5,67</b> | <b>9,33</b> | <b>2,83</b> | <b>8,17</b> | <b>13,5</b> |

(\*) Se utiliza para la carga de iluminación una potencia media de 4 W/m<sup>2</sup>

En los apartados siguientes se realiza la comprobación de cada uno de los indicadores considerando este parámetro a la hora de establecer los valores límite. Como ya se ha indicado, el cálculo que realiza HULC puede diferir respecto al que hemos realizado de manera manual.

## EPNR

## 2. Consumo de energía primaria no renovable

El consumo de energía primaria no renovable ( $C_{ep,nren}$ ) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite ( $C_{ep,nren,lim}$ ) obtenido de la tabla 3.1.b-HE0 [ $kW \cdot h/m^2 \cdot año$ ] para uso distinto del residencial privado (que en nuestro caso es comercial):

## CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

| Tabla 3.1.b - HE0 Valor Límite $C_{ep,nren,lim}$ [ $kW \cdot h/m^2 \cdot año$ ] para uso distinto del residencial privado | Zona climática de invierno |                      |                                        |                      |                      |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                                                                                                           | $\alpha$                   | A                    | B                                      | C                    | D                    | E                    |
|                                                                                                                           | $70+8 \times C_{FI}$       | $55+8 \times C_{FI}$ | <b><math>50+8 \times C_{FI}</math></b> | $35+8 \times C_{FI}$ | $20+8 \times C_{FI}$ | $10+8 \times C_{FI}$ |

\*  $C_{FI}$  : Carga interna media ( $W/m^2$ )

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40.

Debe tenerse en cuenta que la carga interna media se calcula como el valor promedio de la carga interna durante una semana tipo y no como promedio durante el tiempo de ocupación o como la carga máxima durante el tiempo de ocupación

## EPT

## 3. Consumo de energía primaria total

El consumo de energía primaria total ( $C_{ep,tot}$ ) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite ( $C_{ep,tot,lim}$ ) obtenido de la tabla 3.2.a-HE0 para uso distinto del residencial privado como es nuestro caso:

## CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA TOTAL

| Tabla 3.2.b - HE0 Valor Límite $C_{ep,tot,lim}$ [ $kW \cdot h/m^2 \cdot año$ ] para uso distinto del residencial privado | Zona climática de invierno |                       |                                         |                       |                       |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                                                                                                          | $\alpha$                   | A                     | B                                       | C                     | D                     | E                     |
|                                                                                                                          | $165+9 \times C_{FI}$      | $155+9 \times C_{FI}$ | <b><math>150+9 \times C_{FI}</math></b> | $140+9 \times C_{FI}$ | $130+9 \times C_{FI}$ | $120+9 \times C_{FI}$ |

\*  $C_{FI}$  : Carga interna media ( $W/m^2$ )

En territorio extrapeninsular (Illes Balears, Canarias, Ceuta y Melilla) se multiplicarán los valores resultantes por 1,40.

Debe tenerse en cuenta que la carga interna media se calcula como el valor promedio de la carga interna durante una semana tipo y no como promedio durante el tiempo de ocupación o como la carga máxima durante el tiempo de ocupación

## HORAS

## 4. Horas fuera de consigna

El total de horas fuera de consigna no excederá el 4% del tiempo total de ocupación. En el diseño de los sistemas previstos para el acondicionamiento térmico de los espacios, se ha de prever esta circunstancia. Tratándose de una actividad comercial que prevé, en nuestro caso, 12 horas de

funcionamiento diario general y 8 horas en la zona de despacho de administración y descontando los domingos (sin actividad), tenemos un total de 4600 horas efectivas. El 4% establece el límite en 184 horas.

## RESUL TADOS

### 5. Resultados

A continuación, se exponen los valores de consumo para cada uno de los servicios que demanda el edificio. La tabla consta de dos partes, en la primera, mediante hoja de cálculo, a partir del consumo de energía final obtenido con HULC y aplicando los factores de paso<sup>10</sup>, se obtienen los consumos de energía primaria total (E.P.T.), energía primaria no renovable (E.P.N.R.), y energía primaria renovable (E.P.R.).

La segunda parte de cada tabla, referida al cumplimiento de los valores límite, se aplica directamente sobre los datos de la ficha que ofrece HULC para la justificación del cumplimiento. Entre la primera y segunda tabla de cada grupo, puede haber pequeñas variaciones en los decimales de algunos de los valores.

| Factores de conversión de energía final a primaria |        |                                        |                                           |                                    |
|----------------------------------------------------|--------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
|                                                    | Fuente | Valores aprobados                      |                                           |                                    |
|                                                    |        | kWh E.primaria renovable /kWh E. final | kWh E.primaria no renovable /kWh E. final | kWh E.primaria total /kWh E. final |
| Electricidad convencional Nacional                 | (*)    | 0,396                                  | 2,007                                     | 2,403                              |
| Electricidad convencional peninsular               | (**)   | 0,414                                  | 1,954                                     | 2,368                              |
| Electricidad convencional extrapeninsular          | (**)   | 0,075                                  | 2,937                                     | 3,011                              |
| Electricidad convencional Baleares                 | (**)   | 0,082                                  | 2,968                                     | 3,049                              |
| Electricidad convencional Canarias                 | (**)   | 0,070                                  | 2,924                                     | 2,994                              |
| Electricidad convencional Ceuta y Melilla          | (**)   | 0,072                                  | 2,718                                     | 2,790                              |
| Gasóleo calefacción                                | (***)  | 0,003                                  | 1,179                                     | 1,182                              |
| GLP                                                | (***)  | 0,003                                  | 1,201                                     | 1,204                              |
| Gas natural                                        | (***)  | 0,005                                  | 1,190                                     | 1,195                              |
| Carbón                                             | (***)  | 0,002                                  | 1,082                                     | 1,084                              |
| Biomasa no densificada                             | (***)  | 1,003                                  | 0,034                                     | 1,037                              |
| Biomasa densificada (pelets)                       | (***)  | 1,028                                  | 0,085                                     | 1,113                              |

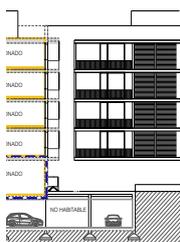
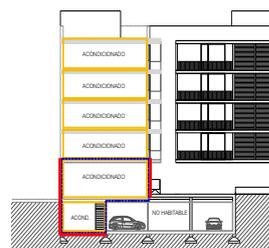
Tabla de factores de paso entre energía final y primaria según vectores energéticos.

(\*) Valor obtenido de la Propuesta de Documento Reconocido: Valores aprobados en Comisión Permanente de Certificación Energética de Edificios de 27 de junio de 2013, actualizado al periodo considerado.

(\*\*) Según cálculo del apartado 5 del documento reconocido que se cita en nota al pie de esta página.

(\*\*\*) Basado en el informe "Welltotank Report, versión 4.0" del Joint Research Intitute.

<sup>10</sup> Figuran en el Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) FACTORES DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> y COEFICIENTES DE PASO A ENERGÍA PRIMARIA DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA FINAL CONSUMIDAS EN EL SECTOR DE EDIFICIOS EN ESPAÑA.

Superficie útil de cálculo,  $A_{\text{util}} = 228,30 \text{ m}^2$ 

|                | VECTOR ENERGÉTICO | [D]<br>KW-h/m <sup>2</sup> -año | Consumo E. Final<br>KW-h/m <sup>2</sup> -año | Consumo E. Prim. Total<br>KW-h/m <sup>2</sup> -año | Consumo E. P. NO RENOV.<br>KW-h/m <sup>2</sup> -año | Consumo E. P. RENOV.<br>KW-h/m <sup>2</sup> -año |
|----------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| ACS            | ELECTRICIDAD      | 130,78                          | 34,16                                        | 49,53                                              | 21,95                                               | 27,57                                            |
|                | MEDIOAMBIENTE     |                                 | 96,62                                        | 96,62                                              | 0,00                                                | 96,62                                            |
|                | TOTALES           |                                 | 130,78                                       | 146,15                                             | 21,95                                               | 124,20                                           |
| CALEFACCIÓN    | ELECTRICIDAD      | 0,77                            | 2,24                                         | 3,24                                               | 1,44                                                | 1,80                                             |
|                | MEDIOAMBIENTE     |                                 | 3,56                                         | 3,56                                               | 0,00                                                | 3,56                                             |
|                | TOTALES           |                                 | 5,80                                         | 6,80                                               | 1,44                                                | 5,37                                             |
| REFRIGERACIÓN  | ELECTRICIDAD      | 55,07                           | 6,57                                         | 9,52                                               | 4,22                                                | 5,30                                             |
|                | TOTALES           |                                 | 6,57                                         | 9,52                                               | 4,22                                                | 5,30                                             |
| ILUMINACIÓN    | ELECTRICIDAD      | -                               | 7,75                                         | 11,23                                              | 4,98                                                | 6,25                                             |
|                | TOTALES           |                                 | 7,75                                         | 11,23                                              | 4,98                                                | 6,25                                             |
| <b>TOTALES</b> |                   |                                 | <b>150,89</b>                                | <b>173,71</b>                                      | <b>32,59</b>                                        | <b>141,12</b>                                    |

Estos datos se pueden consultar y valorar tanto en la pestaña de HULC de Resultados de demandas, consumos y emisiones del HE0 como editando el archivo *DATOS\_CTEEPBD.txt* que genera HULC en la carpeta de Documentación de cada caso y que también pueden obtenerse más fácilmente con la aplicación VisorEPBD en la página del Código Técnico del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Enlace web: <https://www.codigotecnico.org/visorepbd/#/>

## CUMPLIMIENTO HE0

| CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE (kWh/m <sup>2</sup> año) |              |              | CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA TOTAL (kWh/m <sup>2</sup> año) |              |              | NÚMERO DE HORAS FUERA DE CONSIGNA |                   |              |
|----------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------------------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------------------|--------------|
| Valor edificio                                                 | Valor límite | Cumplimiento | Valor edificio                                          | Valor límite | Cumplimiento | Valor edificio                    | Valor límite      | Cumplimiento |
| 32,60                                                          | 74,82        | CUMPLE       | 173,70                                                  | 177,93       | CUMPLE       | 37,00                             | 184<br>(4% anual) | CUMPLE       |
| <b>C U M P L E</b>                                             |              |              |                                                         |              |              |                                   |                   |              |

RESM

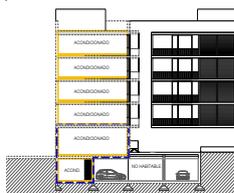
RESUMEN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS INDICADORES DE CADA SECCIÓN

1. Tablas resumen de todos los requisitos. Comentarios

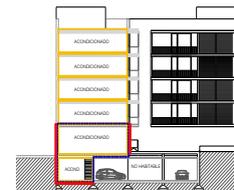
A continuación, se resumen para cada exigencia el grado de cumplimiento de cada uno de sus requisitos y valores límite.

COMENT

1. Tablas resumen de todos los requisitos. Comentarios



Acondicionados: P.1 (Cabinas masaje, vestuarios y vestíbulo p.sotano), no acondicionados (dos cabinas de aseo), P.2 completa salvo núcleo ascensor (no habitable) y aseo accesible (no acondicionado)  
 N.H.: núcleo vertical del ascensor  
 Envolverte térmica según esquema



| CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS                     |        | HE1                              |                | HE2                 | HE3                                  | HE4                                                                                    | HE5                                | HE0                                 |                                                            |                    |                                           |               |  |  |
|-------------------------------------------------|--------|----------------------------------|----------------|---------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|---------------|--|--|
|                                                 |        | Indicador                        | Valor edificio | Valor límite        | Indicadores                          | Indicador                                                                              |                                    | Indicador                           | Valor edificio                                             | Valor límite       |                                           |               |  |  |
| Sup. opacos [m²]                                | 221,67 | U cerramientos [W/m²K]           |                |                     | RITE (no se desarrolla en esta guía) | Eficiencia energética de la instalación de iluminación por espacio (VEEI) W/m² 100 lux | Fracción renovable demanda ACS [%] | Consumo EP no renovable [KWh/m²año] | 32,60                                                      | 74,82              |                                           |               |  |  |
|                                                 |        | <b>CUMPLE TODOS</b>              |                | <b>CUMPLE TODOS</b> |                                      |                                                                                        |                                    |                                     | <b>CUMPLE</b>                                              |                    |                                           |               |  |  |
| Sup. huecos [m²]                                | 61,37  | K global [W/m²K]                 | 0,54           | 0,87                |                                      |                                                                                        |                                    |                                     | Potencia instalada por espacio (W/m²)                      | Valor del edificio | Consumo EP total [KWh/m²año]              |               |  |  |
|                                                 |        | <b>CUMPLE</b>                    |                | <b>CUMPLE TODOS</b> |                                      |                                                                                        |                                    |                                     | <b>CUMPLE</b>                                              |                    |                                           |               |  |  |
| Longitud ptes térmicos [m]                      | 168,39 | q <sub>soj</sub> [kWh/m²mes]     | 2,83           | 4,00                |                                      |                                                                                        |                                    |                                     | Sistemas de control y regulación por espacios              | 91,00%             | 173,70                                    | 177,93        |  |  |
|                                                 |        | <b>CUMPLE</b>                    |                | <b>CUMPLE TODOS</b> |                                      |                                                                                        |                                    |                                     | Contrib. mínima                                            |                    | <b>CUMPLE</b>                             |               |  |  |
| Sup. ET [m²]                                    | 235,56 | Q <sub>100</sub> [m³/hm²]        | 9              | ≤ 27                |                                      |                                                                                        |                                    |                                     | Sistemas de aprovechamiento de la luz natural por espacios | 60%                | Nº horas fuera de consigna (máx 4% anual) |               |  |  |
|                                                 |        | <b>CUMPLE</b>                    |                | <b>CUMPLE TODOS</b> |                                      |                                                                                        |                                    |                                     | <b>CUMPLE</b>                                              |                    |                                           |               |  |  |
| Sup. útil de cálculo [m²]                       | 228,30 | n <sub>50</sub> [h⁻¹]            | 2,00           | -                   |                                      |                                                                                        |                                    |                                     | <b>CUMPLE TODOS</b>                                        |                    |                                           | <b>CUMPLE</b> |  |  |
|                                                 |        | <b>NO APLICA</b>                 |                |                     |                                      |                                                                                        |                                    |                                     |                                                            |                    |                                           |               |  |  |
| Volúmen ET [m³]                                 | 890,16 | U <sub>particiones</sub> [W/m²K] |                |                     | <b>CUMPLE</b>                        |                                                                                        | <b>CUMPLE</b>                      |                                     |                                                            |                    |                                           |               |  |  |
|                                                 |        | <b>CUMPLE TODOS</b>              |                |                     |                                      |                                                                                        |                                    |                                     |                                                            |                    |                                           |               |  |  |
| Volumen de aire interior <sup>4</sup> e ET [m³] | 744,16 | Condensaciones                   |                |                     | <b>CUMPLE</b>                        |                                                                                        | <b>CUMPLE</b>                      |                                     |                                                            |                    |                                           |               |  |  |
|                                                 |        | <b>CUMPLE TODOS</b>              |                |                     |                                      |                                                                                        |                                    |                                     |                                                            |                    |                                           |               |  |  |
| Compacidad [m³/m²]                              | 3,15   | <b>COMPLETO</b>                  |                |                     | <b>COMPLETO</b>                      | <b>COMPLETO</b>                                                                        | <b>COMPLETO</b>                    |                                     |                                                            |                    |                                           |               |  |  |

Como breve resumen general del estudio realizado de la configuración elegida para el edificio del ejemplo, se puede concluir lo siguiente:

- En cuanto al control de la demanda, HE 1, el valor de [K] quedará definido por los elementos en contacto exclusivamente con el aire exterior y el terreno que, en nuestro caso, son las dos fachadas sur y norte y la solera y el muro en contacto con el terreno en la planta sótano. El resto de la envolvente térmica de nuestro local se encuentra en contacto con otros locales o el

garaje y por lo tanto no influye en el valor del [K]. Es por este motivo que este parámetro está muy ligado a la proporción entre superficie opaca y de huecos de la envolvente. En general, el cumplimiento de [K] se puede obtener con buenos niveles de aislamiento en la envolvente opaca y con carpinterías y vidrios dobles de transmitancias en torno a  $1 \text{ W/m}^2\text{-K}$ , dependerá de las soluciones constructivas adoptadas y cómo se resuelvan los puentes térmicos.

- El cumplimiento de la relación del cambio de aire [ $n_{50}$ ] no resulta de aplicación al tratarse nuestro caso de un proyecto de rehabilitación o intervención en edificación existente (no de obra nueva) y de un uso distinto al residencial privado.
- En cuanto al control solar de la envolvente térmica, en casos como este de edificio terciario de exposición al público en el que no es habitual el uso de persianas (a diferencia del residencial privado), y que, además, suelen contar con una alta proporción de superficie de huecos, se debe tener especialmente en cuenta este parámetro. En nuestro caso en concreto, hemos alcanzado el cumplimiento con los recursos habituales en este tipo de establecimientos, como es la incorporación de todos (que además suelen utilizarse como soporte publicitario) en la fachada sur, que es la que da a la vía pública donde, además, se incorporan estores interiores que añaden una mayor privacidad en caso de ser necesario. En la fachada norte que da al patio trasero de manzana, es suficiente con los estores interiores.
- En cuanto a los sistemas, la combinación propuesta de bombas de calor aerotérmicas con apoyo de producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos es muy eficaz. En este caso, además, en el que tenemos una fuerte demanda de ACS la aportación de la producción fotovoltaica como complemento al vector medio ambiente de las bombas de calor produce un porcentaje de contribución renovable muy elevado (~90%).

## AYUDA

## SECCIÓN 3. AYUDAS

- 1 Levantamiento del modelo en HULC
- 2 Cálculo de la carga interna media.  $C_{Fi}$
- 3 Cálculo de la carga térmica del local en invierno y verano

## HULC

## 1. INDICACIONES PARA EL LEVANTAMIENTO EN HULC

1. Datos generales, administrativos y previos
2. Base de datos
3. Construcción del modelo
4. Incorporación de sistemas
5. Comentarios sobre la simulación

Para el levantamiento del edificio en la HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER CALENER (HULC) se ha empleado la *Versión 2.0.2412.1173 de 11 de mayo de 2023*.

A continuación, se describen los pasos más significativos para la construcción del modelo. No se trata de un manual detallado del procedimiento general, sino de la descripción de aquellos pasos que son más importantes o presentan alguna singularidad o complejidad especial para este edificio en concreto.

## DAT

## 1. Datos generales, administrativos y previos

En este apartado se utilizan los datos que figuran en el capítulo inicial de esta guía, donde se describe el edificio y la información de contexto general. Son datos normalmente conocidos o que requieren cálculos previos relativamente sencillos, por ejemplo, el caudal de ventilación que se ha de introducir en la pestaña de datos generales (para el cálculo de la ventilación consultar el apartado correspondiente en la descripción de los sistemas).

Las cargas térmicas de los espacios también requieren un cálculo previo que deberíamos conocer a la hora de diseñar los sistemas de acondicionamiento. En este caso se ha desarrollado dicho cálculo en el apartado 3 de las AYUDAS de esta guía. Estos y otros datos necesarios se facilitan para este ejemplo en el apartado correspondiente de cada instalación.

Datos generales

Datos administrativos | Datos generales | Factores de Paso | Producción de Energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Definición del caso

**Verificación CTE-HE(2019) y Certificación de Eficiencia Energética**

Edificio NUEVO

Edificio EXISTENTE: Ampliación

Edificio EXISTENTE: Cambio de uso

Edificio EXISTENTE: Reforma

> 25% envolvente con cambio de sistemas climatización y ACS

> 25% envolvente con cambio de sistemas climatización

> 25% envolvente con cambio de sistemas ACS

> 25% envolvente sin cambio de sistemas

< 25% envolvente con cambio de sistemas climatización y ACS

< 25% envolvente con cambio de sistemas climatización

< 25% envolvente con cambio de sistemas ACS

< 25% envolvente sin cambio de sistemas

**Solo Certificación de Eficiencia Energética**

Edificio EXISTENTE: Solo Certificación

Tipo de edificio

Vivienda unifamiliar

Viviendas en bloque

Una Vivienda de un bloque

Edificio Terciario Pequeño o Mediano (PMT)

Un local de un Edificio PMT

Gran Edificio Terciario (GT)

Un local de un Edificio GT

Ventilación inicial de los espacios habitables del edificio

Permeabilidad por defecto

Permeabilidad del edificio o vivienda actual, n50, [renh] 2,00

El edificio tiene una envolvente mejorada con baja permeabilidad al aire

Valores por defecto de los espacios habitables

Tipo de Uso: I\_Baja-12h-Acondicionado

En edificios terciarios, el número de renovaciones hora de los diferentes espacios debe definirse a través de las condiciones operacionales aplicadas a cada espacio pudiendo definirse horarios y perfiles personalizados

Comunidad autónoma Murcia

Provincia Murcia

Localidad Murcia

Altitud 40,00 m

Zona climática B3

Peninsular  Extrapeninsular

Aceptar Cancelar

Imagen del levantamiento en HULC. Pantalla y pestaña de datos generales. Caudal de ventilación y otros datos.

En el desplegable de la parte inferior derecha, “valor por defecto de los espacios habitables” (remarcado en rojo en la imagen), podemos indicar el perfil predefinido con el que se van a crear los espacios del edificio. Este importante saber que el valor que figura en el desplegable **no interviene en el cálculo del modelo** y sí el valor seleccionado que figura asignado en cada uno de los espacios del edificio.

No obstante, como ya se ha descrito anteriormente, es importante señalar que con la nueva versión de HULC de 2.0. 2412.1173 de 11 de mayo de 2023, existe la posibilidad de crear perfiles de uso personalizados para los espacios del modelo. Actualmente el número de perfiles que se pueden crear se encuentra limitado a cuatro. En el anexo de AYUDAS de esta guía, tanto en el apartado dedicado al levantamiento de HULC, como en el dedicado al cálculo del CFI, se desarrolla pormenorizadamente la caracterización de los perfiles de uso creados para la simulación del ejemplo de esta guía. Cada espacio se ha de editar y se debe asignar el perfil adecuado a sus condiciones de funcionamiento.

En nuestro caso, por ejemplo, el uso medio resultante del edificio es durante “12 horas con intensidad baja” que será el que seleccionemos inicialmente, ajustando el valor en cada espacio con perfil de uso diferente. Por ejemplo, en el despacho, el perfil será de 8 horas intensidad baja. Esto lo veremos más adelante en el levantamiento del modelo.

## BDAT

### 2. Base de datos

Este apartado se refiere a la definición de todos los cerramientos que componen el modelo de estudio. Se deben introducir todos los componentes de los cerramientos tal y como aparecen descritos en el

apartado de definición constructiva. Todos los elementos empleados figuran disponibles en la base de datos del programa a excepción de los vidrios y marcos necesarios para componer la solución de los huecos y que, en este caso, se recomienda que se creen manualmente con las especificaciones que figuran en su ficha. Por último, hemos de asignar a cada componente de la envolvente y particiones, las soluciones constructivas que hemos creado. Esto lo haremos en el módulo de opciones.

Base de datos -

Opacos | Semitransparentes | Puentes térmicos

Materiales y productos: Cerramientos y particiones interiores

Grupo: CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Nombre: FORJADO ENTRE LOCAL Y VIVIENDA

Composición del Cerramiento:

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior)  
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo)

| No | Material                                    | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp   | Res.Térmica |
|----|---------------------------------------------|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1  | Conifera de peso medio 435 < d < 520        | 0,010   | 0,150         | 480      | 1600 |             |
| 2  | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,050   | 0,550         | 1125     | 1000 |             |
| 3  | FU Entreviadoo cerámico -Canto 300 mm       | 0,300   | 0,846         | 1110     | 1000 |             |
| 4  | Cámara de aire ligeramente ventilada        |         |               |          |      | 0,080       |
| 5  | MW Lana mineral [0,031 W/(mK)]              | 0,080   | 0,031         | 40       | 1000 |             |
| 6  | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900  | 0,015   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 7  | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900  | 0,015   | 0,250         | 825      | 1000 |             |
| 8  |                                             |         |               |          |      |             |

Grupo Material: Maderas

Material: Conifera de peso medio 435 < d < 520

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U\_M 0,29 [W/m²K]  
U\_C 0,29 [W/m²K]  
U\_S 0,29 [W/m²K]

Aceptar

Imagen del levantamiento en HULC. Pantalla de base de datos constructiva

### Opciones

Espacio de trabajo: Cerramientos y particiones interiores predeterminados

Muros de fachada. Verticales y rectangulares.

Composición tipo "muro": MURO EXTERIOR

Hueco

Composición tipo "hueco": VENTANA TIPO SUR

Altura del hueco: 3,00 m

Anchura del hueco: 0,20 m

Posición Y respecto al suelo: 0,01 m

Retranqueo: 0,25 m

Protección solar: ...

Cerramiento horizontal en contacto con el aire exterior

Cubiertas planas o suelos en contacto con el exterior.

Composición tipo "cerramiento horizontal": CUBIERTA PLANA

Cerramiento o partición interior geométricamente singular.

Cubiertas inclinadas, hastiales, fachadas o particiones interiores inclinadas, etc.

Composición tipo "cerramiento singular": CUBIERTA PLANA

Medianería

Composición tipo "medianería": ED CON NUCLEO COM M20

Suelo en contacto con el terreno

Composición tipo "suelo en contacto con el terreno": SOLERA CON TERRENO

Aislamiento perimetral

D: 0,0 m

Ra: 0,0 m²K/W

Muro en contacto con el terreno

Composición tipo "muro en contacto con el terreno": MURO CON TERRENO

Partición interior horizontal

Composición tipo "partición interior horizontal": FORJADO ENTRE PLANTAS

Partición interior vertical

Composición tipo "partición interior vertical": TABIQUE INTERIOR

Aceptar Cancelar

HULC. Pantalla de asignación de soluciones constructivas a cada elemento de la envolvente y particiones.

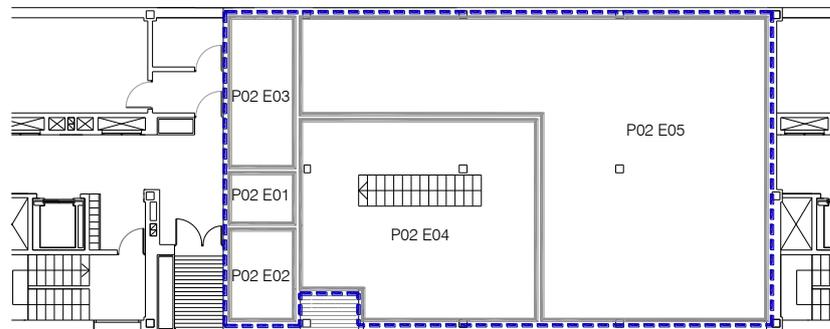
## MODL

## 3. Construcción del modelo

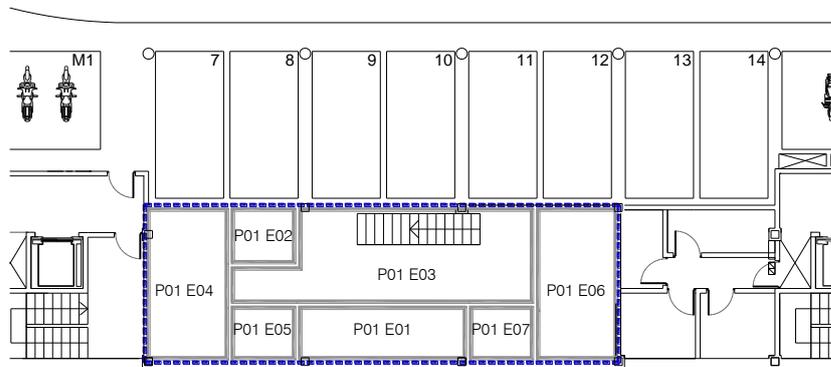
Consideraciones previas

La división de espacios por planta responde a criterios de homogeneidad en su comportamiento higrotérmico y la calificación de estos, así como a la asignación de sistemas de acondicionamiento que pueda diferenciar unas zonas del edificio respecto a otras.

Aplicando lo anterior, la distribución de espacios se ha de procurar que sea lo más sencilla posible. Los espacios que se han definido en cada planta se representan gráficamente a continuación:



P02 (0,00) PLANTA ACCESO



P01 (-3,25) PLANTA ACCESO

Los criterios que se han empleado en esta definición de espacios y la caracterización de cada uno de ellos se resumen en la siguiente tabla:

| Planta                                                                            | ESPACIOS | USO                     | Tipo de espacio  | Altura de espacios (m) | Cota de la planta (m) | Espesor de forjado (m) | Altura libre de planta(m) | nº pilares por espacio | nivel de estanqueidad por espacios |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------|------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------|
| <b>P01. SÓTANO. Vestuarios y cabinas de masaje</b>                                |          |                         |                  |                        |                       |                        |                           |                        |                                    |
|                                                                                   | P01 E01  | Cabinas de masaje       | Acondicionado    | 2,95                   | -3,50                 | 0,485                  | 2,95                      | 2                      | -                                  |
|                                                                                   | P01 E02  | Ascensor                | No Habitable     | 2,95                   | -3,50                 | 0,485                  | 2,95                      | -                      | 3                                  |
|                                                                                   | P01 E03  | Vestibulo 2             | Acondicionado    | 2,95                   | -3,50                 | 0,485                  | 2,95                      | 2                      | -                                  |
|                                                                                   | P01 E04  | Verstuario 1            | Acondicionado    | 2,95                   | -3,50                 | 0,485                  | 3,50                      | 2                      | -                                  |
|                                                                                   | P01 E05  | Aseo 1                  | No acondicionado | 2,95                   | -3,50                 | 0,485                  | 2,95                      | -                      | -                                  |
|                                                                                   | P01 E06  | Verstuario 2            | Acondicionado    | 2,95                   | -3,50                 | 0,485                  | 2,95                      | 2                      | -                                  |
|                                                                                   | P01 E07  | Aseo 2                  | No acondicionado | 2,95                   | -3,50                 | 0,485                  | 2,95                      | -                      | -                                  |
| <b>Totales de planta</b>                                                          |          |                         |                  |                        |                       |                        |                           | <b>8</b>               |                                    |
| <b>P02 PLANTA ACCESO. Cafetería, aseo, oficina, salas de máquinas y ejercicio</b> |          |                         |                  |                        |                       |                        |                           |                        |                                    |
|                                                                                   | P02 E01  | Ascensor                | No Habitable     | 3,90                   | 0,00                  | 0,45                   | 3,90                      | -                      | 3                                  |
|                                                                                   | P02 E02  | Oficina                 | Acondicionado    | 3,90                   | 1,00                  | 0,45                   | 3,90                      | -                      | -                                  |
|                                                                                   | P02 E03  | Aseo accesible          | No acondicionado | 3,90                   | 1,00                  | 0,45                   | 3,90                      | -                      | -                                  |
|                                                                                   | P02 E04  | Vestibulo 1 / Cafetería | Acondicionado    | 3,90                   | 1,00                  | 0,45                   | 3,90                      | 1                      | -                                  |
|                                                                                   | P02 E05  | Salas de entrenamiento  | Acondicionado    | 3,90                   | 1,00                  | 0,45                   | 3,90                      | 4                      | -                                  |
| <b>Totales de planta</b>                                                          |          |                         |                  |                        |                       |                        |                           | <b>5</b>               |                                    |
| <b>TOTALES DEL EDIFICIO</b>                                                       |          |                         |                  |                        |                       |                        |                           | <b>13</b>              |                                    |

En lo que se refiere al levantamiento del modelo propiamente dicho, se realiza importando planta a planta las polilíneas que definen cada uno de estos espacios, generando a continuación, de manera automática, los suelos y los cerramientos verticales. Posteriormente, se incorporan los huecos y el resto de las condiciones geométricas descritas en el apartado de planos. De manera resumida los pasos a seguir serían de manera ordenada los siguientes:

Planta sótano.

- P01 E01, P01 E02, P01 E03, P01 E04, P01 E05, P01 E06 y P01 E07.

Se posiciona en la cota -3,50, la altura de planta es de 2,95 m y sus cerramientos aparecerán representados en contacto con el terreno, a excepción de los tabiques interiores que separan los tres espacios de la planta.

Dentro de los 7 espacios que definen esta planta, hay uno no habitable (P01 E02) pero que pertenece a la envolvente térmica, es el que recoge el espacio que ocupa el ascensor. El nivel de estanqueidad con el que se ha definido este espacio es de 3 según los valores de la tabla 8 del DA DB-HE / 1. *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. En este caso, se trata de una zona destinada al hueco del ascensor que debe contar con aberturas de ventilación.

**Tabla 8 Tasa de renovación de aire entre espacios no habitables y el exterior (h<sup>-1</sup>)**

| Nivel de estanqueidad                                                                                    | h <sup>-1</sup> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1.Ni puertas, ni ventanas, ni aberturas de ventilación                                                   | 0               |
| 2.Todos los componentes sellados, sin aberturas de ventilación                                           | 0,5             |
| 3.Todos los componentes bien sellados, pequeñas aberturas de ventilación                                 | 1               |
| 4.Poco estanco, a causa de juntas abiertas o presencia de aberturas de ventilación permanentes           | 5               |
| 5.Poco estanco, con numerosas juntas abiertas o aberturas de ventilación permanentes grandes o numerosas | 10              |

Tabla extraída del DA DB-HE / 1. *Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*.

Debemos en primer lugar, levantar esta planta en la cota (-3,50) importando las polilíneas de su geometría manteniendo "Ninguna" en la opción de planta anterior que nos solicita el programa. Crearemos el suelo en contacto con el terreno y al introducir la opción de crear muros, el programa levantará todos los cerramientos de la planta como muros en contacto con el terreno, y las particiones que separan los distintos espacios, como tabiques interiores.

Editamos el espacio P01 E02 (ascensor) y modificamos su nivel de estanqueidad:

HULC. Imagen selección del nivel de estanqueidad para espacios no habitables e imagen de edición de espacios

Además de la caracterización del nivel de estanqueidad de los espacios no habitables, también es el momento de introducir el perfil de uso de cada uno de los espacios y modificar aquellos que no se corresponden con el valor por defecto que hemos seleccionado en la pantalla de inicio.

Con las últimas actualizaciones de CALENER VYP además de los perfiles predefinidos, existe la posibilidad de crear perfiles de uso personalizados, pudiéndolos ajustar a un criterio de funcionamiento más próximo al real de los espacios de proyecto.

Si optamos por los perfiles predefinidos y con el fin de que sean coherentes con la carga interna media que hemos calculado en el apartado 2 CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA. CFI, de la sección de Ayudas de esta guía, debemos proceder de la siguiente forma:

Debemos aplicar el criterio establecido en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, donde, en el *Ejemplo de cálculo de la carga interna media y del nivel de carga interna de un edificio*, en concreto en la página 26, y en aplicación del *Documento de condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios*, se resume en el cuadro que reproducimos aquí:

| CFI<br>(W/m <sup>2</sup> ) | 8h          |             |             | 12 h        |             |             | 16h         |             |             | 24h         |             |             |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                            | Baja        | Media       | Alta        |
| Ocupación                  | 0,57        | 1,71        | 2,86        | 0,81        | 2,43        | 4,05        | 1,05        | 3,14        | 5,24        | 1,52        | 4,57        | 7,62        |
| Equipos                    | 0,43        | 1,29        | 2,14        | 0,61        | 1,82        | 3,04        | 0,79        | 2,36        | 3,93        | 1,14        | 3,43        | 5,71        |
| Iluminación *              | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        |
| <b>TOTAL</b>               | <b>1,17</b> | <b>3,17</b> | <b>5,17</b> | <b>1,58</b> | <b>4,42</b> | <b>7,25</b> | <b>2,00</b> | <b>5,67</b> | <b>9,33</b> | <b>2,83</b> | <b>8,17</b> | <b>13,5</b> |

(\*) Se utiliza para la carga de iluminación una potencia media de 4 W/m<sup>2</sup>

Además, en ese mismo apartado, se clasifican dichos perfiles de uso en relación con los niveles de carga interna que figuran en la *Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna*, de la siguiente forma:

| Nivel de carga interna |                      | Perfiles de uso predefinidos |      |     |      |      |      |      |      |  |
|------------------------|----------------------|------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|--|
| Baja                   | $C_{FI} < 6$         | 8hB                          | 8hM  | 8hA | 12hB | 12hM | 16hB | 16hM | 24hB |  |
| Media                  | $6 \leq C_{FI} < 9$  | 12hA                         | 24hM |     |      |      |      |      |      |  |
| Alta                   | $9 \leq C_{FI} < 12$ | 16hA                         |      |     |      |      |      |      |      |  |
| Muy alta               | $12 \leq C_{FI}$     | 24hA                         |      |     |      |      |      |      |      |  |

Los valores de carga interna media (CFI) obtenidos en el apartado 2 CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA. CFI de la sección de Ayudas de esta guía son los siguientes:

| RESUMEN CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS TOTALES POR ESPACIOS |               |                         |                        |                         |                         |                                                   | TIPO DE USO                                                   |                                   |                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Programa del local                                          |               |                         | Superficie por locales | Superficie por espacios | Total semana tipo (W·h) | Total semana tipo / superf. (W·h/m <sup>2</sup> ) | Total sem./168 horas sem. CFI por locales (W/m <sup>2</sup> ) | Nivel de carga interna en ESPACIO | Horario de funcionamiento (h) |
| ESPACIO                                                     | Pl.           | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )      | (m <sup>2</sup> )       |                         |                                                   |                                                               |                                   |                               |
| P02 E02                                                     |               | Despacho administración | 6,38                   | 6,38                    | 5.431                   | 851                                               | 5,07                                                          | Baja                              | 8                             |
| P02 E03                                                     | Planta baja   | Aseo planta baja        | 10,33                  | 10,33                   | 186                     | 18                                                | 0,11                                                          | Baja                              | 12                            |
| P02 E04                                                     |               | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                  | 47,88                   | 17.524                  | 366                                               | 2,18                                                          | Baja                              | 12                            |
| P02 E05                                                     |               | Sala 1                  | 12,17                  | 96,00                   | 144.140                 | 1.501                                             | 8,94                                                          | Media                             | 12                            |
|                                                             | Sala 2        | 12,17                   |                        |                         |                         |                                                   |                                                               |                                   |                               |
|                                                             | Sala 3        | 71,65                   |                        |                         |                         |                                                   |                                                               |                                   |                               |
| P01 E04                                                     | Planta sótano | Vestuario 1             | 12,20                  | 12,20                   | 439                     | 36                                                | 0,21                                                          | Baja                              | 12                            |
| P01 E05                                                     |               | Aseo 1                  | 3,55                   | 3,55                    | 64                      | 18                                                | 0,11                                                          | Baja                              | 12                            |
| P01 E01                                                     |               | Cabina 1                | 4,73                   | 9,47                    | 7.473                   | 789                                               | 4,70                                                          | Baja                              | 8                             |
|                                                             |               | Cabina 2                | 4,73                   |                         |                         |                                                   |                                                               |                                   |                               |
| P01 E03                                                     |               | Vestíbulo 2             | 26,67                  | 26,67                   | 927                     | 35                                                | 0,21                                                          | Baja                              | 12                            |
| P01 E06                                                     |               | Vestuario 2             | 12,20                  | 12,20                   | 439                     | 36                                                | 0,21                                                          | Baja                              | 12                            |
| P01 E07                                                     |               | Aseo 2                  | 3,60                   | 3,60                    | 65                      | 18                                                | 0,11                                                          | Baja                              | 12                            |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b>                                     |               |                         | <b>228,26</b>          | <b>228,28</b>           | <b>176.688</b>          |                                                   | <b>4,61</b>                                                   | <b>Baja</b>                       | <b>12</b>                     |

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

|                      |          |
|----------------------|----------|
| $C_{FI} < 6$         | Baja     |
| $6 \leq C_{FI} < 9$  | Media    |
| $9 \leq C_{FI} < 12$ | Alta     |
| $12 \leq C_{FI}$     | Muy alta |

Por tanto, y como ejemplo, para el espacio P02 E05, salas de ejercicios de la planta baja, con un nivel de carga interna media de 8,94 W/m<sup>2</sup> le correspondería aproximadamente un perfil de uso en CALENER VYP (HULC), de 16 horas intensidad Media. Se representa en la siguiente tabla esa relación:

| CFI (W/m <sup>2</sup> ) | 8h          |             |             | 12 h        |             |             | 16h         |             |             | 24h         |             |             |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                         | Baja        | Media       | Alta        |
| Ocupación               | 0,57        | 1,71        | 2,86        | 0,81        | 2,43        | 4,05        | 1,05        | 3,14        | 5,24        | 1,52        | 4,57        | 7,62        |
| Equipos                 | 0,43        | 1,29        | 2,14        | 0,61        | 1,82        | 3,04        | 0,79        | 2,36        | 3,93        | 1,14        | 3,43        | 5,71        |
| Iluminación *           | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>1,17</b> | <b>3,17</b> | <b>5,17</b> | <b>1,58</b> | <b>4,42</b> | <b>7,25</b> | <b>2,00</b> | <b>5,67</b> | <b>9,33</b> | <b>2,83</b> | <b>8,17</b> | <b>13,5</b> |

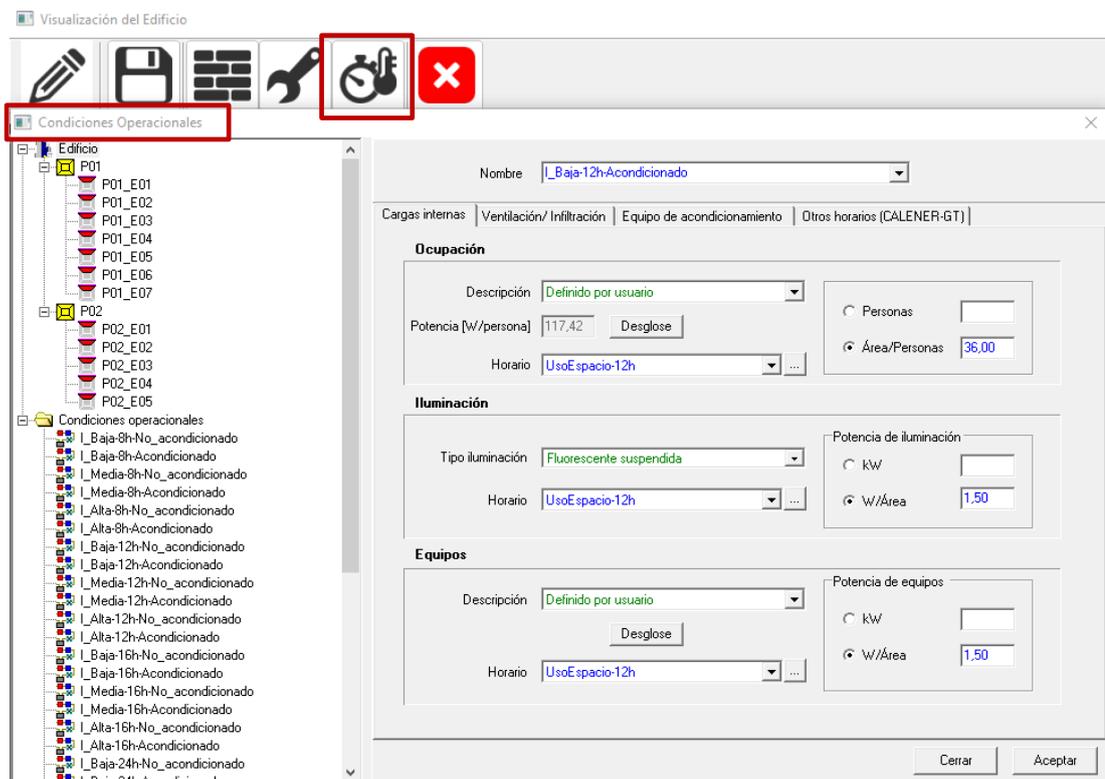
Con este criterio se modificaría en la pantalla de edición del espacio en HULC:

HULC. Imagen selección del de tipo de uso por espacio e imagen de edición de espacios

Para el resto de los espacios del local (gimnasio), se resume en la siguiente tabla, la relación más coherente entre carga interna media de cada espacio y los perfiles de uso predefinidos que se pueden seleccionar en HULC.

| CARGA INTERNA MEDIA DE ESPACIOS Y PERFILES DE USO EN CALENER VYP- GIMNASIO |               |                         |                        |                                              |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Programa del local                                                         |               |                         | Superficie por locales | Carga interna media ( $C_{Fi}$ ) por locales | Perfil de uso asimilable en CALENER VYP |
| ESPACIO                                                                    | PI.           | Nombre en planos        | ( $m^2$ )              | locales ( $W/m^2$ )                          |                                         |
| P02 E02                                                                    | Planta baja   | Despacho administración | 6,38                   | 5,07                                         | 8hA                                     |
| P02 E03                                                                    |               | Aseo planta baja        | 10,33                  | 0,11                                         | 8hB                                     |
| P02 E04                                                                    |               | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                  | 2,18                                         | 16hB                                    |
| P02 E05                                                                    |               | Sala 1                  | 12,17                  | 8,94                                         | 16hM                                    |
|                                                                            |               | Sala 2                  | 12,17                  |                                              |                                         |
|                                                                            |               | Sala 3                  | 71,65                  |                                              |                                         |
| 1 E04                                                                      | Planta sótano | Vestuario 1             | 12,20                  | 0,21                                         | 8hB                                     |
| 1 E05                                                                      |               | Aseo 1                  | 3,55                   | 0,11                                         | 8hB                                     |
| P01 E01                                                                    |               | Cabina 1                | 4,73                   | 4,70                                         | 12hM                                    |
|                                                                            |               | Cabina 2                | 4,73                   |                                              |                                         |
| 1 E03                                                                      |               | Vestíbulo 2             | 26,67                  | 0,21                                         | 8hB                                     |
| 1 E06                                                                      |               | Vestuario 2             | 12,20                  | 0,21                                         | 8hB                                     |
| 1 E07                                                                      |               | Aseo 2                  | 3,60                   | 0,11                                         | 8hB                                     |
| TOTALES Y MEDIAS                                                           |               |                         | 228,26                 | 4,61                                         |                                         |

Como alternativa más exacta y correcta a este procedimiento recurrimos a utilizar el módulo de VYP generado como trasposición desde GT, de reciente creación, de "condiciones operacionales" que permite introducir los datos de manera personalizada en lo que se refiere a los horarios de ocupación, iluminación y funcionamiento del resto de equipos presentes en cada local.



HULC. Imagen del módulo de condiciones operacionales donde podemos crear diferentes perfiles de uso

Este módulo de HULC, en su configuración actual de la versión 2.0.2412.1173 de 11 de mayo de 2023, permite crear hasta un máximo de 4 perfiles de uso diferentes. Cada uno de ellos con sus respectivos horarios e intensidades de uso para los apartados de ocupación, iluminación y equipos.

Esta limitación a 4 perfiles no existirá en próximas versiones de la herramienta, pero el ejercicio de simplificación aquí propuesto sirve para mostrar una posible modelización simplificada que pueda ser necesaria en edificios de mucho mayor tamaño en los que sea extremadamente complejo utilizar todos los posibles perfiles personalizados de cada una de las zonas.

En nuestro caso, uso de gimnasio, para ceñirnos a ese máximo de 4 perfiles que puede gestionar HULC en la actualidad, se han agrupado los diferentes locales de esta actividad en 3 grupos (perfiles) que se organizan de la siguiente forma:

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas |

Para introducir los distintos valores medios de los grupos de locales en cada uno de los apartados (ocupación, iluminación y equipos) se han creado, a partir de los perfiles de cada local, nuevas tablas resumen para cada agrupación. Se puede consultar este proceso en el *anexo 2 Cálculo de la carga interna media. CFI*. Estas tablas resumen que utilizaremos para crear los diferentes perfiles son las siguientes:

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                | CONDICIONES OCUPACIÓN        |                              |               |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | ocupación simultánea n° pers | Area/personas |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              | 80,93                        | 3,00                         | 26,98         |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        | 95,99                        | 20,00                        | 4,80          |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas | 51,34                        | 2,00                         | 25,67         |

Tabla resumen de las condiciones de ocupación con valores medios para cada uno de los 3 perfiles definidos

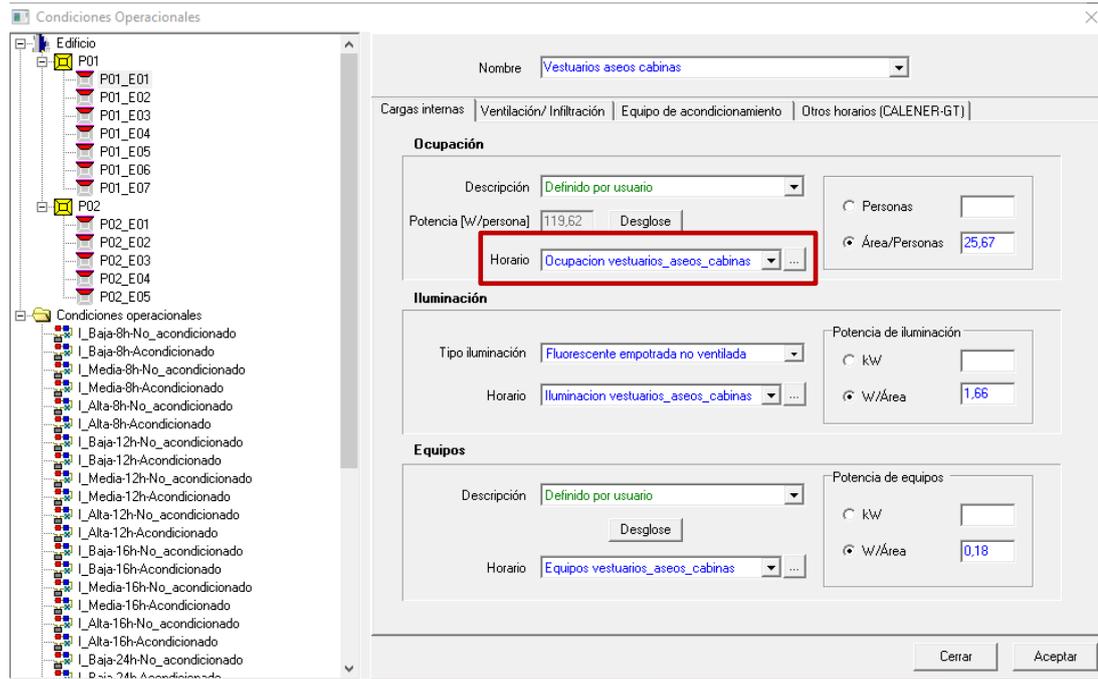
| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                | CONDICIONES ILUMINACIÓN      |                    |                                    |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Potencia total (W) | Potencia media (W/m <sup>2</sup> ) |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              | 80,93                        | 154,33             | 1,91                               |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        | 95,99                        | 383,96             | 4,00                               |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas | 51,34                        | 85,20              | 1,66                               |

Tabla resumen de las características de la iluminación con valores medios para cada uno de los 3 perfiles definidos

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                | CONDICIONES OTROS EQUIPOS    |                    |                                    |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Potencia total (W) | Potencia media (W/m <sup>2</sup> ) |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              | 80,93                        | 162,78             | 2,01                               |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        | 95,99                        | 95,99              | 1,00                               |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas | 51,34                        | 9,46               | 0,18                               |

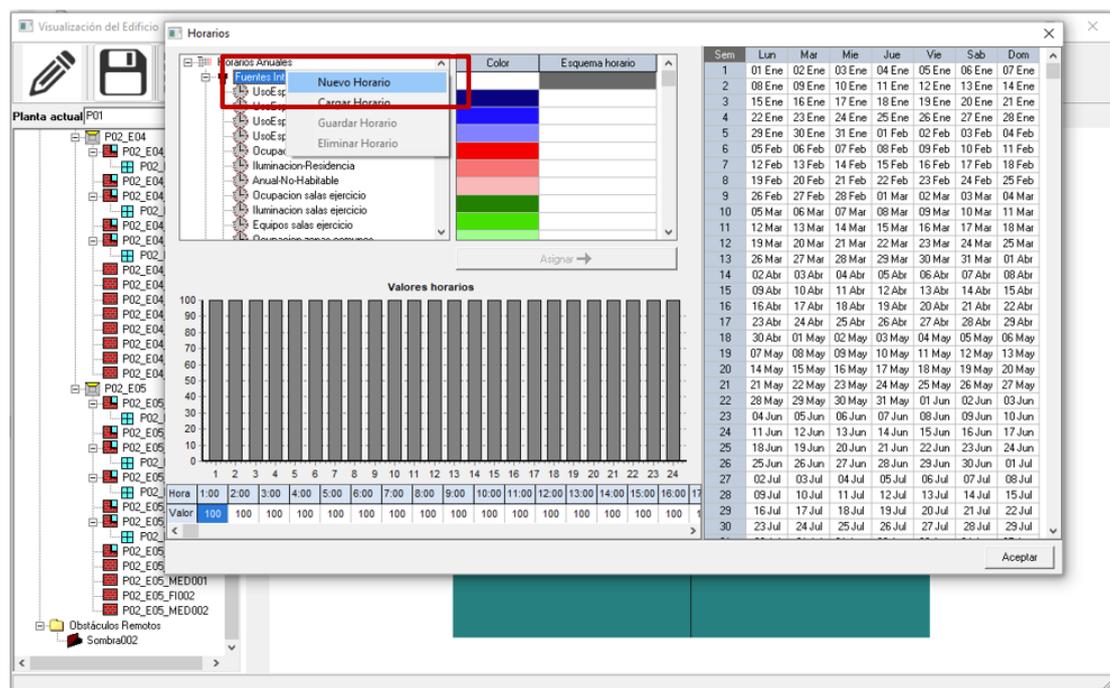
Tabla resumen de las características los equipos con valores medios para cada uno de los 3 perfiles definidos

Dentro de cada apartado de Ocupación, iluminación y equipos, además de modificar los valores referidos a la ratio Área/Personas y W/Área respectivamente, podemos añadir en cada uno de ellos el horario personalizado de funcionamiento, detallado por días y horas, seleccionando el botón de opciones dentro del "Horario" tal y como se muestra en las siguientes imágenes, pertenecientes a capturas de pantalla del programa:



En esta interfaz dentro de “Horario”, encontraremos una serie de *Fuentes internas* predefinidas con unos horarios prestablecidos para los distintos perfiles de uso *tipo* que utiliza el programa.

Para personalizar el nuestro, se debe crear un nuevo horario que nos permita definir por horas y días el horario del local o grupo de locales que estamos simulando. Para ello, debemos clicar con el botón secundario en *Fuentes internas* y a continuación seleccionar la opción de nuevo horario y asignarle un nombre reconocido, en nuestro caso para el espacio P01\_E01 que se encuentra dentro del perfil que vamos a definir como *Vestuarios aseos cabinas*, nombraríamos esta nueva fuente interna de horario de *Ocupación* como *Ocupación vestuarios\_aseos\_cabinas*:



Visualización del Edificio

Horarios

Planta actual P01

Color

Esquema horario

Asignar →

Valores horarios

| Hora  | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Valor | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |

| Sem | Lun    | Mar    | Mie    | Jue    | Vie    | Sab    | Dom    |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1   | 01 Ene | 02 Ene | 03 Ene | 04 Ene | 05 Ene | 06 Ene | 07 Ene |
| 2   | 08 Ene | 09 Ene | 10 Ene | 11 Ene | 12 Ene | 13 Ene | 14 Ene |
| 3   | 15 Ene | 16 Ene | 17 Ene | 18 Ene | 19 Ene | 20 Ene | 21 Ene |
| 4   | 22 Ene | 23 Ene | 24 Ene | 25 Ene | 26 Ene | 27 Ene | 28 Ene |
| 5   | 29 Ene | 30 Ene | 31 Ene | 01 Feb | 02 Feb | 03 Feb | 04 Feb |
| 6   | 05 Feb | 06 Feb | 07 Feb | 08 Feb | 09 Feb | 10 Feb | 11 Feb |
| 7   | 12 Feb | 13 Feb | 14 Feb | 15 Feb | 16 Feb | 17 Feb | 18 Feb |
| 8   | 19 Feb | 20 Feb | 21 Feb | 22 Feb | 23 Feb | 24 Feb | 25 Feb |
| 9   | 26 Feb | 27 Feb | 28 Feb | 01 Mar | 02 Mar | 03 Mar | 04 Mar |
| 10  | 05 Mar | 06 Mar | 07 Mar | 08 Mar | 09 Mar | 10 Mar | 11 Mar |
| 11  | 12 Mar | 13 Mar | 14 Mar | 15 Mar | 16 Mar | 17 Mar | 18 Mar |
| 12  | 19 Mar | 20 Mar | 21 Mar | 22 Mar | 23 Mar | 24 Mar | 25 Mar |
| 13  | 26 Mar | 27 Mar | 28 Mar | 29 Mar | 30 Mar | 31 Mar | 01 Abr |
| 14  | 02 Abr | 03 Abr | 04 Abr | 05 Abr | 06 Abr | 07 Abr | 08 Abr |
| 15  | 09 Abr | 10 Abr | 11 Abr | 12 Abr | 13 Abr | 14 Abr | 15 Abr |
| 16  | 16 Abr | 17 Abr | 18 Abr | 19 Abr | 20 Abr | 21 Abr | 22 Abr |
| 17  | 23 Abr | 24 Abr | 25 Abr | 26 Abr | 27 Abr | 28 Abr | 29 Abr |
| 18  | 30 Abr | 01 May | 02 May | 03 May | 04 May | 05 May | 06 May |
| 19  | 07 May | 08 May | 09 May | 10 May | 11 May | 12 May | 13 May |
| 20  | 14 May | 15 May | 16 May | 17 May | 18 May | 19 May | 20 May |
| 21  | 21 May | 22 May | 23 May | 24 May | 25 May | 26 May | 27 May |
| 22  | 28 May | 29 May | 30 May | 31 May | 01 Jun | 02 Jun | 03 Jun |
| 23  | 04 Jun | 05 Jun | 06 Jun | 07 Jun | 08 Jun | 09 Jun | 10 Jun |
| 24  | 11 Jun | 12 Jun | 13 Jun | 14 Jun | 15 Jun | 16 Jun | 17 Jun |
| 25  | 18 Jun | 19 Jun | 20 Jun | 21 Jun | 22 Jun | 23 Jun | 24 Jun |
| 26  | 25 Jun | 26 Jun | 27 Jun | 28 Jun | 29 Jun | 30 Jun | 01 Jul |
| 27  | 02 Jul | 03 Jul | 04 Jul | 05 Jul | 06 Jul | 07 Jul | 08 Jul |
| 28  | 09 Jul | 10 Jul | 11 Jul | 12 Jul | 13 Jul | 14 Jul | 15 Jul |
| 29  | 16 Jul | 17 Jul | 18 Jul | 19 Jul | 20 Jul | 21 Jul | 22 Jul |
| 30  | 23 Jul | 24 Jul | 25 Jul | 26 Jul | 27 Jul | 28 Jul | 29 Jul |

Aceptar

Dentro del nuevo horario en la casilla *Esquema Horario* describiremos el día o días de la semana del nuevo horario que vamos a introducir, por ejemplo y tal y como se muestra a continuación, nombraremos *Diario* (de lunes a viernes) los valores horarios que queremos definir para estos días de la semana. En nuestro caso hemos definido unas tablas horarias generales por espacio y a partir de ellas agrupados los locales según los perfiles de uso que hemos definido. Se pueden consultar en el *anexo 2 Cálculo de la carga interna media. CFI*.

Para cada una de las 24 horas del día hemos de seleccionar el porcentaje previsto. Esta selección se puede hacer gráficamente desplazando las barras de cada hora o introduciendo el valor deseado en la fila de la tabla inferior:

Visualización del Edificio

Horarios

Planta actual P01

Color

Esquema horario

Asignar →

Valores horarios

| Hora  | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 |
|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Valor | 0    | 0    | 0    | 15   | 15    | 15    | 15    | 15    | 0     | 15    | 15    | 15    | 15    | 10    | 10    | 10    |

| Sem | Lun    | Mar    | Mie    | Jue    | Vie    | Sab    | Dom    |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1   | 01 Ene | 02 Ene | 03 Ene | 04 Ene | 05 Ene | 06 Ene | 07 Ene |
| 2   | 08 Ene | 09 Ene | 10 Ene | 11 Ene | 12 Ene | 13 Ene | 14 Ene |
| 3   | 15 Ene | 16 Ene | 17 Ene | 18 Ene | 19 Ene | 20 Ene | 21 Ene |
| 4   | 22 Ene | 23 Ene | 24 Ene | 25 Ene | 26 Ene | 27 Ene | 28 Ene |
| 5   | 29 Ene | 30 Ene | 31 Ene | 01 Feb | 02 Feb | 03 Feb | 04 Feb |
| 6   | 05 Feb | 06 Feb | 07 Feb | 08 Feb | 09 Feb | 10 Feb | 11 Feb |
| 7   | 12 Feb | 13 Feb | 14 Feb | 15 Feb | 16 Feb | 17 Feb | 18 Feb |
| 8   | 19 Feb | 20 Feb | 21 Feb | 22 Feb | 23 Feb | 24 Feb | 25 Feb |
| 9   | 26 Feb | 27 Feb | 28 Feb | 01 Mar | 02 Mar | 03 Mar | 04 Mar |
| 10  | 05 Mar | 06 Mar | 07 Mar | 08 Mar | 09 Mar | 10 Mar | 11 Mar |
| 11  | 12 Mar | 13 Mar | 14 Mar | 15 Mar | 16 Mar | 17 Mar | 18 Mar |
| 12  | 19 Mar | 20 Mar | 21 Mar | 22 Mar | 23 Mar | 24 Mar | 25 Mar |
| 13  | 26 Mar | 27 Mar | 28 Mar | 29 Mar | 30 Mar | 31 Mar | 01 Abr |
| 14  | 02 Abr | 03 Abr | 04 Abr | 05 Abr | 06 Abr | 07 Abr | 08 Abr |
| 15  | 09 Abr | 10 Abr | 11 Abr | 12 Abr | 13 Abr | 14 Abr | 15 Abr |
| 16  | 16 Abr | 17 Abr | 18 Abr | 19 Abr | 20 Abr | 21 Abr | 22 Abr |
| 17  | 23 Abr | 24 Abr | 25 Abr | 26 Abr | 27 Abr | 28 Abr | 29 Abr |
| 18  | 30 Abr | 01 May | 02 May | 03 May | 04 May | 05 May | 06 May |
| 19  | 07 May | 08 May | 09 May | 10 May | 11 May | 12 May | 13 May |
| 20  | 14 May | 15 May | 16 May | 17 May | 18 May | 19 May | 20 May |
| 21  | 21 May | 22 May | 23 May | 24 May | 25 May | 26 May | 27 May |
| 22  | 28 May | 29 May | 30 May | 31 May | 01 Jun | 02 Jun | 03 Jun |
| 23  | 04 Jun | 05 Jun | 06 Jun | 07 Jun | 08 Jun | 09 Jun | 10 Jun |
| 24  | 11 Jun | 12 Jun | 13 Jun | 14 Jun | 15 Jun | 16 Jun | 17 Jun |
| 25  | 18 Jun | 19 Jun | 20 Jun | 21 Jun | 22 Jun | 23 Jun | 24 Jun |
| 26  | 25 Jun | 26 Jun | 27 Jun | 28 Jun | 29 Jun | 30 Jun | 01 Jul |
| 27  | 02 Jul | 03 Jul | 04 Jul | 05 Jul | 06 Jul | 07 Jul | 08 Jul |
| 28  | 09 Jul | 10 Jul | 11 Jul | 12 Jul | 13 Jul | 14 Jul | 15 Jul |
| 29  | 16 Jul | 17 Jul | 18 Jul | 19 Jul | 20 Jul | 21 Jul | 22 Jul |
| 30  | 23 Jul | 24 Jul | 25 Jul | 26 Jul | 27 Jul | 28 Jul | 29 Jul |

Aceptar

Además del “Esquema horario” *Diario* que hemos creado, debemos introducir los valores correspondientes a los sábados y a los domingos o festivos, ya que, en nuestro caso, son valores horarios de ocupación sustancialmente diferentes y debemos hacer la distinción con respecto al horario de ocupación diario del gimnasio.

Para crear el esquema horario “*Sábado*” basta con escribir el nombre en una casilla sin uso de la columna *Esquema horario* y definir sus valores horarios en la gráfica tal y como hemos hecho en el caso de esquema horario *Diario*.

The screenshot shows the 'Horarios' window with the following components:

- Left Panel:** A tree view of building elements including 'Usos', 'Iluminación', and 'Equipos'.
- Central Panel:** A table with columns 'Color' and 'Esquema horario'. The 'Sábado' row is highlighted in blue. Below this is an 'Asignar' button.
- Bottom Panel:** A bar chart titled 'Valores horarios' showing values for 24 hours. The x-axis is labeled 'hora' and the y-axis is labeled 'valor'. The values for hours 8-14 are 10, 15, 15, 15, 15, 15, 15.
- Right Panel:** A calendar grid showing days of the week (Lun, Mar, Mie, Jue, Vie, Sab, Dom) and dates from January to July. The 'Sab' column is highlighted in blue.

En el lateral derecho de la interfaz podemos observar todos los días del año organizados por semanas y días de la semana. Por defecto, el programa tiene asignados todos estos días en el color blanco, en este caso, correspondiente al esquema horario *Diario*. Cuando introducimos un nuevo esquema horario como hemos hecho con “*Sábado*”, debemos asignar estos valores horarios a los días correspondientes. Para ello, seleccionaremos la columna perteneciente a los sábados en el lateral derecho de la interfaz y pincharemos en el botón “*Asignar*” para que inserte los valores horarios definidos en el “Esquema horario” seleccionado en todos los sábados del año. Comprobaremos que se han asignado correctamente los valores si la columna de los sábados aparece sombreada del color que correspondiente al “Esquema horario” “*Sábado*”, en nuestro caso, azul.

Visualización del Edificio

Horarios

Planta actual: P01

Usos:

- UsosEspacio-16h
- UsosEspacio-24h
- Ocupacion-Residencia
- Iluminacion-Residencia
- Annual-No-Habitabile
- Ocupacion salas ejercicio
- Iluminacion salas ejercicio
- Equipos salas ejercicio
- Ocupacion zonas comunes
- Iluminacion zonas comunes
- Equipos zonas comunes
- Ocupacion vestuarios\_aseos\_cabinas

| Color   | Esquema horario |
|---------|-----------------|
| Diario  | Diario          |
| Sábado  | Sábado          |
| Domingo | Domingo         |

Valores horarios

| Hora  | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Valor | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 10   | 15   | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 0     |

Obstáculo: Sombra002

De la misma manera crearemos otro “Esquema horario” para los *Domingos*, que, en este caso, de nuestro ejemplo, y referidos a la ocupación es nula (cero) para todas las horas del día ya que el gimnasio permanece cerrado los domingos. De la misma manera que en el Esquema horario “Sábado”, seleccionamos los domingos del año y le asignamos el horario creado, de color rojo en este caso:

Visualización del Edificio

Horarios

Planta actual: P01

Usos:

- UsosEspacio-16h
- UsosEspacio-24h
- Ocupacion-Residencia
- Iluminacion-Residencia
- Annual-No-Habitabile
- Ocupacion salas ejercicio
- Iluminacion salas ejercicio
- Equipos salas ejercicio
- Ocupacion zonas comunes
- Iluminacion zonas comunes
- Equipos zonas comunes
- Ocupacion vestuarios\_aseos\_cabinas

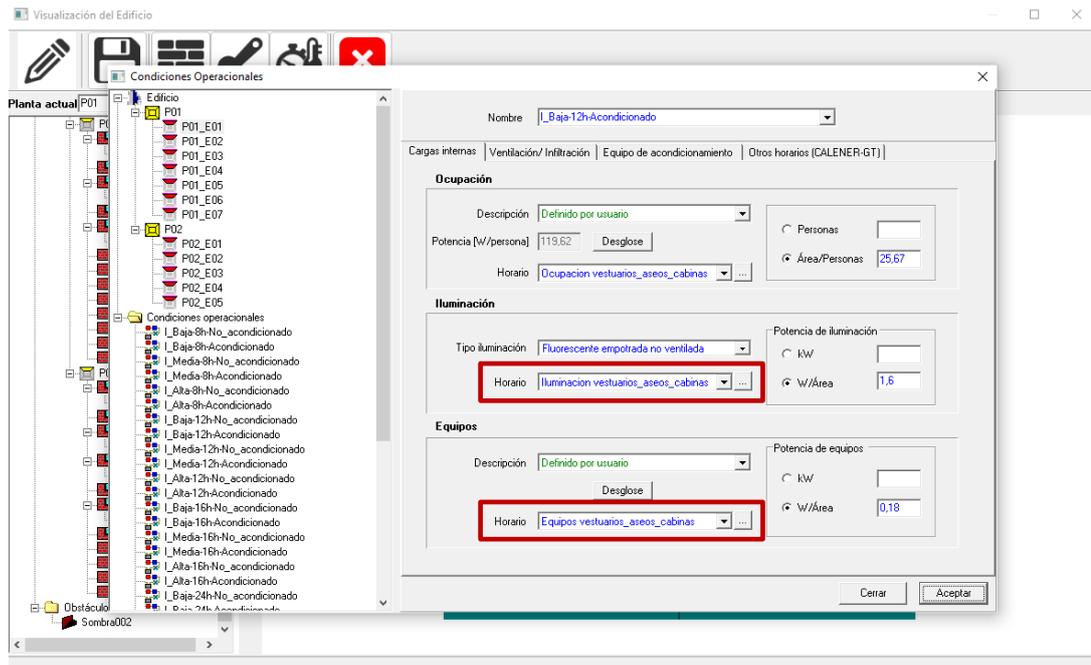
| Color   | Esquema horario |
|---------|-----------------|
| Diario  | Diario          |
| Sábado  | Sábado          |
| Domingo | Domingo         |

Valores horarios

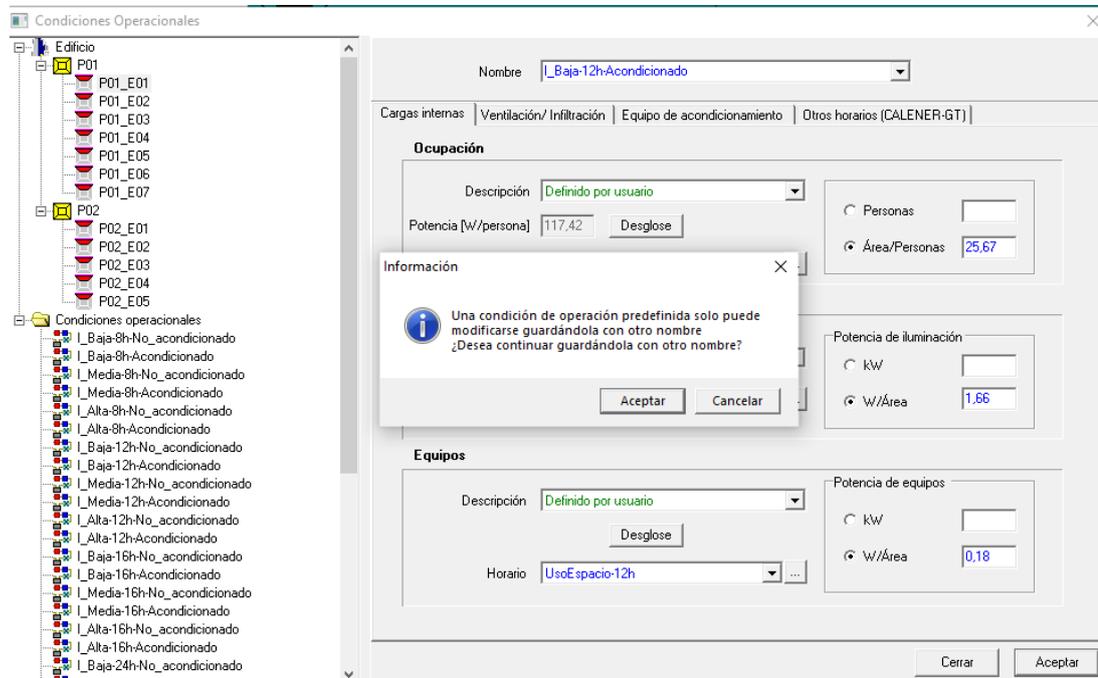
| Hora  | 1:00 | 2:00 | 3:00 | 4:00 | 5:00 | 6:00 | 7:00 | 8:00 | 9:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Valor | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

Obstáculo: Sombra002

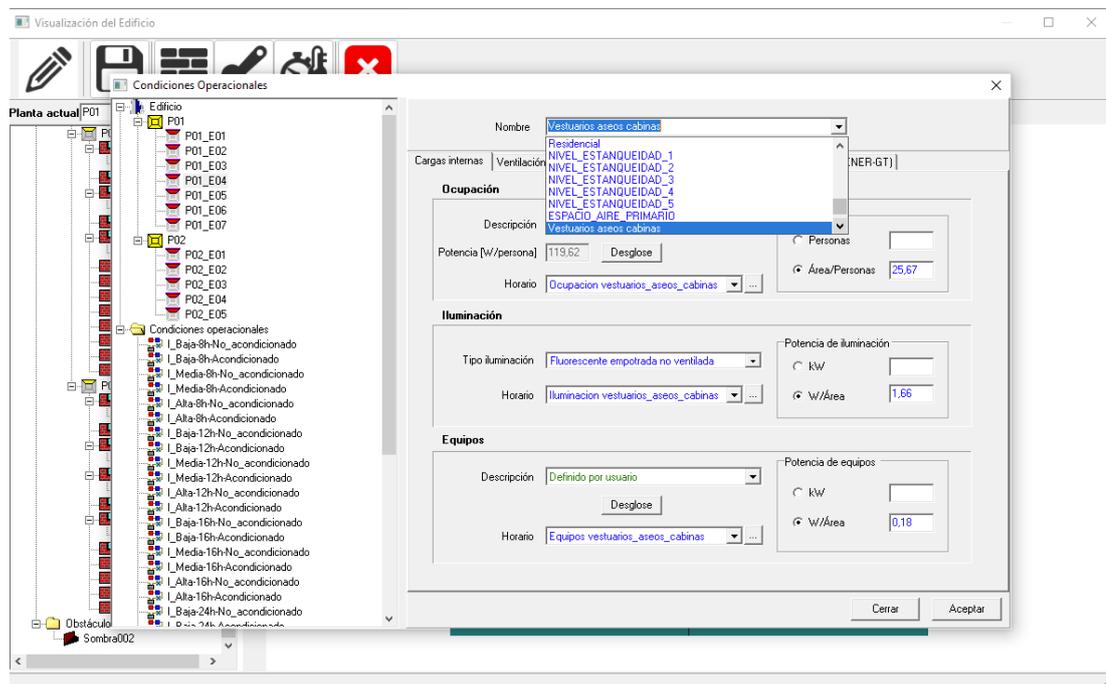
De esta manera, habremos terminado de crear el horario correspondiente a la ocupación para este perfil de uso “*Vestuarios aseos cabinas*”. De igual manera crearemos los horarios correspondientes a Iluminación y Equipos dentro de este perfil de uso y basándonos en las tablas resumen que aparecen en esta Guía. Se puede consultar este proceso en el *anexo 2 Cálculo de la carga interna media. CFI*



Una vez hayamos introducido nuestros valores y horarios de ocupación, iluminación y equipos, pulsamos el botón “Aceptar” y el programa nos ofrecerá la opción de editar el perfil preestablecido (L\_Baja-12h-Acondicionado) o generar un nuevo perfil. De esta manera crearemos y nombraremos cada uno de los perfiles (Zonas comunes y oficina, Salas de ejercicio y Vestuarios, aseos y cabinas).



Una vez creado el perfil de uso (en este caso Vestuarios, aseos y cabinas) y habiéndole asignado el nombre, podremos asignar a cada espacio perteneciente a este grupo el perfil generado utilizando el desplegable de tipo de uso, tal y como hemos hecho a continuación con el espacio P01\_E04 perteneciente también al perfil de uso *Vestuarios aseos y cabinas*:



Por último, debemos introducir los datos de la pestaña de ventilación/infiltración. Para ello debemos realizar la misma operación de agrupación con los caudales de ventilación. Para ello debemos realizar la misma operación de agrupación de los caudales de ventilación para cada grupo de espacios de cada perfil.

A partir de la tabla de caudales de ventilación por espacios que figura en el apartado de *Sistemas, apartado 1. Ventilación mecánica con recuperador de calor*, que se reproducimos a continuación:

#### CAUDALES DE VENTILACIÓN

| LOCAL              |         |                         | OCUPACIÓN                       |                                                  | CARACTERIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN          |                     |            |                                                             |                                                                          |                                 |                                  |                                 |                              |                                |
|--------------------|---------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Programa del local |         |                         | Superficie<br>(m <sup>2</sup> ) | Volumen de<br>aire interior<br>(m <sup>3</sup> ) | Ocupación<br>max. por<br>espacios<br>nº p. | Categorías del aire |            | Tasa de<br>ventilación<br>según IDA<br>dm <sup>3</sup> /s/p | Tasa de<br>ventilación<br>según IDA<br>dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup> | Caudales mínimos de ventilación |                                  |                                 |                              |                                |
| Pl.                | ESPACIO | nomenclatura en planos  |                                 |                                                  |                                            | Interior            | Extracción |                                                             |                                                                          | Impulsión<br>dm <sup>3</sup> /s | Extracción<br>dm <sup>3</sup> /s | Extracción<br>m <sup>3</sup> /s | Extracción m <sup>3</sup> /h | Renov./h<br>(h <sup>-1</sup> ) |
| Planta baja        | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                            | 22,01                                            | 2                                          | IDA 2               | AE 1       | 12,5                                                        |                                                                          | 25,0                            | 25,0                             | 0,03                            | 90,00                        | 4,1                            |
|                    | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                           | 35,64                                            |                                            | IDA 3               | AE 2       |                                                             | 0,55                                                                     | 5,7                             | 31,0                             | 0,03                            | 111,56                       | 3,1                            |
|                    | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                           | 165,19                                           | 23                                         | IDA 3               | AE 2       | 8,0                                                         |                                                                          | 184,0                           | 184,0                            | 0,18                            | 662,40                       | 4,0                            |
|                    | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17                           | 331,20                                           | 8                                          | IDA 3               | AE 2       | 8,0                                                         |                                                                          | 64,0                            | 64,0                             | 0,06                            | 230,40                       | 2,6                            |
|                    |         | Sala 2                  | 12,17                           |                                                  | 8                                          | IDA 3               | AE 2       | 8,0                                                         |                                                                          | 64,0                            | 64,0                             | 0,06                            | 230,40                       |                                |
|                    | Sala 3  | 71,65                   |                                 | 14                                               | IDA 3                                      | AE 2                | 8,0        |                                                             | 112,0                                                                    | 112,0                           | 0,11                             | 403,20                          |                              |                                |
| Planta sótano      | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                           | 37,21                                            | 6                                          | IDA 3               | AE 2       | 8,0                                                         |                                                                          | 48,0                            | 36,6                             | 0,04                            | 131,76                       | 3,5                            |
|                    | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                            | 10,83                                            |                                            | IDA 3               | AE 2       |                                                             | 0,55                                                                     | 2,0                             | 15,0                             | 0,02                            | 54,00                        | 5,0                            |
|                    | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                            | 27,99                                            | 1                                          | IDA 3               | AE 2       | 8,0                                                         |                                                                          | 8,0                             | 8,0                              | 0,01                            | 28,80                        | 2,1                            |
|                    |         | Cabina 2                | 4,73                            |                                                  | 1                                          | IDA 3               | AE 2       | 8,0                                                         |                                                                          | 8,0                             | 8,0                              | 0,01                            | 28,80                        |                                |
|                    | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                           | 81,34                                            | 13                                         | IDA 3               | AE 2       | 8,0                                                         |                                                                          | 104,0                           | 104,0                            | 0,10                            | 374,40                       | 4,6                            |
|                    | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                           | 37,21                                            | 6                                          | IDA 3               | AE 2       | 8,0                                                         |                                                                          | 48,0                            | 36,6                             | 0,04                            | 131,76                       | 3,5                            |
|                    | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                            | 10,98                                            |                                            | IDA 3               | AE 2       |                                                             | 0,55                                                                     | 2,0                             | 15,0                             | 0,02                            | 54,00                        | 4,9                            |
| <b>TOTALES</b>     |         |                         | <b>228,26</b>                   | <b>759,60</b>                                    | <b>82</b>                                  |                     |            |                                                             |                                                                          | <b>674,6</b>                    | <b>703,2</b>                     | <b>0,70</b>                     | <b>2.531,48</b>              | <b>3,33</b>                    |

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales colindantes. Para conseguirlo se propone que reciban aire de transferencia de los locales adyacentes y que en los espacios de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(\*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 l/s.m<sup>2</sup> (según el RITE El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m<sup>2</sup> o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos para cada unidad de inodoro .

(\*\*) En los vestuarios que comparten espacio con aparatos sanitarios y cabina de inodoro se ha considerado el mismo criterio de caudal de extracción aplicado en la zona de cabina de inodoros.

Para el resto de espacios, como simplificación, se mantiene el mismo caudal de impulsión y de extracción sin considerar las posibles diferencias entre ambos y que son necesarias para establecer los flujos interiores de aire y las condiciones de presión diferencial en los locales.

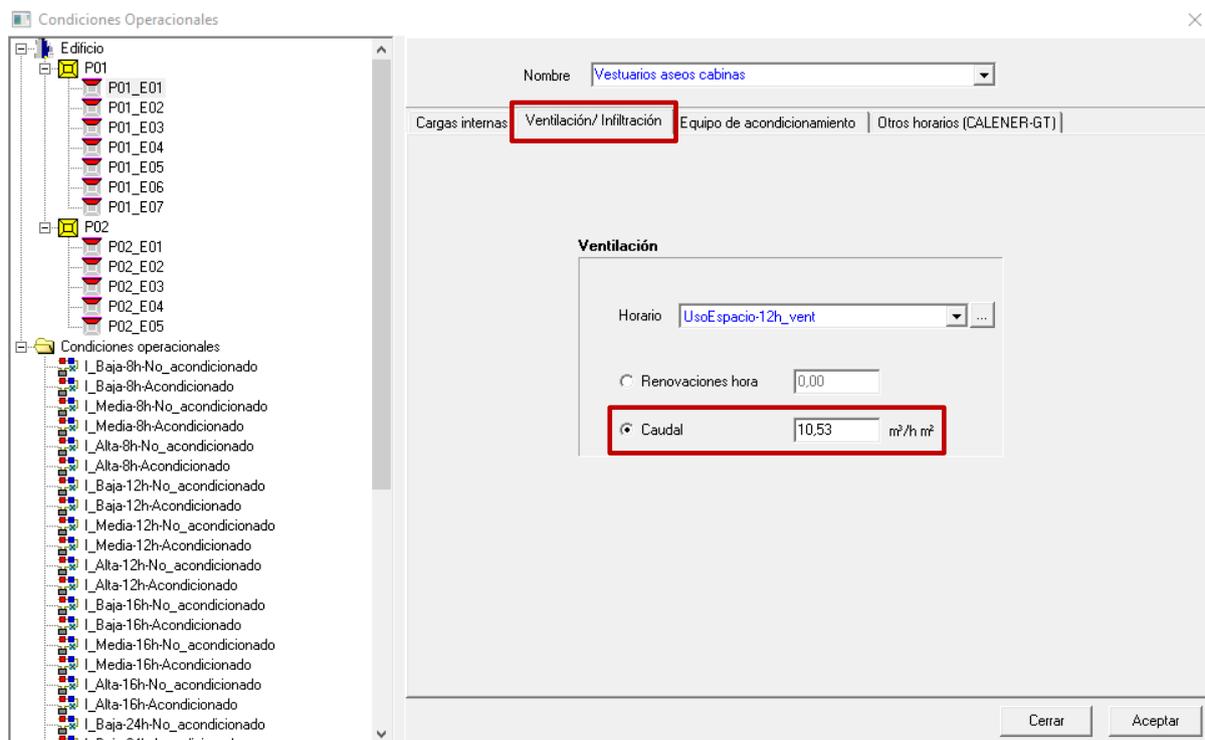
**El sistema incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%**

calcularemos una media ponderada de los caudales de los espacios de cada perfil de uso que hemos definido y elaboramos la siguiente tabla:

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                | VENTILACIÓN                  |                                         |                                                        |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Caudal de ventilación m <sup>3</sup> /h | Caudal de ventilación m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              | 80,93                        | 1.126,80                                | 13,92                                                  |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        | 95,99                        | 864,00                                  | 9,00                                                   |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas | 51,34                        | 540,68                                  | 10,53                                                  |

Tabla resumen de las características de la ventilación con valores medios para cada uno de los 3 perfiles definidos

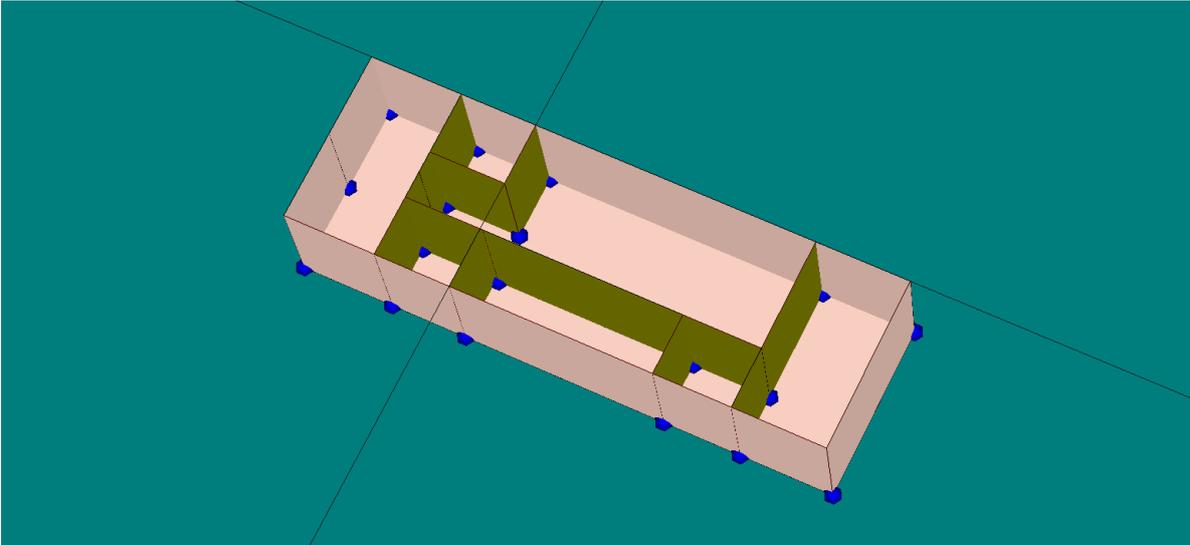
Esta pestaña de ventilación nos permite introducir el dato de ventilación mediante renovaciones hora (re/h) o mediante el valor en m<sup>3</sup>/h·m<sup>2</sup>. Esta última, es la opción que hemos elegido.



Siguiendo el mismo procedimiento que hemos empleado para crear el perfil de uso de *Vestuarios\_aseos\_cabinas*, crearemos, siguiendo los mismos pasos, los otros dos perfiles de uso: *Zonas comunes y oficinas* y *Salas de ejercicio*

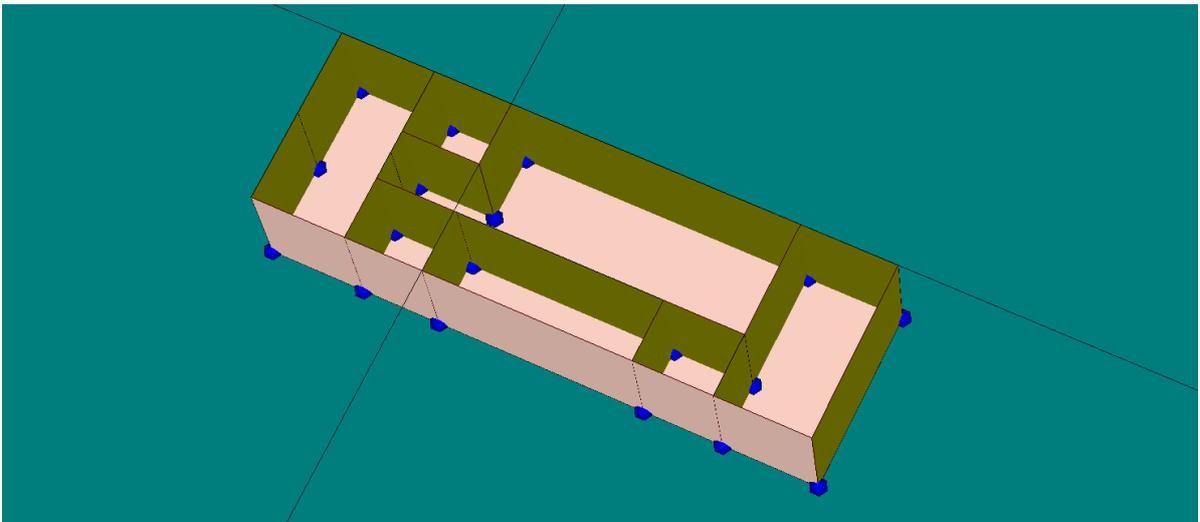
Este proceso de asignación de perfiles de uso lo iremos repitiendo conforme vamos levantando la geometría del modelo planta a planta y espacio a espacio.

Continuamos con el levantamiento del modelo en HULC:



*Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta sótano*

A continuación, debemos modificar manualmente los cerramientos definidos por el programa como “cerramientos en contacto con el terreno” y que en realidad son medianeros con las zonas comunes del edificio. Estas zonas comunes que bordean el gimnasio en tres de sus caras son espacios no acondicionados con perfil de uso claramente diferenciado del de gimnasio. Por este motivo, estos cerramientos los cambiamos a la condición de medianera estándar:



*Imagen del proceso de levantamiento en HULC de la planta sótano*

Recordemos que las transmitancias de estas medianeras han sido corregidas incorporando el efecto del espacio adyacente (no habitable o no acondicionado). Para ello, se añade en su composición original una nueva capa con el valor de la resistencia térmica equivalente del local adyacente. Este cálculo se ha realizado, para todas estas medianeras, en la introducción del apartado de la definición constructiva del modelo. El resumen se detalla en el siguiente cuadro:

| CARACTERÍSTICAS Y VALORES                                                                 | REFERENCIA DEL ELEMENTO MEDIANERO |                      |                      |                |                     |                 |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------|---------------------|-----------------|-------------------|
|                                                                                           | M2-E1                             | M2-O1                | M1-O1                | M1-E1          | M1-N1               | F2-1.2          | F2-1.1            |
| ESPACIO DENTRO DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA                                                   | SALA 3 MÁQUINAS                   | ASEOS Y DESPACHO     | VESTUARIO 1          | VESTUARIO 2    | VESTÍBULO-VESTUARIO | SALA 3 MÁQUINAS | SALAS 1,2,3 ASEOS |
| Espacio adyacente NO HABITABLE NO ACONDICIONADO                                           | PORTAL DE ACCESO (*)              | PORTAL DE ACCESO (*) | NÚCLEO DE COMUNICAC. | TRASTEROS (**) | GARAJE (**)         | TRASTEROS (**)  | GARAJE (**)       |
| Tipo de ELEMENTO                                                                          | MED VERTICAL                      | MED VERTICAL         | MED VERTICAL         | MED VERTICAL   | MED VERTICAL        | MED FORJADO     | MED FORJADO       |
| Superficie medianeras entre AMBOS ESPACIOS (A <sub>i</sub> ) (m <sup>2</sup> )            | 37,83                             | 28,39                | 16,73                | 16,73          | 51,80               | 22,80           | 83,90             |
| Superficie cerramientos con EXTERIOR (A <sub>e,k</sub> ) (m <sup>2</sup> )                | 65,48                             | 65,48                | -                    | -              | 2.605,00            | -               | 2.605,00          |
| TRANSMITANCIA (U <sub>a,k</sub> ) de estos cerramientos con EXTERIOR (W/m <sup>2</sup> K) | 0,43                              | 0,43                 | -                    | -              | 1,94                | -               | 1,94              |
| Volumen del ESP. NO ACONDICIONADO (m <sup>3</sup> )                                       | 221,25                            | 221,25               | 82,24                | 69,56          | 13.922,42           | 69,56           | 13.922,42         |
| Ventilación del ESP. NO ACONDICIONADO ren/h                                               | 3,00                              | 3,00                 | 3,00                 | 3,00           | 3,00                | 3,00            | 3,00              |
| Resistencia Térmica del NO ACONDICIONADO (R <sub>u</sub> ) (m <sup>2</sup> K/W)           | <b>0,153</b>                      | <b>0,115</b>         | <b>0,205</b>         | <b>0,243</b>   | <b>0,003</b>        | <b>0,331</b>    | <b>0,004</b>      |

(\*) Respecto a los cerramientos en contacto con el exterior de estos espacios se ha tomado una media ponderada entre la transmitancia de la parte opaca (0,34 W/m<sup>2</sup>K) y la de los huecos (1,15 W/m<sup>2</sup>K).

(\*\*) Son los espacios adyacentes para los que se podría obtener, de una manera relativamente sencilla, el caudal de ventilación y por tanto, el nº de renovaciones hora de una manera más exacta. Es el caso de trasteros, se aplicaría la *Tabla 2.2 Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables del DB HS 3 Salubridad*. Para el garaje, se aplicaría el caudal más desfavorable que es el de extracción y que el *DB SI Seguridad en caso de incendio*, en su sección *SI 3 Evacuación de ocupantes*, punto *8 Control del humo de incendio*, fija en 150 l/s por cada plaza de aparcamiento. Como alternativa, en el caso de espacios adyacentes no acondicionados, se puede estimar un valor por defecto de 3 ren/h. Esta es la opción por la que se ha optado en todos los casos de esta tabla.

En cuanto a la definición de los espacios, existe una gran variedad de espacios con diferentes condiciones y definición. Esta planta consta de cuatro espacios correspondientes a las dos cabinas de tratamientos, los dos vestuarios y el vestíbulo de la planta (espacios P01 E01, P01 E04, P01 E06 y P01 E03) definidos como espacios acondicionados y dentro de la envolvente térmica. Además, cuenta con dos espacios no acondicionados pertenecientes a la envolvente térmica como son los dos aseos de esta planta (espacios P01 E05 Y P01 E07). Por último, esta planta cuenta con un espacio no habitable que corresponde al hueco del ascensor (P01 E02). Este último espacio, pese a ser no habitable, por su posición, sí que se ha incluido dentro de la envolvente térmica del edificio.

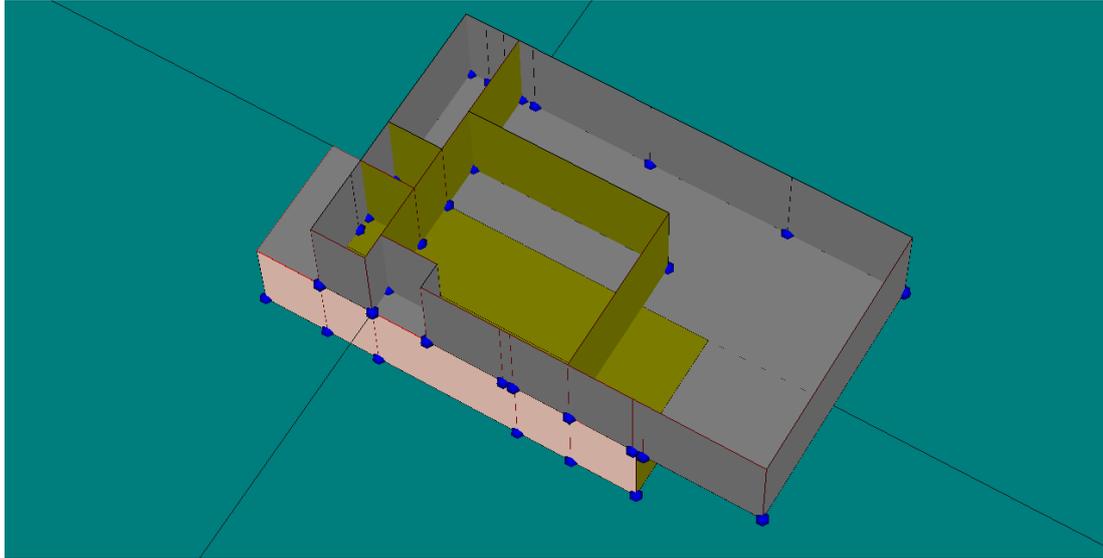
Planta baja.

- P02 E01 P02 E02, P02 E03, P02 E04, P02 E05 y P02 E06

La planta P02, que es la que contiene el acceso local comercial, se sitúa en la cota 0,00 y su altura es de 3,90 metros. Dentro de los 5 espacios que definen esta planta y al igual que ocurre en la planta sótano, hay un espacio no habitable pero que pertenece a la envolvente térmica, es el que recoge el espacio que ocupa el ascensor. El nivel de estanqueidad con el que se ha definido este espacio, en función de la ventilación previsible, es de 3 según los valores de la tabla 8 del *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. Como se ha comentado, se trata de una zona destinada al hueco del ascensor que debe contar con aberturas de ventilación.

Al levantar esta planta a continuación de la planta sótano, el programa generará de manera automática la porción de cubierta de la planta sótano que reconoce como contacto con el

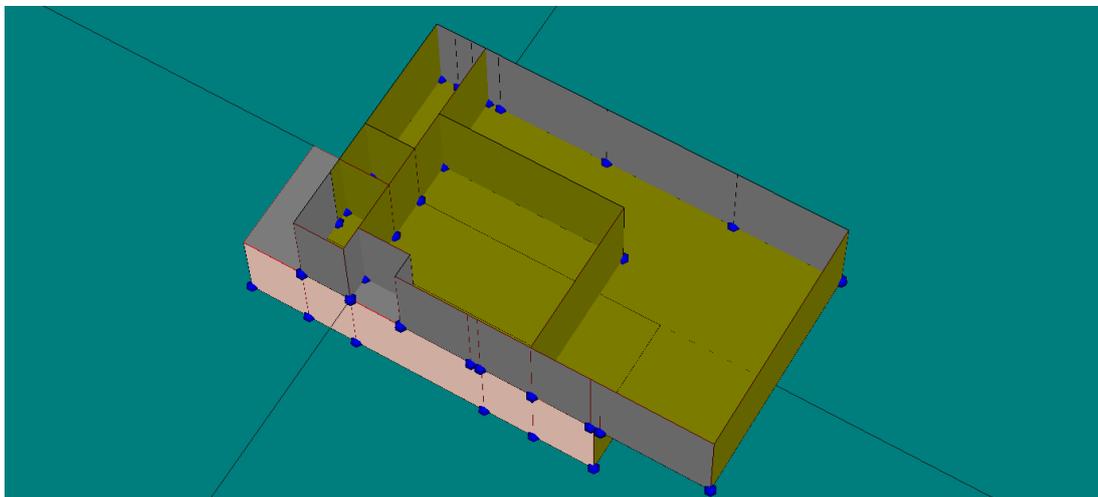
exterior. Lo mismo ocurre con el desfase de forjado entre las plantas sótano y de acceso, el programa automáticamente los define como contacto con exterior.



*Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta de acceso (local comercial)*

Se deben modificar manualmente esos cerramientos que el programa de manera automática ha definido como “cerramientos en contacto con el exterior” y que en realidad son medianeros con las zonas comunes del edificio. En este caso, las medianeras laterales colindan con las zonas comunes interiores del edificio (vestíbulo de acceso y núcleos de comunicación vertical).

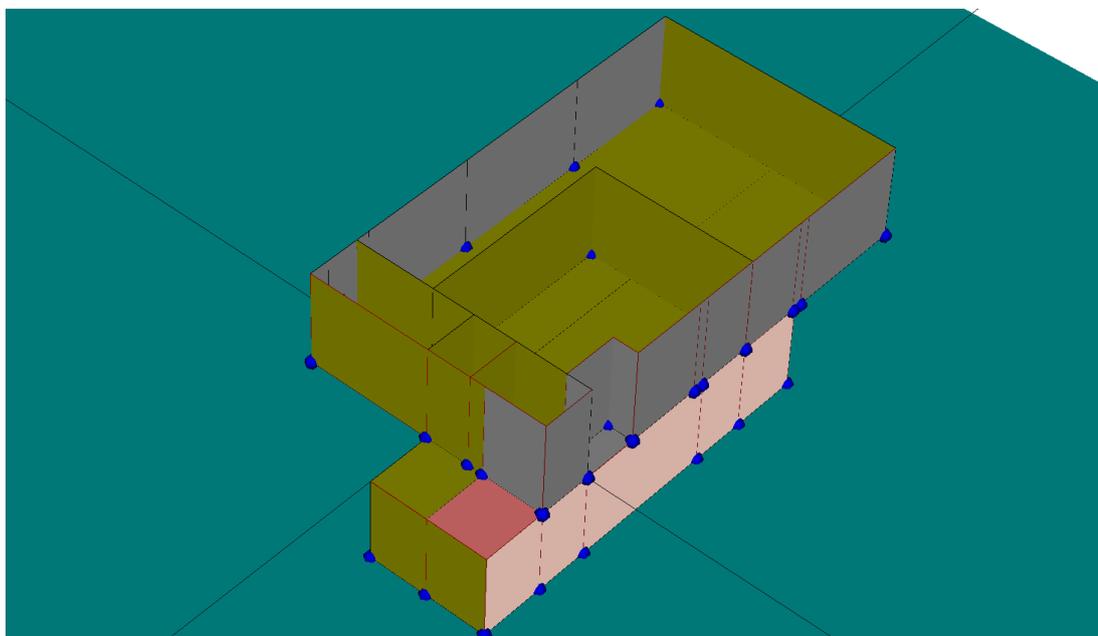
Estas zonas comunes interiores son espacios no acondicionados con perfil de uso claramente diferenciado al del gimnasio. Por este motivo, estos cerramientos los cambiamos a la condición de medianera estándar. Lo mismo ocurre con el forjado de esta planta cuya huella no se corresponde en proyección con la planta sótano del local. El programa entiende que este forjado se encuentra en contacto con el aire exterior por lo que debemos modificarlo manualmente a medianería estándar (al estar en contacto con el garaje del edificio que es un espacio no acondicionado). Recordemos lo explicado anteriormente para estas medianeras cuyas transmitancias se corrigen incorporando en una capa la resistencia térmica del local con el que tienen contacto.



*Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta de acceso (local comercial)*

Además, según podemos observar en la planimetría del local, parte de la cubierta de la planta sótano del local que no está cubierta por la planta de acceso de este, da directamente al exterior al corresponderse con el zaguán de acceso al núcleo de viviendas. Este cerramiento de cubierta partida debemos dividirlo en dos al generar las polilíneas del modelo, creando un pinzamiento extra en el punto donde dicha cubierta se separa en dos (por un lado, la que da al exterior y por otro, la que da a las zonas comunes interiores del edificio). De esta manera, eliminaremos la cubierta exterior que genera el programa de manera automática y generaremos de manera manual las dos cubiertas diferenciadas.

Lo mismo ocurre con el muro que separa la zona de oficina, por un lado, del zaguán de acceso y por lo tanto al exterior, y por otro, de las zonas comunes interiores del edificio. De la misma manera, al crear las polilíneas del modelo, realizaremos un pinzamiento más en la polilínea del espacio dedicado a la oficina en el punto donde se diferencia este contacto. En este caso, no tenemos que volver a levantar a mano el cerramiento, simplemente debemos modificarlo y la parte que separa de las zonas comunes interiores del edificio, convertirla en medianería estándar, según se muestra a continuación:



*Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta de acceso (viviendas accesibles y zonas comunes)*

En cuanto a la definición de los espacios, en esta planta también existe variedad de espacios con diferentes condiciones y definición. Esta planta consta de tres espacios correspondientes a:

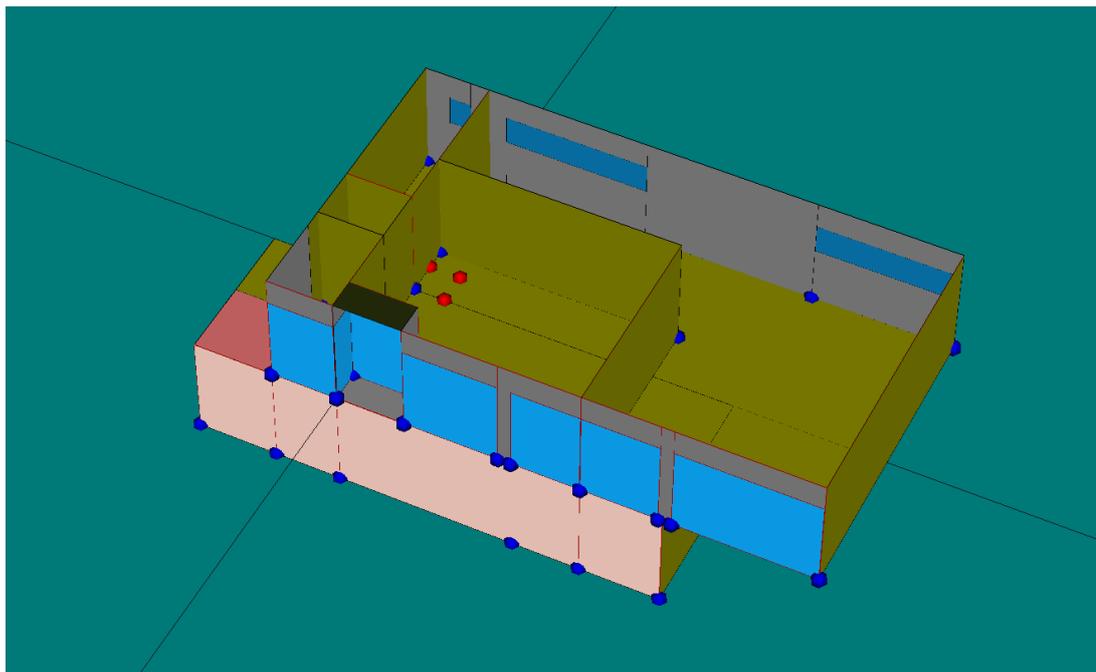
- las salas de ejercicios. P02 E05,
- la oficina. P02 E02,
- y el vestíbulo de la planta que cuenta además con cafetería. P02 E04.

Todos ellos definidos como espacios acondicionados y dentro de la envolvente térmica.

Además, cuenta con un espacio no acondicionado perteneciente a la envolvente térmica que es el aseo accesible (espacio P02 E03).

Por último, esta planta cuenta con un espacio no habitable que corresponde con el hueco del ascensor (P02 E01). Como ocurre en la planta sótano, este último espacio, pese a ser no habitable, por su posición, sí que se encuentra dentro de la envolvente térmica del edificio.

Para terminar con el levantamiento de esta planta, se realiza la apertura de los huecos correspondientes y los elementos de sombra que los afecten de manera directa. El zaguán que existe en la zona de acceso al local queda descubierto al no levantar las plantas superiores del edificio. Por lo tanto, debemos generar manualmente el elemento de sombra correspondiente. Para ello, utilizaremos la herramienta “Crear cerramientos singulares” y concretamente, tipo de elemento; “elementos de sombra”:



*Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta de acceso (viviendas accesibles y zonas comunes)*

El último paso para finalizar el levantamiento de este local será crear la cubierta de la planta de acceso. Al tratarse de un forjado en contacto con otro espacio acondicionado, crearemos este techo con la herramienta “Crear forjados” y dentro de las opciones que ofrece seleccionaremos “Techo adiabático” por considerar a las viviendas en un estado de acondicionamiento similar al del local y compatible con su horario. Una vez seleccionada esta opción hay que pinchar en cada uno de los espacios que queremos techar.

A continuación, se muestra el estado final del levantamiento incluido los forjados que limitan la planta de acceso y que se encuentran en todos los casos en contacto con viviendas en la planta superior.

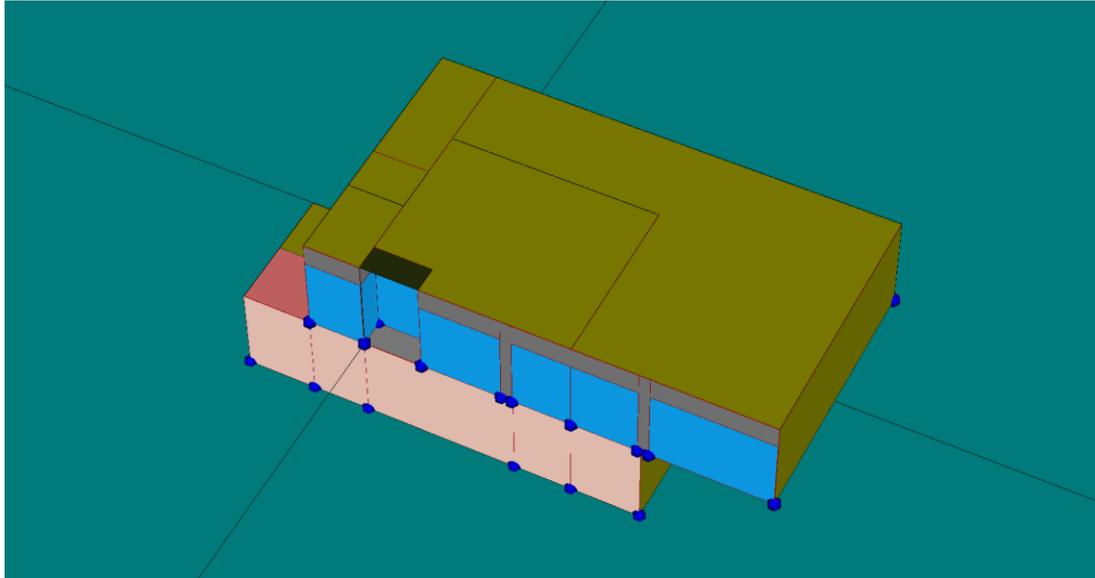


Imagen del proceso de levantamiento en HULC de planta cubierta

Por último y para que HULC pueda estimar de la manera más aproximada posible la longitud de puentes térmicos que se producen en el edificio, debemos indicar en cada espacio el número de pilares de fachada que se encuentran dentro de cada uno de los espacios acondicionados del edificio.

En la tabla que figura al inicio de este apartado de ayuda al levantamiento en HULC, se muestra el número de pilares de fachada que forman parte de cada espacio y que debemos incluir en la casilla de "Nº de pilares" que aparece editando cada uno de los espacios del edificio. El programa calculará la longitud total de puentes térmicos de pilares multiplicando para cada espacio el número de pilares por la altura del espacio.

Imagen pestaña de edición de espacio: número de pilares por espacio

Como recoge el DA DB HE/3 Puentes térmicos en la tabla 5.2 Pilares integrados en fachada:

*"Se consideran los pilares de hormigón armado integrados en la fachada, de dimensiones 25x25 cm<sup>2</sup> hasta 35x35 cm<sup>2</sup>, y sin considerar los pilares en esquina"*

Si bien la sección de los pilares varía en función de las cargas que reciben, y en consecuencia, puede variar esta sección dependiendo de la planta que ocupen, hemos estimado una sección media para todas las plantas de vivienda de 35x35 cm<sup>2</sup>. Este es el valor que nos pedirá HULC en la ficha correspondiente de puentes térmicos en su apartado de pilares.

## SIST

## 4. Incorporación de sistemas

A la hora de simular los sistemas que hemos propuesto para el edificio, se han de introducir los datos de las fichas que aparecen en la descripción de cada uno de los sistemas.

## - Sistemas de ACS

Hay que recordar que tenemos dos sistemas de ACS, uno destinado al vestuario 1 y el aseo de la planta baja de acceso y otro, para el vestuario 2 y la cafetería. Dentro de cada uno de ellos creamos un equipo de producción (Bomba de calor Aire-Agua) con las propiedades definidas en la ficha:

| PRODUCCIÓN Y PREPARACIÓN DE ACS                                                                                                                                                              |         | DEMANDA DE ACS (Anejo F Demanda de referencia de ACS)                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Sistema de producción mediante bomba de calor aerotérmica que aporta la energía necesaria para la preparación del ACS. Apoyo en su consumo eléctrico mediante paneles solares fotovoltaicos. |         | <b>Cálculo demanda de referencia a 60 °C</b>                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Ocupantes (*)                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 66                |
|                                                                                                                                                                                              |         | Necesidades de ACS                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 21 l/p día        |
|                                                                                                                                                                                              |         | <b>Demanda diaria de ACS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>1386 l/día</b> |
| PRODUCCIÓN SISTEMA CONVENCIONAL: BDC                                                                                                                                                         |         | <b>Estimación de pérdidas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |
| Características de las bombas de calor (2)                                                                                                                                                   |         | Estimación de pérdidas debidas a distribución y recirculación (10%)                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |
| Pot. BDC en ACS                                                                                                                                                                              | 25 KW   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 138,6 l/día       |
| Consumo eléctrico medio                                                                                                                                                                      | 7,35 KW | <b>Total Demanda de ACS 1524,6 l/día</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |
| SCOP en ACS, aire a 14°C (clima cálido)                                                                                                                                                      | 3,4     | (*) Se parte de una ocupación máxima de 66 personas que es la considerada en el apartado de cálculo de la carga interna media, capítulo 2 de la sección de AYUDAS. Se han utilizado las demandas orientativas de ACS para usos distintos al residencial privado (gimnasios) que figuran en el anejo F (Tabla b) DB HE. |                   |
| CONTRIBUCIÓN RENOVABLE                                                                                                                                                                       |         | Preparación y acumulación vestuario 1 y aseo planta baja                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |
| Mediante paneles fotovoltaicos y la fracción renovable (medioambiente) en la producción de las bombas de calor.                                                                              |         | Tipo de preparación final: Acumulación                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Número de depósitos: 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Volumen de cada depósito: 225 litros                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Volumen total acumulación: 675 litros                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Tª de distribución: 60 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Tª de utilización: 60 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Coef. pérdidas acumulador (A-U): 0,75 W/°C                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Demanda ACS a 60 °C para subsistema: 762,30 litros                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Preparación y acumulación vestuario 2 y cafetería                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Tipo de preparación final: Acumulación                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Número de depósitos: 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Volumen de cada depósito: 225 litros                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Volumen total acumulación: 675 litros                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Tª de distribución: 60 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Tª de utilización: 60 °C                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Coef. pérdidas acumulador (A-U): 0,75 W/°C                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |
|                                                                                                                                                                                              |         | Demanda ACS a 60 °C para subsistema: 762,30 litros                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |

Reproducimos todas las características del sistema que figuran en la ficha del apartado correspondiente de esta guía:

Definición Sistema

**Bomba de calor aire-agua**

Nombre: SIS\_EQ1\_EQ\_ED\_AireAgua\_BDC-ACS-Defecto

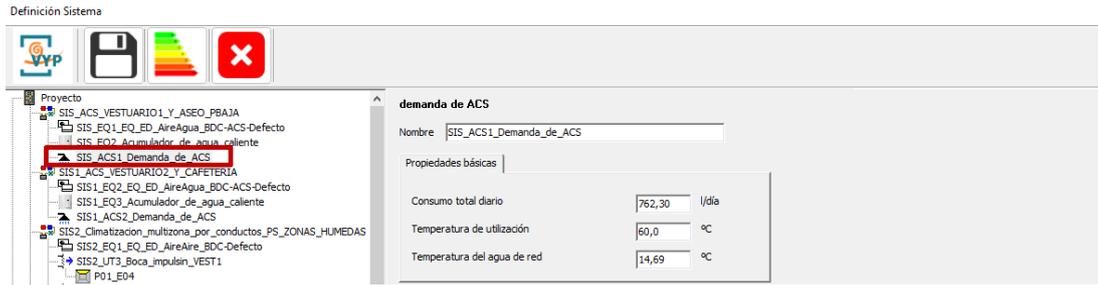
Propiedades básicas | Curvas

Capacidad nominal: 25,00 kW

Consumo nominal: 7,35 kW

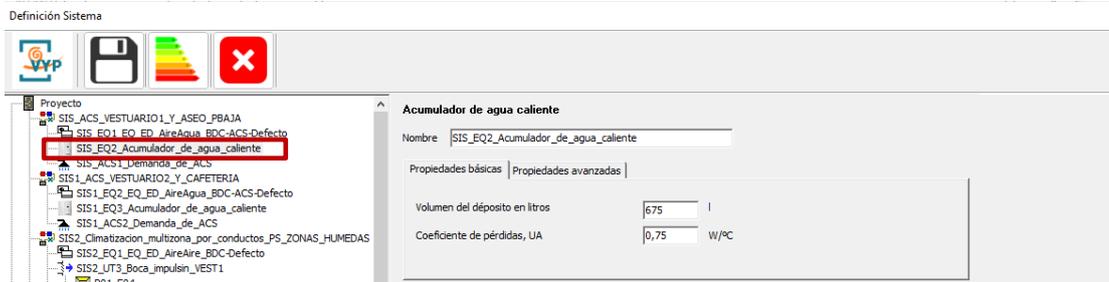
Imagen de la introducción del sistema mixto calefacción-ACS en el módulo de CALENER YVP de HULC

Para definir la demanda de ACS utilizamos los datos de la ficha de la instalación:



demanda de ACS en el módulo de HULC.

Finalmente, creamos en cada sistema el correspondiente depósito acumulador que definiremos con características idénticas (creamos un depósito equivalente a los tres existentes en cada subsistema). Viene definido por las siguientes características:



Depósito de ACS (900 l) en el sistema de ACS en el módulo de HULC

- Sistema de climatización (frío y calor):

Reproducimos todas las características del sistema que figuran en la ficha del apartado correspondiente de esta guía y que se incluyen en una tabla resumen a continuación. Crearemos un sistema centralizado individual de climatización consistente en producción de energía mediante bomba de calor aerotérmica y circuitos de refrigerante de caudal variable tipo VRV. Unidades interiores en cada zona con recuperador y baterías.

Las zonas que se han definido son las siguientes:

Planta sótano (P01):

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA SÓTANO |                          |                   |         |                      |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------|----------------------|
| PI.                              | ZONAS                    | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos     |
| Planta sótano                    | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E04 | Vestuario 1          |
|                                  |                          |                   | P01 E05 | Aseo 1               |
|                                  | ZONA VESTÍBULO Y CABINAS | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E01 | Cabina 1<br>Cabina 2 |
|                                  |                          | U. TERMINAL 2     | P01 E03 | Vestíbulo 2          |
|                                  | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 2 | P01 E06 | Vestuario 2          |
|                                  |                          |                   | P01 E07 | Aseo 2               |

Planta baja (P02):

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                        |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------------|
| Pl.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos       |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho               |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja       |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 | Sala 1                 |
|                                |                         |                   |         | Sala 2                 |
|                                |                         |                   |         | Sala 3                 |

El resto de las características del sistema y sus componentes son las siguientes:

| SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN                                                                                                                                                                                                                        |                                 |                                                      |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Sistema centralizado individual de climatización consistente en producción de energía mediante bomba de calor aerotérmica y circuitos de refrigerante de caudal variable tipo VRV. Unidades interiores en cada zona con recuperador y baterías. |                                 |                                                      |                                 |
| BOMBAS DE CALOR UNIDAD EXTERIOR                                                                                                                                                                                                                 |                                 |                                                      |                                 |
| REFRIGERACIÓN                                                                                                                                                                                                                                   |                                 | CALEFACCIÓN                                          |                                 |
| Pot. térmica refrigeración Nominal                                                                                                                                                                                                              | 28,5 KW                         | Pot. térmica calefacción Nominal                     | 31,5 KW                         |
| Consumo nominal                                                                                                                                                                                                                                 | 5,69 KW                         | Consumo nominal                                      | 6,03 KW                         |
| EER:                                                                                                                                                                                                                                            | 5,01 -                          | COP                                                  | 5,22 -                          |
| CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES INTERIORES EN ZONA PARA INTRODUCIR EN HULC                                                                                                                                                                      |                                 |                                                      |                                 |
| PLANTA SÓTANO - P01                                                                                                                                                                                                                             |                                 | PLANTA BAJA - P02                                    |                                 |
| Unidad interior zonas húmedas planta sótano                                                                                                                                                                                                     |                                 | Unidad interior zona vestíbulo-cafetería planta baja |                                 |
| Pot. térmica refrigeración Nominal                                                                                                                                                                                                              | 2,8 KW                          | Pot. térmica refrigeración Nominal                   | 5,60 KW                         |
| Capacidad sensible de refrigeración N.                                                                                                                                                                                                          | 2,2 KW                          | Capacidad sensible de refrigeración N.               | 4,48 KW                         |
| Consumo total de refrigeración nominal                                                                                                                                                                                                          | 0,56 KW                         | Consumo total de refrigeración nominal               | 1,12 KW                         |
| Pot. térmica calefacción Nominal                                                                                                                                                                                                                | 3,2 KW                          | Pot. térmica calefacción Nominal                     | 6,30 KW                         |
| Consumo total de calefacción nominal                                                                                                                                                                                                            | 0,61 KW                         | Consumo total de calefacción nominal                 | 1,21 KW                         |
| Caudal mínimo de ventilación                                                                                                                                                                                                                    | 371,5 m <sup>3</sup> /h         | Caudal mínimo de ventilación                         | 773,96 m <sup>3</sup> /h        |
| Caudal de impulsión nominal                                                                                                                                                                                                                     | 472,0 m <sup>3</sup> /h         | Caudal de impulsión nominal                          | 979,00 m <sup>3</sup> /h        |
| Caudal U.Terminal 1 Vestuario 1                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Caudal U.T. 1 Vestíbulo/cafetería                    | 979,00 m <sup>3</sup> /h        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | P01 E04 182,0 m <sup>3</sup> /h |                                                      | P02 E03 112,0 m <sup>3</sup> /h |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | P01 E05 54,0 m <sup>3</sup> /h  |                                                      | P02 E04 867,0 m <sup>3</sup> /h |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | Total 236,0 m <sup>3</sup> /h   |                                                      | Total 979,0 m <sup>3</sup> /h   |
| Caudal U.Terminal 2 Vestuario 2                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Unidad interior zona salas de ejercicio planta baja  |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | P01 E06 182,0 m <sup>3</sup> /h | Pot. térmica refrigeración Nominal                   | 14,50 KW                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | P01 E07 54,0 m <sup>3</sup> /h  | Capacidad sensible de refrigeración N.               | 11,60 KW                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 | Total 236,0 m <sup>3</sup> /h   | Consumo total de refrigeración nominal               | 2,89 KW                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Pot. térmica calefacción Nominal                     | 16,00 KW                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Consumo total de calefacción nominal                 | 3,07 KW                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Caudal mínimo de ventilación                         | 864,00 m <sup>3</sup> /h        |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Caudal de impulsión nominal                          | 1834,00 m <sup>3</sup> /h       |
|                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 | Caudal U.T. 1 salas de ejercicio - P02 E05           | 1834,00 m <sup>3</sup> /h       |
| Unidad interior zonas secas planta sótano                                                                                                                                                                                                       |                                 | Unidad interior zona despacho planta baja            |                                 |
| Pot. térmica refrigeración Nominal                                                                                                                                                                                                              | 2,8 KW                          | Pot. térmica refrigeración Nominal                   | 2,20 KW                         |
| Capacidad sensible de refrigeración N.                                                                                                                                                                                                          | 2,2 KW                          | Capacidad sensible de refrigeración N.               | 1,76 KW                         |
| Consumo total de refrigeración nominal                                                                                                                                                                                                          | 0,56 KW                         | Consumo total de refrigeración nominal               | 0,44 KW                         |
| Pot. térmica calefacción Nominal                                                                                                                                                                                                                | 3,2 KW                          | Pot. térmica calefacción Nominal                     | 2,50 KW                         |
| Consumo total de calefacción nominal                                                                                                                                                                                                            | 0,61 KW                         | Consumo total de calefacción nominal                 | 0,48 KW                         |
| Caudal mínimo de ventilación                                                                                                                                                                                                                    | 432,0 m <sup>3</sup> /h         | Caudal mínimo de ventilación                         | 90,00 m <sup>3</sup> /h         |
| Caudal de impulsión nominal                                                                                                                                                                                                                     | 443,0 m <sup>3</sup> /h         | Caudal de impulsión nominal                          | 177,00 m <sup>3</sup> /h        |
| Caudal U.T. 1 Cabinas - P01 E01                                                                                                                                                                                                                 | 69,0 m <sup>3</sup> /h          | Caudal U.Terminal 1. Despacho. P02 E02               | 177,00 m <sup>3</sup> /h        |
| Caudal U.T. 2 Vestíbulo - P01 E03                                                                                                                                                                                                               | 374,0 m <sup>3</sup> /h         |                                                      |                                 |

Por lo tanto, crearemos 4 sistemas de climatización multizona por conductos y, el despacho, de manera independiente, al tener un horario de funcionamiento distinto, con un sistema propio:

## Definición Sistema

*Sistema de climatización unizona por conductos en el módulo de HULC*

Además de los sistemas de acondicionamiento, debemos introducir los datos de producción de energía fotovoltaica en los paneles solares del edificio. Para ello accedemos a la ficha de datos generales, en la pestaña de producción de energía y activaremos la introducción de valores para la producción de energía eléctrica. A continuación, en la fila de "fotovoltaica in situ", asignaremos dichos valores mes a mes como se reproduce en la siguiente imagen:

Datos generales

Datos administrativos | Datos generales | Factores de Paso | Producción de Energía | Opciones generales del edificio | Imágenes y otros datos

Potencia eléctrica renovable instalada [kW]  Irradiación Solar Diaria media anual [kWh/m².día]

**Valores mensuales de la producción de Energía Eléctrica a partir de una fuente de energía renovable (kWh)(Producción total 7837,2 kWh)**

No existen datos mensuales

| Sistema o Equipo    | Comentario | Ene   | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   | Oct   | Nov   | Dic   |
|---------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Fotovoltaica insitu | Ninguno    | 367,5 | 439,1 | 643,5 | 758,6 | 916,0 | 966,4 | 983,8 | 866,5 | 668,1 | 530,6 | 372,4 | 324,7 |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |
| Ninguno             | Ninguno    | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   | 0,0   |

**Valores mensuales de la producción de Energía Térmica a partir de una fuente de energía renovable (kWh)(Producción total 0,0 kWh)**

No existen datos mensuales

*Pestaña Producción de energía con valores mensuales de la producción de Energía Eléctrica en el módulo de HULC*

Por último, hemos de introducir las características del sistema de iluminación de cada espacio y que han sido calculados en el apartado *HE3 iluminación* de esta Guía. Debemos editar manualmente cada uno de los espacios del modelo e introducir los valores de cada espacio. Dentro de la Edición de cada uno de los espacios, encontraremos una pestaña dedicada exclusivamente a la instalación de iluminación donde podremos insertar los valores de potencia instalada, el valor de eficiencia energética de la instalación del edificio objeto (VEEI) y el VEEI límite según lo establecido en la sección *HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*.

Como los valores de las potencias medias ya se han incorporado a través de los perfiles de uso generados anteriormente lo único que sí que habrá que actualizar serán las VEEI y VEEI límite.

A continuación, se muestra una captura de la pestaña de Iluminación de uno de los espacios del modelo:

**Espacio** ×

Propiedades | Iluminación

Potencia instalada de iluminación  W/m²

Valor de eficiencia energética de la instalación del edificio objeto (VEEI)  [W/m²100 lux]

VEEI límite según CTE - HE3  [W/m²100 lux]

*Imagen tabla de valores de iluminación por espacio e imagen de edición de espacios*

Para introducir los valores del resto de espacios del modelo nos basaremos en los datos resumidos en las siguientes tablas extraídas del apartado *HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación* de esta Guía:

#### DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS ZONAS

Tipo de luminarias previstas en todas las zonas

led

| PI.            | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> ) | Iluminancia media (lux) | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | Potencia Total (W) |
|----------------|---------|-------------------------|-------------------|-------------------------|---------|------------------------------|--------------------|
| Planta baja    | P02 E02 | Despacho administración | 6,38              | 500                     | 3.190   | 4,08                         | 26,00              |
|                | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33             | 100                     | 1.033   | 1,21                         | 12,50              |
|                | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88             | 200                     | 9.576   | 3,26                         | 156,00             |
|                |         | Sala 1                  | 12,17             | 400                     | 4.868   | 5,34                         | 65,00              |
|                | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17             | 400                     | 4.868   | 5,34                         | 65,00              |
| Sala 3         |         | 71,65                   | 400               | 28.660                  | 3,63    | 260,00                       |                    |
| Planta sótano  | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20             | 200                     | 2.440   | 3,20                         | 39,00              |
|                | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55              | 100                     | 355     | 1,27                         | 4,50               |
|                |         | Cabina 1                | 4,73              | 200                     | 946     | 2,75                         | 13,00              |
|                | P01 E01 | Cabina 2                | 4,73              | 200                     | 946     | 2,75                         | 13,00              |
|                |         | P01 E03                 | Vestíbulo 2       | 26,67                   | 100     | 2.667                        | 1,95               |
|                | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20             | 200                     | 2.440   | 3,20                         | 39,00              |
|                | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60              | 100                     | 360     | 1,25                         | 4,50               |
| <b>TOTALES</b> |         |                         | <b>228,26</b>     |                         |         |                              | <b>749,50</b>      |

#### DATOS DE LA INSTALACIÓN EN CADA UNA DE LAS ZONAS

| PI.            | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> ) | Iluminancia media (lux) | Potencia Total (W) | Potencia especf. (W/m <sup>2</sup> ) | V.E.E.I.    |
|----------------|---------|-------------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------|
| Planta baja    | P02 E02 | Despacho administración | 6,38              | 500                     | 26,00              | 4,08                                 | <b>0,82</b> |
|                | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33             | 100                     | 12,50              | 1,21                                 | <b>1,21</b> |
|                | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88             | 200                     | 156,00             | 3,26                                 | <b>1,63</b> |
|                |         | Sala 1                  | 12,17             | 400                     | 65,00              | 5,34                                 | <b>1,34</b> |
|                | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17             | 400                     | 65,00              | 5,34                                 | <b>1,34</b> |
| Sala 3         |         | 71,65                   | 400               | 260,00                  | 3,63               | <b>0,91</b>                          |             |
| Planta sótano  | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20             | 200                     | 39,00              | 3,20                                 | <b>1,60</b> |
|                | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55              | 100                     | 4,50               | 1,27                                 | <b>1,27</b> |
|                |         | Cabina 1                | 4,73              | 200                     | 13,00              | 2,75                                 | <b>1,37</b> |
|                | P01 E01 | Cabina 2                | 4,73              | 200                     | 13,00              | 2,75                                 | <b>1,37</b> |
|                |         | P01 E03                 | Vestíbulo 2       | 26,67                   | 100                | 52,00                                | 1,95        |
|                | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20             | 200                     | 39,00              | 3,20                                 | <b>1,60</b> |
|                | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60              | 100                     | 4,50               | 1,25                                 | <b>1,25</b> |
| <b>TOTALES</b> |         |                         | <b>228,26</b>     |                         | <b>749,50</b>      |                                      |             |

**SIMUL**

## 5. Comentarios sobre la simulación

Respecto a los datos que se obtienen mediante HULC respecto a los que se han calculado mediante hoja de cálculo, decir que son idénticos en la mayoría de los casos. Se presentan pequeñas diferencias en aquellos que implican superficies y volúmenes debidos, sin descartar errores, principalmente a pequeñas imprecisiones derivadas del reparto de superficies de opacos y huecos en cerramientos o en el cálculo de volúmenes por redondeos en decimales.

Respecto a las condiciones en las que se han realizado los cálculos desde el módulo de sistemas para HE0 y HE4, indicar que se han efectuado desactivando la pestaña de sistemas de sustitución o ficticios (Datos generales/opciones generales del edificio), con el fin de conocer las horas reales de fuera de consigna que se producen con los equipos y potencias previstos inicialmente para el acondicionamiento.

C<sub>FI</sub>

## 2. CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA. CFI

1. Definiciones
2. Datos y cálculos para el uso principal de gimnasio
3. Datos y cálculos para el uso de tienda de prendas de vestir

En este apartado se pretende aclarar tanto el concepto de carga interna media para una semana tipo, como las premisas y condiciones en las que se ha de obtener un valor aproximado y realista para los usos que se estudian en este número de la *Guía de Ejemplos de Aplicación del CTE DB HE 2019*.

Con este objetivo se realizará el cálculo completo para el modelo que estamos estudiando en esta guía (gimnasio) y, además, con el fin de poder evaluar otras condiciones y circunstancias diferentes a ese caso, se propone aplicar el mismo procedimiento sobre una actividad diferente (tienda de prendas de vestir) y que se desarrollaría sobre el mismo espacio físico del local original. Lógicamente se plantearán modificaciones, principalmente en la distribución interior, con el fin de adaptar la arquitectura al nuevo programa.

## DEFINE

## 1. Definiciones

Cuando hablamos, en este contexto, de **carga interna** nos referimos a los aportes de calor, tanto sensible como latente, procedentes de diferentes fuentes internas de los locales en los edificios. Estas aportaciones de calor se deben principalmente a la presencia de personas, la iluminación artificial y otros equipos, normalmente eléctricos, instalados en los locales.

Las personas emitimos calor sensible y latente al ambiente y tanto la iluminación como los equipos eléctricos, disipan, habitualmente, solo calor sensible. Los equipos que pueden contribuir al aumento de la humedad ambiente son principalmente aquellos que trabajan calentando agua: cocinas, lavadoras, lavavajillas y en el uso de duchas y bañeras. Estas aportaciones de calor tienen una incidencia importante en las condiciones higrotérmicas de los espacios interiores de los edificios. Su influencia es habitualmente a favor de las condiciones de confort en invierno y suele penalizar las condiciones de confort interno en verano. Su valor se expresa en  $W/m^2$ .

Por otra parte, en el *Anejo A Terminología del CTE DB HE* se define la **carga interna media** de la siguiente forma:

*“Carga media horaria de una semana tipo, repercutida por unidad de superficie del edificio o zona del edificio, teniendo en cuenta la carga sensible debida a la ocupación, la carga debida a iluminación y la carga debida a los equipos:*

$$C_{FI} = \frac{\Sigma C_{oc}}{7 \cdot 24} + \frac{\Sigma C_{il}}{7 \cdot 24} + \frac{\Sigma C_{eq}}{7 \cdot 24}$$

Donde,

$\Sigma C_{oc}$ : suma de las cargas sensibles nominales por ocupación [W/m<sup>2</sup>], por hora y a lo largo de una semana tipo

$\Sigma C_{il}$ : suma de las cargas nominales por iluminación [W/m<sup>2</sup>], por hora y a lo largo de una semana tipo

$\Sigma C_{eq}$ : suma de las cargas nominales de equipos [W/m<sup>2</sup>], por hora y a lo largo de una semana tipo

La carga interna media (C<sub>FI</sub>) del edificio se obtiene ponderando por la superficie útil la carga interna media de cada espacio. Se expresa en W/m<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la carga interna media se valora, por tanto, exclusivamente la aportación de calor sensible y no de calor latente, procedente de las fuentes existentes en los espacios.

La cuestión más importante consistirá en establecer de una manera “realista” el *periodo de utilización*<sup>11</sup> y el *perfil de uso*<sup>12</sup> adecuado a lo que se define como “semana tipo”. En ningún caso se trata de establecer los valores de las cargas internas máximas, que calcularemos en el apartado siguiente y que se utilizan, exclusivamente, para dimensionar y prescribir los equipos necesarios en la climatización de los locales. Se debe, más bien, establecer un perfil de uso característico y representativo de una semana de funcionamiento ordinario para el uso previsto en el local.

## CÁLCULO

### 2. Datos y cálculos para el uso principal de gimnasio

Como hemos dicho en el apartado anterior, las cargas internas proceden principalmente de tres orígenes o fuentes:

- La presencia de personas (ocupación).
- La iluminación artificial de los espacios.
- Los otros equipos.

#### Ocupación

El primer paso será definir una ocupación representativa de este tipo de uso para cada espacio y en el conjunto del edificio o parte de él. En nuestro caso, partiremos de una ocupación máxima “posible”, para luego establecer una ocupación media simultánea de los diferentes locales vinculados a la actividad.

Si bien las ratios de ocupación que se establecen en *Tabla 2.1. Densidades de ocupación del CTE DB SI Seguridad en caso de incendio*, no tienen por qué corresponderse con lo que podría ser su “aforo”<sup>13</sup> u ocupación máxima, se parte de esos valores para, a partir de ellos, establecer una ocupación

<sup>11</sup> **Periodo de utilización**, definición en *Anejo A Terminología del DB HE*: tiempo característico de utilización de un espacio habitable o del edificio. A efectos de la definición de perfiles de uso se establecen periodos de utilización tipo de 8h, 12h, 16h y 24h. Para edificios de uso residencial privado se establece un periodo de utilización de 24h.

<sup>12</sup> **Perfil de uso**, definición en *Anejo A Terminología del DB HE*: descripción hora a hora, para un año tipo, de las cargas internas (carga sensible por ocupación, carga latente por ocupación, equipos, iluminación y ventilación).

<sup>13</sup> **Aforo**, según la R.A.E., en su segunda acepción se define como el “Número máximo autorizado de personas que puede admitir un recinto destinado a espectáculos u otros actos públicos”, es decir no se trata de una característica de proyecto sino de una autorización administrativa y que normalmente conceden los ayuntamientos como administración competente.

razonable pensando en un uso medio habitual de los diferentes locales del centro deportivo. Se ha de considerar además la alternancia de los mismos usuarios entre espacios. En alguna normativa de nuestro entorno (como la francesa *Méthode de calcul détaillée «Th-BCE 2020»*) se considera en estos casos una ocupación general de 0,1 personas por m<sup>2</sup> de superficie útil. Este es un valor que utilizaremos como referencia.

Como criterio general, hemos establecido que, si las salas de ejercicios están completas (en nuestro caso al 90 % de su capacidad máxima), no habrá ocupación en los aseos ni en los vestíbulos, salvo en la planta baja que, debido a la cafetería, hemos considerado la presencia de dos personas: una de atención más un usuario. Se considera además la presencia de una persona de recepción-administración pero que su horario, probablemente, sea diferente al general del gimnasio. En este sentido, es previsible que tanto el despacho administrativo como las cabinas individuales tenga un horario más reducido, en concreto de 8 horas.

Nuestra hipótesis de ocupación quedaría de la siguiente forma:

Salas de ejercicio al 90 % la de máquinas (12 ocupantes) y al 60 % las dos pequeñas (4+4 ocupantes)

+

1 persona recepción-administración

+

2 personas en cafetería

+

Cabinas ocupadas (2 personas)

De esta forma, para el uso de gimnasio la propuesta de presencia de personas en cada espacio quedaría de la siguiente forma:

| GIMNASIO             |         |                         |                              | OCUPACIÓN                            |                                         |
|----------------------|---------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| Programa por locales |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Ocupación max. por espacios n° pers. | propuesta ocupación simultanea n° pers. |
| Pl.                  |         | Nombre en planos        |                              |                                      |                                         |
| Planta baja          | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 2                                    | 1                                       |
|                      | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | 0                                    | 0                                       |
|                      | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 11                                   | 2                                       |
|                      | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17                        | 8                                    | 4                                       |
|                      |         | Sala 2                  | 12,17                        | 8                                    | 4                                       |
|                      | Sala 3  | 71,65                   | 14                           | 12                                   |                                         |
| Planta sótano        | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | 5                                    | 0                                       |
|                      | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | 0                                    | 0                                       |
|                      | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 1                                    | 1                                       |
|                      |         | Cabina 2                | 4,73                         | 1                                    | 1                                       |
|                      | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | 11                                   | 0                                       |
|                      | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | 5                                    | 0                                       |
|                      | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | 0                                    | 0                                       |
| <b>TOTALES</b>       |         |                         | <b>228,26</b>                | <b>66</b>                            | <b>25</b>                               |

El metabolismo humano supone un aporte de calor que es necesario liberar. La cantidad de calor que cada uno de estos ocupantes emite al ambiente dependerá de su nivel de actividad metabólica. Esa

energía que desprendemos se expresa en “met”<sup>14</sup>, como unidad de medida y se corresponde con el metabolismo de una persona sana, sentada y sin realizar ningún trabajo.

Este aporte de calor al ambiente se materializa en forma de:

- Calor sensible. La emisión en forma de calor sensible por las personas se produce por convección y radiación.
- Calor latente. La emisión de calor latente por las personas tiene lugar por la respiración y la transpiración.

Como referencia para los valores de calor disipado al ambiente por las personas en función de su actividad metabólica, podemos utilizar la *UNE-EN ISO 8996:2021 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2021)*. De manera orientativa se extrae lo siguiente:

| VALORES PARA DIFERENTES NIVELES DE ACTIVIDAD METABÓLICA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| NIVEL DE ACTIVIDAD                                      | Ejemplos de actividad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores de actividad metabólica (W) |
| Reposo                                                  | Estado de reposo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 100-125                             |
| Actividad metabólica baja                               | Actividad sedentaria (oficina, vivienda, escuela, laboratorio: escribir, mecanografiar, dibujar, (costura, teneduría de libros).<br>De pie, actividad ligera (compras, laboratorio, industria ligera).<br>Trabajo manual y de brazos (pequeñas herramientas de banco, inspección, montaje o clasificación de equipos ligeros).<br>Trabajo ligero de brazos y piernas (conducción de vehículos en condiciones normales o pedalear).<br>Mecanizado con herramientas de baja potencia (taladrado, fresado de piezas pequeñas, aserrado, etc.)<br>Caminata o paseo con baja exigencia por camino llano (2 km/h).                                                                                                                                                                                 | 100-125                             |
| Actividad metabólica moderada                           | Trabajo sostenido de manos y brazos (martillado de clavos, limado, carga, pulido).<br>Trabajo de brazos y piernas (operación todoterreno de camiones, tractores o equipos de construcción).<br>Trabajos de brazos y troncos (trabajos con martillo neumático, montaje de tractores, enlucidos).<br>Desbrozar, cavar, recoger frutas o verduras.<br>Empujar o tirar de carros o carretillas de peso ligero<br>Albañilería, a n ritmo de 5 ladrillos/min.<br>Manipulación intermitente de material moderadamente pesado.<br>Caminar (2,5 a 5 km/h) en un camino llano y parejo, sólido con carga ≤ 20 kg.<br>Caminar (2,5 a 3 km/h) sobre terreno nivelado pero de irregular a inestable con carga ≤ 20 kg.<br>Caminar (≤2,5 km/h) sobre suelo estable cuesta arriba (≤5 %) con carga ≤ 20 kg. | 235-360                             |
| Actividad metabólica alta                               | Trabajo intenso de brazos y tronco con herramientas manuales o máquinas. Cargar material pesado.<br>Trabajo con martillo, aserrado, cepillado o cincelado de madera dura, siega manual, excavación.<br>Caminar (5,5 a 7 km/h) por camino llano, uniforme, sólido con carga ≤ 20 kg.<br>Caminar (3,5 a 5 km/h) sobre terreno nivelado pero de suelo irregular o inestable con carga ≤ 20 kg.<br>Caminata (2,5 a 3 km/h) en terreno estable cuesta arriba (≤5 %) con carga ≤ 10 kg.<br>Empujar o tirar de carros de mano o carretillas muy cargados.<br>Colocación de bloques de hormigón.                                                                                                                                                                                                     | 360-465                             |
| Actividad metabólica muy alta                           | Actividad intensa a ritmo de rápido a máximo.<br>Trabajar con hacha: cavar o trabajo de pala intenso; subir escaleras, rampa o escalera.<br>Caminar (> 7 km-h-1) en un camino nivelado, firme, con o sin carga.<br>Caminar (p5 km-h-1) sobre terreno nivelado pero irregular a inestable con o sin carga.<br>Caminar (>3 km-h-1) en terreno estable cuesta arriba (25 %) con o sin carga.<br>Correr (>6 km-h-1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | > 465                               |

(\* Los términos cualitativos bajo, moderado y alto se refieren a un turno de trabajo completo)

Respecto a la proporción entre calor sensible y calor latente, en cada caso dependerá del nivel de actividad metabólica pero también de las condiciones de temperatura y humedad del espacio en el que se desarrolla la actividad. De manera orientativa y como referencia, podemos utilizar la siguiente tabla extraída de la norma UNE-EN ISO 8996 y que se recoge igualmente en la Guía de aplicación del DB-HE2019 (versión junio 2022):

<sup>14</sup> Se corresponde con una emisión de 58,2 W/m<sup>2</sup> por unidad de superficie de piel. El cuerpo humano dispone de una superficie de piel proporcional al tamaño de cada individuo y que para una persona de una estatura de 1,70 m es aproximadamente de 1,8 m<sup>2</sup>.

| Actividad metabólica en función de la actividad | Sensible (W/persona) | Latente (W/persona) | met  |
|-------------------------------------------------|----------------------|---------------------|------|
| Durmiendo                                       | 50                   | 25                  | 0,76 |
| Tumbado                                         | 55                   | 30                  | 0,86 |
| Sentado, sin trabajar                           | 65                   | 35                  | 1    |
| De pie, relajado                                | 75                   | 55                  | 1,3  |
| Paseando                                        | 75                   | 70                  | 1,5  |
| Andando:                                        |                      |                     |      |
| a 1,6 km/h                                      | 50                   | 110                 | 1,6  |
| a 3,2 km/h                                      | 80                   | 130                 | 2,1  |
| a 4,8 km/h                                      | 110                  | 180                 | 2,9  |
| a 6,4 km/h                                      | 150                  | 270                 | 4,2  |
| Bailando moderadamente                          | 90                   | 160                 | 2,5  |
| Atlética en gimnasio (hombres)                  | 210                  | 315                 | 5    |
| Atlética en gimnasio (mujeres)                  | 185                  | 280                 |      |
| Deporte de equipo masculino (valor medio)       | 290                  | 430                 | 6,9  |
| Deporte de equipo femenino (valor medio)        | 260                  | 380                 |      |

Fuente: UNE-EN ISO 8996

| Actividad metabólica en función de la actividad   | Sensible (W/persona) | Latente (W/persona) | met |
|---------------------------------------------------|----------------------|---------------------|-----|
| Trabajos:                                         |                      |                     |     |
| Muy ligero, sentado                               | 70                   | 45                  | 1,2 |
| Moderado (en oficinas: valor medio)               | 75                   | 55                  | 1,3 |
| Sedentario (restaurante, incluidas comidas)       | 80                   | 80                  | -   |
| Ligera de pie (industria ligera, de compras, etc) | 70                   | 90                  | 1,6 |
| Media de pie (trabajos domésticos, tiendas, etc)  | 80                   | 120                 | 2   |
| Manual                                            | 80                   | 140                 | 2,1 |
| Ligero (en fábrica, solo hombres)                 | 110                  | 185                 | 2,8 |
| Ligero (en fábrica, solo mujeres)                 | 100                  | 165                 |     |
| Pesado (en fábrica, solo hombres)                 | 170                  | 255                 | 4   |
| Pesado (en fábrica, solo mujeres)                 | 150                  | 225                 |     |
| Muy pesado (en fábrica, solo hombres)             | 185                  | 285                 | 4,5 |

Fuente: UNE-EN ISO 8996

Para las actividades, como la que nos ocupa, dedicadas a la actividad física y el deporte, la diferencia de aporte de calor por parte de los ocupantes entre los diferentes locales puede ser significativa.

En la estimación de los valores medios de emisión por ocupante aplicados a nuestro caso de estudio, hemos considerado además una distribución equilibrada entre mujeres y hombres en el interior de los locales, con individuos de una complejión media y superficie de piel de entre 1,6 m<sup>2</sup> y 1,8 m<sup>2</sup>. Además, se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los valores expresados en las tablas de la *UNE-EN ISO 8996*, se refieren a un ejercicio de la actividad descrito de una manera regular en el tiempo, en nuestro caso, en las salas de trabajo deportivo, se alternarán periodos de actividad con periodos de descanso y relajación.
- No todos los individuos desarrollaran el mismo tipo de ejercicios ni con la misma intensidad.

En nuestro caso, hemos considerado una actividad media durante el periodo de uso de los espacios de ejercicio más intenso (sala 3) del equivalente a lo que supondría todas las personas caminando durante "todo" el tiempo a un ritmo de 6,4 km/hora. Este es un ritmo ya elevado, poco más de 9 minutos el km y supone la emisión de 150 W de calor sensible al ambiente. Para las otras dos salas (1 y 2) se estima una actividad más moderada, caminar a un ritmo de 4,8 km/h, con emisión de 110 W de calor sensible al ambiente.

En las cabinas (que podrían ser de radiación U.V.A.) el estado es de reposo tumbado y le supondremos una emisión de 55 W por persona.

En la zona de cafetería hemos hecho media entre un trabajo moderado de pie (80 W) y el de una persona sentada sin trabajar (65 W)

Atendiendo a todas estas circunstancias se ha elaborado un cuadro resumen en el que se recogen los valores asignados a las diferentes actividades desempeñadas por los ocupantes en el edificio:

| GIMNASIO             |         |                         |                              | OCUPACIÓN                            |                                         | CARGAS                                 |                     |
|----------------------|---------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|
| Programa por locales |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Ocupación max. por espacios n° pers. | propuesta ocupación simultanea n° pers. | Carga para ocupación máxima simultanea |                     |
| Pl.                  |         | Nombre en planos        |                              |                                      |                                         | Carga sens. media (W/p)                | propuesta Carga (W) |
| Planta baja          | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 2                                    | 1                                       | 70                                     | 70                  |
|                      | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | 0                                    | 0                                       | -                                      | -                   |
|                      | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 11                                   | 2                                       | 75                                     | 150                 |
|                      | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17                        | 8                                    | 4                                       | 110                                    | 440                 |
|                      |         | Sala 2                  | 12,17                        | 8                                    | 4                                       | 110                                    | 440                 |
|                      | Sala 3  | 71,65                   | 14                           | 12                                   | 150                                     | 1.800                                  |                     |
| Planta sótano        | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | 5                                    | 0                                       | -                                      | -                   |
|                      | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | 0                                    | 0                                       | -                                      | -                   |
|                      | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 1                                    | 1                                       | 55                                     | 55                  |
|                      |         | Cabina 2                | 4,73                         | 1                                    | 1                                       | 55                                     | 55                  |
|                      | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | 11                                   | 0                                       | -                                      | -                   |
|                      | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | 5                                    | 0                                       | -                                      | -                   |
|                      | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | 0                                    | 0                                       | -                                      | -                   |
| <b>TOTALES</b>       |         |                         | <b>228,26</b>                | <b>66</b>                            | <b>25</b>                               |                                        | <b>3.010</b>        |

Emisión media por unid. de superf. **13,19** W/m<sup>2</sup>

### Iluminación

En cuanto a la iluminación artificial dispuesta en los espacios, se han de considerar los valores previstos en proyecto o reales en un edificio existente. En nuestro ejemplo, teórico, se ha partido del cumplimiento ajustado tanto del *CTE DB HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*, como de lo establecido en el *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.

Respecto a este último, en su *Anexo IV Iluminación de los lugares de trabajo*, se indican los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo y son los establecidos en la siguiente tabla.

| Zona o parte del lugar de trabajo (*) | Nivel mínimo de iluminación (lux) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Zonas donde se ejecuten tareas con:   |                                   |
| 1.º Bajas exigencias visuales         | 100                               |
| 2.º Exigencias visuales moderadas     | 200                               |
| 3.º Exigencias visuales altas         | 500                               |
| 4.º Exigencias visuales muy altas     | 1.000                             |
| Áreas o locales de uso ocasional      | 50                                |
| Áreas o locales de uso habitual       | 100                               |
| Vías de circulación de uso ocasional  | 25                                |
| Vías de circulación de uso habitual   | 50                                |

(\*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

En nuestro caso hemos considerado para los diferentes locales del gimnasio las siguientes exigencias visuales mínimas:

| Zona o parte del lugar de trabajo (*) | Nivel mínimo de iluminación (lux) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Zonas donde se ejecuten tareas con:   |                                   |
| 1.º Bajas exigencias visuales         | 100                               |
| 2.º Exigencias visuales moderadas     | 200                               |
| 3.º Exigencias visuales altas         | 500                               |
| 4.º Exigencias visuales muy altas     | 1.000                             |
| Áreas o locales de uso ocasional      | 50                                |
| Áreas o locales de uso habitual       | 100                               |
| Vías de circulación de uso ocasional  | 25                                |
| Vías de circulación de uso habitual   | 50                                |

Resto de zonas →

Despacho administrativo →

Aseos y Vestíbulo 2 en sótano →

Para la aplicación de estos valores, se dice además lo siguiente:

*“Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:*

*a) En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.*

*b) En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil”.*

En este caso y dada la naturaleza de la actividad, se considera la zona administrativa de trabajo con unas exigencias visuales altas (iluminancia de al menos 500 lux), el resto de los espacios se consideran con unas exigencias visuales moderadas (200 lux), pero las salas de ejercicio, en las que pueden existir una mayor concentración de personas y presencia de máquinas de trabajo se ha optado por aplicar el apartado a) anterior y duplicar el valor de iluminancia exigido, pasando de 200 lux a 400 lux. El vestíbulo de planta sótano se considera como un área de uso habitual (100 lux). Los aseos también 100 lux.

Actualmente, en reformas de este tipo y pensando en una instalación totalmente nueva, lo habitual y aconsejable es incorporar luminarias led, que proporcionan un gran rendimiento y muy bajo consumo. La siguiente tabla permite aproximar, para luminarias LED (aprox. 100 lm/W, 2m al plano de trabajo), la potencia disipada (en W/m<sup>2</sup>) a partir de la iluminancia media (lux):

| Iluminancia media (lux) | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|------------------------------|
| 100                     | 1                            |
| 200                     | 2                            |
| 300                     | 3                            |
| 400                     | 4                            |
| 500                     | 5                            |
| 1000                    | 10                           |

Ver Guía de aplicación DB HE 2019, versión junio de 2022

A partir de esta consideración las características de la instalación para cada uno de los espacios se reflejan en la siguiente tabla:

| GIMNASIO             |         |                         |                              | ILUMINACIÓN                |                              |                     |        |
|----------------------|---------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|--------|
| Programa por locales |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Pot. Iluminación Instalada |                              |                     |        |
| Pl.                  |         | Nombre en planos        |                              | Iluminancia media (lux)    | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W) |        |
| Planta baja          | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 500                        | 5,00                         | 31,90               |        |
|                      | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | 100                        | 1,00                         | 10,33               |        |
|                      | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  |                              | 47,88                      | 200                          | 2,00                | 95,76  |
|                      |         | Sala 1                  |                              | 12,17                      | 400                          | 4,00                | 48,68  |
|                      | P02 E05 | Sala 2                  |                              | 12,17                      | 400                          | 4,00                | 48,68  |
|                      |         | Sala 3                  |                              | 71,65                      | 400                          | 4,00                | 286,60 |
| Planta sótano        | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | 200                        | 2,00                         | 24,40               |        |
|                      | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | 100                        | 1,00                         | 3,55                |        |
|                      | P01 E01 | Cabina 1                |                              | 4,73                       | 200                          | 2,00                | 9,46   |
|                      |         | Cabina 2                |                              | 4,73                       | 200                          | 2,00                | 9,46   |
|                      | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | 100                        | 1,00                         | 26,67               |        |
|                      | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | 200                        | 2,00                         | 24,40               |        |
|                      | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | 100                        | 1,00                         | 3,60                |        |
| <b>TOTALES</b>       |         |                         | <b>228,26</b>                |                            |                              | <b>623,49</b>       |        |

**Emisión media por unidad de superficie**      **2,73**      **W/m<sup>2</sup>**

### Otros equipos

Nos quedaría por obtener la aportación de calor que realizan otros equipos que puedan existir en las diferentes salas y espacios de la parte del edificio que estamos estudiando.

Para estimar, nuevamente un valor medio, el flujo de calor aportado al ambiente por los equipos existentes, se pueden aplicar diferentes metodologías. En nuestro caso hemos tomado como referencia la *UNE-EN-ISO 13790 Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios*. En concreto, en su Anexo G, se han tomado los valores de la *tabla G.11 Índice del flujo de calor debido a los equipos; valores por defecto en ausencia de valores nacionales; valores globales en función del uso del edificio, no residencial*.

En la siguiente tabla se recogen esos valores para los usos característicos y sobre ellos, hemos marcado los que vamos a emplear en nuestro ejemplo:

| Flujo de calor debido a los equipos |                                                                            |                                              |                                                                          |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Uso del edificio                    | Equipos de prod. de calor durante el tiempo de trabajo (W/m <sup>2</sup> ) | fracción del tiempo presente (tanto por uno) | Índice medio del flujo de calor debido a los equipos (W/m <sup>2</sup> ) |
| Oficinas                            | 15                                                                         | 0,20                                         | 3                                                                        |
| Colegios, escuelas                  | 5                                                                          | 0,15                                         | 1                                                                        |
| Centros de salud                    | 8                                                                          | 0,50                                         | 4                                                                        |
| Centros de asist., no clínico       | 15                                                                         | 0,20                                         | 3                                                                        |
| Catering, restauración              | 10                                                                         | 0,25                                         | 3                                                                        |
| Tiendas                             | 10                                                                         | 0,25                                         | 3                                                                        |
| Salones de actos                    | 5                                                                          | 0,20                                         | 1                                                                        |
| Alojamiento, hospedaje              | 4                                                                          | 0,50                                         | 2                                                                        |
| Prisiones y penitenciarías          | 4                                                                          | 0,50                                         | 2                                                                        |
| Deportes                            | 4                                                                          | 0,25                                         | 1                                                                        |

Fuente: *UNE-EN-ISO 13790 Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. Anexo G. Puede encontrarse igualmente en la Guía de aplicación del DB-HE2019, versión junio 2022.*

De acuerdo con todo lo anterior se ha elaborado la siguiente tabla para la aportación de calor de los equipos:

| GIMNASIO             |         |                         |                              | EQUIPOS                         |            |
|----------------------|---------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------|
| Programa por locales |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | carga por equipos               |            |
| Pl.                  |         | Nombre en planos        |                              | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W)  |
| Planta baja          | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 3                               | 19         |
|                      | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | -                               | -          |
|                      | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 3                               | 144        |
|                      | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17                        | 1                               | 12         |
|                      |         | Sala 2                  | 12,17                        | 1                               | 12         |
|                      |         | Sala 3                  | 71,65                        | 1                               | 72         |
| Planta sótano        | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | -                               | -          |
|                      | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | -                               | -          |
|                      | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 1                               | 5          |
|                      |         | Cabina 2                | 4,73                         | 1                               | 5          |
|                      | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | -                               | -          |
|                      | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | -                               | -          |
|                      | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | -                               | -          |
| <b>TOTALES</b>       |         |                         | <b>228,26</b>                |                                 | <b>268</b> |

|                                               |             |                        |
|-----------------------------------------------|-------------|------------------------|
| <b>Emisión media por unidad de superficie</b> | <b>1,18</b> | <b>W/m<sup>2</sup></b> |
|-----------------------------------------------|-------------|------------------------|

Una vez definidas y caracterizadas las tres fuentes principales que aportan calor, el siguiente paso consiste en establecer un porcentaje de ocupación y uso de los espacios para cada hora y día de la semana. En función de los horarios habituales, del tipo y características de cada actividad, se concretarán unos porcentajes de ocupación de una manera adecuada al tiempo de apertura y de cierre.

No, existen por el momento, referencias nacionales suficientemente testadas que concreten unos porcentajes de ocupación para las diferentes usos y actividades en los edificios. No obstante, se puede encontrar en nuestro entorno internacional estudios y normativa de referencia sobre perfiles de uso y ocupación que se pueden utilizar como guía a la hora de establecer este perfil de uso para la semana tipo. Es el caso, por ejemplo, de la normativa francesa (*Méthode de calcul détaillée «Th-BCE 2020»*).

En nuestro caso hemos adoptado los siguientes:



La última columna de cada cuadro recoge el porcentaje de ocupación media de cada espacio para cada día tipo de la semana y para las tres fuentes de calor consideradas.

En principio para el uso de gimnasio, distinguiremos entre los días “normales” o laborables de la semana de lunes a viernes, por otra parte, los sábados, que tendrán una intensidad de uso y horarios diferentes y por último el domingo como jornada de cierre completo. Efectivamente, para la actividad de gimnasio, hemos optado por una apertura parcial en sábados desde las 8:00 hasta las 15:00 horas, con todos los servicios disponibles excepto el administrativo.

Si aplicamos los porcentajes medios de cada día tipo (última columna de cada bloque de la tabla de perfiles de uso y ocupación) para cada una de las fuentes de emisión (ocupantes, iluminación y equipos) a los valores que hemos estimado anteriormente para cada uno de los espacios obtenemos lo siguiente:

### Ocupación

| LOCAL                   |         |                         |                              | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS          |                                                 |                         |                     | ACUMULADOS DE USO DE LA SEMANA TIPO |        |                             |       |                                      |       |
|-------------------------|---------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|--------|-----------------------------|-------|--------------------------------------|-------|
| Programa del local      |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Ocupación max. por espacios (CTE DB S1) | Carga estimada para ocupación máxima simultanea |                         |                     | Propuesta Ocupación media L-V       |        | Propuesta Ocupación media S |       | Propuesta Ocupación media D-Festivos |       |
| PI.                     | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | nº p.                                   | propuesta nº pers                               | Carga sens. media (W/p) | propuesta Carga (W) | %                                   | (W-h)  | %                           | (W-h) | %                                    | (W-h) |
| Planta baja             | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 2                                       | 1                                               | 70                      | 70                  | 35                                  | 2.975  | -                           | -     | -                                    | -     |
|                         | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | -                                       | 0                                               | -                       | -                   | -                                   | -      | -                           | -     | -                                    | -     |
|                         | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 11                                      | 2                                               | 75                      | 150                 | 39                                  | 6.938  | 27                          | 975   | -                                    | -     |
|                         |         | Sala 1                  | 12,17                        | 8                                       | 4                                               | 110                     | 440                 | -                                   | 17.050 | -                           | 2.860 | -                                    | -     |
|                         | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17                        | 8                                       | 4                                               | 110                     | 440                 | 32                                  | 17.050 | 27                          | 2.860 | -                                    | -     |
| Sala 3                  |         | 71,65                   | 14                           | 12                                      | 150                                             | 1.800                   | -                   | 69.750                              | -      | 11.700                      | -     | -                                    |       |
| Planta sótano           | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | 5                                       | 0                                               | -                       | -                   | -                                   | -      | -                           | -     | -                                    | -     |
|                         | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | -                                       | 0                                               | -                       | -                   | -                                   | -      | -                           | -     | -                                    | -     |
|                         | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 1                                       | 1                                               | 55                      | 55                  | 40                                  | 2.613  | 27                          | 358   | -                                    | -     |
|                         |         | Cabina 2                | 4,73                         | 1                                       | 1                                               | 55                      | 55                  | -                                   | 2.613  | -                           | 358   | -                                    | -     |
|                         | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | 11                                      | 0                                               | -                       | -                   | -                                   | -      | -                           | -     | -                                    | -     |
|                         | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | 5                                       | 0                                               | -                       | -                   | -                                   | -      | -                           | -     | -                                    | -     |
|                         | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | -                                       | 0                                               | -                       | -                   | -                                   | -      | -                           | -     | -                                    | -     |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |         |                         | <b>228,26</b>                | <b>66</b>                               | <b>25</b>                                       | <b>3.010</b>            |                     | <b>118.988</b>                      |        | <b>19.110</b>               |       | <b>-</b>                             |       |

### Iluminación

| LOCAL                   |         |                         |                              | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS |         |                              |                                 | ACUMULADOS DE LA SEMANA TIPO |                               |       |                                        |     |            |
|-------------------------|---------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------|----------------------------------------|-----|------------|
| Programa del local      |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Pot. Iluminación Instalada     |         |                              | Propuesta Iluminación media L-V |                              | Propuesta Iluminación media S |       | Propuesta Iluminación media D-Festivos |     |            |
| PI.                     | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | Iluminancia media (lux)        | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W)             | %                            | (W-h)                         | %     | (W-h)                                  | %   | (W-h)      |
| Planta baja             | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 500                            | 3.190   | 5,00                         | 31,90                           | 42                           | 1.595                         | -     | -                                      | -   | -          |
|                         | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | 100                            | 1.033   | 1,00                         | 10,33                           | 14                           | 168                           | 7     | 18                                     | -   | -          |
|                         | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 200                            | 9.576   | 2,00                         | 95,76                           | 31                           | 3.591                         | 14    | 311                                    | 6   | 144        |
|                         |         | Sala 1                  | 12,17                        | 400                            | 4.868   | 4,00                         | 48,68                           | -                            | 2.020                         | -     | 243                                    | -   | 73         |
|                         | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17                        | 400                            | 4.868   | 4,00                         | 48,68                           | 35                           | 2.020                         | 21    | 243                                    | 6   | 73         |
| Sala 3                  |         | 71,65                   | 400                          | 28.660                         | 4,00    | 286,60                       | -                               | 11.894                       | -                             | 1.433 | -                                      | 430 |            |
| Planta sótano           | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | 200                            | 2.440   | 2,00                         | 24,40                           | 14                           | 397                           | 7     | 43                                     | -   | -          |
|                         | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | 100                            | 355     | 1,00                         | 3,55                            | 14                           | 58                            | 7     | 6                                      | -   | -          |
|                         | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 200                            | 946     | 2,00                         | 9,46                            | 40                           | 449                           | 27    | 61                                     | -   | -          |
|                         |         | Cabina 2                | 4,73                         | 200                            | 946     | 2,00                         | 9,46                            | -                            | 449                           | -     | 61                                     | -   | -          |
|                         | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | 100                            | 2.667   | 1,00                         | 26,67                           | 26                           | 833                           | 15    | 93                                     | -   | -          |
|                         | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | 200                            | 2.440   | 2,00                         | 24,40                           | 14                           | 397                           | 7     | 43                                     | -   | -          |
|                         | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | 100                            | 360     | 1,00                         | 3,60                            | 14                           | 59                            | 7     | 6                                      | -   | -          |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |         |                         | <b>228,26</b>                |                                |         |                              | <b>623,49</b>                   |                              | <b>23.930</b>                 |       | <b>2.563</b>                           |     | <b>720</b> |

Se recogen algunas particularidades de nuestro ejemplo, como es el caso en algunas salas, con grandes huecos de cara al espacio público, que pueden utilizarse como escaparate, lo que obligaría a un uso parcial de la iluminación de esas salas fuera del horario de funcionamiento estrictamente deportivo. Esto

ocurre con la sala 3 y la zona de vestíbulo cafetería. Consideraremos un funcionamiento al 25 % en horario nocturno (hasta las 23:00 horas).

### Otros equipos

| LOCAL                   |         |                         | CARGAS INT. MÁX. MED.        |                                 |            | ACUMULADOS DE LA SEMANA TIPO |              |                           |              |                                    |       |
|-------------------------|---------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------|------------------------------|--------------|---------------------------|--------------|------------------------------------|-------|
| Programa del local      |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Carga por equipos               |            | Propuesta Equipos media L-V  |              | Propuesta Equipos media S |              | Propuesta Equipos media D-Festivos |       |
| PI.                     | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W)  | %                            | (W-h)        | %                         | (W-h)        | %                                  | (W-h) |
| Planta baja             | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 3                               | 19         | 38                           | 861          | -                         | -            | -                                  | -     |
|                         | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | -                               | -          | -                            | -            | -                         | -            | -                                  | -     |
|                         | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 3                               | 144        | 27                           | 4.668        | 26                        | 898          | -                                  | -     |
|                         |         | Sala 1                  | 12,17                        | 1                               | 12         | -                            | 487          | -                         | 76           | -                                  | -     |
|                         | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17                        | 1                               | 12         | 33                           | 487          | 26                        | 76           | -                                  | -     |
| Sala 3                  |         | 71,65                   | 1                            | 72                              | -          | 2.866                        | -            | 448                       | -            | -                                  |       |
| Planta sótano           | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | -                               | -          | -                            | -            | -                         | -            | -                                  | -     |
|                         | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | -                               | -          | -                            | -            | -                         | -            | -                                  | -     |
|                         | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 1                               | 5          | 40                           | 225          | 27                        | 31           | -                                  | -     |
|                         |         | Cabina 2                | 4,73                         | 1                               | 5          | -                            | 225          | -                         | 31           | -                                  | -     |
|                         | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | -                               | -          | -                            | -            | -                         | -            | -                                  | -     |
|                         | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | -                               | -          | -                            | -            | -                         | -            | -                                  | -     |
|                         | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | -                               | -          | -                            | -            | -                         | -            | -                                  | -     |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |         |                         | <b>228,26</b>                |                                 | <b>268</b> |                              | <b>9.819</b> |                           | <b>1.559</b> | -                                  | -     |

Finalmente, solo resta acumular los diferentes aportes de calor de todos los espacios, para todos los días de la semana y obtener la carga media horaria repercutida por unidad de superficie (ver tabla completa al final de este apartado). Esta parte del cálculo junto con los acumulados de todos los anteriores, se resume en las siguientes tablas:

| LOCAL                   |         |                         | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS PARA TODAS LAS FUENTES DE CALOR INTERNO |                                         |                                                 |                         |                     |                            |         |                              |                     |                                 |            |
|-------------------------|---------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|---------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|------------|
| Programa del local      |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> )                                           | Ocupación max. por espacios (CTE DB SI) | Carga estimada para ocupación máxima simultanea |                         |                     | Pot. Iluminación Instalada |         |                              |                     | Carga por equipos               |            |
| PI.                     | ESPACIO | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )                                                      | nº p.                                   | propuesta nº pers                               | Carga sens. media (W/p) | propuesta Carga (W) | Iluminancia media (lux)    | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W) | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W)  |
| Planta baja             | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                                                                   | 2                                       | 1                                               | 70                      | 70                  | 500                        | 3.190   | 5,00                         | 31,90               | 3                               | 19         |
|                         | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                                                                  |                                         | 0                                               | -                       | -                   | 100                        | 1.033   | 1,00                         | 10,33               | -                               | -          |
|                         | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                                                                  | 11                                      | 2                                               | 75                      | 150                 | 200                        | 9.576   | 2,00                         | 95,76               | 3                               | 144        |
|                         |         | Sala 1                  | 12,17                                                                  | 8                                       | 4                                               | 110                     | 440                 | 400                        | 4.868   | 4,00                         | 48,68               | 1                               | 12         |
|                         | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17                                                                  | 8                                       | 4                                               | 110                     | 440                 | 400                        | 4.868   | 4,00                         | 48,68               | 1                               | 12         |
| Sala 3                  |         | 71,65                   | 14                                                                     | 12                                      | 150                                             | 1.800                   | 400                 | 28.660                     | 4,00    | 286,60                       | 1                   | 72                              |            |
| Planta sótano           | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                                                                  | 5                                       | 0                                               | -                       | -                   | 200                        | 2.440   | 2,00                         | 24,40               | -                               | -          |
|                         | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                                                                   |                                         | 0                                               | -                       | -                   | 100                        | 355     | 1,00                         | 3,55                | -                               | -          |
|                         | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                                                                   | 1                                       | 1                                               | 55                      | 55                  | 200                        | 946     | 2,00                         | 9,46                | 1                               | 5          |
|                         |         | Cabina 2                | 4,73                                                                   | 1                                       | 1                                               | 55                      | 55                  | 200                        | 946     | 2,00                         | 9,46                | 1                               | 5          |
|                         | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                                                                  | 11                                      | 0                                               | -                       | -                   | 100                        | 2.667   | 1,00                         | 26,67               | -                               | -          |
|                         | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                                                                  | 5                                       | 0                                               | -                       | -                   | 200                        | 2.440   | 2,00                         | 24,40               | -                               | -          |
|                         | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                                                                   |                                         | 0                                               | -                       | -                   | 100                        | 360     | 1,00                         | 3,60                | -                               | -          |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |         |                         | <b>228,26</b>                                                          | <b>66</b>                               | <b>25</b>                                       |                         | <b>3.010</b>        |                            |         |                              | <b>623,49</b>       |                                 | <b>268</b> |

| LOCAL              |                         |                            |                              | ACUMULADOS APLICANDO EL PERFIL DE USO Y LA OCUPACIÓN DE LA SEMANA TIPO |                            |                             |                          |                                      |      |                                 |                          |                               |                     |                                        |                 |                             |                     |                           |                 |                                    |      |                            |                                                  |                                                               |      |
|--------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------|
| Programa del local |                         |                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Propuesta Ocupación media L-V                                          |                            | Propuesta Ocupación media S |                          | Propuesta Ocupación media D-Festivos |      | Propuesta Iluminación media L-V |                          | Propuesta Iluminación media S |                     | Propuesta Iluminación media D-Festivos |                 | Propuesta Equipos media L-V |                     | Propuesta Equipos media S |                 | Propuesta Equipos media D-Festivos |      | Total semana tipo (Wh)     | Total semana tipo / superf. (Wh/m <sup>2</sup> ) | Total sem./168 horas sem. C <sub>FI</sub> (W/m <sup>2</sup> ) |      |
| PL                 | ESPACIO                 | Nombre en planos           | (m <sup>2</sup> )            | %                                                                      | (Wh)                       | %                           | (Wh)                     | %                                    | (Wh) | %                               | (Wh)                     | %                             | (Wh)                | %                                      | (Wh)            | %                           | (Wh)                | %                         | (Wh)            | %                                  | (Wh) |                            |                                                  |                                                               |      |
| Planta baja        | P02 E02                 | Despacho administración    | 6,38                         | 35                                                                     | 2.975                      | -                           | -                        | -                                    | -    | 42                              | 1.595                    | -                             | -                   | -                                      | -               | 38                          | 861                 | -                         | -               | -                                  | -    | 5.431                      | 851                                              | 5,07                                                          |      |
|                    | P02 E03                 | Aseo planta baja           | 10,33                        | -                                                                      | -                          | -                           | -                        | -                                    | -    | 14                              | 168                      | 7                             | 18                  | -                                      | -               | -                           | -                   | -                         | -               | -                                  | -    | 186                        | 18                                               | 0,11                                                          |      |
|                    | P02 E04                 | Vestibulo 1/ Cafeteria     | 47,88                        | 39                                                                     | 6.938                      | 27                          | 975                      | -                                    | -    | 31                              | 3.591                    | 14                            | 311                 | 6                                      | 144             | 27                          | 4.668               | 26                        | 898             | -                                  | -    | 17.524                     | 366                                              | 2,18                                                          |      |
|                    | P02 E05                 | Sala 1<br>Sala 2<br>Sala 3 | 12,17<br>12,17<br>71,65      | 32                                                                     | 17.050<br>17.050<br>69.750 | 27                          | 2.860<br>2.860<br>11.700 | -                                    | -    | 35                              | 2.020<br>2.020<br>11.894 | 21                            | 243<br>243<br>1.433 | 6                                      | 73<br>73<br>430 | 33                          | 487<br>487<br>2.866 | 26                        | 76<br>76<br>448 | -                                  | -    | 22.810<br>22.810<br>98.521 | 1.874<br>1.874<br>1.375                          | 11,16<br>11,16<br>8,18                                        |      |
| Planta sótano      | P01 E04                 | Vestuario 1                | 12,20                        | -                                                                      | -                          | -                           | -                        | -                                    | -    | 14                              | 397                      | 7                             | 43                  | -                                      | -               | -                           | -                   | -                         | -               | -                                  | -    | 439                        | 36                                               | 0,21                                                          |      |
|                    | P01 E05                 | Aseo 1                     | 3,55                         | -                                                                      | -                          | -                           | -                        | -                                    | -    | 14                              | 58                       | 7                             | 6                   | -                                      | -               | -                           | -                   | -                         | -               | -                                  | -    | 64                         | 18                                               | 0,11                                                          |      |
|                    | P01 E01                 | Cabina 1<br>Cabina 2       | 4,73<br>4,73                 | 40                                                                     | 2.613<br>2.613             | 27                          | 358<br>358               | -                                    | -    | 40                              | 449<br>449               | 27                            | 61<br>61            | -                                      | -               | 40                          | 225<br>225          | 27                        | 31<br>31        | -                                  | -    | 3.736<br>3.736             | 790<br>790                                       | 4,70<br>4,70                                                  |      |
|                    | P01 E03                 | Vestibulo 2                | 26,67                        | -                                                                      | -                          | -                           | -                        | -                                    | -    | 26                              | 833                      | 15                            | 93                  | -                                      | -               | -                           | -                   | -                         | -               | -                                  | -    | -                          | 927                                              | 35                                                            | 0,21 |
|                    | P01 E06                 | Vestuario 2                | 12,20                        | -                                                                      | -                          | -                           | -                        | -                                    | -    | 14                              | 397                      | 7                             | 43                  | -                                      | -               | -                           | -                   | -                         | -               | -                                  | -    | 439                        | 36                                               | 0,21                                                          |      |
|                    | P01 E07                 | Aseo 2                     | 3,60                         | -                                                                      | -                          | -                           | -                        | -                                    | -    | 14                              | 59                       | 7                             | 6                   | -                                      | -               | -                           | -                   | -                         | -               | -                                  | -    | 65                         | 18                                               | 0,11                                                          |      |
|                    | <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                            |                              | <b>228,28</b>                                                          |                            | <b>118.988</b>              |                          | <b>19.110</b>                        |      |                                 | <b>23.930</b>            |                               | <b>2.583</b>        |                                        | <b>720</b>      |                             | <b>9.819</b>        |                           | <b>1.559</b>    |                                    |      | <b>176.688</b>             |                                                  | <b>4,61</b>                                                   |      |

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

| C <sub>FI</sub> < 6      | Baja     |
|--------------------------|----------|
| 6 ≤ C <sub>FI</sub> < 9  | Media    |
| 9 ≤ C <sub>FI</sub> < 12 | Alta     |
| 12 ≤ C <sub>FI</sub>     | Muy alta |

TABLA RESUMEN COMPLETA DEL CÁLCULO DE LA CARGA INTERNA MEDIA (C<sub>FI</sub>) PARA EL LOCAL DE USO GIMNASIO

| LOCAL                   |         |                         |                 | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS PARA TODAS LAS FUENTES DE CALOR INTERNO |                                                 |                         |                     |                            |         |                 |                     |                    |           | ACUMULADOS APLICANDO EL PERFIL DE USO Y LA OCUPACIÓN DE LA SEMANA TIPO |                               |               |                             |   |                                      |   |                                 |              |                               |     |                                        |              |                             |              |                           |     |                                    |   |                        |                                     |                                                  |       |
|-------------------------|---------|-------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|---------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------|---|--------------------------------------|---|---------------------------------|--------------|-------------------------------|-----|----------------------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|---------------------------|-----|------------------------------------|---|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|
| Programa del local      |         |                         | Superficie (m²) | Ocupación max. por espacios (CTE DB SI)                                | Carga estimada para ocupación máxima simultanea |                         |                     | Pot. Iluminación Instalada |         |                 |                     | Carga por equipos  |           |                                                                        | Propuesta Ocupación media L-V |               | Propuesta Ocupación media S |   | Propuesta Ocupación media D-Festivos |   | Propuesta Iluminación media L-V |              | Propuesta Iluminación media S |     | Propuesta Iluminación media D-Festivos |              | Propuesta Equipos media L-V |              | Propuesta Equipos media S |     | Propuesta Equipos media D-Festivos |   | Total semana tipo (Wh) | Total semana tipo / superf. (Wh/m²) | Total sem./168 horas sem. C <sub>FI</sub> (W/m²) |       |
| Pl.                     | ESPACIO | Nombre en planos        | (m²)            | nº p.                                                                  | propuesta nº pers                               | Carga sens. media (W/p) | propuesta Carga (W) | Iluminancia media (lux)    | Lúmenes | Potencia (W/m²) | propuesta Total (W) | Carga media (W/m²) | Carga (W) | %                                                                      | (Wh)                          | %             | (Wh)                        | % | (Wh)                                 | % | (Wh)                            | %            | (Wh)                          | %   | (Wh)                                   | %            | (Wh)                        | %            | (Wh)                      | %   | (Wh)                               |   |                        |                                     |                                                  |       |
| Planta baja             | P02 E02 | Despacho administración | 6,38            | 2                                                                      | 1                                               | 70                      | 70                  | 500                        | 3.190   | 5,00            | 31,90               | 3                  | 19        | 35                                                                     | 2.975                         | -             | -                           | - | -                                    | - | 42                              | 1.595        | -                             | -   | -                                      | -            | 38                          | 861          | -                         | -   | -                                  | - | 5.431                  | 851                                 | 5,07                                             |       |
|                         | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33           | 0                                                                      | -                                               | -                       | -                   | 100                        | 1.033   | 1,00            | 10,33               | -                  | -         | -                                                                      | -                             | -             | -                           | - | -                                    | - | 14                              | 168          | 7                             | 18  | -                                      | -            | -                           | -            | -                         | -   | -                                  | - | 186                    | 18                                  | 0,11                                             |       |
|                         | P02 E04 | Vestibulo 1/ Cafeteria  | 47,88           | 11                                                                     | 2                                               | 75                      | 150                 | 200                        | 9.576   | 2,00            | 95,76               | 3                  | 144       | 39                                                                     | 6.938                         | 27            | 975                         | - | -                                    | - | 31                              | 3.591        | 14                            | 311 | 6                                      | 144          | 27                          | 4.668        | 26                        | 898 | -                                  | - | -                      | 17.524                              | 366                                              | 2,18  |
|                         | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17           | 8                                                                      | 4                                               | 110                     | 440                 | 400                        | 4.868   | 4,00            | 48,68               | 1                  | 12        | -                                                                      | 17.050                        | -             | 2.860                       | - | -                                    | - | -                               | -            | 2.020                         | 243 | 73                                     | -            | -                           | -            | -                         | -   | -                                  | - | 22.810                 | 1.874                               | 11,16                                            |       |
|                         |         | Sala 2                  | 12,17           | 8                                                                      | 4                                               | 110                     | 440                 | 400                        | 4.868   | 4,00            | 48,68               | 1                  | 12        | 32                                                                     | 17.050                        | 27            | 2.860                       | - | -                                    | - | -                               | 35           | 2.020                         | 21  | 243                                    | 6            | 73                          | 33           | 487                       | 26  | 76                                 | - | -                      | 22.810                              | 1.874                                            | 11,16 |
| Planta sótano           | P01 E04 | Sala 3                  | 71,65           | 14                                                                     | 12                                              | 150                     | 1.800               | 400                        | 28.660  | 4,00            | 286,60              | 1                  | 72        | -                                                                      | 69.750                        | -             | 11.700                      | - | -                                    | - | -                               | 11.894       | 1.433                         | 430 | -                                      | -            | -                           | 2.866        | 448                       | -   | -                                  | - | 98.521                 | 1.375                               | 8,18                                             |       |
|                         | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20           | 5                                                                      | 0                                               | -                       | -                   | 200                        | 2.440   | 2,00            | 24,40               | -                  | -         | -                                                                      | -                             | -             | -                           | - | -                                    | - | 14                              | 397          | 7                             | 43  | -                                      | -            | -                           | -            | -                         | -   | -                                  | - | 439                    | 36                                  | 0,21                                             |       |
|                         | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55            | 0                                                                      | -                                               | -                       | -                   | 100                        | 355     | 1,00            | 3,55                | -                  | -         | -                                                                      | -                             | -             | -                           | - | -                                    | - | 14                              | 58           | 7                             | 6   | -                                      | -            | -                           | -            | -                         | -   | -                                  | - | 64                     | 18                                  | 0,11                                             |       |
|                         | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73            | 1                                                                      | 1                                               | 55                      | 55                  | 200                        | 946     | 2,00            | 9,46                | 1                  | 5         | -                                                                      | 2.613                         | -             | 358                         | - | -                                    | - | -                               | -            | 449                           | 27  | 61                                     | -            | -                           | -            | -                         | -   | -                                  | - | 3.736                  | 790                                 | 4,70                                             |       |
|                         |         | Cabina 2                | 4,73            | 1                                                                      | 1                                               | 55                      | 55                  | 200                        | 946     | 2,00            | 9,46                | 1                  | 5         | 40                                                                     | 2.613                         | 27            | 358                         | - | -                                    | - | -                               | 40           | 449                           | 27  | 61                                     | -            | -                           | 40           | 225                       | 27  | 31                                 | - | -                      | 3.736                               | 790                                              | 4,70  |
|                         | P01 E03 | Vestibulo 2             | 26,67           | 11                                                                     | 0                                               | -                       | -                   | 100                        | 2.667   | 1,00            | 26,67               | -                  | -         | -                                                                      | -                             | -             | -                           | - | -                                    | - | -                               | 26           | 833                           | 15  | 93                                     | -            | -                           | -            | -                         | -   | -                                  | - | -                      | 927                                 | 35                                               | 0,21  |
|                         | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20           | 5                                                                      | 0                                               | -                       | -                   | 200                        | 2.440   | 2,00            | 24,40               | -                  | -         | -                                                                      | -                             | -             | -                           | - | -                                    | - | -                               | 14           | 397                           | 7   | 43                                     | -            | -                           | -            | -                         | -   | -                                  | - | -                      | 439                                 | 36                                               | 0,21  |
| P01 E07                 | Aseo 2  | 3,60                    | 0               | -                                                                      | -                                               | -                       | 100                 | 360                        | 1,00    | 3,60            | -                   | -                  | -         | -                                                                      | -                             | -             | -                           | - | -                                    | - | 14                              | 59           | 7                             | 6   | -                                      | -            | -                           | -            | -                         | -   | -                                  | - | 65                     | 18                                  | 0,11                                             |       |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |         |                         | <b>228,26</b>   | <b>66</b>                                                              | <b>25</b>                                       | <b>3.010</b>            |                     |                            |         |                 | <b>623,49</b>       | <b>268</b>         |           | <b>118.988</b>                                                         |                               | <b>19.110</b> |                             |   |                                      |   | <b>23.930</b>                   | <b>2.563</b> | <b>720</b>                    |     |                                        | <b>9.819</b> |                             | <b>1.559</b> |                           |     | <b>176.688</b>                     |   | <b>4,61</b>            |                                     |                                                  |       |

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>C<sub>FI</sub> &lt; 6</b> | <b>Baja</b> |
| 6 ≤ C <sub>FI</sub> < 9      | Media       |
| 9 ≤ C <sub>FI</sub> < 12     | Alta        |
| 12 ≤ C <sub>FI</sub>         | Muy alta    |

El resumen por espacios, que hemos utilizado en el modelo de HULC, es el siguiente:

| RESUMEN CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS TOTALES POR ESPACIOS |               |                         |                        |                         |                         |                                                   |                                                                           | TIPO DE USO                       |                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Programa del local                                          |               |                         | Superficie por locales | Superficie por espacios | Total semana tipo (W·h) | Total semana tipo / superf. (W·h/m <sup>2</sup> ) | Total sem./168 horas sem. C <sub>FI</sub> por locales (W/m <sup>2</sup> ) | Nivel de carga interna en ESPACIO | Horario de funcionamiento (h) |
| ESPACIO                                                     | Pl.           | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )      | (m <sup>2</sup> )       |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
| P02 E02                                                     | Planta baja   | Despacho administración | 6,38                   | 6,38                    | 5.431                   | 851                                               | 5,07                                                                      | Baja                              | 8                             |
| P02 E03                                                     |               | Aseo planta baja        | 10,33                  | 10,33                   | 186                     | 18                                                | 0,11                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P02 E04                                                     |               | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                  | 47,88                   | 17.524                  | 366                                               | 2,18                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P02 E05                                                     |               | Sala 1                  | 12,17                  | 96,00                   | 144.140                 | 1.501                                             | 8,94                                                                      | Alta                              | 12                            |
|                                                             | Sala 2        | 12,17                   |                        |                         |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
|                                                             | Sala 3        | 71,65                   |                        |                         |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
| P01 E04                                                     | Planta sótano | Vestuario 1             | 12,20                  | 12,20                   | 439                     | 36                                                | 0,21                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P01 E05                                                     |               | Aseo 1                  | 3,55                   | 3,55                    | 64                      | 18                                                | 0,11                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P01 E01                                                     |               | Cabina 1                | 4,73                   | 9,47                    | 7.473                   | 789                                               | 4,70                                                                      | Baja                              | 8                             |
|                                                             |               | Cabina 2                | 4,73                   |                         |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
| P01 E03                                                     |               | Vestíbulo 2             | 26,67                  | 26,67                   | 927                     | 35                                                | 0,21                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P01 E06                                                     |               | Vestuario 2             | 12,20                  | 12,20                   | 439                     | 36                                                | 0,21                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P01 E07                                                     |               | Aseo 2                  | 3,60                   | 3,60                    | 65                      | 18                                                | 0,11                                                                      | Baja                              | 12                            |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b>                                     |               |                         | <b>228,26</b>          | <b>228,28</b>           | <b>176.688</b>          |                                                   | <b>4,61</b>                                                               | <b>Baja</b>                       | <b>12</b>                     |

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

|                      |          |
|----------------------|----------|
| $C_{FI} < 6$         | Baja     |
| $6 \leq C_{FI} < 9$  | Media    |
| $9 \leq C_{FI} < 12$ | Alta     |
| $12 \leq C_{FI}$     | Muy alta |

Recordemos aquí, nuevamente, que a la hora de modelizar en HULC los perfiles de uso del proyecto tenemos tres opciones posibles:

- Crear nuestros perfiles personalizados, actualmente con alguna limitación en cuanto al número de perfiles que podemos incorporar (opción prioritaria).
- Seleccionar los perfiles predeterminados que nos ofrece el programa.
- Modelizar el edificio en CALENER GT, que permite una definición completa espacio por espacio.

### Perfiles predeterminados

Si optamos por los perfiles predeterminados, debemos asociar los perfiles de uso de CALENER VYP con los valores de carga interna media que hemos calculado para cada espacio.

Para ello, debemos aplicar el criterio establecido en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, donde, en el *Ejemplo de cálculo de la carga interna media y del nivel de carga interna de un edificio*, en concreto en la página 26, y en aplicación del *Documento de condiciones técnicas de los procedimientos para la evaluación de la eficiencia energética de los edificios*, se resume en el cuadro que reproducimos aquí:

| CFI (W/m <sup>2</sup> ) | 8h          |             |             | 12 h        |             |             | 16h         |             |             | 24h         |             |             |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                         | Baja        | Media       | Alta        |
| Ocupación               | 0,57        | 1,71        | 2,86        | 0,81        | 2,43        | 4,05        | 1,05        | 3,14        | 5,24        | 1,52        | 4,57        | 7,62        |
| Equipos                 | 0,43        | 1,29        | 2,14        | 0,61        | 1,82        | 3,04        | 0,79        | 2,36        | 3,93        | 1,14        | 3,43        | 5,71        |
| Iluminación *           | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>1,17</b> | <b>3,17</b> | <b>5,17</b> | <b>1,58</b> | <b>4,42</b> | <b>7,25</b> | <b>2,00</b> | <b>5,67</b> | <b>9,33</b> | <b>2,83</b> | <b>8,17</b> | <b>13,5</b> |

(\*) Se utiliza para la carga de iluminación una potencia media de 4 W/m<sup>2</sup>

Además, en ese mismo apartado, se clasifican dichos perfiles de uso en relación con los niveles de carga interna que figuran en la *Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna*, de la siguiente forma:

| Nivel de carga interna |                      | Perfiles de uso predefinidos |      |     |      |      |      |      |      |  |
|------------------------|----------------------|------------------------------|------|-----|------|------|------|------|------|--|
| Baja                   | $C_{FI} < 6$         | 8hB                          | 8hM  | 8hA | 12hB | 12hM | 16hB | 16hM | 24hB |  |
| Media                  | $6 \leq C_{FI} < 9$  | 12hA                         | 24hM |     |      |      |      |      |      |  |
| Alta                   | $9 \leq C_{FI} < 12$ | 16hA                         |      |     |      |      |      |      |      |  |
| Muy alta               | $12 \leq C_{FI}$     | 24hA                         |      |     |      |      |      |      |      |  |

Los valores de carga interna media (CFI) obtenidos anteriormente son los siguientes:

| RESUMEN CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS TOTALES POR ESPACIOS |               |                         |                        |                         |                         |                                                   |                                                                           | TIPO DE USO                       |                               |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Programa del local                                          |               |                         | Superficie por locales | Superficie por espacios | Total semana tipo (W-h) | Total semana tipo / superf. (W-h/m <sup>2</sup> ) | Total sem./168 horas sem. C <sub>FI</sub> por locales (W/m <sup>2</sup> ) | Nivel de carga interna en ESPACIO | Horario de funcionamiento (h) |
| ESPACIO                                                     | PI.           | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )      | (m <sup>2</sup> )       |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
| P02 E02                                                     | Planta baja   | Despacho administración | 6,38                   | 6,38                    | 5.431                   | 851                                               | 5,07                                                                      | Baja                              | 8                             |
| P02 E03                                                     |               | Aseo planta baja        | 10,33                  | 10,33                   | 186                     | 18                                                | 0,11                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P02 E04                                                     |               | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                  | 47,88                   | 17.524                  | 366                                               | 2,18                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P02 E05                                                     |               | Sala 1                  | 12,17                  | 96,00                   | 144.140                 | 1.501                                             | 8,94                                                                      | Media                             | 12                            |
|                                                             | Sala 2        | 12,17                   |                        |                         |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
|                                                             | Sala 3        | 71,65                   |                        |                         |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
| P01 E04                                                     | Planta sótano | Vestuario 1             | 12,20                  | 12,20                   | 439                     | 36                                                | 0,21                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P01 E05                                                     |               | Aseo 1                  | 3,55                   | 3,55                    | 64                      | 18                                                | 0,11                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P01 E01                                                     |               | Cabina 1                | 4,73                   | 9,47                    | 7.473                   | 789                                               | 4,70                                                                      | Baja                              | 8                             |
|                                                             |               | Cabina 2                | 4,73                   |                         |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
| P01 E03                                                     |               | Vestíbulo 2             | 26,67                  | 26,67                   | 927                     | 35                                                | 0,21                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P01 E06                                                     |               | Vestuario 2             | 12,20                  | 12,20                   | 439                     | 36                                                | 0,21                                                                      | Baja                              | 12                            |
| P01 E07                                                     |               | Aseo 2                  | 3,60                   | 3,60                    | 65                      | 18                                                | 0,11                                                                      | Baja                              | 12                            |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b>                                     |               |                         | <b>228,26</b>          | <b>228,28</b>           | <b>176.688</b>          |                                                   | <b>4,61</b>                                                               | <b>Baja</b>                       | <b>12</b>                     |

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

|                      |          |
|----------------------|----------|
| $C_{FI} < 6$         | Baja     |
| $6 \leq C_{FI} < 9$  | Media    |
| $9 \leq C_{FI} < 12$ | Alta     |
| $12 \leq C_{FI}$     | Muy alta |

Como ejemplo, para el espacio P02 E05, salas de ejercicios de la planta baja, con un nivel de carga interna media de 8,94 W/m<sup>2</sup> le correspondería un perfil de uso predeterminado en CALENER VYP (HULC), de 16 horas intensidad Media. Se representa en la tabla esa relación:

| CFI (W/m <sup>2</sup> ) | 8h          |             |             | 12 h        |             |             | 16h         |             |             | 24h         |             |             |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                         | Baja        | Media       | Alta        |
| Ocupación               | 0,57        | 1,71        | 2,86        | 0,81        | 2,43        | 4,05        | 1,05        | 3,14        | 5,24        | 1,52        | 4,57        | 7,62        |
| Equipos                 | 0,43        | 1,29        | 2,14        | 0,61        | 1,82        | 3,04        | 0,79        | 2,36        | 3,93        | 1,14        | 3,43        | 5,71        |
| Iluminación *           | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        | 0,17        |
| <b>TOTAL</b>            | <b>1,17</b> | <b>3,17</b> | <b>5,17</b> | <b>1,58</b> | <b>4,42</b> | <b>7,25</b> | <b>2,00</b> | <b>5,67</b> | <b>9,33</b> | <b>2,83</b> | <b>8,17</b> | <b>13,5</b> |

En la siguiente tabla, se resume la relación que se debería aplicar entre la carga interna media de cada espacio y los perfiles de uso predefinidos que se pueden seleccionar en CALENER VYP (HULC).

| CARGA INTERNA MEDIA DE ESPACIOS Y PERFILES DE USO EN CALENER VYP- GIMNASIO |               |                         |                        |                                                    |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Programa del local                                                         |               |                         | Superficie por locales | Carga interna media (C <sub>FI</sub> ) por locales | Perfil de uso asimilable en CALENER VYP |
| ESPACIO                                                                    | PI.           | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )      | (W/m <sup>2</sup> )                                |                                         |
| P02 E02                                                                    | Planta baja   | Despacho administración | 6,38                   | 5,07                                               | 8hA                                     |
| P02 E03                                                                    |               | Aseo planta baja        | 10,33                  | 0,11                                               | 8hB                                     |
| P02 E04                                                                    |               | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                  | 2,18                                               | 16hB                                    |
| P02 E05                                                                    |               | Sala 1                  | 12,17                  | 9,02                                               | 16hA                                    |
|                                                                            |               | Sala 2                  | 12,17                  |                                                    |                                         |
|                                                                            | Sala 3        | 71,65                   |                        |                                                    |                                         |
| P01 E04                                                                    | Planta sótano | Vestuario 1             | 12,20                  | 0,21                                               | 8hB                                     |
| P01 E05                                                                    |               | Aseo 1                  | 3,55                   | 0,11                                               | 8hB                                     |
| P01 E01                                                                    |               | Cabina 1                | 4,73                   | 4,04                                               | 12hM                                    |
|                                                                            |               | Cabina 2                | 4,73                   |                                                    |                                         |
| P01 E03                                                                    |               | Vestíbulo 2             | 26,67                  | 0,21                                               | 8hB                                     |
| P01 E06                                                                    |               | Vestuario 2             | 12,20                  | 0,21                                               | 8hB                                     |
| P01 E07                                                                    |               | Aseo 2                  | 3,60                   | 0,11                                               | 8hB                                     |
| TOTALES Y MEDIAS                                                           |               |                         | 228,26                 | 4,62                                               |                                         |

### Perfiles de uso personalizados

Es recomendable modelizar el edificio definiendo nuestros propios perfiles de uso, de acuerdo con el funcionamiento real previsto en los locales, debiendo proceder de la siguiente forma:

En primer lugar y debido a la limitación del número de perfiles de uso que podemos crear (4 en la actualidad), debemos definir una agrupación de espacios lo más coherente posible. En nuestro caso, hemos optado por definir 3 perfiles de uso agrupando los espacios del gimnasio de la siguiente forma:

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas |

A continuación, obtenemos los valores medios referidos a las intensidades de uso de cada local, ahora agrupados según los perfiles de uso creados.

A partir de la tabla de ocupación de cada espacio:

| GIMNASIO             |         |                         |                              | OCUPACIÓN                            |                                         |
|----------------------|---------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|
| Programa por locales |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Ocupación max. por espacios n° pers. | propuesta ocupación simultanea n° pers. |
| Pl.                  |         | Nombre en planos        |                              |                                      |                                         |
| Planta baja          | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 2                                    | 1                                       |
|                      | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | 0                                    | 0                                       |
|                      | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 11                                   | 2                                       |
|                      | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17                        | 8                                    | 4                                       |
|                      |         | Sala 2                  | 12,17                        | 8                                    | 4                                       |
| Sala 3               |         | 71,65                   | 14                           | 12                                   |                                         |
| Planta sótano        | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | 5                                    | 0                                       |
|                      | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | 0                                    | 0                                       |
|                      | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 1                                    | 1                                       |
|                      |         | Cabina 2                | 4,73                         | 1                                    | 1                                       |
|                      | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | 11                                   | 0                                       |
|                      | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | 5                                    | 0                                       |
|                      | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | 0                                    | 0                                       |
| <b>TOTALES:</b>      |         |                         | <b>228,26</b>                | <b>66</b>                            | <b>25</b>                               |

Obtenemos la tabla de valores medios de ocupación (Area/persona) para cada perfil:

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                | CONDICIONES OCUPACIÓN        |                              |               |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | ocupación simultanea n° pers | Area/personas |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              | 80,93                        | 3,00                         | 26,98         |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        | 95,99                        | 20,00                        | 4,80          |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas | 51,34                        | 2,00                         | 25,67         |

En esta tabla se resaltan en color amarillo los valores que introduciremos en el módulo de condiciones operacionales de HULC para definir los diferentes perfiles de uso que utilizaremos en la simulación del modelo.

De igual forma trasladamos la tabla de iluminación por espacios obtenida anteriormente:

| GIMNASIO             |         |                         |                              | ILUMINACIÓN                |                              |                     |
|----------------------|---------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|
| Programa por locales |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Pot. Iluminación Instalada |                              |                     |
| Pl.                  |         | Nombre en planos        |                              | Iluminancia media (Lux)    | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W) |
| Planta baja          | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 500                        | 5,00                         | 31,90               |
|                      | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | 100                        | 1,00                         | 10,33               |
|                      | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 200                        | 2,00                         | 95,76               |
|                      |         | Sala 1                  | 12,17                        | 400                        | 4,00                         | 48,68               |
|                      | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17                        | 400                        | 4,00                         | 48,68               |
|                      |         | Sala 3                  | 71,65                        | 400                        | 4,00                         | 286,60              |
| Planta sótano        | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | 200                        | 2,00                         | 24,40               |
|                      | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | 100                        | 1,00                         | 3,55                |
|                      | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 200                        | 2,00                         | 9,46                |
|                      |         | Cabina 2                | 4,73                         | 200                        | 2,00                         | 9,46                |
|                      | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | 100                        | 1,00                         | 26,67               |
|                      | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | 200                        | 2,00                         | 24,40               |
|                      | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | 100                        | 1,00                         | 3,60                |
| <b>TOTALES</b>       |         |                         | <b>228,26</b>                |                            |                              | <b>623,49</b>       |

A una nueva de valores medios para cada uno de los tres perfiles de uso, la siguiente:

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                | CONDICIONES ILUMINACIÓN      |                    |                                    |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Potencia total (W) | Potencia media (W/m <sup>2</sup> ) |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              | 80,93                        | 154,33             | 1,91                               |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        | 95,99                        | 383,96             | 4,00                               |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas | 51,34                        | 85,20              | 1,66                               |

A continuación, procedemos de la misma forma con la dotación de equipos por espacio. La tabla original era la siguiente:

| GIMNASIO             |         |                         |                              | EQUIPOS                         |            |
|----------------------|---------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------|
| Programa por locales |         |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | carga por equipos               |            |
| Pl.                  |         | Nombre en planos        |                              | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W)  |
| Planta baja          | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 3                               | 19         |
|                      | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | -                               | -          |
|                      | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 3                               | 144        |
|                      |         | Sala 1                  | 12,17                        | 1                               | 12         |
|                      | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17                        | 1                               | 12         |
|                      |         | Sala 3                  | 71,65                        | 1                               | 72         |
| Planta sótano        | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20                        | -                               | -          |
|                      | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55                         | -                               | -          |
|                      | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73                         | 1                               | 5          |
|                      |         | Cabina 2                | 4,73                         | 1                               | 5          |
|                      | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67                        | -                               | -          |
|                      | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20                        | -                               | -          |
|                      | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60                         | -                               | -          |
| <b>TOTALES</b>       |         |                         | <b>228,26</b>                |                                 | <b>268</b> |

Y la nueva tabla que agrupa los espacios en los tres perfiles de uso es la siguiente:

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                | CONDICIONES OTROS EQUIPOS    |                    |                                    |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Potencia total (W) | Potencia media (W/m <sup>2</sup> ) |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              | 80,93                        | 162,78             | 2,01                               |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        | 95,99                        | 95,99              | 1,00                               |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas | 51,34                        | 9,46               | 0,18                               |

Recordemos aquí que para caracterizar completamente cada uno de los perfiles de uso, con los datos que hemos de introducir en HULC, nos restaría establecer los caudales de ventilación para cada uno de ellos. Este valor no tiene incidencia en el cálculo del CFI, que como hemos visto, tiene en cuenta exclusivamente la carga sensible debida a la ocupación, la iluminación y la debida a los equipos.

El cálculo de los caudales de ventilación que se han de emplear para completar la definición de cada perfil de uso, ya se han elaborado en el apartado de AYUDAS dedicado al levantamiento de HULC de esta guía y simplemente se reproduce su tabla resumen a continuación:

| PERFILES DE USO CON LOCALES AGRUPADOS |                             |                                                                |                                | VENTILACIÓN                  |                                         |                                                        |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Perfil                                | Nombre del perfil de uso    | ESPACIO                                                        | USO                            | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Caudal de ventilación m <sup>3</sup> /h | Caudal de ventilación m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> |
| 1                                     | Zonas comunes y oficina     | P01 E03<br>P02 E02<br>P02 E04                                  | ADMIN<br>Circula.              | 80,93                        | 1.126,80                                | 13,92                                                  |
| 2                                     | Salas de ejercicio          | P02 E05                                                        | DEPORT.                        | 95,99                        | 864,00                                  | 9,00                                                   |
| 3                                     | Vestuarios, aseos y cabinas | P01 E01<br>P01 E04<br>P01 E05<br>P01 E06<br>P01 E07<br>P02 E03 | Vestuarios<br>ASEOS<br>Cabinas | 51,34                        | 540,68                                  | 10,53                                                  |

Tabla resumen de las características de la ventilación con valores medios para cada uno de los 3 perfiles definidos

Finalmente, en la siguiente página, se muestra la tabla de horarios de funcionamiento con los espacios agrupados en los tres perfiles de uso definidos. Esta tabla la hemos construido con los valores medios de los espacios agrupados para cada perfil definido a partir de la tabla original creada para cada espacio.



## CÁLCULO

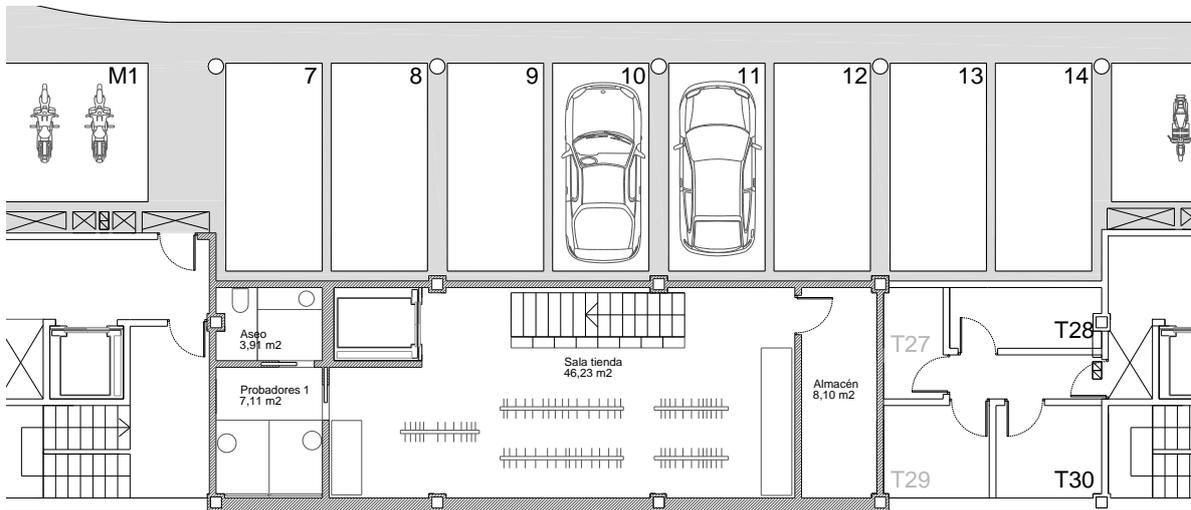
## 3. Datos y cálculos para el uso principal de tienda de prendas de vestir

Si bien cambiamos de uso, las cargas internas proceden nuevamente de estas tres fuentes:

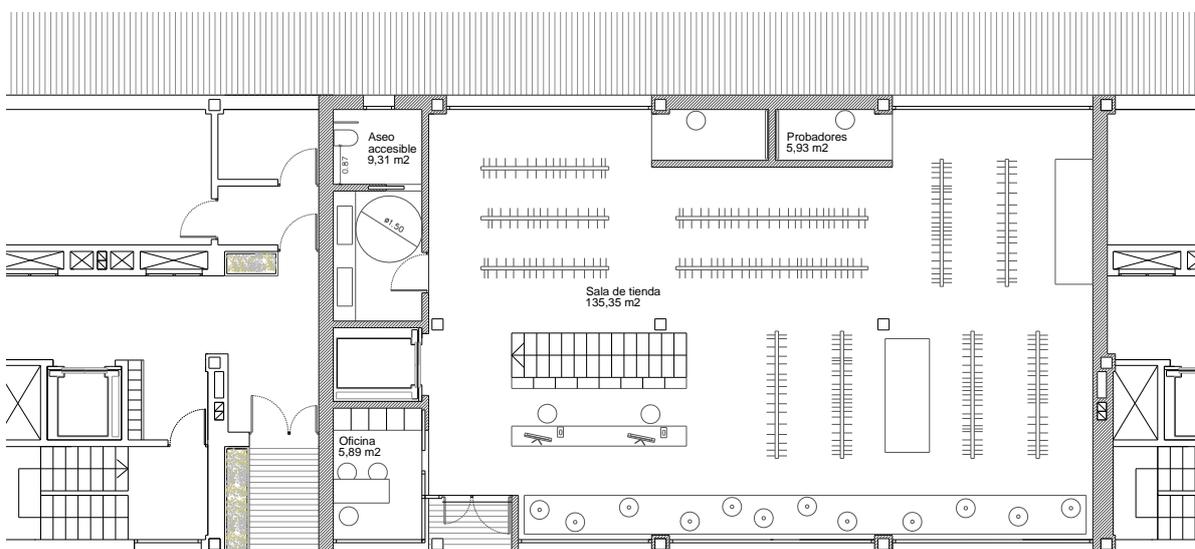
- Ocupación
- Iluminación
- Equipos

## Ocupación

Comenzamos nuevamente por definir una ocupación representativa de este tipo de uso para cada espacio. A continuación, se muestran las plantas del nuevo uso hipotético, tienda de vestir, para esta nueva variante de cálculo:



Plano de planta sótano del local comercial destinado a tienda de ropa y parte de su entorno



Plano de planta baja y de acceso del local comercial destinado a tienda de ropa y parte de su entorno

En este caso no partimos de la ocupación que se establecen en *Tabla 2.1. Densidades de ocupación del CTE DB SI Seguridad en caso de incendio*, que recordemos, no tienen por qué corresponderse con su aforo y que, en este caso, además, no se ajusta a un montaje y distribución de mobiliario más actual de este tipo de comercios. Utilizaremos una ratio de ocupación de 0,15 personas por cada m<sup>2</sup> de zona de ventas y una persona en administración (dato tomado de la normativa francesa *Méthode de calcul détaillée* «Th-BCE 2020»).

Como criterio general en este caso, hemos establecido que, si la tienda está “llena”, no habrá gente en los aseos y habrá una persona de rotación en los probadores de cada planta.

Nuestra hipótesis de ocupación quedaría de la siguiente forma:

|                                 |
|---------------------------------|
| 1 persona administración        |
| +                               |
| 27 personas en zonas de ventas´ |
| +                               |
| 2 personas en probadores        |

De esta forma, para el uso de tienda de ropa, la propuesta de ocupación en cada espacio quedaría de la siguiente forma:

| TIENDA ROPA DE VESTIR   |                         |                              | OCUPACIÓN          |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------|
| Programa de cada local  |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | propuesta nº pers. |
| Pl.                     | Nombre en planos        |                              |                    |
| Planta baja             | Despacho administración | 5,89                         | 1                  |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | -                  |
|                         | Probadores              | 5,93                         | 1                  |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 20                 |
| Pl. sótano              | Probadores              | 7,11                         | 1                  |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | -                  |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | -                  |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 7                  |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                | <b>30</b>          |

Respecto a la cantidad de calor que cada uno de estos ocupantes emite al ambiente, a diferencia del ejemplo anterior, partiremos de un nivel de actividad metabólica más moderado y homogéneo.

Este aporte de calor al ambiente se materializa en forma de:

- Calor sensible. La emisión en forma de calor sensible por las personas se produce por convección y radiación.
- Calor latente. La emisión de calor latente por las personas tiene lugar por la respiración y la transpiración.

Como referencia para los valores de calor disipado al ambiente por las personas en función de su actividad metabólica, utilizaremos de nuevo la *UNE-EN ISO 8996:2021 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2021)*. La tabla de referencia es la siguiente:

| VALORES PARA DIFERENTES NIVELES DE ACTIVIDAD METABÓLICA |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                     |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| NIVEL DE ACTIVIDAD                                      | Ejemplos de actividad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Valores de actividad metabólica (W) |
| Reposo                                                  | Estado de reposo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 100-125                             |
| Actividad metabólica baja                               | Actividad sedentaria (oficina, vivienda, escuela, laboratorio: escribir, mecanografiar, dibujar, (costura, teneduría de libros).<br>De pie, actividad ligera (compras, laboratorio, industria ligera).<br>Trabajo manual y de brazos (pequeñas herramientas de banco, inspección, montaje o clasificación de equipos ligeros).<br>Trabajo ligero de brazos y piernas (conducción de vehículos en condiciones normales o pedalear).<br>Mecanizado con herramientas de baja potencia (taladrado, fresado de piezas pequeñas, aserrado, etc.)<br>Caminata o paseo con baja exigencia por camino llano (2 km/h).                                                                                                                                                                                 | 100-125                             |
| Actividad metabólica moderada                           | Trabajo sostenido de manos y brazos (martillado de clavos, limado, carga, pulido).<br>Trabajo de brazos y piernas (operación todoterreno de camiones, tractores o equipos de construcción).<br>Trabajos de brazos y troncos (trabajos con martillo neumático, montaje de tractores, enlucidos).<br>Desbrozar, cavar, recoger frutas o verduras.<br>Empujar o tirar de carros o carretillas de peso ligero<br>Albañilería, a n ritmo de 5 ladrillos/min.<br>Manipulación intermitente de material moderadamente pesado.<br>Caminar (2,5 a 5 km/h) en un camino llano y parejo, sólido con carga ≤ 20 kg.<br>Caminar (2,5 a 3 km/h) sobre terreno nivelado pero de irregular a inestable con carga ≤ 20 kg.<br>Caminar (≤2,5 km/h) sobre suelo estable cuesta arriba (≤5 %) con carga ≤ 20 kg. | 235-360                             |
| Actividad metabólica alta                               | Trabajo intenso de brazos y tronco con herramientas manuales o máquinas. Cargar material pesado.<br>Trabajo con martillo, aserrado, cepillado o cincelado de madera dura, siega manual, excavación.<br>Caminar (5,5 a 7 km/h) por camino llano, uniforme, sólido con carga ≤ 20 kg.<br>Caminar (3,5 a 5 km/h) sobre terreno nivelado pero de suelo irregular o inestable con carga ≤ 20 kg.<br>Caminata (2,5 a 3 km/h) en terreno estable cuesta arriba (≤5 %) con carga ≤ 10 kg.<br>Empujar o tirar de carros de mano o carretillas muy cargados.<br>Colocación de bloques de hormigón.                                                                                                                                                                                                     | 360-465                             |
| Actividad metabólica muy alta                           | Actividad intensa a ritmo de rápido a máximo.<br>Trabajar con hacha; cavar o trabajo de pala intenso; subir escaleras, rampa o escalera.<br>Caminar (> 7 km-h-1) en un camino nivelado, firme, con o sin carga.<br>Caminar (p5 km-h-1) sobre terreno nivelado pero irregular a inestable con o sin carga.<br>Caminar (>3 km-h-1) en terreno estable cuesta arriba (25 %) con o sin carga.<br>Correr (>6 km-h-1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | > 465                               |

(\* ) Los términos cualitativos bajo, moderado y alto se refieren a un turno de trabajo completo

Para la proporción entre calor sensible y latente tomamos la misma tabla de referencia del ejemplo anterior:

| Actividad metabólica en función de la actividad   | Sensible (W/persona) | Latente (W/persona) | met  |
|---------------------------------------------------|----------------------|---------------------|------|
| Durmiendo                                         | 50                   | 25                  | 0,76 |
| Tumbado                                           | 55                   | 30                  | 0,86 |
| Sentado, sin trabajar                             | 65                   | 35                  | 1    |
| De pie, relajado                                  | 75                   | 55                  | 1,3  |
| Paseando                                          | 75                   | 70                  | 1,5  |
| Andando:                                          |                      |                     |      |
| a 1,6 km/h                                        | 50                   | 110                 | 1,6  |
| a 3,2 km/h                                        | 80                   | 130                 | 2,1  |
| a 4,8 km/h                                        | 110                  | 180                 | 2,9  |
| a 6,4 km/h                                        | 150                  | 270                 | 4,2  |
| Bailando moderadamente                            | 90                   | 160                 | 2,5  |
| Atlética en gimnasio (hombres)                    | 210                  | 315                 | 5    |
| Atlética en gimnasio (mujeres)                    | 185                  | 280                 | 5    |
| Deporte de equipo masculino (valor medio)         | 290                  | 430                 | 6,9  |
| Deporte de equipo femenino (valor medio)          | 260                  | 380                 | 6,9  |
| Trabajos:                                         |                      |                     |      |
| Muy ligero, sentado                               | 70                   | 45                  | 1,2  |
| Moderado (en oficinas: valor medio)               | 75                   | 55                  | 1,3  |
| Sedentario (restaurante, incluidas comidas)       | 80                   | 80                  | -    |
| Ligera de pie (industria ligera, de compras, etc) | 70                   | 90                  | 1,6  |
| Media de pie (trabajos domésticos, tiendas, etc)  | 80                   | 120                 | 2    |
| Manual                                            | 80                   | 140                 | 2,1  |
| Ligero (en fábrica, solo hombres)                 | 110                  | 185                 | 2,8  |
| Ligero (en fábrica, solo mujeres)                 | 100                  | 165                 | 2,8  |
| Pesado (en fábrica, solo hombres)                 | 170                  | 255                 | 4    |
| Pesado (en fábrica, solo mujeres)                 | 150                  | 225                 | 4    |
| Muy pesado (en fábrica, solo hombres)             | 185                  | 285                 | 4,5  |

Fuente: UNE-EN ISO 8996

Puede encontrarse igualmente en la Guía de aplicación del DB-HE2019, versión junio 2022

En este caso el nivel de actividad metabólica que hemos considerado es muy similar para todos los ocupantes del edificio y se sitúa en una componente sensible del orden de 70 W/persona que es la que se puede aplicar a una actividad ligera de pie, por ejemplo, de compras.

En consecuencia, los valores asignados a las diferentes actividades desempeñadas por los ocupantes en el edificio y las cargas resultantes para esta fuente son las siguientes:

| TIENDA ROPA DE VESTIR   |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | OCUPACIÓN<br>propuesta nº pers. | CARGAS                                          |                     |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------|
| Programa de cada local  |                         |                              |                                 | Carga para ocupación máxima simultánea estimada |                     |
| Pl.                     | Nombre en planos        |                              |                                 | Carga sens. media (W/p)                         | propuesta Carga (W) |
| Planta baja             | Despacho administración | 5,89                         | 1                               | 75                                              | 75                  |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | -                               | -                                               | -                   |
|                         | Probadores              | 5,93                         | 1                               | 70                                              | 70                  |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 20                              | 70                                              | 1.400               |
| Pl. sótano              | Probadores              | 7,11                         | 1                               | 70                                              | 70                  |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | -                               | -                                               | -                   |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | -                               | -                                               | -                   |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 7                               | 70                                              | 490                 |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                | <b>30</b>                       | <b>-</b>                                        | <b>2.105</b>        |

### Iluminación

En cuanto a la iluminación artificial dispuesta en los espacios, se ha partido nuevamente del cumplimiento estricto tanto del *CTE DB HE 3 Condiciones de las instalaciones de iluminación*, como de lo establecido en el *Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*.

En el *Real Decreto 486/1997*, en su *Anexo IV Iluminación de los lugares de trabajo*, se indican los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo y son los establecidos en la siguiente tabla.

| Zona o parte del lugar de trabajo (*) | Nivel mínimo de iluminación (lux) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Zonas donde se ejecuten tareas con:   |                                   |
| 1.º Bajas exigencias visuales         | 100                               |
| 2.º Exigencias visuales moderadas     | 200                               |
| 3.º Exigencias visuales altas         | 500                               |
| 4.º Exigencias visuales muy altas     | 1.000                             |
| Áreas o locales de uso ocasional      | 50                                |
| Áreas o locales de uso habitual       | 100                               |
| Vías de circulación de uso ocasional  | 25                                |
| Vías de circulación de uso habitual   | 50                                |

(\*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

En este caso, para los locales de la tienda de ropa, hemos considerado las siguientes exigencias visuales mínimas:

Almacén y aseos  
 Probadores  
 Espacios de venta y despacho

| Zona o parte del lugar de trabajo (*) | Nivel mínimo de iluminación (lux) |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Zonas donde se ejecuten tareas con:   |                                   |
| 1.º Bajas exigencias visuales         | 100                               |
| 2.º Exigencias visuales moderadas     | 200                               |
| 3.º Exigencias visuales altas         | 500                               |
| 4.º Exigencias visuales muy altas     | 1.000                             |
| Áreas o locales de uso ocasional      | 50                                |
| Áreas o locales de uso habitual       | 100                               |
| Vías de circulación de uso ocasional  | 25                                |
| Vías de circulación de uso habitual   | 50                                |

Para la aplicación de estos valores, se dice además lo siguiente:

*“Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:*

*a) En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.*

*b) En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil”.*

Para este caso, dado el elevado nivel de iluminación y el bajo riesgo de la actividad que se desarrolla, no se considera necesario realizar ningún ajuste de dichos niveles.

Pensando en un sistema que incorpore luminarias tipo led, de muy bajo consumo, la siguiente tabla, para luminarias LED (aprox. 100 lm/W, 2m al plano de trabajo), permite aproximar la potencia disipada (en W/m<sup>2</sup>) a partir de la iluminancia media (lux):

| Iluminancia media (lux) | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|------------------------------|
| 100                     | 1                            |
| 200                     | 2                            |
| 300                     | 3                            |
| 400                     | 4                            |
| 500                     | 5                            |
| 1000                    | 10                           |

Ver Guía de aplicación DB HE 2019, versión junio de 2022

En consecuencia, las características de la instalación para cada uno de los espacios serán las siguientes:

| TIENDA ROPA DE VESTIR   |                         |                              | ILUMINACIÓN                |                              |                     |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|
| Programa de cada local  |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Pot. Iluminación Instalada |                              |                     |
| Pl.                     | Nombre en planos        |                              | Iluminancia media (lux)    | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W) |
| Planta baja             | Despacho administración | 5,89                         | 500                        | 5                            | 29,45               |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | 100                        | 1                            | 9,31                |
|                         | Probadores              | 5,93                         | 200                        | 2                            | 11,86               |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 500                        | 5                            | 676,75              |
| Plta.sótano             | Probadores              | 7,11                         | 200                        | 2                            | 14,22               |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | 100                        | 1                            | 3,91                |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | 100                        | 1                            | 8,10                |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 500                        | 5                            | 231,15              |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                |                            |                              | <b>984,75</b>       |

### Otros equipos

La presencia de equipos en este caso será mucho más reducida que en el caso anterior y se limita a:

- la dotación habitual de los espacios de oficina para el despacho: ordenador, impresora, etc.
- los puestos informáticos de caja propios de las zonas de venta y
- tal vez algún equipo audiovisual para la difusión comercial.

Para estimar, nuevamente un valor medio, del flujo de calor aportado al ambiente por los equipos existentes, recurrimos nuevamente a la *UNE-EN-ISO 13790 Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios*. En concreto, en su Anexo G, se han tomado los valores de la *tabla G.11 Índice del flujo de calor debido a los equipos; valores por defecto en ausencia de valores nacionales; valores globales en función del uso del edificio, no residencial*.

| Flujo de calor debido a los equipos |                                                                            |                                              |                                                                          |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Uso del edificio                    | Equipos de prod. de calor durante el tiempo de trabajo (W/m <sup>2</sup> ) | fracción del tiempo presente (tanto por uno) | Índice medio del flujo de calor debido a los equipos (W/m <sup>2</sup> ) |
| Oficinas                            | 15                                                                         | 0,20                                         | 3                                                                        |
| Colegios, escuelas                  | 5                                                                          | 0,15                                         | 1                                                                        |
| Centros de salud                    | 8                                                                          | 0,50                                         | 4                                                                        |
| Centros de asist., no clínico       | 15                                                                         | 0,20                                         | 3                                                                        |
| Catering, restauración              | 10                                                                         | 0,25                                         | 3                                                                        |
| Tiendas                             | 10                                                                         | 0,25                                         | 3                                                                        |
| Salones de actos                    | 5                                                                          | 0,20                                         | 1                                                                        |
| Alojamiento, hospedaje              | 4                                                                          | 0,50                                         | 2                                                                        |
| Prisiones y penitenciarias          | 4                                                                          | 0,50                                         | 2                                                                        |
| Deportes                            | 4                                                                          | 0,25                                         | 1                                                                        |

Fuente: *UNE-EN-ISO 13790 Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración*. Puede encontrarse igualmente en la *Guía de aplicación del DB-HE2019, versión junio 2022*

Aplicando dicha tabla se obtienen los siguientes valores:

| TIENDA ROPA DE VESTIR   |                         |                              | EQUIPOS                         |               |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Programa de cada local  |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Carga por equipos               |               |
| Pl.                     | Nombre en planos        |                              | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W)     |
| Planta baja             | Despacho administración | 5,89                         | 3                               | 17,67         |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | -                               | -             |
|                         | Probadores              | 5,93                         | -                               | -             |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 3                               | 406,05        |
| Plta. sótano            | Probadores              | 7,11                         | -                               | -             |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | -                               | -             |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | -                               | -             |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 3                               | 138,69        |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                |                                 | <b>562,41</b> |

Una vez definidas y caracterizadas las tres fuentes de aporte de calor, nos resta establecer el porcentaje de ocupación y uso de los espacios para cada hora y día de la semana.

Como hemos comentado en el ejemplo anterior, no existen por el momento, referencias nacionales suficientemente testadas que concreten unos porcentajes de ocupación para las diferentes usos y actividades en los edificios. No obstante, se puede encontrar en nuestro entorno internacional estudios

y normativa de referencia sobre perfiles de uso y ocupación que se pueden utilizar como guía a la hora de establecer este perfil de uso para la semana tipo. Hasta el momento en el que dispongamos en España de esos perfiles de uso normalizados, podemos utilizar, por ejemplo, los que figuran en la normativa francesa (*Méthode de calcul détaillée «Th-BCE 2020»*) que han sido suficientemente contrastados.

En nuestro caso hemos adoptado los siguientes:



La última columna final de cada cuadro horario recoge la ocupación media para cada espacio y día tipo de la semana y para las tres fuentes de carga interna.

Para el uso de tienda de ropa que estamos analizando, se ha considerado un horario de apertura de lunes a sábado (12 horas) y cierre en domingos y festivos.

Si aplicamos los porcentajes medios de cada día tipo (última columna de cada bloque de la tabla de perfiles de uso y ocupación) para cada una de las fuentes de emisión (ocupantes, iluminación y equipos) a los valores que hemos estimado anteriormente para cada uno de los espacios de la tienda, obtenemos lo siguiente:

### Ocupación

| LOCAL                   |                         |                              | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MED.                    |                         |                     | ACUMULADOS DE LA SEMANA TIPO  |               |                             |               |                                      |          |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------------|----------|
| Programa del local      |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Carga estimada para ocupación máxima simultanea |                         |                     | Propuesta Ocupación media L-V |               | Propuesta Ocupación media S |               | Propuesta Ocupación media D-Festivos |          |
| Pl.                     | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | propuesta nº pers                               | Carga sens. media (W/p) | propuesta Carga (W) | %                             | (W-h)         | %                           | (W-h)         | %                                    | (W-h)    |
| Pl. baja                | Despacho administración | 5,89                         | 1                                               | 75                      | 75                  | 35                            | 3.188         | 0                           | -             | 0                                    | -        |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | -                                               | -                       | -                   | 0                             | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        |
|                         | Probadores              | 5,93                         | 1                                               | 70                      | 70                  | 8                             | 630           | 9                           | 770           | 0                                    | -        |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 20                                              | 70                      | 1.400               | 18                            | 29.400        | 26                          | 43.050        | 0                                    | -        |
| Pl. sótano              | Probadores              | 7,11                         | 1                                               | 70                      | 70                  | 8                             | 630           | 9                           | 770           | 0                                    | -        |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | -                                               | -                       | -                   | 0                             | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | -                                               | -                       | -                   | 0                             | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 7                                               | 70                      | 490                 | 18                            | 10.290        | 26                          | 15.068        | 0                                    | -        |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                | <b>30</b>                                       |                         | <b>2.105</b>        |                               | <b>44.138</b> |                             | <b>59.658</b> |                                      | <b>0</b> |

### Iluminación

| LOCAL                   |                         |                              | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS |         |                              |                     | ACUMULADOS DE LA SEMANA TIPO    |               |                               |               |                                        |              |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|----------------------------------------|--------------|
| Programa del local      |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Pot. Iluminación Instalada     |         |                              |                     | Propuesta Iluminación media L-V |               | Propuesta Iluminación media S |               | Propuesta Iluminación media D-Festivos |              |
| Pl.                     | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | Iluminancia media (lux)        | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W) | %                               | (W-h)         | %                             | (W-h)         | %                                      | (W-h)        |
| Pl. baja                | Despacho administración | 5,89                         | 500                            | 2.945   | 5                            | 29,45               | 25                              | 884           | 0                             | -             | 0                                      | -            |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | 100                            | 931     | 1                            | 9,31                | 8                               | 84            | 8                             | 84            | 0                                      | -            |
|                         | Probadores              | 5,93                         | 200                            | 1.186   | 2                            | 11,86               | 13                              | 178           | 8                             | 107           | 0                                      | -            |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 500                            | 67.675  | 5                            | 676,75              | 27                              | 21.994        | 27                            | 21.994        | 6                                      | 5.076        |
| Pl. sótano              | Probadores              | 7,11                         | 200                            | 1.422   | 2                            | 14,22               | 13                              | 213           | 8                             | 128           | 0                                      | -            |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | 100                            | 391     | 1                            | 3,91                | 8                               | 35            | 8                             | 35            | 0                                      | -            |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | 100                            | 810     | 1                            | 8,10                | 3                               | 24            | 3                             | 24            | 0                                      | -            |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 500                            | 23.115  | 5                            | 231,15              | 25                              | 6.935         | 25                            | 6.935         | 0                                      | -            |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                |                                |         |                              | <b>984,75</b>       |                                 | <b>30.347</b> |                               | <b>29.307</b> |                                        | <b>5.076</b> |

### Otros equipos

| LOCAL                   |                         |                              | CARGAS INT. MÁX. MED.           |               | ACUMULADOS DE LA SEMANA TIPO |               |                           |               |                                    |              |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|---------------------------|---------------|------------------------------------|--------------|
| Programa del local      |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Carga por equipos               |               | Propuesta Equipos media L-V  |               | Propuesta Equipos media S |               | Propuesta Equipos media D-Festivos |              |
| Pl.                     | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W)     | %                            | (W-h)         | %                         | (W-h)         | %                                  | (W-h)        |
| Pl. baja                | Despacho administración | 5,89                         | 3                               | 17,67         | 18                           | 375           | 0                         | -             | 0                                  | -            |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | -                               | -             | 0                            | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            |
|                         | Probadores              | 5,93                         | -                               | -             | 0                            | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 3                               | 406,05        | 21                           | 10.151        | 21                        | 10.151        | 6                                  | 3.045        |
| Pl. sótano              | Probadores              | 7,11                         | -                               | -             | 0                            | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | -                               | -             | 0                            | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | -                               | -             | 0                            | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 3                               | 138,69        | 19                           | 3.121         | 19                        | 3.121         | 0                                  | -            |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                |                                 | <b>562,41</b> |                              | <b>13.647</b> |                           | <b>13.272</b> |                                    | <b>3.045</b> |

Finalmente, se acumulan los diferentes aportes de calor de todos los espacios, para todos los días de la semana y poder obtener así la carga media horaria repercutida por unidad de superficie. Esta parte del cálculo junto con los acumulados de todos los anteriores, se resume en las siguientes tablas:

| LOCAL                   |                         |                              | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS PARA TODAS LAS FUENTES DE CALOR INTERNO |                         |                     |                            |         |                              |                     |                                 |               |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|---------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|
| Programa del local      |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Carga estimada para ocupación máxima simultanea                        |                         |                     | Pot. Iluminación Instalada |         |                              | Carga por equipos   |                                 |               |
| Pl.                     | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | propuesta n <sup>o</sup> pers                                          | Carga sens. media (W/p) | propuesta Carga (W) | Iluminancia media (lux)    | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W) | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W)     |
| Pl. baja                | Despacho administración | 5,89                         | 1                                                                      | 75                      | 75                  | 500                        | 2.945   | 5                            | 29,45               | 3                               | 17,67         |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | -                                                                      | -                       | -                   | 100                        | 931     | 1                            | 9,31                | -                               | -             |
|                         | Probadores              | 5,93                         | 1                                                                      | 70                      | 70                  | 200                        | 1.186   | 2                            | 11,86               | -                               | -             |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 20                                                                     | 70                      | 1.400               | 500                        | 67.675  | 5                            | 676,75              | 3                               | 406,05        |
| Pl. sótano              | Probadores              | 7,11                         | 1                                                                      | 70                      | 70                  | 200                        | 1.422   | 2                            | 14,22               | -                               | -             |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | -                                                                      | -                       | -                   | 100                        | 391     | 1                            | 3,91                | -                               | -             |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | -                                                                      | -                       | -                   | 100                        | 810     | 1                            | 8,10                | -                               | -             |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 7                                                                      | 70                      | 490                 | 500                        | 23.115  | 5                            | 231,15              | 3                               | 138,69        |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                | <b>30</b>                                                              |                         | <b>2.105</b>        |                            |         |                              | <b>984,75</b>       |                                 | <b>562,41</b> |

| LOCAL                   |                         |                              | ACUMULADOS APLICANDO EL PERFIL DE USO Y LA OCUPACIÓN DE LA SEMANA TIPO |               |                             |               |                                      |          |                                 |               |                               |               |                                        |              |                             |               |                           |               |                                    |              |                         |                                                   |                                                               |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------------|----------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|----------------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|---------------|------------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Programa del local      |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Propuesta Ocupación media L-V                                          |               | Propuesta Ocupación media S |               | Propuesta Ocupación media D-Festivos |          | Propuesta Iluminación media L-V |               | Propuesta Iluminación media S |               | Propuesta Iluminación media D-Festivos |              | Propuesta Equipos media L-V |               | Propuesta Equipos media S |               | Propuesta Equipos media D-Festivos |              | Total semana tipo (W-h) | Total semana tipo / superf. (W-h/m <sup>2</sup> ) | Total sem./168 horas sem. C <sub>PI</sub> (W/m <sup>2</sup> ) |
| Pl.                     | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | %                                                                      | (W-h)         | %                           | (W-h)         | %                                    | (W-h)    | %                               | (W-h)         | %                             | (W-h)         | %                                      | (W-h)        | %                           | (W-h)         | %                         | (W-h)         | %                                  | (W-h)        |                         |                                                   |                                                               |
| Pl. baja                | Despacho administración | 5,89                         | 35                                                                     | 3.188         | 0                           | -             | 0                                    | -        | 25                              | 884           | 0                             | -             | 0                                      | -            | 18                          | 375           | 0                         | -             | 0                                  | -            | 4.446                   | 755                                               | 4,49                                                          |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | 0                                                                      | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        | 8                               | 84            | 8                             | 84            | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 168                     | 18                                                | 0,11                                                          |
|                         | Probadores              | 5,93                         | 8                                                                      | 630           | 9                           | 770           | 0                                    | -        | 13                              | 178           | 8                             | 107           | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 1.685                   | 284                                               | 1,69                                                          |
|                         | Tienda                  | 135,35                       | 18                                                                     | 29.400        | 26                          | 43.050        | 0                                    | -        | 27                              | 21.994        | 27                            | 21.994        | 6                                      | 5.076        | 21                          | 10.151        | 21                        | 10.151        | 6                                  | 3.045        | 144.862                 | 1.070                                             | 6,37                                                          |
| Pl. sótano              | Probadores              | 7,11                         | 8                                                                      | 630           | 9                           | 770           | 0                                    | -        | 13                              | 213           | 8                             | 128           | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 1.741                   | 245                                               | 1,46                                                          |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | 0                                                                      | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        | 8                               | 35            | 8                             | 35            | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 70                      | 18                                                | 0,11                                                          |
|                         | Almacén                 | 8,10                         | 0                                                                      | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        | 3                               | 24            | 3                             | 24            | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 49                      | 6                                                 | 0,04                                                          |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 18                                                                     | 10.290        | 26                          | 15.068        | 0                                    | -        | 25                              | 6.935         | 25                            | 6.935         | 0                                      | -            | 19                          | 3.121         | 19                        | 3.121         | 0                                  | -            | 45.468                  | 984                                               | 5,85                                                          |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                |                                                                        | <b>44.138</b> |                             | <b>69.058</b> |                                      | <b>0</b> |                                 | <b>30.347</b> |                               | <b>29.307</b> |                                        | <b>5.076</b> |                             | <b>13.847</b> |                           | <b>13.272</b> |                                    | <b>3.045</b> | <b>198.489</b>          |                                                   | <b>5,89</b>                                                   |

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>C<sub>PI</sub> &lt; 6</b> | <b>Baja</b> |
| 6 ≤ C <sub>PI</sub> < 9      | Media       |
| 9 ≤ C <sub>PI</sub> < 12     | Alta        |
| 12 ≤ C <sub>PI</sub>         | Muy alta    |

El resumen para cada local del comercio es el siguiente:

|                         |                         |                        |                         |                                                   |                                                                           | TIPO DE USO                       |                               |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|                         |                         | Superficie por locales | Total semana tipo (W·h) | Total semana tipo / superf. (W·h/m <sup>2</sup> ) | Total sem./168 horas sem. C <sub>FI</sub> por locales (W/m <sup>2</sup> ) | Nivel de carga interna en ESPACIO | Horario de funcionamiento (h) |
| Pl.                     | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )      |                         |                                                   |                                                                           |                                   |                               |
| Pl. baja                | Despacho administración | 5,89                   | 4.446                   | 755                                               | 4,49                                                                      | Baja                              | 8                             |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                   | 168                     | 18                                                | 0,11                                                                      | Baja                              | 12                            |
|                         | Probadores              | 5,93                   | 1.685                   | 284                                               | 1,69                                                                      | Baja                              | 12                            |
|                         | Tienda                  | 135,35                 | 144.862                 | 1.070                                             | 6,37                                                                      | Media                             | 12                            |
| Pl. sótano              | Probadores              | 7,11                   | 1.741                   | 245                                               | 1,46                                                                      | Baja                              | 12                            |
|                         | Aseo                    | 3,91                   | 70                      | 18                                                | 0,11                                                                      | Baja                              | 12                            |
|                         | Almacén                 | 8,10                   | 49                      | 6                                                 | 0,04                                                                      | Baja                              | 12                            |
|                         | Tienda                  | 46,23                  | 45.468                  | 984                                               | 5,85                                                                      | Baja                              | 12                            |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>          | <b>198.489</b>          | <b>-</b>                                          | <b>5,33</b>                                                               | <b>Baja</b>                       | <b>12</b>                     |

Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:

|                      |          |
|----------------------|----------|
| $C_{FI} < 6$         | Baja     |
| $6 \leq C_{FI} < 9$  | Media    |
| $9 \leq C_{FI} < 12$ | Alta     |
| $12 \leq C_{FI}$     | Muy alta |

Recordemos aquí, nuevamente, que a la hora de modelizar en HULC los perfiles de uso del proyecto tenemos tres opciones posibles:

- Crear nuestros perfiles personalizados, actualmente con alguna limitación en cuanto al número de perfiles que podemos incorporar (opción prioritaria).
- Seleccionar los perfiles predeterminados que nos ofrece el programa.
- Modelizar el edificio en CALENER GT, que permite una definición completa espacio por espacio.

En este caso, utilizando la opción de perfiles predeterminados la relación que nos quedaría entre la CFI calculada y el perfil de uso predefinido asimilable sería la siguiente:

| CARGA INTERNA MEDIA DE ESPACIOS Y PERFILES DE USO EN CALENER VYP- TIENDA |           |                         |                        |                                                    |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Programa del local                                                       |           |                         | Superficie por locales | Carga interna media (C <sub>FI</sub> ) por locales | Perfil de uso asimilable en CALENER VYP |
| ESPACIO                                                                  | Pl.       | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )      | (W/m <sup>2</sup> )                                |                                         |
| -                                                                        | P. baja   | Despacho administración | 5,89                   | 4,49                                               | 12hM                                    |
| -                                                                        |           | Aseo accesible          | 9,31                   | 0,11                                               | 8hB                                     |
| -                                                                        |           | Probadores              | 5,93                   | 1,69                                               | 12hB                                    |
| -                                                                        |           | Tienda                  | 135,35                 | 6,37                                               | 16hM                                    |
| -                                                                        | P. sótano | Probadores              | 7,11                   | 1,46                                               | 12hB                                    |
| -                                                                        |           | Aseo                    | 3,91                   | 0,11                                               | 8hB                                     |
| -                                                                        |           | Almacén                 | 8,10                   | 0,04                                               | 8hB                                     |
| -                                                                        |           | Tienda                  | 46,23                  | 5,85                                               | 16hM                                    |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b>                                                  |           |                         | <b>221,83</b>          | <b>-</b>                                           |                                         |

| LOCAL                   |                         |                              | CARGAS INTERNAS MÁXIMAS MEDIAS PARA TODAS LAS FUENTES DE CALOR INTERNO |                         |                     |                            |         |                              |                     |                                 |               | ACUMULADOS APLICANDO EL PERFIL DE USO Y LA OCUPACIÓN DE LA SEMANA TIPO |               |                             |               |                                      |          |                                 |               |                               |               |                                        |              |                             |               |                           |               |                                    |              |                        |                                                  |                                                              |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|---------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|--------------------------------------|----------|---------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|----------------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------|---------------------------|---------------|------------------------------------|--------------|------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Programa del local      |                         | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Carga estimada para ocupación máxima simultanea                        |                         |                     | Pot. Iluminación Instalada |         |                              | Carga por equipos   |                                 |               | Propuesta Ocupación media L-V                                          |               | Propuesta Ocupación media S |               | Propuesta Ocupación media D-Festivos |          | Propuesta Iluminación media L-V |               | Propuesta Iluminación media S |               | Propuesta Iluminación media D-Festivos |              | Propuesta Equipos media L-V |               | Propuesta Equipos media S |               | Propuesta Equipos media D-Festivos |              | Total semana tipo (Wh) | Total semana tipo / superf. (Wh/m <sup>2</sup> ) | Total sem./168 horas sem C <sub>FI</sub> (W/m <sup>2</sup> ) |
| Pl.                     | Nombre en planos        | (m <sup>2</sup> )            | propuesta n° pers                                                      | Carga sens. media (W/p) | propuesta Carga (W) | Iluminancia media (lux)    | Lúmenes | Potencia (W/m <sup>2</sup> ) | propuesta Total (W) | Carga media (W/m <sup>2</sup> ) | Carga (W)     | %                                                                      | (Wh)          | %                           | (Wh)          | %                                    | (Wh)     | %                               | (Wh)          | %                             | (Wh)          | %                                      | (Wh)         | %                           | (Wh)          | %                         | (Wh)          | %                                  | (Wh)         |                        |                                                  |                                                              |
| Pl. baja                | Despacho administración | 5,89                         | 1                                                                      | 75                      | 75                  | 500                        | 2.945   | 5                            | 29,45               | 3                               | 17,67         | 35                                                                     | 3.188         | 0                           | -             | 0                                    | -        | 25                              | 884           | 0                             | -             | 0                                      | -            | 18                          | 375           | 0                         | -             | 0                                  | -            | 4.446                  | 755                                              | 4,49                                                         |
|                         | Aseo accesible          | 9,31                         | -                                                                      | -                       | -                   | 100                        | 931     | 1                            | 9,31                | -                               | -             | 0                                                                      | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        | 8                               | 84            | 8                             | 84            | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 168                    | 18                                               | 0,11                                                         |
|                         | Probadores              | 5,93                         | 1                                                                      | 70                      | 70                  | 200                        | 1.186   | 2                            | 11,86               | -                               | -             | 8                                                                      | 630           | 9                           | 770           | 0                                    | -        | 13                              | 178           | 8                             | 107           | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 1.685                  | 284                                              | 1,69                                                         |
| Pl. sótano              | Tienda                  | 135,35                       | 20                                                                     | 70                      | 1.400               | 500                        | 67.675  | 5                            | 676,75              | 3                               | 406,05        | 18                                                                     | 29.400        | 26                          | 43.050        | 0                                    | -        | 27                              | 21.994        | 27                            | 21.994        | 6                                      | 5.076        | 21                          | 10.151        | 21                        | 10.151        | 6                                  | 3.045        | 144.862                | 1.070                                            | 6,37                                                         |
|                         | Probadores              | 7,11                         | 1                                                                      | 70                      | 70                  | 200                        | 1.422   | 2                            | 14,22               | -                               | -             | 8                                                                      | 630           | 9                           | 770           | 0                                    | -        | 13                              | 213           | 8                             | 128           | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 1.741                  | 245                                              | 1,46                                                         |
|                         | Aseo                    | 3,91                         | -                                                                      | -                       | -                   | 100                        | 391     | 1                            | 3,91                | -                               | -             | 0                                                                      | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        | 8                               | 35            | 8                             | 35            | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 70                     | 18                                               | 0,11                                                         |
| Pl. sótano              | Almacén                 | 8,10                         | -                                                                      | -                       | -                   | 100                        | 810     | 1                            | 8,10                | -                               | -             | 0                                                                      | -             | 0                           | -             | 0                                    | -        | 3                               | 24            | 3                             | 24            | 0                                      | -            | 0                           | -             | 0                         | -             | 0                                  | -            | 49                     | 6                                                | 0,04                                                         |
|                         | Tienda                  | 46,23                        | 7                                                                      | 70                      | 490                 | 500                        | 23.115  | 5                            | 231,15              | 3                               | 138,69        | 18                                                                     | 10.290        | 26                          | 15.068        | 0                                    | -        | 25                              | 6.935         | 25                            | 6.935         | 0                                      | -            | 19                          | 3.121         | 19                        | 3.121         | 0                                  | -            | 45.468                 | 984                                              | 5,85                                                         |
| <b>TOTALES Y MEDIAS</b> |                         | <b>221,83</b>                | <b>30</b>                                                              |                         | <b>2.105</b>        |                            |         |                              | <b>984,75</b>       |                                 | <b>562,41</b> |                                                                        | <b>44.138</b> |                             | <b>59.658</b> |                                      | <b>0</b> |                                 | <b>30.347</b> |                               | <b>29.307</b> |                                        | <b>5.076</b> |                             | <b>13.647</b> |                           | <b>13.272</b> |                                    | <b>3.045</b> | <b>198.489</b>         |                                                  | <b>5,33</b>                                                  |

**Tabla a-Anejo A. Nivel de carga interna:**

|                      |          |
|----------------------|----------|
| $C_{FI} < 6$         | Baja     |
| $6 \leq C_{FI} < 9$  | Media    |
| $9 \leq C_{FI} < 12$ | Alta     |
| $12 \leq C_{FI}$     | Muy alta |

**Q<sub>CALEF</sub>****3. CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DEL LOCAL EN INVIERNO Y VERANO**

1. Conceptos previos
2. Cálculo de las cargas de invierno
3. Cálculo de las cargas de verano
4. Determinación de los caudales de aire necesarios

**PREVIOS**

1. Conceptos previos

La pérdidas o ganancias de calor de los locales de un edificio a través de su envolvente, así como la producción de calor interno con origen en diferentes fuentes, puede evitar que se mantengan las condiciones de confort de manera pasiva y serán los sistemas activos (consumidores de energía) los encargados de reequilibrar las condiciones de confort óptimas en los espacios acondicionados.

El cálculo de la carga térmica de climatización<sup>15</sup>, de invierno y verano, de cada uno de los espacios y zonas del edificio, nos permite conocer la potencia térmica global que tendrá que suministrar el sistema elegido, así como la de las unidades terminales necesarias para mantener las condiciones de confort durante el periodo de uso de dichos espacios. A diferencia del capítulo anterior, en el que se trataba de obtener la carga interna media para una semana tipo de funcionamiento, ahora debemos obtener la carga "pico" que se producirá en el momento de máxima demanda, tanto de calefacción como de refrigeración. La máxima demanda se producirá con la combinación más desfavorable de las condiciones exteriores e interiores. En este sentido el RITE dice lo siguiente:

*IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética.*

*IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío.*

*IT 1.2.4.1.1 Criterios generales.*

.....

*2. La potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío se ajustará a la demanda máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.*

Una vez conocida las cargas térmicas de cada espacio, se podrá diseñar y caracterizar cada uno de los elementos que componen el sistema de climatización del edificio, desde los equipos de producción hasta las unidades terminales situadas en cada espacio acondicionado.

<sup>15</sup> **Carga térmica para climatización:** es la máxima cantidad de energía por unidad de tiempo (potencia) que es necesaria aportar, en tiempo cálido y frío, para sostener unas determinadas condiciones de confort higrotérmico en el interior un edificio o parte de él, cuando dicho confort no se puede mantener de una manera pasiva. Esa potencia se refiere a la combinación más desfavorable de condiciones externas e internas tanto en invierno como verano que se puedan dar en el edificio (potencia pico).

Respecto al proceso de cálculo, dada su complejidad, lo recomendable es utilizar un programa de cálculo que emplee un método horario de simulación. No obstante, la *UNE-EN 12831 de abril de 2019. Eficiencia energética de los edificios. Método de cálculo de la carga térmica de diseño*, describe detalladamente un procedimiento general y dos simplificados que pueden servir de referencia en la obtención de la carga térmica de los locales. En nuestro caso, emplearemos un método mixto entre el cálculo manual y la simulación informática, apoyándonos en HULC que no deja de ser un programa de simulación horaria.

Si bien HULC no nos facilita explícitamente el valor de la demanda pico de calefacción y refrigeración sí que nos indica el número de horas de fuera de consigna (en las que no se alcanzan las condiciones de confort) para el sistema o sistemas de climatización que hemos diseñado.

Así pues, obtendremos un valor aproximado de las cargas térmicas en las condiciones operacionales y de diseño más desfavorables previstas del edificio para a continuación chequearlas en HULC y corregirlas si fuera necesario.

## INVIERNO

## 2. Cálculo de las cargas térmicas de invierno

En primer lugar, hemos de fijar las condiciones tanto externas como internas en las que se va a desarrollar el proyecto.

Para los valores de cálculo de las condiciones exteriores hemos recurrido a la “*Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto*” (IDAE, junio de 2012). Partiendo de datos estadísticos históricos del clima del lugar, se elaboran los niveles percentiles (anuales o estacionales) que en función de la exigencia del proyecto hemos de adoptar. En la citada guía se recogen los percentiles anuales y su relación aproximada con los estacionales que por ejemplo se utilizan en la *antigua UNE 100014:2004 Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones Exteriores de cálculo*.

A la hora de determinar el percentil que hemos de aplicar en nuestro proyecto se tendrá en cuenta lo que se indica en el RITE, en concreto lo siguiente:

*IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética.*

*IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío.*

*IT 1.2.4.1.1 Criterios generales.*

.....

*3. Con objeto de mejorar la eficiencia energética de los generadores, ajustar la potencia a la demanda térmica real y reducir la potencia de diseño en proyecto, para fijar la potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío se ha de tener en cuenta:*

*a) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de **invierno**, las temperaturas secas a considerar son las correspondientes a un **percentil del 99 %** para todos los tipos de edificios y espacios acondicionados (TS 99 %).*

*b) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de **verano**, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes a un **percentil del 1 %** para todos los tipos de edificios y espacios acondicionados (TS 1 %).*

*Como excepción y siempre que se justifique en el proyecto o memoria técnica, para edificios con usos especiales, como hospitales, museos, etc. se ha de tener en cuenta:*

*a) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de invierno, las temperaturas secas a considerar son las correspondientes a un percentil del 99,6 % (TS 99,6 %).*

*b) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de verano, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes a un percentil del 0,4 % (TS 0,4 %).*

En nuestro caso, local de uso gimnasio, y al no tratarse de ninguno de los usos especiales mencionados, será suficiente con la aplicación del nivel percentil del 99% en invierno y del 1% en los datos de verano, siendo estos percentiles anuales.

Respecto a las condiciones interiores se ha de cumplir lo indicado en el RITE, en la tabla 1.4.1.1

| ESTACIÓN | Temperatura operativa<br>°C | Humedad relativa<br>% |
|----------|-----------------------------|-----------------------|
| Verano   | 23...25                     | 45...60               |
| Invierno | 21...23                     | 40...50               |

RITE. Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

Y se dice, además,

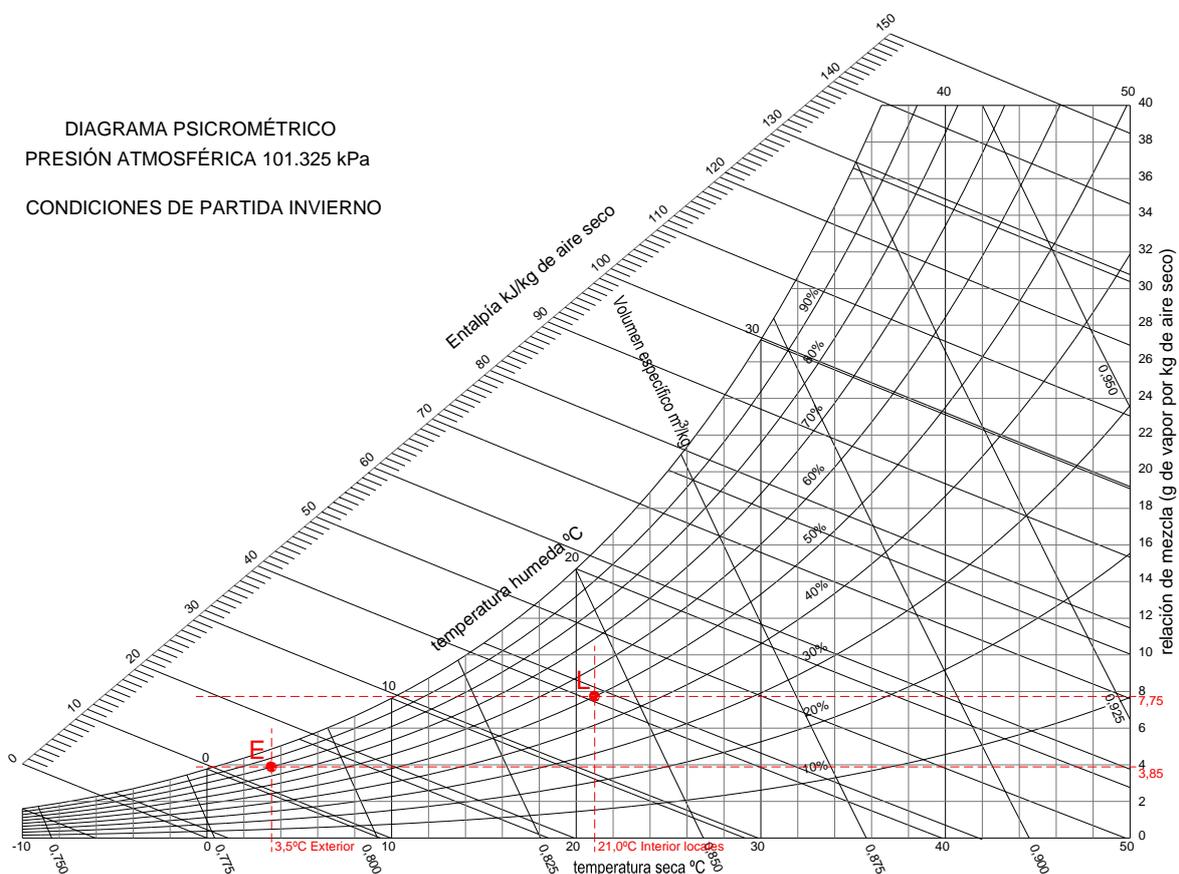
*Para el dimensionamiento de los sistemas de calefacción, se empleará una temperatura de cálculo de las condiciones interiores de 21°C. Para los sistemas de refrigeración la temperatura de cálculo será de 25°C.*

En consecuencia, los valores de cálculo para el proyecto de acondicionamiento de invierno del local gimnasio, situado en Murcia, considerando para las condiciones interiores las horquillas y valores que se prescriben en el R.I.T.E, y para las condiciones exteriores los valores obtenidos anteriormente de la "Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto" (IDAE, junio de 2012), son los siguientes:

#### DATOS DE PROYECTO EN INVIERNO

| LOCALIZACIÓN    |          | Condiciones INTERIORES |       | Condiciones EXTERIORES |        |
|-----------------|----------|------------------------|-------|------------------------|--------|
| Uso             | Gimnasio | Tª seca                | 21 °C | Tª seca                | 3,5 °C |
| Localidad       | Murcia   | HR                     | 50 %  | H.Coincid.             | 80 %   |
| Altitud (m):    | 40       |                        |       |                        |        |
| Zona climática: | B3       |                        |       |                        |        |

La situación de estas condiciones sobre el diagrama psicrométrico (presión atmosférica nivel del mar) es la siguiente:



A partir de las condiciones iniciales del aire en ambos puntos, exterior e interior de proyecto, podemos determinar el resto de las condiciones que pueden ser útiles para el cálculo y que se resumen en el siguiente cuadro:

#### DATOS DE PROYECTO EN INVIERNO

| LOCALIZACIÓN    |          | Condiciones INTERIORES |           | Condiciones EXTERIORES |           |
|-----------------|----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| Uso             | Gimnasio | Tª seca                | 21 °C     | Tª seca                | 3,5 °C    |
| Localidad       | Murcia   | HR                     | 50 %      | H.Coincid.             | 80 %      |
| Altitud (m):    | 40       | R. de mezcla           | 7,75 g/kg | R. de mezcla           | 3,85 g/kg |
| Zona climática: | B3       |                        |           |                        |           |

Para obtener del valor final de carga térmica hemos de considerar:

- **Las pérdidas por transmisión directas o indirectas** al exterior de los espacios calefactados. Las pérdidas de calor (directas e indirectas) dependerán de las condiciones exteriores, de las condiciones de los espacios adyacentes y de la resistencia al paso del calor de los diferentes elementos que componen la envolvente térmica. Estas pérdidas a través de la envolvente constituyen las pérdidas por transmisión.
- **Pérdidas térmicas por ventilación.** El otro origen importante de las pérdidas de calor en los espacios es la necesaria renovación del aire interior para mantener las condiciones higiénicas y de salubridad necesarias.
- **Potencia de calentamiento adicional.** Es el caso de espacios calentados de forma intermitente que pueden requerir una potencia de calentamiento adicional. (opcional)
- **Las ganancias térmicas que se produzcan simultáneamente.** Se trata de aportes de calor tanto externo (sol) como interno que se puedan producir en el edificio o locales. (opcional)

Es decir, y de manera simplificada, para cada espacio obtendremos:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{hu,i} - \Phi_{gain,i}$$

Donde,

$\Phi_{HL,i}$ : pérdidas térmicas de diseño del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{T,i}$ : pérdidas térmicas de diseño por transmisión del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{V,i}$ : pérdidas térmicas de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{hu,i}$ : potencia de calentamiento adicional del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{gain,i}$ : Suma de las ganancias térmicas que se producen en el local (i) [W].

Respecto a estos dos últimos términos de aplicación opcional se ha adoptado el siguiente criterio:

- **Potencia de calentamiento adicional:** En nuestro caso, suponemos que el sistema de control de la instalación puede evitar el descenso de temperatura en los momentos más fríos por lo que no será necesario considerar en el cálculo este calentamiento adicional.
- **Ganancias térmicas que se producen en el local:** Considerando las condiciones particulares del edificio que estamos calculando (gimnasio), en el que se prevén unas condiciones más desfavorables en refrigeración, debido a la alta carga interna en los momentos pico, se ha optado por ser más conservador en el cálculo de las cargas de invierno. En este sentido se prescindirá de las ganancias exteriores (sol) y respecto a las ganancias interiores, iluminación, equipos y, sobre todo, ocupación, se considerarán solamente al 5% de su capacidad total.

Para el cálculo de los términos restantes emplearemos, de manera simplificada, las siguientes expresiones:

- Pérdidas térmicas de diseño por transmisión

$$\Phi_{T,i} = \sum_k \Phi_{T,k} = \sum_k (A_k \cdot (U_k + \Delta U_{T,B}) \cdot f_{x,k}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\Phi_{T,i}$ : pérdidas térmicas de diseño por transmisión del espacio calefactado (i) [W].

$\Phi_{T,k}$ : pérdidas térmicas por transmisión del elemento del edificio (k) [W].

$A_k$ : es la superficie (exterior) del elemento definido (k) [m<sup>2</sup>].

$U_k$ : es transmitancia del elemento definido (k) [W/m<sup>2</sup>·K].

$\Delta U_{T,B}$ : es transmitancia térmica adicional para los puentes térmicos [W/m<sup>2</sup>·K].

$f_{x,k}$ : es el factor de ajuste de la temperatura.

$\theta_{int,i}$ : es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [°C].

$\theta_e$ : es la temperatura exterior de diseño [°C].

- Pérdidas térmicas de diseño por ventilación de un espacio

$$\Phi_{V,i} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{v,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\Phi_{V,i}$ : pérdidas térmicas de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

$\rho_a$ : es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1,20 kg/m<sup>3</sup>

$c_{p,a}$ : es el calor específico del aire a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 1.005 J/kg·K

$q_{v,min,i}$ : es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m<sup>3</sup>/h].

$\theta_{int,i}$ : es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [°C].

$\theta_e$ : es la temperatura exterior de diseño [°C].

Para el cálculo de las pérdidas por transmisión en cada uno de los espacios acondicionados se han desglosado y caracterizado sus cerramientos.

Para el cálculo del término  $(U_k + \Delta U_{T,B}) \cdot f_{x,k}$  se hacen las siguientes consideraciones respecto al criterio de aplicación en nuestro ejemplo:

- Para las pérdidas producidas en puentes térmicos, el término  $(\Delta U_{T,B})$  se sustituirá por la aplicación de los valores obtenidos en la simulación mediante HULC.
- Para el factor de ajuste de la temperatura  $f_{x,k}$  se puede optar por corregir la transmitancia en función de su contacto. Esta corrección podemos realizarla de dos formas diferentes:
  - mediante el procedimiento descrito en el documento de ayuda *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. Este es el procedimiento empleado en la sección de ayudas del volumen (I) "Ejemplo 0, Vivienda unifamiliar mínima" de esta guía en la que se puede consultar el cálculo de la transmitancia corregida de varios ejemplos de cerramientos por este método.

- o Mediante el procedimiento descrito en la *Guía de Aplicación DB HE 2019 (versión junio de 2022)*, en el punto 4.9 *Modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica* dentro del apartado *HE1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA*. En este punto se trata la modelización de espacios adyacentes a la envolvente térmica y de las medianeras de separación, y se desarrolla una nueva metodología de cálculo adaptada a la UNE EN ISO 6946:2021.

Por este segundo procedimiento se han calculado y corregido, en el apartado de descripción constructiva del modelo de esta guía, las transmitancias de todas las medianeras en contacto con espacios no habitables o no acondicionados. Esos valores corregidos son los que se han introducido en HULC para simular el modelo.

En la siguiente tabla se incorporan todos los cálculos de pérdidas por transmisión de los espacios del sótano. Se incluyen las correcciones de las transmitancias de todas medianeras obtenidas por este método (se somborean y se señalan con tres decimales). El resto se toman directamente de los valores que calcula HULC y que presenta en la tabla de resultados de HE 1.

**PLANTA SÓTANO. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE**

| ESPACIO                          | Código de cerramiento | Tipo de Contacto | Descripción | Sup. Total Cerramiento (m <sup>2</sup> ) | Sup. Parte OPACA ET (m <sup>2</sup> ) | Sup. HUECO ET (m <sup>2</sup> ) | U W/m <sup>2</sup> K | U* (Correg. contacto) W/m <sup>2</sup> K | ΔT (T <sub>e</sub> -T <sub>i</sub> ) (°C) | Pérdidas cerramiento (W) | Pérdidas estim. ptes térmicos (W) | Pérdidas por espacio (W) |
|----------------------------------|-----------------------|------------------|-------------|------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| <b>PLANTA SÓTANO P01</b>         |                       |                  |             |                                          |                                       |                                 |                      |                                          |                                           |                          |                                   |                          |
| P01 E01<br>Cabinas               | M1.S1PARTE            | TERRENO          | M. SOTANO   | 19,57                                    | 19,57                                 | -                               | 0,47                 | 0,30                                     | -17,5                                     | -102,72                  | -41,71                            | -208,57                  |
|                                  | F1-2.4                | EXTERIOR         | TECHO       | 2,16                                     | 2,16                                  | -                               | 0,25                 | 0,25                                     |                                           | -9,45                    |                                   |                          |
|                                  | S1-1PARTE             | TERRENO          | SUELO       | 9,47                                     | 9,47                                  | -                               | 0,53                 | 0,33                                     |                                           | -54,69                   |                                   |                          |
| P01 E03<br>Vestibulo             | M1.N1PARTE            | GARAJE           | MEDIANERÍA  | 27,02                                    | 27,02                                 | -                               | 0,26                 | 0,260                                    | -17,5                                     | -122,94                  |                                   |                          |
|                                  | S1-1PARTE             | TERRENO          | SUELO       | 26,67                                    | 26,67                                 | -                               | 0,53                 | 0,33                                     |                                           | -154,02                  |                                   |                          |
| P01 E04<br>Vestuario 1           | M1.O1                 | Z.C. ESCALERA    | MEDIANERÍA  | 16,73                                    | 16,73                                 | -                               | 0,26                 | 0,250                                    | -17,5                                     | -73,19                   | -64,59                            |                          |
|                                  | M1.N1PARTE            | GARAJE           | MEDIANERÍA  | 8,93                                     | 8,93                                  | -                               | 0,26                 | 0,260                                    |                                           | -40,61                   |                                   |                          |
|                                  | M1.S1PARTE            | TERRENO          | M. SOTANO   | 8,93                                     | 8,93                                  | -                               | 0,47                 | 0,30                                     |                                           | -46,86                   |                                   |                          |
|                                  | F1-2.3                | EXTERIOR         | TECHO       | 6,23                                     | 6,23                                  | -                               | 0,25                 | 0,25                                     |                                           | -27,26                   |                                   |                          |
|                                  | S1-1PARTE             | TERRENO          | SUELO       | 12,20                                    | 12,20                                 | -                               | 0,53                 | 0,33                                     |                                           | -70,46                   |                                   |                          |
| P01 E05<br>C. inodoro 1          | S1-1PARTE             | TERRENO          | SUELO       | 3,55                                     | 3,55                                  | -                               | 0,53                 | 0,33                                     | -17,5                                     | -20,50                   |                                   | -58,91                   |
|                                  | M1.S1PARTE            | TERRENO          | M. SOTANO   | 7,32                                     | 7,32                                  | -                               | 0,47                 | 0,30                                     |                                           | -38,40                   |                                   |                          |
| P01 E06<br>Vestuario 2           | M1.E1                 | TRASTEROS        | MEDIANERÍA  | 16,73                                    | 16,73                                 | -                               | 0,26                 | 0,250                                    | -17,5                                     | -73,19                   |                                   |                          |
|                                  | M1.N1PARTE            | GARAJE           | MEDIANERÍA  | 8,93                                     | 8,93                                  | -                               | 0,26                 | 0,260                                    |                                           | -40,61                   |                                   |                          |
|                                  | M1.S1PARTE            | TERRENO          | M. SOTANO   | 8,93                                     | 8,93                                  | -                               | 0,47                 | 0,30                                     |                                           | -46,86                   |                                   |                          |
| P01 E07<br>C. inodoro 2          | S1-1PARTE             | TERRENO          | SUELO       | 12,20                                    | 12,20                                 | -                               | 0,53                 | 0,33                                     | -17,5                                     | -70,46                   |                                   | -231,11                  |
|                                  | M1.S1PARTE            | TERRENO          | M. SOTANO   | 3,55                                     | 3,55                                  | -                               | 0,53                 | 0,33                                     |                                           | -20,50                   |                                   |                          |
| <b>TOTALES PLANTA 01. SÓTANO</b> |                       |                  |             | <b>206,51</b>                            | <b>206,51</b>                         | <b>-</b>                        |                      |                                          |                                           | <b>-1.051,66</b>         | <b>-106,31</b>                    | <b>-1.157,97</b>         |

Respecto al salto térmico, se han invertido sus factores ( $(\theta_e - \theta_{int,i})$ ) con el fin de obtener valores negativos asociados a las pérdidas de calor y poder distinguir fácilmente en las tablas comparativas (calefacción-refrigeración) estos valores de las ganancias de calor.

En cuanto a los puentes térmicos, representan para todo el edificio (gimnasio) un total de 213 W (valor obtenido de la simulación en HULC), por lo que se ha estimado un valor en % respecto a las pérdidas por transmisión. En la planta sótano estas pérdidas se producen, principalmente, en el espacio del Vestuario 1 y en las cabinas de masaje. Ambos tienen una parte de su techo en contacto con el exterior, suelo del acceso al portal de las viviendas y acceso al propio gimnasio, respectivamente. Por esta razón se aplica un valor bastante aproximado solo en ambos espacios.

De igual manera se obtienen las pérdidas de calor por transmisión en la planta baja (P02 en HULC). En este caso, para aproximar las pérdidas en puentes térmicos, se aplica un 5% respecto a las pérdidas por transmisión. Los resultados para esta planta y el acumulado del edificio son los siguientes:

PLANTA BAJA. PÉRDIDAS POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

| ESPACIO                          | Código de cerramiento         | Tipo de Contacto | Descripción | Sup. Total Cerramiento (m²) | Sup. Parte OPACA ET (m²) | Sup. HUECO ET (m²) | U W/m²K      | U* (Correg. contacto) W/m²K | ΔT (Te-Ti) (°C) | Pérdidas cerramiento (W) | Pérdidas estim. ptes térmicos (W) | Pérdidas por espacio (W) |                  |                |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------|----------------|
| <b>PLANTA BAJA DE ACCESO P02</b> |                               |                  |             |                             |                          |                    |              |                             |                 |                          |                                   |                          |                  |                |
| P02 E02 Despacho                 | M2.O1PARTE                    | PORTAL VIV       | MEDIANERÍA  | 2,34                        | 2,34                     | -                  | 0,26         | 0,25                        | -17,5           | -10,24                   | -13,43                            |                          |                  |                |
|                                  | M2.O2                         | EXTERIOR         | M. FACHADA  | 9,52                        | 9,52                     | -                  | 0,34         | 0,34                        |                 | -56,62                   |                                   |                          |                  |                |
|                                  | M2.S1                         | EXTERIOR         | M. FACHADA  | 8,15                        | 1,91                     | -                  | 0,34         | 0,34                        |                 | -11,37                   |                                   |                          |                  |                |
|                                  | H2-S1.1                       | EXTERIOR         | VENTANA     | -                           | -                        | 6,24               | 1,15         | 1,15                        |                 | -125,58                  |                                   |                          |                  |                |
|                                  | M2.E1                         | EXTERIOR         | M. FACHADA  | 3,90                        | 0,96                     | -                  | 0,34         | 0,34                        |                 | -5,71                    |                                   |                          |                  |                |
|                                  | H2-E1.1                       | EXTERIOR         | VENTANA     | -                           | -                        | 2,94               | 1,15         | 1,15                        |                 | -59,17                   |                                   |                          |                  |                |
| F2-3PARTE                        | VIVIENDA                      | TECHO-M ADB      | 6,38        | 6,38                        | -                        | 0,29               | -            | -                           | -               | -282,12                  |                                   |                          |                  |                |
| P02 E03 Aseo accesible           | M2.O1PARTE                    | PORTAL           | MEDIANERÍA  | 19,19                       | 19,19                    | -                  | 0,26         | 0,250                       | -17,5           | -83,95                   | -10,29                            |                          |                  |                |
|                                  | M2.N1PARTE                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  | 8,15                        | 7,47                     | -                  | 0,34         | 0,34                        |                 | -44,45                   |                                   |                          |                  |                |
|                                  | H2-N1.3                       | EXTERIOR         | VENTANA     | -                           | -                        | 0,68               | 1,18         | 1,18                        |                 | -14,04                   |                                   |                          |                  |                |
|                                  | F2-1.1PARTE                   | GARAJE           | SUELO MED   | 10,33                       | 10,33                    | -                  | 0,35         | 0,350                       |                 | -63,27                   |                                   |                          |                  |                |
|                                  | F2-3PARTE                     | VIVIENDA         | TECHO-M ADB | 10,33                       | 10,33                    | -                  | 0,29         | -                           |                 | -                        |                                   |                          | -216,00          |                |
|                                  | M2.S2                         | EXTERIOR         | M. FACHADA  | 8,42                        | 2,00                     | -                  | 0,34         | 0,34                        |                 | -11,92                   |                                   |                          |                  |                |
| P02 E04 Vestíbulo/caletería      | H2-S2.1                       | EXTERIOR         | VENTANA     | -                           | -                        | 6,42               | 1,15         | 1,15                        | -129,20         | -29,57                   |                                   |                          |                  |                |
|                                  | M2.O3                         | EXTERIOR         | M. FACHADA  | 3,90                        | 3,90                     | -                  | 0,34         | 0,34                        | -23,21          |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | F2-1.1PARTE                   | GARAJE           | SUELO MED   | 13,1                        | 13,10                    | -                  | 0,35         | 0,350                       | -80,24          |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | M2.S3PARTE                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  | -                           | -                        | 6,32               | 0,34         | 0,34                        | -37,63          |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | H2-S3.1                       | EXTERIOR         | VENTANA     | 21,68                       | -                        | 8,91               | 1,15         | 1,15                        | -179,31         |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | H2-S3.2A                      | EXTERIOR         | VENTANA     | -                           | -                        | 6,45               | 1,15         | 1,15                        | -129,81         |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | F2-3PARTE                     | VIVIENDA         | TECHO-M ADB | 47,88                       | 47,88                    | -                  | 0,29         | -                           | -               |                          |                                   | -620,88                  |                  |                |
|                                  | M2.S3PARTE                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  | -                           | -                        | 7,88               | 0,34         | 0,34                        | -46,87          |                          |                                   |                          |                  |                |
| P02 E05 salas de ejercicio       | H2-S3.2B                      | EXTERIOR         | VENTANA     | 28,55                       | -                        | 7,23               | 1,15         | 1,15                        | -145,50         | -87,90                   |                                   |                          |                  |                |
|                                  | H2-S3.3                       | EXTERIOR         | VENTANA     | -                           | -                        | 13,44              | 1,15         | 1,15                        | -270,48         |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | M2.E2                         | PORTAL           | MEDIANERÍA  | 37,99                       | 37,99                    | -                  | 0,26         | 0,250                       | -166,19         |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | M2.N1PARTE                    | EXTERIOR         | M. FACHADA  | -                           | 49,60                    | -                  | 0,34         | 0,34                        | -295,10         |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | H2-N1.1                       | EXTERIOR         | VENTANA     | 58,66                       | -                        | 4,48               | 1,18         | 1,18                        | -92,51          |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | H2-N1.2                       | EXTERIOR         | VENTANA     | -                           | -                        | 4,58               | 1,18         | 1,18                        | -94,58          |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | F2-1.2                        | TRASTEROS        | SUELO MED   | 18,91                       | 18,91                    | -                  | 0,35         | 0,320                       | -105,90         |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | F2-1.1PARTE                   | GARAJE           | SUELO MED   | 88,32                       | 88,32                    | -                  | 0,35         | 0,350                       | -540,96         |                          |                                   |                          |                  |                |
|                                  | F2-3PARTE                     | VIVIENDA         | TECHO       | 96                          | 96,00                    | -                  | 0,29         | -                           | -               |                          |                                   | -1845,99                 |                  |                |
|                                  | <b>TOTALES PLANTA 02 BAJA</b> |                  |             |                             | <b>501,69</b>            | <b>440,32</b>      | <b>61,37</b> |                             |                 |                          |                                   |                          | <b>-2.823,81</b> | <b>-141,19</b> |
| <b>TOTALES GIMNASIO</b>          |                               |                  |             | <b>708,20</b>               | <b>646,83</b>            | <b>61,37</b>       |              |                             |                 | <b>-3.875,47</b>         | <b>-247,50</b>                    | <b>-4.122,96</b>         |                  |                |

Respecto a las necesidades de ventilación en el edificio, en el apartado descriptivo de las instalaciones, se incluye un cuadro que refleja las necesidades de cada espacio en función de las exigencias del R.I.T.E. El resumen es el siguiente:

CAUDALES DE VENTILACIÓN

| LOCAL              |         |                         |               | OCUPACIÓN                | CARACTERIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN |                     |            |                               |                               |                                 |                  |                 |                 |                |
|--------------------|---------|-------------------------|---------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Programa del local |         |                         | Superficie    | Volumen de aire interior | Ocupación max. por espacios       | Categorías del aire |            | Tasa de ventilación según IDA | Tasa de ventilación según IDA | Caudales mínimos de ventilación |                  |                 |                 |                |
| Pl.                | ESPACIO | nomenclatura en planos  | (m²)          | (m³)                     | nº p.                             | Interior            | Extracción | según IDA dm³/s.p             | según IDA dm³/s.m²            | Impulsión dm³/s                 | Extracción dm³/s | Extracción m³/s | Extracción m³/h | Renov./h (h⁻¹) |
| Planta baja        | P02 E02 | Despacho administración | 6,38          | 22,01                    | 2                                 | IDA 2               | AE 1       | 12,5                          |                               | 25,0                            | 25,0             | 0,03            | 90,00           | 4,1            |
|                    | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33         | 35,64                    |                                   | IDA 3               | AE 2       |                               | 0,55                          | 5,7                             | 31,0             | 0,03            | 111,56          | 3,1            |
|                    | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Caletería  | 47,88         | 165,19                   | 23                                | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                               | 184,0                           | 184,0            | 0,18            | 662,40          | 4,0            |
|                    | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17         | 331,20                   | 8                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                               | 64,0                            | 64,0             | 0,06            | 230,40          | 2,6            |
|                    |         | Sala 3                  | 12,17         |                          | 8                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                               | 64,0                            | 64,0             | 0,06            | 230,40          |                |
|                    |         | Sala 3                  | 71,65         | 14                       | IDA 3                             | AE 2                | 8,0        |                               | 112,0                         | 112,0                           | 0,11             | 403,20          |                 |                |
| Planta sótano      | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20         | 37,21                    | 6                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                               | 48,0                            | 36,6             | 0,04            | 131,76          | 3,5            |
|                    | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55          | 10,83                    |                                   | IDA 3               | AE 2       |                               | 0,55                          | 2,0                             | 15,0             | 0,02            | 54,00           | 5,0            |
|                    | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73          | 27,99                    | 1                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                               | 8,0                             | 8,0              | 0,01            | 28,80           | 2,1            |
|                    |         | Cabina 2                | 4,73          |                          | 1                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                               | 8,0                             | 8,0              | 0,01            | 28,80           |                |
|                    | P01 E03 | Vestíbulo 2             | 26,67         | 81,34                    | 13                                | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                               | 104,0                           | 104,0            | 0,10            | 374,40          | 4,6            |
|                    | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20         | 37,21                    | 6                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           |                               | 48,0                            | 36,6             | 0,04            | 131,76          | 3,5            |
|                    | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60          | 10,98                    |                                   | IDA 3               | AE 2       |                               | 0,55                          | 2,0                             | 15,0             | 0,02            | 54,00           | 4,9            |
| <b>TOTALES</b>     |         |                         | <b>228,26</b> | <b>759,60</b>            | <b>82</b>                         |                     |            |                               |                               | <b>674,6</b>                    | <b>703,2</b>     | <b>0,70</b>     | <b>2.531,48</b> | <b>3,33</b>    |

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales colindantes. Para conseguirlo se propone que reciban aire de transferencia de los locales adyacentes y que en los espacios de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(\*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 l/s.m² (según el RITE El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m²) o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos para cada unidad de inodoro.

(\*\*) En los vestuarios que comparten espacio con aparatos sanitarios y cabina de inodoro se ha considerado el mismo criterio de caudal de extracción aplicado en la zona de cabina de inodoros.

Para el resto de espacios, como simplificación, se mantiene el mismo caudal de impulsión y de extracción sin considerar las posibles diferencias entre ambos y que son necesarias para establecer los flujos interiores de aire y las condiciones de presión diferencial en los locales.

El sistema incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%

Como disponemos de los datos precisos de caudal de ventilación en cada espacio y sabiendo que en el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración es importante discriminar entre las ganancias sensibles y latentes aplicaremos también en calefacción las siguientes expresiones, ya conocidas y con algún ajuste en las unidades de referencia:

Calor sensible:

$$\phi_{sv,i} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{v,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\Phi_{SV,i}$ : pérdidas térmicas sensibles de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

$\rho_a$ : es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1,20 kg/m<sup>3</sup>

$C_{p,a}$ : es el calor específico del aire a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 1.005 J/kg·K

$q_{v,min,i}$ : es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m<sup>3</sup>/s].

$\theta_{int,i}$ : es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [°C].

$\theta_e$ : es la temperatura exterior de diseño [°C].

Calor latente:

$$\Phi_{LV,i} = \rho_a \cdot L_v \cdot q_{v,min,i} \cdot (w_{int,i} - w_e)$$

Donde,

$\Phi_{LV,i}$ : pérdidas térmicas de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

$\rho_a$ : es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1,20 kg/m<sup>3</sup>

$L_v$ : es el calor vaporización del agua a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 2.450 J/g

$q_{v,min,i}$ : es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m<sup>3</sup>/h].

$w_{int,i}$ : relación de vapor de agua por kilogramo de aire seco interior de diseño del espacio considerado (i) [g/kg].

$w_e$ : es la relación de vapor de agua por kilogramo de aire seco exterior de diseño [g/kg].

Por las razones explicadas anteriormente invertiremos también el orden de factores en el salto térmico y en la diferencia de la relación de mezcla (g de vapor de agua/ kg de aire seco).

En este sentido, es necesario realizar una precisión más. Las condiciones de cálculo del aire exterior que introducimos como aire de renovación en los espacios, sufre modificaciones cuando existe un recuperador de calor que lo transforma como es nuestro caso. Si el recuperador es del tipo “estático” esa modificación será exclusivamente sensible, modificación de la temperatura seca del aire. Según la ficha de nuestro ejemplo el recuperador es del tipo “entálpico”, es decir, se transfiere tanto calor sensible como latente entre los dos flujos de aire que intercambian en el recuperador (flujo de admisión y flujo de expulsión).

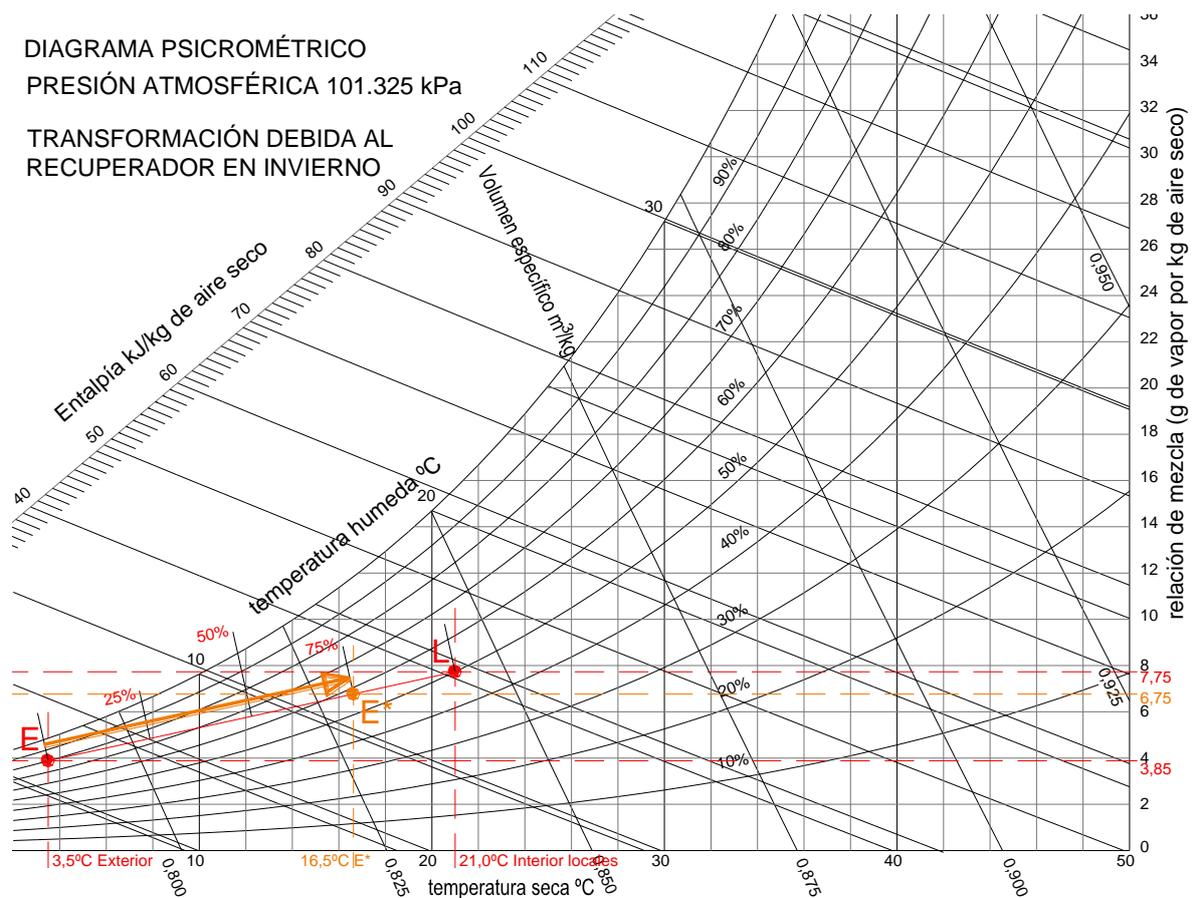
El recuperador que se ha prescrito en nuestro ejemplo dispone de un rendimiento del 75 %, 0,75 en tanto por uno.

Las condiciones de cálculo del aire exterior (para el cálculo de calefacción) recordemos que eran las siguientes:

#### DATOS DE PROYECTO EN INVIERNO

| Condiciones EXTERIORES |           |
|------------------------|-----------|
| Tª seca                | 3,5 °C    |
| H.Coincid.             | 80 %      |
| R. de mezcla           | 3,85 g/kg |

El recuperador de calor va a modificar esas condiciones del aire exterior antes de ser introducido en los locales, aproximando más sus parámetros a los del local que queremos calefactar, con el consiguiente ahorro energético. Su efecto se describe gráficamente y, de manera esquemática, sobre el diagrama psicrométrico:



## DATOS DE PROYECTO EN INVIERNO

| LOCALIZACIÓN      | Condiciones INTERIORES |           | Condiciones EXTERIORES |           | Condiciones EXTERIORES Modificadas por RECUPERADOR (E*) |           |
|-------------------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| Uso Gimnasio      | Tª seca                | 21 °C     | Tª seca                | 3,5 °C    | Tª seca                                                 | 16,5 °C   |
| Localidad Murcia  | HR                     | 50 %      | H.Coincid.             | 80 %      | HR coincid.                                             | 57 %      |
| Altitud (m): 40   | R. de mezcla           | 7,75 g/kg | R. de mezcla           | 3,85 g/kg | R. de mezcla                                            | 6,75 g/kg |
| Zona climática B3 |                        |           |                        |           |                                                         |           |

Son estas últimas las que hemos de considerar en el cálculo de las pérdidas debidas a la ventilación de los espacios. No estamos considerando en el cálculo las infiltraciones incontroladas a través de la envolvente, si lo hiciéramos, deberíamos aplicar un salto térmico referido a las condiciones originales de cálculo del aire exterior pues ese caudal de aire no pasa por el recuperador.

El resultado de las pérdidas térmicas debidas a la ventilación de los espacios de las dos plantas del local se resume en las siguientes tablas:

## PLANTA SÓTANO. PÉRDIDAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN DE AIRE

| LOCAL          |         |                        |                              | OCUPACIÓN | Q VENT            |                                        | CARGAS           |                                        |                |                  |
|----------------|---------|------------------------|------------------------------|-----------|-------------------|----------------------------------------|------------------|----------------------------------------|----------------|------------------|
| PI.            | ESPACIO | nomenclatura en planos | Superficie (m <sup>2</sup> ) | nº p.     | m <sup>3</sup> /s | T <sub>e</sub> * - T <sub>i</sub> (°C) | Sensibles (W)    | w <sub>e</sub> - w <sub>i</sub> (g/kg) | Latentes (W)   | Totales (W)      |
| Planta sótano  |         | estuario 1             | 12,20                        | 6         | 0,037             | -4,5                                   | -198,63          | -1,00                                  | -107,60        | -306,23          |
|                |         | seo 1                  | 3,55                         | 0         | 0,015             | -4,5                                   | -81,41           | -1,00                                  | -44,10         | -125,51          |
|                | P01 E01 | Cabina 1               | 4,73                         | 1         | 0,008             | -4,5                                   | -43,42           | -1,00                                  | -23,52         | -66,94           |
|                |         | Cabina 2               | 4,73                         | 1         | 0,008             | -4,5                                   | -43,42           | -1,00                                  | -23,52         | -66,94           |
|                |         | estíbulo 2             | 26,67                        | 13        | 0,104             | -4,5                                   | -564,41          | -1,00                                  | -305,76        | -870,17          |
|                |         | estuario 2             | 12,20                        | 6         | 0,037             | -4,5                                   | -198,63          | -1,00                                  | -107,60        | -306,23          |
|                |         | seo 2                  | 3,60                         | 0         | 0,015             | -4,5                                   | -81,41           | -1,00                                  | -44,10         | -125,505         |
| <b>TOTALES</b> |         |                        | <b>67,68</b>                 | <b>27</b> | <b>0,223</b>      |                                        | <b>-1.211,31</b> |                                        | <b>-656,21</b> | <b>-1.867,51</b> |

## Pérdidas de calor sensible

$$\phi_{s\_vent} = Q_{vent} (T_{e^*} - T_i) \cdot \rho \cdot C_{aire}$$

$\phi_{s\_vent}$ : Pérdidas sensibles por ventilación (W)  
 $Q_{vent}$ : Caudal de cálculo de ventilación m<sup>3</sup>/s  
 $T_{e^*}$ : Temperatura exterior cálculo (°C) 16,5  
 $T_i$ : Temperatura interior cálculo (°C) 21,0

$\rho$ : densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>) 1,20  
 (varia con la altitud y la temperatura del aire). Tomamos un valor de referencia  
 $C_{aire}$ : Calor específico del aire (J/kg·°K) 1.005,0

## Pérdidas de calor latente

$$\phi_{L\_vent} = Q_{vent} (w_e - w_i) \cdot \rho \cdot L_v$$

$\phi_{L\_vent}$ : Pérdidas latentes ventilación (W)  
 $Q_{vent}$ : Caudal de cálculo de ventilación m<sup>3</sup>/s  
 $w_{e^*}$ : R. de mezcla aire exterior (g/kg) 6,75  
 $w_i$ : R. de mezcla aire interior (g/kg) 7,75

$\rho$ : densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>) 1,20  
 (varia con la altitud y la temperatura del aire). Tomamos un valor de referencia  
 $L_v$ : Calor vaporización agua (J/g) a 20°C 2.450,0

\* Condiciones exteriores modificadas por el recuperador entálpico

## PLANTA BAJA. PÉRDIDAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN DE AIRE

| LOCAL       |                |                         |                              | OCUPACIÓN     | Q VENT            |                                        | CARGAS        |                                        |              |                  |
|-------------|----------------|-------------------------|------------------------------|---------------|-------------------|----------------------------------------|---------------|----------------------------------------|--------------|------------------|
| PI.         | ESPACIO        | nomenclatura en planos  | Superficie (m <sup>2</sup> ) | nº p.         | m <sup>3</sup> /s | T <sub>e</sub> * - T <sub>i</sub> (°C) | Sensibles (W) | w <sub>e</sub> - w <sub>i</sub> (g/kg) | Latentes (W) | Totales (W)      |
| Planta baja | P02 E02        | Despacho administración | 6,38                         | 2             | 0,025             | -4,5                                   | -135,68       | -1,00                                  | -73,50       | -209,18          |
|             | P02 E03        | Aseo planta baja        | 10,33                        | 0             | 0,031             | -4,5                                   | -168,18       | -1,00                                  | -91,11       | -259,29          |
|             | P02 E04        | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 23            | 0,184             | -4,5                                   | -998,57       | -1,00                                  | -540,96      | -1.539,53        |
|             | P02 E05        | Sala 1                  | 12,17                        | 8             | 0,064             | -4,5                                   | -347,33       | -1,00                                  | -188,16      | -535,49          |
|             |                | Sala 2                  | 12,17                        | 8             | 0,064             | -4,5                                   | -347,33       | -1,00                                  | -188,16      | -535,49          |
|             |                | Sala 3                  | 71,65                        | 14            | 0,112             | -4,5                                   | -607,82       | -1,00                                  | -329,28      | -937,10          |
|             | <b>TOTALES</b> |                         |                              | <b>160,58</b> | <b>55</b>         | <b>0,480</b>                           |               | <b>-2.604,91</b>                       |              | <b>-1.411,17</b> |

Como ya hemos comentado, en el balance global y respecto a las ganancias térmicas que se producen en el local (iluminación, ocupación y equipos) se han considerado al 5% de su capacidad. Estos aportes quedarían de la siguiente forma:

## PLANTA SÓTANO. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A LA OCUPACIÓN E ILUMINACIÓN

| LOCAL          |         |                  | APORTE CALOR ILUMINACIÓN (5%) |                             |                          | APORTES DE CALOR POR OCUPACIÓN AL 5% |              |             |                          | EQUIPOS AL 5%           |                             | APORTE CALOR TOTAL       |               |              |               |
|----------------|---------|------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------|--------------|---------------|
| PI.            | ESPACIO | nombre en planos | Superficie (m <sup>2</sup> )  | Pot. Inst. W/m <sup>2</sup> | aporte sensible (5%) (W) | nº p.                                | Sensible W/p | latente W/p | aporte sensible (5%) (W) | aporte latente (5%) (W) | Pot. Inst. W/m <sup>2</sup> | aporte sensible (5%) (W) | Sensibles (W) | Latentes (W) | Total (W)     |
| Planta sótano  | P01 E04 | Vestuario 1      | 12,20                         | 2,00                        | 1,22                     | 6                                    | 75           | 55          | 22,50                    | 16,50                   | 0                           | 0,00                     | 23,72         | 16,50        | 40,22         |
|                | P01 E05 | Aseo 1           | 3,55                          | 1,00                        | 0,18                     | 0                                    |              |             | 0,00                     | 0,00                    | 0                           | 0,00                     | 0,18          | 0,00         | 0,18          |
|                | P01 E01 | Cabina 1         | 4,73                          | 2,00                        | 0,47                     | 1                                    | 55           | 30          | 2,75                     | 1,50                    | 1                           | 0,24                     | 3,22          | 1,50         | 4,72          |
|                |         | Cabina 2         | 4,73                          | 2,00                        | 0,47                     | 1                                    | 55           | 30          | 2,75                     | 1,50                    | 1                           | 0,24                     | 3,22          | 1,50         | 4,72          |
|                | P01 E03 | Vestíbulo 2      | 26,67                         | 1,00                        | 1,33                     | 13                                   | 75           | 55          | 48,75                    | 35,75                   | 0                           | 0,00                     | 50,08         | 35,75        | 85,83         |
|                | P01 E06 | Vestuario 2      | 12,20                         | 2,00                        | 1,22                     | 6                                    | 75           | 55          | 22,50                    | 16,50                   | 0                           | 0,00                     | 23,72         | 16,50        | 40,22         |
|                | P01 E07 | Aseo 2           | 3,60                          | 1,00                        | 0,18                     | 0                                    |              |             | 0,00                     | 0,00                    | 0                           | 0,00                     | 0,18          | 0,00         | 0,18          |
| <b>TOTALES</b> |         |                  | <b>67,68</b>                  |                             | <b>5,08</b>              | <b>27</b>                            |              |             | <b>99,25</b>             | <b>71,75</b>            |                             | <b>0,47</b>              | <b>104,33</b> | <b>71,75</b> | <b>176,08</b> |

## PLANTA BAJA. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A LA OCUPACIÓN E ILUMINACIÓN

| LOCAL          |         |                        | APORTE CALOR ILUMINACIÓN (5%) |                             |                          | APORTES DE CALOR POR OCUPACIÓN AL 5% |              |             |                          | EQUIPOS AL 5%           |                             | APORTE CALOR TOTAL       |               |               |               |
|----------------|---------|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| PI.            | ESPACIO | nombre en planos       | Superficie (m <sup>2</sup> )  | Pot. Inst. W/m <sup>2</sup> | aporte sensible (5%) (W) | nº p.                                | Sensible W/p | latente W/p | aporte sensible (5%) (W) | aporte latente (5%) (W) | Pot. Inst. W/m <sup>2</sup> | aporte sensible (5%) (W) | Sensibles (W) | Latentes (W)  | Total (W)     |
| Planta baja    | P02 E02 | Despacho               | 6,38                          | 5,00                        | 1,60                     | 2                                    | 70           | 45          | 7,0                      | 4,5                     | 3                           | 0,96                     | 9,55          | 4,50          | 14,05         |
|                | P02 E03 | Aseo planta baja       | 10,33                         | 1,00                        | 0,52                     | 0                                    |              |             | 0,0                      | 0,0                     | 0                           | 0,00                     | 0,52          | 0,00          | 0,52          |
|                | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería | 47,88                         | 2,00                        | 4,79                     | 23                                   | 75           | 55          | 86,3                     | 63,3                    | 3                           | 7,18                     | 98,22         | 63,25         | 161,47        |
|                | P02 E05 | Sala 1                 | 12,17                         | 4,00                        | 2,43                     | 8                                    | 110          | 180         | 44,0                     | 72,0                    | 1                           | 0,61                     | 47,04         | 72,00         | 119,04        |
|                |         | Sala 2                 | 12,17                         | 4,00                        | 2,43                     | 8                                    | 110          | 180         | 44,0                     | 72,0                    | 1                           | 0,61                     | 47,04         | 72,00         | 119,04        |
|                | Sala 3  | 71,65                  | 4,00                          | 14,33                       | 14                       | 150                                  | 270          | 105,0       | 189,0                    | 1                       | 3,58                        | 122,91                   | 189,00        | 311,91        |               |
| <b>TOTALES</b> |         |                        | <b>160,58</b>                 |                             | <b>26,10</b>             | <b>55</b>                            |              |             | <b>286,25</b>            | <b>400,75</b>           |                             | <b>12,94</b>             | <b>325,29</b> | <b>400,75</b> | <b>726,04</b> |

El balance general y por espacios de pérdidas menos ganancias, con resultado de las cargas térmicas de calefacción finales queda como sigue:

**PLANTA SÓTANO. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO POR ESPACIOS**

| LOCAL          |         |                  | APORTE DE CALOR                 |                               |                              | PERDIDAS DE CALOR             |                                    |                                   | CARGAS TOTALES   |                |                  |
|----------------|---------|------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Pl.            | ESPACIO | nombre en planos | aporte sensible Iluminación (W) | aporte sensible ocupación (W) | aporte latente ocupación (W) | Pérdidas por cerramientos (W) | Pérdidas sensibles ventilación (W) | Pérdidas latentes ventilación (W) | Sensibles (W)    | Latentes (W)   | Total (W)        |
| Planta sótano  | P01 E04 | Vestuario 1      | 1,22                            | 22,50                         | 16,50                        | -322,96                       | -198,63                            | -107,60                           | -497,87          | -91,10         | -588,97          |
|                | P01 E05 | Aseo 1           | 0,18                            | 0,00                          | 0,00                         | -58,91                        | -81,41                             | -44,10                            | -140,13          | -44,10         | -184,23          |
|                | P01 E01 | Cabina 1         | 9,46                            | 5,50                          | 3,00                         | -208,57                       | -86,83                             | -47,04                            | -280,44          | -44,04         | -324,48          |
|                |         | Cabina 2         |                                 |                               |                              |                               |                                    |                                   |                  |                |                  |
|                | P01 E03 | Vestibulo 2      | 1,33                            | 48,75                         | 35,75                        | -276,96                       | -564,41                            | -305,76                           | -791,28          | -270,01        | -1061,29         |
|                | P01 E06 | Vestuario 2      | 1,22                            | 22,50                         | 16,50                        | -231,11                       | -198,63                            | -107,60                           | -406,02          | -91,10         | -497,13          |
|                | P01 E07 | Aseo 2           | 0,18                            | 0,00                          | 0,00                         | -59,46                        | -81,41                             | -44,10                            | -140,68          | -44,10         | -184,78          |
| <b>TOTALES</b> |         |                  | <b>13,59</b>                    | <b>99,25</b>                  | <b>71,75</b>                 | <b>-1.157,97</b>              | <b>-1.211,31</b>                   | <b>-656,21</b>                    | <b>-2.256,43</b> | <b>-584,46</b> | <b>-2.840,89</b> |

**PLANTA BAJA. BALANCE DE CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO POR ESPACIOS**

| LOCAL          |         |                        | APORTE DE CALOR                 |                               |                              | PERDIDAS DE CALOR             |                                    |                                   | CARGAS TOTALES   |                  |                  |
|----------------|---------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Pl.            | ESPACIO | nombre en planos       | aporte sensible Iluminación (W) | aporte sensible ocupación (W) | aporte latente ocupación (W) | Pérdidas por cerramientos (W) | Pérdidas sensibles ventilación (W) | Pérdidas latentes ventilación (W) | Sensibles (W)    | Latentes (W)     | Total (W)        |
| Planta baja    | P02 E02 | Despacho               | 1,60                            | 7,00                          | 4,50                         | -282,12                       | -135,68                            | -73,50                            | -409,20          | -69,00           | -478,20          |
|                | P02 E03 | Aseo planta baja       | 0,52                            | 0,00                          | 0,00                         | -216,00                       | -168,18                            | -91,11                            | -383,67          | -91,11           | -474,78          |
|                | P02 E04 | Vestibulo 1/ Cafetería | 4,79                            | 86,25                         | 63,25                        | -620,88                       | -998,57                            | -540,96                           | -1528,41         | -477,71          | -2006,12         |
|                |         | Sala 1                 |                                 |                               |                              |                               |                                    |                                   |                  |                  |                  |
|                | P02 E05 | Sala 2                 | 95,99                           | 193,00                        | 333,00                       | -1845,99                      | -1302,48                           | -705,60                           | -2859,48         | -372,60          | -3232,08         |
|                |         | Sala 3                 |                                 |                               |                              |                               |                                    |                                   |                  |                  |                  |
| <b>TOTALES</b> |         |                        | <b>102,89</b>                   | <b>286,25</b>                 | <b>400,75</b>                | <b>-2.965,00</b>              | <b>-2.604,91</b>                   | <b>-1.411,17</b>                  | <b>-5.180,76</b> | <b>-1.010,42</b> | <b>-6.159,98</b> |

**TOTALES GIMNASIO**      **-7.437,19**      **-1.594,88**      **-9.000,87**

## VERANO

## 3. Cálculo de las cargas térmicas de verano

Para el cálculo de las cargas térmicas de verano procederemos de una manera análoga a como lo hemos hecho en el cálculo de las cargas de invierno.

Para los valores de cálculo de las condiciones exteriores hemos recurrido nuevamente a la “*Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto*” (IDAE, junio de 2012). Partiendo de datos estadísticos históricos del clima del lugar, se elaboran los niveles percentiles (anuales o estacionales) que en función de la exigencia del proyecto hemos de adoptar. En la citada guía se recogen los percentiles anuales y su relación aproximada con los estacionales que por ejemplo se utilizan en la *antigua UNE 100014:2004 Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones Exteriores de cálculo*.

A la hora de determinar el percentil que hemos de aplicar en nuestro proyecto se tendrá en cuenta lo que se indica en el RITE, en concreto lo siguiente:

*IT 1.2.4 Caracterización y cuantificación de la exigencia de eficiencia energética.*

*IT 1.2.4.1 Generación de calor y frío.*

*IT 1.2.4.1.1 Criterios generales.*

.....

*3. Con objeto de mejorar la eficiencia energética de los generadores, ajustar la potencia a la demanda térmica real y reducir la potencia de diseño en proyecto, para fijar la potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío se ha de tener en cuenta:*

*a) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de **invierno**, las temperaturas secas a considerar son las correspondientes a un **percentil del 99 %** para todos los tipos de edificios y espacios acondicionados (TS 99 %).*

*b) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de **verano**, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes a un **percentil del 1 %** para todos los tipos de edificios y espacios acondicionados (TS 1 %).*

*Como excepción y siempre que se justifique en el proyecto o memoria técnica, para edificios con usos especiales, como hospitales, museos, etc. se ha de tener en cuenta:*

*a) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de invierno, las temperaturas secas a considerar son las correspondientes a un percentil del 99,6 % (TS 99,6 %).*

*b) Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de verano, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes a un percentil del 0,4 % (TS 0,4 %).*

En nuestro caso, local de uso gimnasio, y al no tratarse de ninguno de los usos espaciales mencionados, será suficiente con la aplicación del nivel del 1% en los datos de verano, siendo estos percentiles anuales.

Respecto a las condiciones interiores se ha de cumplir lo indicado en el RITE, en la tabla 1.4.1.1

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

RITE. Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño

Y se dice, además,

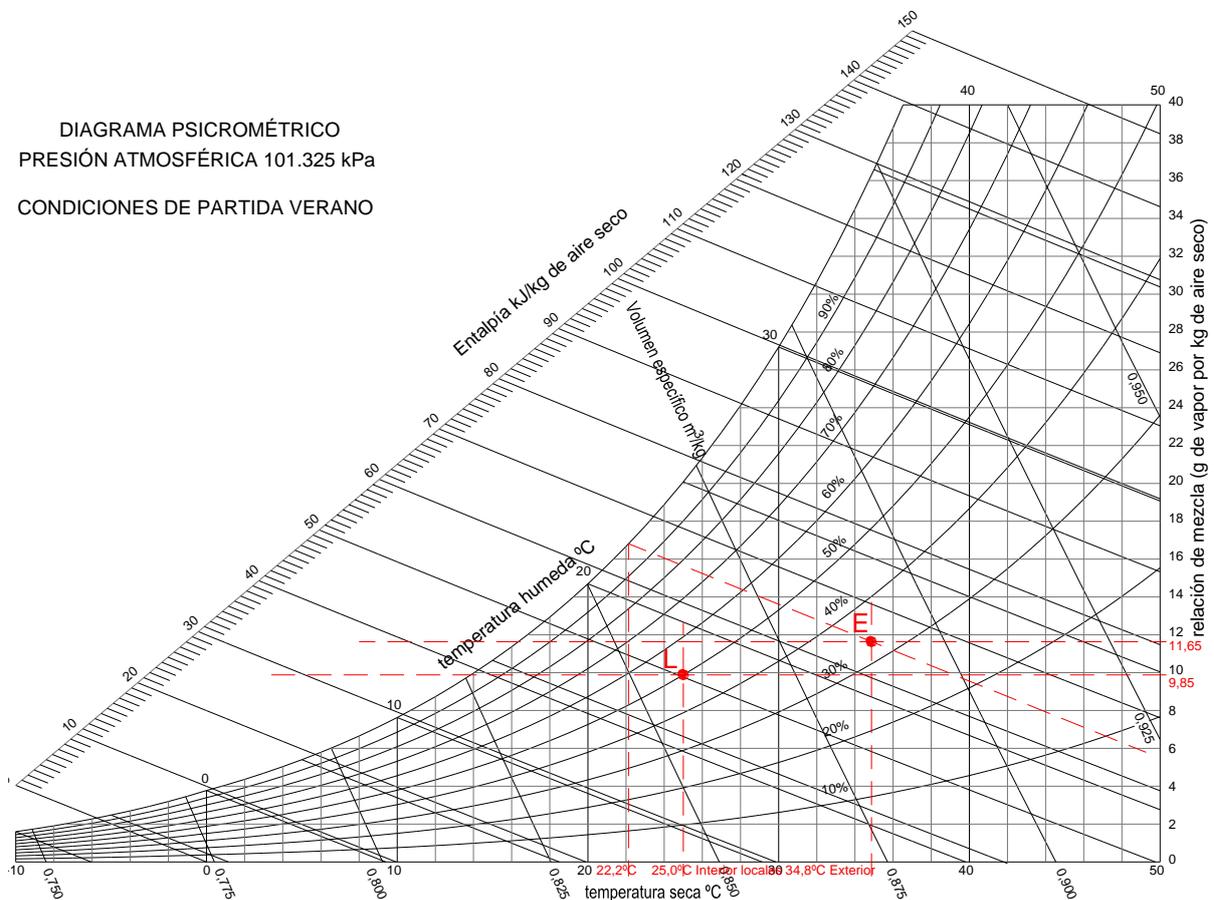
*Para los sistemas de refrigeración la temperatura de cálculo será de 25°C.*

En consecuencia, los valores de cálculo para el proyecto de acondicionamiento de verano del local gimnasio, situado en Murcia, considerando para las condiciones interiores las horquillas y valores que se prescriben en el R.I.T.E, y para las condiciones exteriores los valores obtenidos anteriormente de la "Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto" (IDAE, junio de 2012), son los siguientes:

**DATOS DE PROYECTO EN VERANO**

| LOCALIZACIÓN       | Condiciones INTERIORES |       | Condiciones EXTERIORES |         |
|--------------------|------------------------|-------|------------------------|---------|
| Uso: Gimnasio      | Tª seca                | 25 °C | Tª seca                | 34,8 °C |
| Localidad: Murcia  | H.R.                   | 50 %  | Tª Humeda C.           | 22,2 °C |
| Altitud (m): 40    |                        |       |                        |         |
| Zona climática: B3 |                        |       |                        |         |

La situación de estas condiciones sobre el diagrama psicrométrico (presión atmosférica nivel del mar) es la siguiente:



A partir de las condiciones iniciales del aire en ambos puntos, exterior e interior de proyecto, podemos determinar el resto de las condiciones que pueden ser útiles para el cálculo y que se resumen en el siguiente cuadro:

#### DATOS DE PROYECTO EN VERANO

| LOCALIZACIÓN   |          | Condiciones INTERIORES |           | Condiciones EXTERIORES |            |
|----------------|----------|------------------------|-----------|------------------------|------------|
| Uso            | Gimnasio | Tª seca                | 25 °C     | Tª seca                | 34,8 °C    |
| Localidad      | Murcia   | H.R.                   | 50 %      | Tª Humeda C.           | 22,2 °C    |
| Altitud (m)    | 40       | R. de mezcla           | 9,85 g/kg | R. de mezcla           | 11,65 g/kg |
| Zona climática | B3       |                        |           |                        |            |

Para la obtención del valor final de carga térmica de verano hemos de considerar las siguientes fuentes, distinguiendo, además, entre cargas sensibles y cargas latentes:

#### CARGAS SENSIBLES

- **Las ganancias sensibles por transmisión directas o indirectas** a través de la envolvente (parte opaca y huecos). Las ganancias de calor (directas e indirectas) dependerán de las condiciones exteriores, de las condiciones de los espacios adyacentes y de la resistencia al paso del calor de los diferentes elementos que componen la envolvente térmica.
- **Ganancias sensibles debidas a la radiación solar incidente** sobre los elementos de la envolvente expuestos (opacos y huecos).
- **Ganancias sensibles por ventilación e infiltración.** Necesidades de renovación del aire interior para mantener las condiciones higiénicas y de salubridad necesarias. Infiltración incontrolada de aire a través de la envolvente.
- **Ganancias sensibles debidas a cargas internas.** Las fuentes que a lo largo de todo el ejemplo estamos considerando (iluminación, ocupación y equipos).

#### CARGAS LATENTES

- **Ganancias latentes por ventilación e infiltración.** Necesidades de renovación del aire interior para mantener las condiciones higiénicas y de salubridad necesarias. Infiltración incontrolada de aire a través de la envolvente.
- **Ganancias latentes debidas a cargas internas.** En este caso considerando como fuente de aportación de vapor de agua al ambiente, exclusivamente la ocupación de las personas. No existen en el proyecto equipos que aporten carga latente.

De manera análoga al cálculo del apartado anterior tendríamos, de manera simplificada, para cada espacio:

#### CARGAS SENSIBLES

$$\Phi_{FSG,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{VS,i} + \Phi_{R,i} + \Phi_{CIS,i}$$

Donde,

$\Phi_{FSG,i}$ : ganancias térmicas sensibles de diseño del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{T,i}$ : ganancias térmicas de diseño por transmisión del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{VS,i}$ : ganancias térmicas sensibles de diseño por ventilación del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{R,i}$ : ganancias térmicas de diseño por radiación solar sobre la envolvente del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{CIS,i}$ : ganancias térmicas sensibles de diseño debidas a las cargas internas del espacio climatizado (i) [W].

#### CARGAS LATENTES

$$\Phi_{FLG,i} = \Phi_{VL,i} + \Phi_{CIL,i}$$

Donde,

$\Phi_{FLG,i}$ : ganancias térmicas latentes de diseño del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{VL,i}$ : ganancias térmicas latentes de diseño por ventilación del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{CIL,i}$ : ganancias térmicas latentes de diseño debidas a las cargas internas del espacio climatizado (i) [W].

Respecto al cálculo de las cargas se han aplicado las siguientes simplificaciones:

- En el cálculo de las ganancias por transmisión de la parte opaca no se ha efectuado ninguna corrección por orientación de los diferentes elementos.
- Dada la gran superficie de huecos en la parte expuesta de la envolvente, se prescinde de las ganancias por radiación a través de la parte opaca de la envolvente.
- El tratamiento de los puentes térmicos es el mismo que el aplicado en el cálculo de las cargas de invierno.

Para el cálculo de cada uno de los factores emplearemos, de manera simplificada, las siguientes expresiones:

#### SENSIBLES

##### ▪ Ganancias térmicas de diseño por transmisión

$$\Phi_{T,i} = \sum_k \Phi_{T,g,k} = \sum_k (A_k \cdot (U_k + \Delta U_{T,B}) \cdot f_{x,k}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\Phi_{T,i}$ : ganancias térmicas de diseño por transmisión del espacio climatizado (i) [W].

$\Phi_{T,g,k}$ : ganancias térmicas por transmisión del elemento del edificio (k) [W].

$A_k$ : es la superficie (exterior) del elemento definido (k) [m<sup>2</sup>].

$U_k$ : es transmitancia del elemento definido (k) [W/m<sup>2</sup>·K].

$\Delta U_{T,B}$ : es transmitancia térmica adicional para los puentes térmicos [W/m<sup>2</sup>·K].

$f_{x,k}$ : es el factor de ajuste de la temperatura.

$\theta_{int,i}$ : es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [°C].

$\theta_e$ : es la temperatura exterior de diseño [°C].

Para el cálculo del término  $(U_k + \Delta U_{T,B}) \cdot f_{x,k}$  se hacen las siguientes consideraciones respecto al criterio de aplicación en nuestro ejemplo:

- Para las ganancias producidas en puentes térmicos, el término  $(\Delta U_{T,B})$  se sustituirá por la aplicación de los valores obtenidos en la simulación mediante HULC.

- Para el factor de ajuste de la temperatura  $f_{x,k}$  se ha optado por corregir la transmitancia en función de su contacto mediante el procedimiento descrito en el documento de ayuda *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*. También en la sección de ayudas del volumen (I) "Ejemplo 0, Vivienda unifamiliar mínima" de esta guía se puede consultar el cálculo de la transmitancia corregida de varios ejemplos de cerramientos.

En relación con este segundo punto, de los procedimientos descritos en el *DA DB-HE / 1. Cálculo de parámetros característicos de la envolvente*, para particiones interiores en contacto con espacios no habitables, no se ha aplicado hasta el momento el procedimiento general. En la ficha se aplicaban directamente los valores de las tablas para los diferentes casos. Por esta razón, para los cerramientos (particiones) del sótano de nuestro ejemplo en contacto con el garaje, se ha resuelto por este procedimiento. En el apartado anterior dedicado a las cargas de invierno se ha desarrollado un ejemplo completo.

- **Ganancias térmicas de diseño por radiación solar sobre los huecos**

$$\Phi_{r,w} = S_w \cdot R_{s,i} \cdot F_c ;$$

Donde,

$\Phi_{r,w}$  ganancias térmicas sensibles de diseño por radiación a través de los huecos del espacio climatizado (i) [W],

$S_w$  superficie del hueco(m<sup>2</sup>),

$R_{h,i}$  radiación solar recibida por el hueco del espacio (i) (W/m<sup>2</sup>),

$F_c$  factor de corrección de la radiación incidente sobre el hueco en función de las condiciones del marco, del vidrio y los obstáculos y sombras propias y remotas ( $F_c = g_{gl\_wi} \cdot F_{gl,sh;obst}$ ). (en tanto por uno)

- **Ganancias térmicas sensibles de diseño por ventilación de un espacio**

$$\Phi_{vs,i} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{v,min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

Donde,

$\Phi_{vs,i}$ : ganancias térmicas sensibles de diseño por ventilación del espacio climatizado (i) [W].

$\rho_a$ : es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1,20 kg/m<sup>3</sup>

$c_a$ : es el calor específico del aire a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 1.005,00 J/kg·K

$q_{v,min,i}$ : es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m<sup>3</sup>/s].

$\theta_{int,i}$ : es la temperatura interior de diseño del espacio considerado (i) [°C].

$\theta_e$ : es la temperatura exterior de diseño [°C].

- **Ganancias térmicas sensibles de diseño por aportación de calor sensible interno**

- Ocupación [W]: N° de ocupantes por el calor sensible estimado que disipa cada ocupante (W/p).
- Iluminación [W]: Superficie del espacio por la potencia específica de iluminación instalada (W/m<sup>2</sup>)
- Equipos [W]: Superficie del espacio por la potencia específica de equipos instalada (W/m<sup>2</sup>)

LATENTES

- **Ganancias térmicas latentes de diseño por ventilación de un espacio**

$$\Phi_{LV,i} = \rho_a \cdot L_v \cdot Q_{v,min,i} \cdot (w_{int,i} - w_e)$$

Donde,

$\Phi_{LV,i}$ : ganancias térmicas de diseño por ventilación del espacio calefactado (i) [W].

$\rho_a$ : es la densidad del aire a la temperatura interior de diseño. Tomamos como valor aproximado 1,20 kg/m<sup>3</sup>

$L_v$ : es el calor vaporización del agua a la temperatura interior de diseño. Tomaremos = 2.450 J/g

$Q_{v,min,i}$ : es el caudal volumétrico mínimo de aire interior del espacio calefactado (i) [m<sup>3</sup>/h].

$w_{int,i}$ : es la relación de vapor de agua por kilogramo de aire seco interior de diseño del espacio considerado (i) [g/kg].

$w_e$ : es la relación de vapor de agua por kilogramo de aire seco exterior de diseño [g/kg].

#### ■ Ganancias térmicas latentes de diseño por aportación de calor latente interno

- Ocupación [W]: N° de ocupantes por el calor latente estimado que disipa cada ocupante en función de su actividad metabólica (W/p).

Para el cálculo de las ganancias por transmisión en cada uno de los espacios acondicionados se han desglosado y caracterizado sus cerramientos.

En la siguiente tabla se incorporan todos los cálculos de ganancias por transmisión y radiación (nulas por no haber huecos) de los espacios del sótano a través de su envolvente.

PLANTA SÓTANO. GANANCIAS A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

| ESPACIO                          | DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS Y ELEMENTOS |                  |             |                             | GANANCIAS POR TRANSMISIÓN          |                                    |                      |                                          | GANANCIAS POR RADIACIÓN EN HUECOS |                                         |                                             |             | Ganancias por espacio (W) |                                 |               |                                |
|----------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-------------|---------------------------|---------------------------------|---------------|--------------------------------|
|                                  | Código de cerramiento               | Tipo de Contacto | Descripción | Orientación del cerramiento | Superficie OPACA (m <sup>2</sup> ) | Superficie HUECO (m <sup>2</sup> ) | U W/m <sup>2</sup> K | U* (Correg. contacto) W/m <sup>2</sup> K | $\Delta T (T_e - T_i)$ (°C)       | Ganancias transmisiones cerramiento (W) | Irradiación solar media kW-h/m <sup>2</sup> | $Q_{gl}; W$ |                           | $F_{gt}; \text{h}; \text{obst}$ | $F_o$         | Ganancias radiación huecos (w) |
| <b>PLANTA SÓTANO P01</b>         |                                     |                  |             |                             |                                    |                                    |                      |                                          |                                   |                                         |                                             |             |                           |                                 |               |                                |
| P01 E01<br>Cabinas               | M1.S1PARTE                          | TERRENO          | M. SOTANO   | SUR                         | 19,57                              | -                                  | 0,47                 | 0,30                                     | 9,8                               | 57,52                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             |                                |
|                                  | F1-2.4                              | EXTERIOR         | TECHO       |                             | 2,16                               | -                                  | 0,25                 | 0,25                                     |                                   | 5,29                                    | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
| P01 E03<br>Vestibulo             | S1-1PARTE                           | TERRENO          | SUELO       |                             | 9,47                               | -                                  | 0,53                 | 0,33                                     | 9,8                               | 30,63                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             |                                |
|                                  | M1.N1PARTE                          | GARAJE           | MEDIANERÍA  | NORTE                       | 27,02                              | -                                  | 0,26                 | 0,260                                    |                                   | 68,85                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
| P01 E04<br>Vestuario 1           | S1-1PARTE                           | TERRENO          | SUELO       |                             | 26,67                              | -                                  | 0,53                 | 0,33                                     | 9,8                               | 86,25                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             |                                |
|                                  | M1.O1                               | Z.C. ESCALERA    | MEDIANERÍA  | OESTE                       | 16,73                              | -                                  | 0,26                 | 0,250                                    |                                   | 40,99                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
|                                  | M1.N1PARTE                          | GARAJE           | MEDIANERÍA  | NORTE                       | 8,93                               | -                                  | 0,26                 | 0,260                                    |                                   | 22,74                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
|                                  | F1-2.3                              | EXTERIOR         | TECHO       |                             | 6,23                               | -                                  | 0,25                 | 0,25                                     |                                   | 26,24                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
| P01 E05<br>C. inodoro 1          | S1-1PARTE                           | TERRENO          | SUELO       |                             | 3,55                               | -                                  | 0,53                 | 0,33                                     | 9,8                               | 39,45                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             |                                |
|                                  | M1.S1PARTE                          | TERRENO          | M. SOTANO   | SUR                         | 7,32                               | -                                  | 0,47                 | 0,30                                     |                                   | 11,48                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
| P01 E06<br>Vestuario 2           | M1.E1                               | TRASTEROS        | MEDIANERÍA  | ESTE                        | 16,73                              | -                                  | 0,26                 | 0,250                                    | 9,8                               | 21,51                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             |                                |
|                                  | M1.N1PARTE                          | GARAJE           | MEDIANERÍA  | NORTE                       | 8,93                               | -                                  | 0,26                 | 0,260                                    |                                   | 40,99                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
|                                  | M1.S1PARTE                          | TERRENO          | M. SOTANO   | SUR                         | 8,93                               | -                                  | 0,47                 | 0,30                                     |                                   | 22,74                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
|                                  | S1-1PARTE                           | TERRENO          | SUELO       |                             | 12,20                              | -                                  | 0,53                 | 0,33                                     |                                   | 26,24                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
| P01 E07<br>C. inodoro 2          | S1-1PARTE                           | TERRENO          | SUELO       |                             | 3,55                               | -                                  | 0,53                 | 0,33                                     | 9,8                               | 39,45                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             |                                |
|                                  | M1.S1PARTE                          | TERRENO          | M. SOTANO   | SUR                         | 7,42                               | -                                  | 0,47                 | 0,30                                     |                                   | 11,48                                   | -                                           | -           | -                         | -                               | -             | -                              |
| <b>TOTALES PLANTA 01. SÓTANO</b> |                                     |                  |             |                             | <b>206,51</b>                      | <b>-</b>                           |                      |                                          |                                   | <b>573,67</b>                           |                                             |             |                           |                                 | <b>573,67</b> |                                |

Respecto al salto térmico, se han invertido sus factores ( $(\theta_e - \theta_{int,i})$ ) con el fin de obtener valores negativos asociados a las pérdidas de calor y poder distinguir fácilmente en las tablas comparativas (calefacción-refrigeración) estos valores de las ganancias de calor.

En cuanto a los puentes térmicos, representan para todo el edificio (gimnasio) un total de 72,04 W (valor obtenido de la simulación en HULC), por lo que no se han considerado en el cálculo simplificando las tablas.

De igual manera se obtienen las ganancias de calor por transmisión y radiación en la planta baja (P02 en HULC). Los resultados para esta planta y el acumulado del edificio son los siguientes:

PLANTA BAJA. GANANCIAS A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE

| DESCRIPCIÓN DE ESPACIOS Y ELEMENTOS |                       |                  |             |                             |                       | GANANCIAS POR TRANSMISIÓN |         |                             |                 |                                         | GANANCIAS POR RADIACIÓN EN HUECOS |                     |                       |                |                                | TOTALES                   |        |
|-------------------------------------|-----------------------|------------------|-------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------|--------|
| ESPACIO                             | Código de cerramiento | Tipo de Contacto | Descripción | Orientación del cerramiento | Superficie OPACA (m²) | Superficie HUECO (m²)     | U W/m²K | U* (Correg. contacto) W/m²K | ΔT (Te-Ti) (°C) | Ganancias transmisiones cerramiento (W) | Irradiación solar media kW/h/m²   | g <sub>gl</sub> :Wl | F <sub>gtrah,ob</sub> | F <sub>o</sub> | Ganancias radiación huecos (W) | Ganancias por espacio (W) |        |
| <b>PLANTA BAJA DE ACCESO P02</b>    |                       |                  |             |                             |                       |                           |         |                             |                 |                                         |                                   |                     |                       |                |                                |                           |        |
| P02 E02 Despacho                    | M2.01                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | OESTE                       | 2,34                  | -                         | 0,26    | 0,25                        | -               | 5,73                                    | 122,02                            | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | M2.02                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | OESTE                       | 9,52                  | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 31,71                                   | 122,02                            | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | M2.S1                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | SUR                         | 1,91                  | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 6,37                                    | 89,73                             | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | H2-S1.1               | EXTERIOR         | VENTANA     | SUR                         | -                     | 6,24                      | 1,15    | 1,15                        | 9,8             | 70,32                                   | 89,73                             | 0,4                 | 0,74                  | 0,30           | 165,73                         | -                         |        |
|                                     | M2.E1                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | ESTE                        | 0,96                  | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 3,20                                    | 121,85                            | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | H2-E1.1               | EXTERIOR         | VENTANA     | ESTE                        | -                     | 2,94                      | 1,15    | 1,15                        | -               | 33,13                                   | 121,85                            | 0,40                | 0,59                  | 0,24           | 84,54                          | -                         |        |
| F2-3                                | VIVIENDA              | TECHO            | -           | -                           | 6,38                  | -                         | 0,29    | -                           | -               | -                                       | -                                 | -                   | -                     | -              | -                              | 400,74                    |        |
| P02 E03 Aseo accesible              | M2.01                 | PORTAL           | MEDIANERÍA  | OESTE                       | 19,19                 | -                         | 0,26    | 0,250                       | -               | 47,01                                   | 122,02                            | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | M2.N1                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | NORTE                       | 7,47                  | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 24,89                                   | 57,92                             | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | H2-N1.3               | EXTERIOR         | VENTANA     | NORTE                       | -                     | 0,68                      | 1,18    | 1,18                        | 9,8             | 7,86                                    | 57,92                             | 0,58                | 0,75                  | 0,44           | 17,13                          | -                         |        |
|                                     | F2-1.1                | GARAJE           | SUELO       | -                           | 10,33                 | -                         | 0,35    | 0,350                       | -               | 35,43                                   | -                                 | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | F2-3                  | VIVIENDA         | TECHO       | -                           | 10,33                 | -                         | 0,29    | -                           | -               | -                                       | -                                 | -                   | -                     | -              | -                              | -                         | 132,33 |
|                                     | M2.S2                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | SUR                         | 2,00                  | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 6,68                                    | 89,73                             | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
| P02 E04 Vestibulo/cafetería         | H2-S2.1               | EXTERIOR         | VENTANA     | SUR                         | -                     | 6,42                      | 1,15    | 1,15                        | 9,8             | 72,35                                   | 89,73                             | 0,58                | 0,58                  | 0,34           | 193,79                         | -                         |        |
|                                     | M2.O3                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | OESTE                       | 3,90                  | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 12,99                                   | 122,02                            | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | F2-1.1                | GARAJE           | SUELO       | -                           | 13,10                 | -                         | 0,35    | 0,350                       | -               | 44,93                                   | -                                 | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | M2.S3                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | OESTE                       | 6,32                  | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 21,07                                   | 89,73                             | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | H2-S3.1               | EXTERIOR         | VENTANA     | SUR                         | -                     | 8,91                      | 1,15    | 1,15                        | 9,8             | 100,42                                  | 89,73                             | 0,4                 | 0,75                  | 0,30           | 239,85                         | -                         |        |
|                                     | H2-S3.2A              | EXTERIOR         | VENTANA     | SUR                         | -                     | 6,45                      | 1,15    | 1,15                        | -               | 72,69                                   | 89,73                             | 0,4                 | 0,75                  | 0,30           | 173,63                         | -                         |        |
| F2-3                                | VIVIENDA              | TECHO            | -           | 47,88                       | -                     | 0,29                      | -       | -                           | -               | -                                       | -                                 | -                   | -                     | -              | -                              | 938,40                    |        |
| P02 E05 salas de ejercicio          | M2.S3                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | OESTE                       | 7,88                  | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 26,25                                   | 89,73                             | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | H2-S3.2B              | EXTERIOR         | VENTANA     | SUR                         | -                     | 7,23                      | 1,15    | 1,15                        | 9,8             | 81,48                                   | 89,73                             | 0,4                 | 0,75                  | 0,30           | 194,62                         | -                         |        |
|                                     | H2-S3.3               | EXTERIOR         | VENTANA     | SUR                         | -                     | 13,44                     | 1,15    | 1,15                        | -               | 151,47                                  | 89,73                             | 0,4                 | 0,77                  | 0,31           | 371,44                         | -                         |        |
|                                     | M2.E1                 | PORTAL           | MEDIANERÍA  | ESTE                        | 37,99                 | -                         | 0,26    | 0,250                       | -               | 93,07                                   | 121,85                            | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | M2.N1                 | EXTERIOR         | M. FACHADA  | NORTE                       | 49,60                 | -                         | 0,34    | 0,34                        | -               | 165,25                                  | 57,92                             | -                   | -                     | -              | -                              | -                         |        |
|                                     | H2-N1.1               | EXTERIOR         | VENTANA     | NORTE                       | -                     | 4,48                      | 1,18    | 1,18                        | 9,8             | 51,81                                   | 57,92                             | 0,58                | 0,83                  | 0,48           | 124,91                         | -                         |        |
| TOTALES PLANTA 02 BAJA              |                       |                  |             |                             | 440,32                | 61,37                     |         |                             |                 | 1.581,33                                |                                   |                     |                       |                | 1.893,36                       | 3.274,69                  |        |
|                                     |                       |                  |             |                             | 648,83                | 61,37                     |         |                             |                 | 2.155,00                                |                                   |                     |                       |                | 1.893,36                       | 3.848,35                  |        |

Respecto a las necesidades de ventilación en el edificio, en el apartado descriptivo de las instalaciones, se incluye un cuadro que refleja las necesidades de cada espacio en función de las exigencias del R.I.T.E. El resumen es el siguiente:

CAUDALES DE VENTILACIÓN

| LOCAL              |         |                         | OCUPACIÓN     |                          | CARACTERIZACIÓN DE LA VENTILACIÓN |                     |            |                               |                               |                                 |                  |                 |                 |                |
|--------------------|---------|-------------------------|---------------|--------------------------|-----------------------------------|---------------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Programa del local |         |                         | Superficie    | Volumen de aire interior | Ocupación max. por espacios       | Categorías del aire |            | Tasa de ventilación según IDA | Tasa de ventilación según IDA | Caudales mínimos de ventilación |                  |                 |                 |                |
| PI.                | ESPACIO | nomenclatura en planos  | (m²)          | (m³)                     | nº p.                             | Interior            | Extracción | dm³/s/p                       | dm³/s.m²                      | Impulsión dm³/s                 | Extracción dm³/s | Extracción m³/s | Extracción m³/h | Renov./h (h⁻¹) |
| Planta baja        | P02 E02 | Despacho administración | 6,38          | 22,01                    | 2                                 | IDA 2               | AE 1       | 12,5                          | -                             | 25,0                            | 25,0             | 0,03            | 90,00           | 4,1            |
|                    | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33         | 35,64                    | -                                 | IDA 3               | AE 2       | -                             | 0,55                          | 5,7                             | 31,0             | 0,03            | 111,56          | 3,1            |
|                    | P02 E04 | Vestibulo 1/ Cafetería  | 47,88         | 165,19                   | 23                                | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           | -                             | 184,0                           | 184,0            | 0,18            | 662,40          | 4,0            |
|                    | P02 E05 | Sala 1                  | 12,17         | -                        | 8                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           | -                             | 64,0                            | 64,0             | 0,06            | 230,40          | -              |
|                    | Sala 2  | 12,17                   | 331,20        | 8                        | IDA 3                             | AE 2                | 8,0        | -                             | 64,0                          | 64,0                            | 0,06             | 230,40          | 2,6             |                |
|                    | Sala 3  | 71,65                   | -             | 14                       | IDA 3                             | AE 2                | 8,0        | -                             | 112,0                         | 112,0                           | 0,11             | 403,20          | -               |                |
| Planta sótano      | P01 E04 | Vestuario 1             | 12,20         | 37,21                    | 6                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           | -                             | 48,0                            | 36,6             | 0,04            | 131,76          | 3,5            |
|                    | P01 E05 | Aseo 1                  | 3,55          | 10,83                    | -                                 | IDA 3               | AE 2       | -                             | 0,55                          | 2,0                             | 15,0             | 0,02            | 54,00           | 5,0            |
|                    | P01 E01 | Cabina 1                | 4,73          | 27,99                    | 1                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           | -                             | 8,0                             | 8,0              | 0,01            | 28,80           | 2,1            |
|                    |         | Cabina 2                | 4,73          | -                        | 1                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           | -                             | 8,0                             | 8,0              | 0,01            | 28,80           | -              |
|                    | P01 E03 | Vestibulo 2             | 26,67         | 81,34                    | 13                                | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           | -                             | 104,0                           | 104,0            | 0,10            | 374,40          | 4,6            |
|                    | P01 E06 | Vestuario 2             | 12,20         | 37,21                    | 6                                 | IDA 3               | AE 2       | 8,0                           | -                             | 48,0                            | 36,6             | 0,04            | 131,76          | 3,5            |
|                    | P01 E07 | Aseo 2                  | 3,60          | 10,98                    | -                                 | IDA 3               | AE 2       | -                             | 0,55                          | 2,0                             | 15,0             | 0,02            | 54,00           | 4,9            |
| <b>TOTALES</b>     |         |                         | <b>228,26</b> | <b>759,60</b>            | <b>82</b>                         |                     |            |                               |                               | <b>674,6</b>                    | <b>703,2</b>     | <b>0,70</b>     | <b>2.531,48</b> | <b>3,33</b>    |

Los aseos y en particular las cabinas de inodoro, deben mantener su espacio en depresión respecto a los locales colindantes. Para conseguirlo se propone que reciban aire de transferencia de los locales adyacentes y que en los espacios de inodoros se realice exclusivamente extracción. En consecuencia:

(\*) En zonas de aseos se ha considerado un caudal mínimo de extracción de 3 l/s.m² (según el RITE El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 l/s por m²) o 15 l/s (como caudal mínimo recomendado). Tomaremos el mayor de los dos para cada unidad de inodoro.

(\*\*) En los vestuarios que comparten espacio con aparatos sanitarios y cabina de inodoro se ha considerado el mismo criterio de caudal de extracción aplicado en la zona de cabina de inodoros.

Para el resto de espacios, como simplificación, se mantiene el mismo caudal de impulsión y de extracción sin considerar las posibles diferencias entre ambos y que son necesarias para establecer los flujos interiores de aire y las condiciones de presión diferencial en los locales.

El sistema incorpora recuperador de calor con una eficacia del 75%

Recordemos que se dispone de un sistema de recuperación de energía aplicado sobre los caudales de ventilación. En consecuencia, las condiciones de cálculo del aire exterior que introducimos como aire de renovación en los espacios sufrirá modificaciones. El recuperador incorporado es del tipo "entálpico", es decir, se transfiere tanto calor sensible como latente entre los dos flujos de aire que intercambian (flujo de admisión y flujo de expulsión).

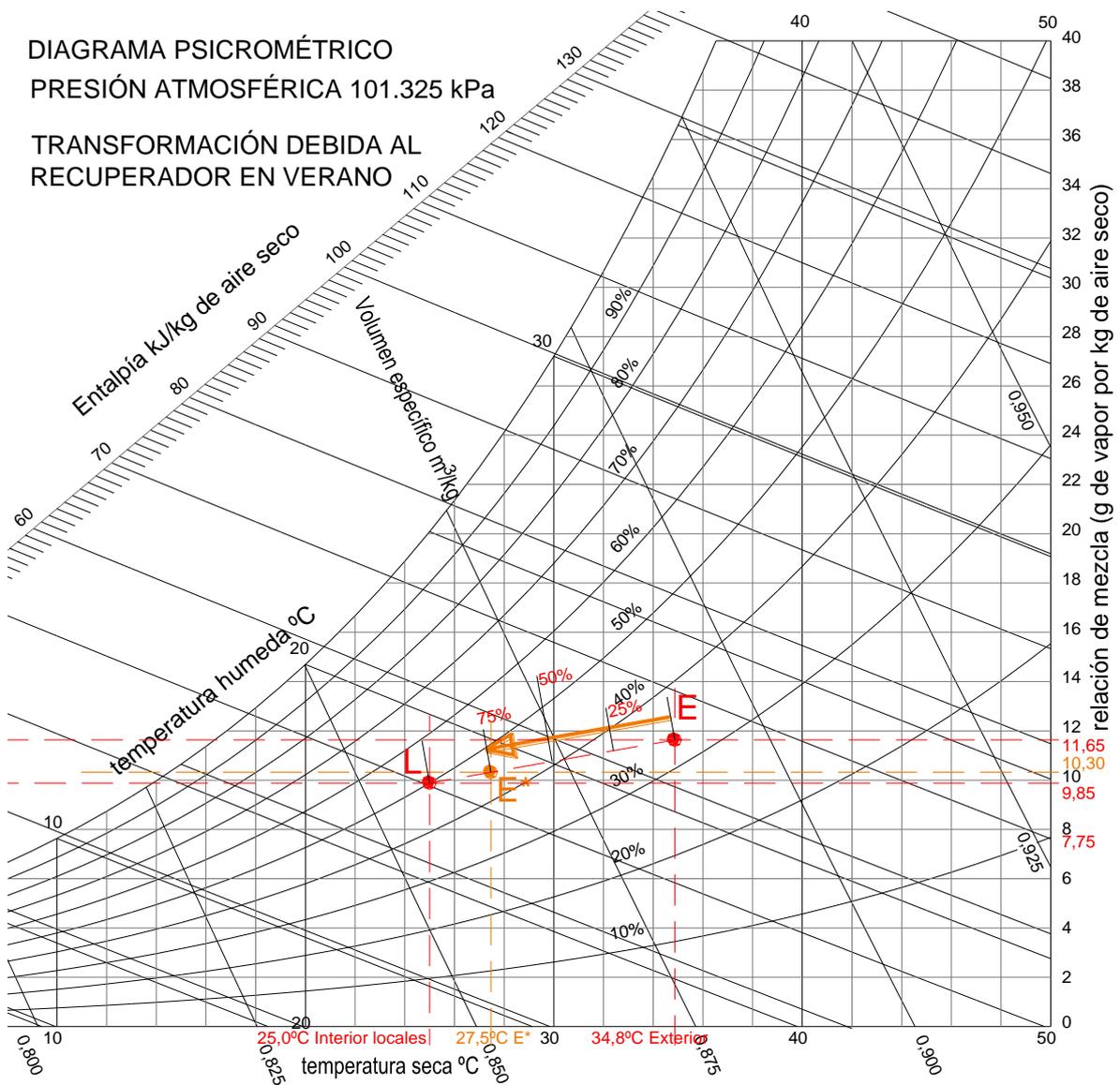
El recuperador tiene un rendimiento del 75 %, 0,75 en tanto por uno.

Las condiciones de cálculo del aire exterior (para el cálculo de refrigeración) recordemos que eran las siguientes:

DATOS DE PROYECTO EN VERANO

| Condiciones EXTERIORES |            |
|------------------------|------------|
| Tª seca                | 34,8 °C    |
| Tª Humeda C.           | 22,2 °C    |
| R. de mezcla           | 11,65 g/kg |

El recuperador de calor va a modificar esas condiciones del aire exterior antes de ser introducido en los locales, aproximando más sus parámetros a los del local que queremos refrigerar, con el consiguiente ahorro energético. Su efecto se describe gráficamente y, de manera esquemática, sobre el diagrama psicrométrico:



Tras el efecto de recuperación de energía producido, las condiciones modificadas del aire exterior serán las siguientes:

## DATOS DE PROYECTO EN VERANO

| LOCALIZACIÓN      | Condiciones INTERIORES |           | Condiciones EXTERIORES |            | Condiciones EXTERIORES Modificadas por RECUPERADOR (E*) |           |
|-------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------|---------------------------------------------------------|-----------|
| Uso Gimnasio      | Tª seca                | 25 °C     | Tª seca                | 34,8 °C    | Tª seca                                                 | 27,5 °C   |
| Localidad Murcia  | H.R.                   | 50 %      | Tª Humeda C.           | 22,2 °C    | H.R.C.                                                  | 45 %      |
| Altitud (m): 40   | R. de mezcla           | 9,85 g/kg | R. de mezcla           | 11,65 g/kg | R. de mezcla                                            | 10,3 g/kg |
| Zona climática B3 |                        |           |                        |            |                                                         |           |

Son estas últimas las que hemos de considerar en el cálculo de las ganancias debidas a la ventilación de los espacios. No estamos considerando en el cálculo las infiltraciones incontroladas a través de la envolvente, si lo hiciéramos, deberíamos aplicar un salto térmico referido a las condiciones originales de cálculo del aire exterior pues ese caudal de aire no pasa por el recuperador.

El resultado de las ganancias térmicas (sensibles y latentes) debidas a la ventilación de los espacios de las dos plantas del local se resume en las siguientes tablas:

## PLANTA SÓTANO. GANANCIAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN DE AIRE

| LOCAL          |         |                        |                              | OCUPACIÓN | Q VENT            |                                        | CARGAS        |                                        |               |               |
|----------------|---------|------------------------|------------------------------|-----------|-------------------|----------------------------------------|---------------|----------------------------------------|---------------|---------------|
| PI.            | ESPACIO | nomenclatura en planos | Superficie (m <sup>2</sup> ) | nº p.     | m <sup>3</sup> /s | T <sub>e</sub> * - T <sub>i</sub> (°C) | Sensibles (W) | w <sub>e</sub> - w <sub>i</sub> (g/kg) | Latentes (W)  | Totales (W)   |
| Planta sótano  | J1 E04  | Vestuario 1            | 12,20                        | 6         | 0,037             | 2,5                                    | 110,35        | 0,45                                   | 48,42         | 158,77        |
|                | J1 E05  | Aseo 1                 | 3,55                         | 0         | 0,015             | 2,5                                    | 45,23         | 0,45                                   | 19,85         | 65,07         |
|                | P01 E01 | Cabina 1               | 4,73                         | 1         | 0,008             | 2,5                                    | 24,12         | 0,45                                   | 10,58         | 34,70         |
|                |         | Cabina 2               | 4,73                         | 1         | 0,008             | 2,5                                    | 24,12         | 0,45                                   | 10,58         | 34,70         |
|                | J1 E03  | Vestíbulo 2            | 26,67                        | 13        | 0,104             | 2,5                                    | 313,56        | 0,45                                   | 137,59        | 451,15        |
|                | J1 E06  | Vestuario 2            | 12,20                        | 6         | 0,037             | 2,5                                    | 110,35        | 0,45                                   | 48,42         | 158,77        |
|                | J1 E07  | Aseo 2                 | 3,60                         | 0         | 0,015             | 2,5                                    | 45,23         | 0,45                                   | 19,85         | 65,07         |
| <b>TOTALES</b> |         |                        | <b>67,68</b>                 | <b>27</b> | <b>0,223</b>      |                                        | <b>672,95</b> |                                        | <b>295,29</b> | <b>968,24</b> |

## Ganancias de calor sensible

$$\phi_{s\_vent} = Q_{vent} (T_{e^*} - T_i) \rho \cdot C_{aire}$$

$\phi_{s\_vent}$ : Ganancias sensibles por ventilación (W)  
 $Q_{vent}$ : Caudal de cálculo de ventilación m<sup>3</sup>/s  
 $T_{e^*}$ : Temperatura exterior cálculo (°C) 27,5  
 $T_i$ : Temperatura interior cálculo (°C) 25,0

$\rho$ : densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>) 1,20  
 (varia con la altitud y la temperatura del aire). Tomamos un valor de referencia  
 $C_{aire}$ : Calor específico del aire (J/kg·°K) 1.005,0

## Ganancias de calor latente

$$\phi_{L\_vent} = Q_{vent} (w_{e^*} - w_i) \rho \cdot L_v$$

$\phi_{L\_vent}$ : Ganancias latentes ventilación (W)  
 $Q_{vent}$ : Caudal de cálculo de ventilación m<sup>3</sup>/s  
 $w_{e^*}$ : R. de mezcla aire exterior (g/kg) 10,30  
 $w_i$ : R. de mezcla aire interior (g/kg) 9,85

$\rho$ : densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>) 1,20  
 (varia con la altitud y la temperatura del aire). Tomamos un valor de referencia  
 $L_v$ : Calor vaporización agua (J/g) a 20°C 2.450,0

\* Condiciones exteriores modificadas por el recuperador entálpico

## PLANTA BAJA. GANANCIAS DEBIDAS A LA VENTILACIÓN E INFILTRACIÓN DE AIRE

| LOCAL          |         |                         |                              | OCUPACIÓN | Q VENT            |                                        | CARGAS          |                                        |               |                 |
|----------------|---------|-------------------------|------------------------------|-----------|-------------------|----------------------------------------|-----------------|----------------------------------------|---------------|-----------------|
| PI.            | ESPACIO | nomenclatura en planos  | Superficie (m <sup>2</sup> ) | nº p.     | m <sup>3</sup> /s | T <sub>e</sub> * - T <sub>i</sub> (°C) | Sensibles (W)   | w <sub>e</sub> - w <sub>i</sub> (g/kg) | Latentes (W)  | Totales (W)     |
| Planta baja    | P02 E02 | Despacho administración | 6,38                         | 2         | 0,025             | 2,5                                    | 75,38           | 0,45                                   | 33,08         | 108,45          |
|                | P02 E03 | Aseo planta baja        | 10,33                        | 0         | 0,031             | 2,5                                    | 93,43           | 0,45                                   | 41,00         | 134,43          |
|                | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería  | 47,88                        | 23        | 0,184             | 2,5                                    | 554,76          | 0,45                                   | 243,43        | 798,19          |
|                |         | Sala 1                  | 12,17                        | 8         | 0,064             | 2,5                                    | 192,96          | 0,45                                   | 84,67         | 277,63          |
|                | P02 E05 | Sala 2                  | 12,17                        | 8         | 0,064             | 2,5                                    | 192,96          | 0,45                                   | 84,67         | 277,63          |
|                |         | Sala 3                  | 71,65                        | 14        | 0,112             | 2,5                                    | 337,68          | 0,45                                   | 148,18        | 485,86          |
| <b>TOTALES</b> |         |                         | <b>160,58</b>                | <b>55</b> | <b>0,480</b>      |                                        | <b>1.447,17</b> |                                        | <b>635,03</b> | <b>2.082,20</b> |

Respecto a las ganancias térmicas, tanto sensibles como latentes, debidas a las cargas internas de iluminación, ocupación y equipos, quedarían de la siguiente forma:

## EQUIPOS

| ESPACIOS Y LOCALES |                |                  |                              | ILUMINACIÓN                 |                     | OCUPACIÓN     |              |             |                     |                    | EQUIPOS                     |                     | TOTAL CARGAS INTERNAS |                 |                 |
|--------------------|----------------|------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------|--------------|-------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Pl.                | ESPACIO        | nombre en planos | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Pot. Inst. W/m <sup>2</sup> | aporte sensible (W) | nº p.         | Sensible W/p | latente W/p | aporte sensible (W) | aporte latente (W) | Pot. Inst. W/m <sup>2</sup> | aporte sensible (W) | Sensibles (W)         | Latentes (W)    | Total (W)       |
| Planta sótano      | P01 E04        | Vestuario 1      | 12,20                        | 2,00                        | 24,40               | 6             | 75           | 55          | 450,0               | 330,0              | 0                           | 0                   | 474,40                | 330,00          | 804,40          |
|                    | P01 E05        | Aseo 1           | 3,55                         | 1,00                        | 3,55                | 0             |              |             | 0,0                 | 0,0                | 0                           | 0                   | 3,55                  | 0,00            | 3,55            |
|                    | P01 E01        | Cabina 1         | 4,73                         | 2,00                        | 9,46                | 1             | 55           | 30          | 55,0                | 30,0               | 1                           | 4,73                | 64,46                 | 30,00           | 94,46           |
|                    |                | Cabina 2         | 4,73                         | 2,00                        | 9,46                | 1             | 55           | 30          | 55,0                | 30,0               | 1                           | 4,73                | 64,46                 | 30,00           | 94,46           |
|                    | P01 E03        | Vestibulo 2      | 26,67                        | 1,00                        | 26,67               | 13            | 75           | 55          | 975,0               | 715,0              | 0                           | 0                   | 1.001,67              | 715,00          | 1.716,67        |
|                    | P01 E06        | Vestuario 2      | 12,20                        | 2,00                        | 24,40               | 6             | 75           | 55          | 450,0               | 330,0              | 0                           | 0                   | 474,40                | 330,00          | 804,40          |
|                    | P01 E07        | Aseo 2           | 3,60                         | 1,00                        | 3,60                | 0             |              |             | 0,0                 | 0,0                | 0                           | 0                   | 3,60                  | 0,00            | 3,6             |
|                    | <b>TOTALES</b> |                  |                              | <b>67,68</b>                |                     | <b>101,54</b> | <b>27</b>    |             |                     | <b>1.985,00</b>    | <b>1.435,00</b>             |                     | <b>9,46</b>           | <b>2.086,54</b> | <b>1.435,00</b> |

## PLANTA BAJA. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A LA OCUPACIÓN, ILUMINACIÓN Y EQUIPOS

| ESPACIOS Y LOCALES |                |                        |                              | ILUMINACIÓN                 |                     | OCUPACIÓN     |              |             |                     |                    | EQUIPOS                     |                     | TOTAL CARGAS INTERNAS |                 |                 |
|--------------------|----------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------|---------------|--------------|-------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Pl.                | ESPACIO        | nombre en planos       | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Pot. Inst. W/m <sup>2</sup> | aporte sensible (W) | nº p.         | Sensible W/p | latente W/p | aporte sensible (W) | aporte latente (W) | Pot. Inst. W/m <sup>2</sup> | aporte sensible (W) | Sensibles (W)         | Latentes (W)    | Total (W)       |
| Planta baja        | P02 E02        | Despacho               | 6,38                         | 5,00                        | 31,90               | 2             | 70           | 45          | 140,0               | 90,0               | 3                           | 19,14               | 191,04                | 90,00           | 281,04          |
|                    | P02 E03        | Aseo planta baja       | 10,33                        | 1,00                        | 10,33               | 0             |              |             | 0,0                 | 0,0                | 0                           | 0                   | 10,33                 | 0,00            | 10,33           |
|                    | P02 E04        | Vestibulo 1/ Cafetería | 47,88                        | 2,00                        | 95,76               | 23            | 75           | 55          | 1725,0              | 1265,0             | 3                           | 143,64              | 1.964,40              | 1.265,00        | 3.229,40        |
|                    |                | Sala 1                 | 12,17                        | 4,00                        | 48,68               | 8             | 110          | 180         | 880,0               | 1440,0             | 1                           | 12,17               | 940,85                | 1.440,00        | 2.380,85        |
|                    | P02 E05        | Sala 2                 | 12,17                        | 4,00                        | 48,68               | 8             | 110          | 180         | 880,0               | 1440,0             | 1                           | 12,17               | 940,85                | 1.440,00        | 2.380,85        |
|                    |                | Sala 3                 | 71,65                        | 4,00                        | 286,60              | 14            | 150          | 270         | 2100,0              | 3780,0             | 1                           | 71,65               | 2.458,25              | 3.780,00        | 6.238,25        |
|                    | <b>TOTALES</b> |                        |                              | <b>160,58</b>               |                     | <b>521,95</b> | <b>55</b>    |             |                     | <b>5.725,00</b>    | <b>8.015,00</b>             |                     | <b>258,77</b>         | <b>6.505,72</b> | <b>8.015,00</b> |

El balance general y por espacios de ganancias sensibles y latentes, con resultado de las cargas térmicas de refrigeración finales queda como sigue:

## PLANTA SÓTANO. CARGAS TÉRMICAS TOTALES DE VERANO POR ESPACIOS

| LOCAL         |                |                  | ENVOLVENTE                               |                                          | VENTILACIÓN                         |                                    | CARGAS INTERNAS               |                              |                             |                             | CARGAS TOTALES |                 |                 |
|---------------|----------------|------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| Pl.           | ESPACIO        | nombre en planos | ganancias sensibles por cerramientos (W) | ganancias sensibles radiación huecos (W) | Ganancias sensibles ventilación (W) | Ganancias latentes ventilación (W) | aporte sensible ocupación (W) | aporte latente ocupación (W) | aporte sensible Iluminación | aporte sensible equipos (W) | Sensibles (W)  | Latentes (W)    | Total (W)       |
| Planta sótano | 1 E04          | Vestuario 1      | 129,4                                    | 0,0                                      | 110,3                               | 48,4                               | 450,0                         | 330,0                        | 24,40                       | 6,00                        | 720,17         | 378,42          | 1.098,59        |
|               | 1 E05          | Aseo 1           | 33,0                                     | 0,0                                      | 45,2                                | 19,8                               | 0,0                           | 0,0                          | 3,55                        | 0,00                        | 81,76          | 19,85           | 101,61          |
|               | P01 E01        | Cabina 1         | 93,4                                     | 0,0                                      | 48,2                                | 21,2                               | 110,0                         | 60,0                         | 18,92                       | 9,46                        | 280,06         | 81,17           | 361,23          |
|               |                | Cabina 2         | 93,4                                     | 0,0                                      | 48,2                                | 21,2                               | 110,0                         | 60,0                         | 18,92                       | 9,46                        | 280,06         | 81,17           | 361,23          |
|               | 1 E03          | Vestibulo 2      | 155,1                                    | 0,0                                      | 313,6                               | 137,6                              | 975,0                         | 715,0                        | 26,67                       | 13,00                       | 1.483,33       | 852,59          | 2.335,92        |
|               | 1 E06          | Vestuario 2      | 129,4                                    | 0,0                                      | 110,3                               | 48,4                               | 450,0                         | 330,0                        | 24,40                       | 6,00                        | 720,17         | 378,42          | 1.098,59        |
|               | 1 E07          | Aseo 2           | 33,3                                     | 0,0                                      | 45,2                                | 19,8                               | 0,0                           | 0,0                          | 3,60                        | 0,00                        | 82,12          | 19,85           | 101,97          |
|               | <b>TOTALES</b> |                  |                                          | <b>573,67</b>                            | <b>-</b>                            | <b>672,95</b>                      | <b>295,29</b>                 | <b>1.985,00</b>              | <b>1.435,00</b>             | <b>101,54</b>               | <b>34,46</b>   | <b>3.367,61</b> | <b>1.730,29</b> |

## PLANTA BAJA. CARGAS TÉRMICAS TOTALES DE VERANO POR ESPACIOS

| LOCAL          |         |                        | ENVOLVENTE                               |                                          | VENTILACIÓN                         |                                    | CARGAS INTERNAS               |                              |                             |                             | CARGAS TOTALES   |                 |                  |
|----------------|---------|------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|------------------|
| Pl.            | ESPACIO | nombre en planos       | ganancias sensibles por cerramientos (W) | ganancias sensibles radiación huecos (W) | Ganancias sensibles ventilación (W) | Ganancias latentes ventilación (W) | aporte sensible ocupación (W) | aporte latente ocupación (W) | aporte sensible Iluminación | aporte sensible equipos (W) | Sensibles (W)    | Latentes (W)    | Total (W)        |
| Planta baja    | P02 E02 | Despacho               | 150,47                                   | 250,3                                    | 75,4                                | 33,1                               | 140,0                         | 90,0                         | 31,90                       | 19,14                       | 667,16           | 123,08          | 790,23           |
|                | P02 E03 | Aseo planta baja       | 115,20                                   | 17,1                                     | 93,4                                | 41,0                               | 0,0                           | 0,0                          | 10,33                       | 0,00                        | 236,10           | 41,00           | 277,10           |
|                | P02 E04 | Vestibulo 1/ Cafetería | 331,14                                   | 607,3                                    | 554,8                               | 243,4                              | 1725,0                        | 1265,0                       | 95,76                       | 143,64                      | 3.457,56         | 1.508,43        | 4.965,99         |
|                |         | Sala 1                 | 12,17                                    | 4,00                                     | 48,68                               | 8                                  | 110                           | 180                          | 880,0                       | 1440,0                      | 1                | 12,17           | 940,85           |
|                | P02 E05 | Sala 2                 | 12,17                                    | 4,00                                     | 48,68                               | 8                                  | 110                           | 180                          | 880,0                       | 1440,0                      | 1                | 12,17           | 940,85           |
| <b>TOTALES</b> |         |                        | <b>1581,33</b>                           | <b>1.693,36</b>                          | <b>1.447,17</b>                     | <b>635,03</b>                      | <b>5.725,00</b>               | <b>8.015,00</b>              | <b>521,95</b>               | <b>258,77</b>               | <b>11.227,58</b> | <b>8.650,03</b> | <b>19.877,60</b> |

**TOTALES GIMNASIO**      **14.595,19**      **10.380,32**      **24.975,51**

## Q

## 4. Determinación de los caudales necesarios

El edificio se ha organizado en zonas. Los criterios de agrupación han sido los siguientes:

- Pertener a la misma planta. Cargas diferentes de una a otra por el soterramiento y menor ocupación en la planta sótano.
- Circulaciones y zonas comunes agrupadas en lo posible.
- Locales de cargas internas similares agrupados.
- Locales con horarios de funcionamiento diferentes

Aplicando estos criterios se han propuesto las siguientes zonas en ambas plantas:

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA SÓTANO |                          |                   |         |                  |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------|------------------|
| PI.                              | ZONAS                    | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos |
| Planta sótano                    | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E04 | Vestuario 1      |
|                                  |                          |                   | P01 E05 | Aseo 1           |
|                                  | ZONA VESTÍBULO Y CABINAS | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E01 | Cabina 1         |
|                                  |                          |                   |         | Cabina 2         |
|                                  |                          | U. TERMINAL 2     | P01 E03 | Vestíbulo 2      |
|                                  | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 2 | P01 E06 | Vestuario 2      |
|                                  |                          |                   | P01 E07 | Aseo 2           |

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                        |        |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------------|--------|
| PI.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos       |        |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho               |        |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja       |        |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería |        |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 |                        | Sala 1 |
|                                |                         |                   |         |                        | Sala 2 |
|                                |                         |                   |         | Sala 3                 |        |

Como ya se ha comentado, en cada zona se dispondrá de una unidad interior (recuperador + baterías) que gestione la entrada y salida de aire de la zona. La potencia necesaria de calefacción y refrigeración es la indicada en cada caso.

La impulsión de aire se realiza mediante conductos, la extracción, también conducida, se realiza desde los locales de la zona hasta el recuperador y desde este la expulsión a cubierta. El caudal de suministro en cada zona será el mayor de los tres siguientes:

- el necesario para renovar el aire interior (ventilar),
- el necesario para neutralizar las cargas de calefacción o,
- el necesario para neutralizar las cargas de refrigeración.

Como ya hemos visto el caudal de ventilación se ha determinado a partir de la máxima ocupación prevista en los locales y de la calidad del aire interior exigible (RITE).

El caudal de suministro a los locales, tanto para calefacción como para refrigeración, se determina a partir de la carga sensible que se ha de neutralizar. Es decir, la debida a las pérdidas o ganancias a

través de la envolvente de los locales de cada zona y las cargas internas de cada espacio. La carga de ventilación no se considera en el cálculo de los caudales porque el aire de ventilación habrá sido tratado en el recuperador y en las baterías de las unidades interiores previstas antes de ser introducido en los locales. Si bien puede existir una pequeña parte de este aire exterior no tratado y que es introducido, prescindiremos de esta precisión.

Para obtener el caudal en cada zona y para cada servicio, emplearemos la expresión de paso de potencias a caudales, de aire, en este caso.

$$Q = \frac{\phi_s}{C_a \cdot \rho_a \cdot \Delta T} \cdot 3600$$

Donde,

**Q** Caudal necesario en m<sup>3</sup>/h.

**φ<sub>s</sub>** Potencia sensible de refrigeración necesaria en cada espacio (kW)

**ρ<sub>a</sub>** Densidad del aire (1,20 kg/m<sup>3</sup> a 20°C y presión atmosférica)

**C<sub>a</sub>** Calor específico del aire (1,005 kJ/kg.K)

**ΔT** Salto de temperatura entre la impulsión y la temperatura del local. Una buena aproximación es considerar ΔT=10°C.

(\*) Se multiplica la fracción por 3.600 para convertir el resultado de m<sup>3</sup>/s a m<sup>3</sup>/h

No obstante, la potencia necesaria de las baterías de cada unidad interior y del conjunto del sistema de producción (BDC) si ha de considerar las cargas de ventilación que serán neutralizadas en dichas baterías después de haber pasado por el recuperador de calor. Estos sistemas de producción deben contemplar, además, las posibles pérdidas producidas en la generación, transporte a los locales, etc.

Respecto a la elección de las unidades interiores deberá cubrir la mayor potencia de las necesarias en calefacción o refrigeración.

En las siguientes tablas se resume las potencias necesarias de calefacción refrigeración de cada zona, calculadas anteriormente en vatios [W] y convertidas en kilovatios [kW], así como los caudales necesarios para ambos servicios y el caudal necesario de ventilación en función de la ocupación de los espacios. En la última columna se selecciona el mayor de los tres, que será el caudal de suministro de cada zona y que es el que introduciremos en HULC.

#### Planta sótano

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA SÓTANO |                          |                   |         |                  | ZONAS SECAS CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------|------------------|----------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                              | ZONAS                    | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                        | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta sótano                    | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E04 | Vestuario 1      |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  |                          |                   | P01 E05 | Aseo 1           |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  | ZONA VESTÍBULO Y CABINAS | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E01 | Cabina 1         | 0,32                                         | 0,36                    | 57,79                                        | 69,20                                          | 28,8                                         | 69                                          |
|                                  |                          |                   |         | Cabina 2         |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  |                          | U. TERMINAL 2     | P01 E03 | Vestibulo 2      | 1,06                                         | 2,34                    | 67,72                                        | 349,18                                         | 374,4                                        | 374                                         |
|                                  | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 2 | P01 E06 | Vestuario 2      |                                              |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  |                          |                   |         | P01 E07          | Aseo 2                                       |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
| <b>TOTALES</b>                   |                          |                   |         |                  | <b>1,39</b>                                  | <b>2,70</b>             | <b>125,52</b>                                | <b>418</b>                                     | <b>432,00</b>                                | <b>443</b>                                  |

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA SÓTANO |                          |                   |         |                  | ZONAS HÚMEDAS CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|---------|------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                              | ZONAS                    | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                          | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta sótano                    | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E04 | Vestuario 1      | 0,59                                           | 1,10                    | 89,33                                        | 182,04                                         | 131,76                                       | 182                                         |
|                                  |                          | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E05 | Aseo 1           | 0,18                                           | 0,10                    | 17,53                                        | 10,91                                          | 54                                           | 54                                          |
|                                  | ZONA VESTÍBULO Y CABINAS | UNIDAD TERMINAL 1 | P01 E01 | Cabina 1         |                                                |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  |                          | U. TERMINAL 2     | P01 E03 | Vestíbulo 2      |                                                |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                  | ZONA HUMEDA              | UNIDAD TERMINAL 2 | P01 E06 | Vestuario 2      | 0,50                                           | 1,10                    | 61,91                                        | 182,04                                         | 131,76                                       | 182                                         |
|                                  |                          | UNIDAD TERMINAL 2 | P01 E07 | Aseo 2           | 0,18                                           | 0,10                    | 17,69                                        | 11,01                                          | 54                                           | 54                                          |
|                                  | <b>TOTALES</b>           |                   |         |                  |                                                | <b>1,46</b>             | <b>2,40</b>                                  | <b>186,46</b>                                  | <b>386</b>                                   | <b>371,52</b>                               |

|                              |             |             |               |               |               |               |
|------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>TOTALES PLANTA SÓTANO</b> | <b>2,84</b> | <b>5,10</b> | <b>311,98</b> | <b>804,38</b> | <b>803,52</b> | <b>915,00</b> |
|------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|

## Planta baja

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                        | ZONA VESTÍBULO-CAFETERÍA CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos       | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                                     | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho               |                                                           |                         |                                              |                                                |                                              | 0                                           |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja       | 0,47                                                      | 0,28                    | 64,32                                        | 42,59                                          | 111,56                                       | 112                                         |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería | 2,01                                                      | 4,97                    | 158,16                                       | 866,51                                         | 662,40                                       | 867                                         |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 | Sala 1                 |                                                           |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                |                         |                   |         | Sala 2<br>Sala 3       |                                                           |                         |                                              |                                                |                                              | 0                                           |
| <b>TOTALES</b>                 |                         |                   |         |                        | <b>2,48</b>                                               | <b>5,24</b>             | <b>222,49</b>                                | <b>909</b>                                     | <b>773,96</b>                                | <b>979</b>                                  |

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                        | ZONA SALAS DE EJERCICIO CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos       | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                                    | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho               |                                                          |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja       |                                                          |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería |                                                          |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 | Sala 1                 |                                                          |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                |                         |                   |         | Sala 2<br>Sala 3       | 3,23                                                     | 13,84                   | 464,78                                       | 1.833,78                                       | 864,00                                       | 1.834                                       |
| <b>TOTALES</b>                 |                         |                   |         |                        | <b>3,23</b>                                              | <b>13,84</b>            | <b>464,78</b>                                | <b>1.834</b>                                   | <b>864,00</b>                                | <b>1.834</b>                                |

| ZONAS Y LOCALES DE PLANTA BAJA |                         |                   |         |                        | ZONA DESPACHO CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PI.                            | ZONAS                   | UNIDAD TERMINAL   | ESPACIO | nombre en planos       | Pot. CALEFACCIÓN (Kw)                          | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| Planta baja                    | Z. DESPACHO             | UNIDA T. 1        | P02 E02 | Despacho               | 0,48                                           | 0,79                    | 81,65                                        | 176,65                                         | 90,00                                        | 177                                         |
|                                | Z. VESTÍBULO-CAFETERÍA  | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E03 | Aseo planta baja       |                                                |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                |                         |                   | P02 E04 | Vestíbulo 1/ Cafetería |                                                |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
|                                | ZONA SALAS DE EJERCICIO | UNIDAD TERMINAL 1 | P02 E05 | Sala 1                 |                                                |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|                                |                         |                   |         | Sala 2<br>Sala 3       |                                                |                         |                                              |                                                |                                              | 0,00                                        |
| <b>TOTALES</b>                 |                         |                   |         |                        | <b>0,48</b>                                    | <b>0,79</b>             | <b>81,65</b>                                 | <b>177</b>                                     | <b>90,00</b>                                 | <b>177</b>                                  |

|                            |             |              |               |                 |                 |                 |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>TOTALES PLANTA BAJA</b> | <b>6,19</b> | <b>19,88</b> | <b>768,91</b> | <b>2.919,52</b> | <b>1.727,96</b> | <b>2.990,00</b> |
|----------------------------|-------------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|

## Resumen de todo el edificio

| RESUMEN DE POTENCIAS Y CAUDALES DE IMPULSIÓN NECESARIOS EN TODO EL EDIFICIO |                       |                         |                                              |                                                |                                              |                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| PLANTAS DEL EDIFICIO                                                        | Pot. CALEFACCIÓN (Kw) | Pot. REFRIGERACIÓN (Kw) | Q <sub>CALEFACCIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>REFRIGERACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>VENTILACIÓN</sub> (m <sup>3</sup> /h) | Q <sub>SUMINISTRO</sub> (m <sup>3</sup> /h) |
| PLANTA SÓTANO                                                               | 2,84                  | 5,10                    | 311,98                                       | 804,38                                         | 803,52                                       | 915,00                                      |
| PLANTA BAJA                                                                 | 6,19                  | 19,88                   | 768,91                                       | 2.919,52                                       | 1.727,96                                     | 2.990,00                                    |
| <b>TOTALES EDIFICIO</b>                                                     | <b>9,03</b>           | <b>24,98</b>            | <b>1.080,89</b>                              | <b>3.723,90</b>                                | <b>2.531,48</b>                              | <b>3.905,00</b>                             |
| PÉRDIDAS ESTIMADAS (10%)                                                    | 0,90                  | 2,50                    |                                              |                                                |                                              |                                             |
| <b>TOTALES EN GENERACIÓN</b>                                                | <b>9,94</b>           | <b>27,47</b>            |                                              |                                                |                                              |                                             |