



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
**E.T.S DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN**  
**MÁSTER UNIVERSITARIO EN EDIFICACIÓN,**  
**ESPECIALIDAD TECNOLOGÍA**

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

---

**ANÁLISIS SOBRE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE  
UN EDIFICIO**

**TOMO I**

ALUMNO:

LAYUNTA VILLARROYA, JOSÉ MARÍA

TUTOR:

GARCIA LAESPADA, ANTONIO

## INDICE - CAPÍTULOS

<b>1</b>	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>5</b>
1.1	INTRODUCCIÓN	6
1.2	IDEA ORIGINAL	6
1.3	DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	6
1.4	OBJETIVOS DEL TRABAJO	7
1.5	FASES	8
1.5.1	SELECCIÓN DEL EDIFICIO TIPO, OBJETO DEL ESTUDIO	8
1.5.2	ELECCIÓN DEL PROCESO PARA DESARROLLAR EL ANÁLISIS, “(EXPERIMENTOS)”	8
1.5.3	DISEÑO DE EXPERIMENTOS	13
1.5.3.1	ELECCIÓN DE ESCENARIOS	13
1.5.3.2	CREACIÓN DE ESTRATEGIAS	13
1.5.3.3	COMPOSICIÓN DE EXPERIMENTOS	13
1.5.4	INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL SOFTWARE,“(PROGRAMA CERMA)”	13
1.5.5	ELECCIÓN DE EXPERIMENTOS VIABLES	14
1.5.6	PROCESADO DE DATOS CON LA APLICACIÓN INFORMÁTICA	15
1.5.7	OBTENCIÓN DE RESULTADOS	15
1.5.8	ELABORACIÓN DE NUEVOS EXPERIMENTOS	15
1.5.9	PROCESADO Y RESULTADO DE NUEVOS EXPERIMENTOS	16
1.5.10	CÁLCULOS ECONÓMICOS	16
1.5.11	ANÁLISIS DE RESULTADOS	16
1.5.12	CONCLUSIONES FINALES	17
1.6	METODOLOGÍA	18
1.7	ALCANCE DEL ANÁLISIS	18
1.8	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	19
1.9	NORMATIVA ENERGÉTICA DE APLICACIÓN	25
1.10	TERMINOLOGIA	25
1.11	NOTACIONES Y UNIDADES	29
<b>2</b>	<b>MEMORIA JUSTIFICATIVA</b>	<b>32</b>
2.1	DISEÑO DE EXPERIMENTOS	33
2.2	ESCENARIOS	33
2.2.1	ELECCIÓN DE ESCENARIOS	33
2.2.2	CUADRO DE ESCENARIOS	34
2.3	ESTRATEGIAS	34
2.3.1	CREACIÓN DE ESTRATEGIAS	34
2.3.2	CREACIÓN DE PARÁMETROS DE ESTRATEGIAS	35
2.3.2.1	ENVOLVENTES DE FACHADA EXTERIOR	36
2.3.2.2	ENVOLVENTES DE FACHADA MEDIANERA	57
2.3.2.3	ENVOLVENTES DE CUBIERTA	59
2.3.2.4	ENVOLVENTES DE SUELO	64
2.3.2.5	HUECOS DE FACHADA EXTERIOR	66
2.3.2.6	EQUIPOS	67
2.3.3	LISTADOS DE PARÁMETROS DE EXTRATEGIAS	68
2.3.3.1	ENVOLVENTES DE FACHADA EXTERIOR	68

2.3.3.2	ENVOLVENTES DE FACHADA MEDIANERA.....	68
2.3.3.3	ENVOLVENTES DE CUBIERTA.....	68
2.3.3.4	ENVOLVENTES DE SUELO.....	68
2.3.4	ELECCIÓN DE PARÁMETROS FIJOS PARA EXTRATEGIAS FASE 1º.....	68
2.3.4.1	CUADRO INICIAL DE ESTRATEGIAS FASE 1º.....	71
2.3.5	LISTADO DE ESTRATEGIAS FASE 1º.....	71
2.4	CUADRO DE EXPERIMENTOS FASE 1º.....	71
2.5	INTROCUCCIÓN DE DATOS EN EL PROGRAMA CERMA.....	71
2.5.1	CIUDAD Y ENTORNO.....	71
2.5.2	GLOBAL.....	72
2.5.3	MUROS.....	75
2.5.4	CUBIERTAS.....	79
2.5.5	SUELOS.....	80
2.5.6	HUECOS.....	81
2.5.7	EQUIPOS.....	83
2.5.7.1	POTENCIAS EQUIPOS REFR.+CALEF. EXP. FASE VIABLE 1º.....	87
2.5.7.2	POTENCIAS EQUIPOS REFR.+CALEF. EXP. FASE 2º.....	87
2.5.7.3	POTENCIAS EQUIPOS REFR.+CALEF. EXP. FASE 3º.....	87
2.5.7.4	POTENCIAS EQUIPOS REFR.+CALEF. EXP. FASE 4º.....	87
2.5.8	FICHAS Y ESQUEMAS CERMA.....	87
2.5.8.1	FICHAS CERMA FASE 1º.....	89
2.5.8.2	FICHAS CERMA FASE 2º.....	111
2.5.8.3	FICHAS CERMA FASE 3º.....	114
2.5.8.4	FICHAS CERMA FASE 4º.....	117
2.5.8.5	ESQUEMAS CERMA.....	122
2.6	EXPERIMENTOS VIABLES.....	132
2.6.1	SELECCIÓN DE EXPERIMENTOS VIABLES FASE 1º.....	132
2.6.1.1	ESTRATEGIAS VIABLES FASE 1º.....	132
2.6.1.2	LISTADO ESTRATÉGIAS VIABLES FASE 1º.....	138
2.6.2	CUADRO DE EXPERIMENTOS VIABLES FASE 1º.....	149
2.7	EXPERIMENTOS FASE 2º.....	139
2.7.1	COMPOSICIÓN DE EXPERIMENTOS FASE 2º.....	139
2.7.1.1	PARÁMETROS FIJOS DE ESTRATEGIAS FASE 2º.....	140
2.7.1.2	CUADRO INICIAL ESTRATEGIAS FASE 2º.....	141
2.7.1.3	ESTRATEGIAS FASE 2º.....	142
2.7.1.4	LISTADO ESTRATÉGIAS FASE 2º.....	145
2.7.2	CUADRO DE EXPERIMENTOS FASE 2º.....	145
2.8	EXPERIMENTOS FASE 3º.....	145
2.8.1	COMPOSICIÓN DE EXPERIMENTOS FASE 3º.....	146
2.8.1.1	PARÁMETROS FIJOS DE ESTRATEGIAS FASE 3º.....	146
2.8.1.2	CUADRO INICIAL ESTRATEGIAS FASE 3º.....	148
2.8.1.3	ESTRATEGIAS FASE 3º.....	149
2.8.1.4	LISTADO ESTRATÉGIAS FASE 3º.....	152
2.8.2	CUADRO DE EXPERIMENTOS FASE 3º.....	152
2.9	EXPERIMENTOS FASE 4º.....	152
2.9.1	COMPOSICIÓN DE EXPERIMENTOS FASE 4º.....	152
2.9.1.1	PARÁMETROS FIJOS DE ESTRATEGIAS FASE 4º.....	153

2.9.1.2	CUADRO INICIAL ESTRATEGIAS FASE 4º	155
2.9.1.3	ESTRATEGIAS FASE 4º	155
2.9.1.4	LISTADO ESTRATÉGIAS FASE 4º	157
2.9.2	CUADRO DE EXPERIMENTOS FASE 4º	157
2.10	PROCESADO DE DATOS Y RESULTADOS	157
2.11	RESULTADOS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS	160
2.11.1	CUADROS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS POR FASES	160
2.11.2	FICHAS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS POR FASES	160
2.11.2.1	FICHAS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 2º	160
2.11.2.2	FICHAS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 3º	160
2.11.2.3	FICHAS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 4º	160
2.12	CÁLCULOS ECONÓMICOS	160
2.12.1	PRECIOS	161
2.12.2	MEDICIONES	168
2.12.3	PRESUPUESTOS	169
2.13	ANÁLISIS DE RESULTADOS	178
2.13.1	ANÁLISIS DE TRANSMITANCIAS	178
2.13.1.1	ENVOLVENTE FACHADA EXTERIOR	178
2.13.1.2	ENVOLVENTE FACHADA MEDIANERA	178
2.13.1.3	ENVOLVENTE CUBIERTA	190
2.13.1.4	ENVOLVENTE SUELO	194
2.13.1.5	HUECOS DE FACHADA	197
2.13.2	ANÁLISIS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS	199
2.13.2.1	ANÁLISIS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE VIABLE 1º	199
2.13.2.2	ANÁLISIS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 2º	207
2.13.2.3	ANÁLISIS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 3º	212
2.13.2.4	ANÁLISIS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 4º	216
2.13.3	ANÁLISIS ECONÓMICO	218
2.13.3.1	ANÁLISIS ECONÓMICO FASE VIABLE 1º	218
2.13.3.2	ANÁLISIS ECONÓMICO FASE 2º	221
2.13.3.3	ANÁLISIS ECONÓMICO FASE 3º	225
2.13.3.4	ANÁLISIS ECONÓMICO FASE 4º	228
2.14	CONCLUSIONES FINALES	232
2.14.1	CONCLUSIONES POR TRANSMITANCIAS TÉRMICAS	232
2.14.2	CONCLUSIONES POR CALIFICACIONES ENERGÉTICAS	234
2.14.3	CONCLUSIONES ECONÓMICAS	238
3	PLANOS	240
3.1	PLANOS DESCRIPTIVOS DEL PROYECTO	240
3.1.1	P0-DISTRIBUCIÓN CON SÓTANO Y SEMISÓTANO	240
3.1.2	P1-DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA Y 1º	240
3.1.3	P2-DISTRIBUCIÓN PLANTA 2º Y 3º	240
3.1.4	P3-DISTRIBUCIÓN CUBIERTA Y CASETONES	240
3.1.5	S1-SECCION A-A'	240
3.1.6	S2-SECCION B-B'	240
3.1.7	A1-ALZADOS	240
3.2	PLANOS DE SITUACIÓN	248
3.2.1	SE1-SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	248



## MEMORIA DESCRIPTIVA

---

## 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra del desarrollo del Proyecto Final del Máster en Edificación, en la especialidad de Tecnología, cursado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación.

### 1.2 IDEA ORIGINAL

La idea original del presente trabajo está basada en la intención de estudiar un edificio tipo, que mediante un determinado análisis, que plasme en un documento objetivo, como las diferentes envolventes posibles aplicadas, tanto en fachadas, cubiertas y suelos, así como los huecos integrados en las mismas, puentes térmicos, y los equipos seleccionados, afectan a la demanda energética necesaria para climatizar, cada uno de los planteamientos presentados, y en consecuencia a su eficiencia energética y su calificación.

La premisa inicial no es averiguar cuáles serían las mejores envolventes para obtener la menor demanda y la mejor calificación energética, sino bajo un criterio y una metodología determinada para este análisis, estudiar matemáticamente, analizar y mostrar los resultados de cómo se comportan las posibles construcciones elegidas, contemplando diferentes sistemas constructivos, con diferentes disposiciones, hojas y aislamientos, para ver los resultados reales que nos darían.

El propósito es estudiar, analizar y constatar los múltiples resultados que se obtendrán, identificándolos en relación a cada una de las tipologías que se estudiarán, y las posibles combinaciones que se realizarán para la obtención de datos.

Con este principio, tan valiosos para el análisis, serán los datos previos obtenidos, posiblemente favorecedores a una buena calificación energética, como los menos válidos para esta.

Posterior a la idea original y a medida de que se vaya realizando dicho análisis, este deberá tomar el cauce más conveniente y adecuado, con la intención de obtener el mejor y más amplio análisis con la metodología aplicada.

### 1.3 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El presente proyecto desarrolla el estudio y análisis de la influencia, en un edificio tipo establecido, de sus diferentes envolventes, tanto en fachada, cubierta y suelos, con la elección de puentes térmicos y equipos seleccionados, con diferentes orientaciones, y en una ciudad determinada, de la demanda energética que se tiene que satisfacer para climatizar dicho edificio y en consecuencia que calificación energética se obtendría.

El análisis parte del estudio de un edificio tipo determinado, con una tipología común, situado en una ciudad determinada, a la cual se le aplicaran cuatro orientaciones diferentes, siendo estas norte, sur, este y oeste.

En cada una de esas orientaciones se aplicaran diferentes envolventes, tanto en fachadas, con diferentes composiciones de huecos, así como suelos y cubiertas, puentes térmicos y equipos.

Las envolventes que contiene el edificio son las siguientes:

- 1º Fachadas exteriores.
- 2º Fachadas Adiabáticas, (fachadas medianeras).
- 3º Cubierta.
- 4º Suelo.

Las fachadas exteriores se englobarán en diferentes tipos, siendo estos los que se enumeran a continuación:

- 1º Fachadas de fábrica de ladrillo:
  - Fachada de ladrillo caravista, (F, LCV).
  - Fachada de ladrillo hueco triple, (F, LH3).
  - Fachada de muro de carga 2 pies y 1+1/2 de espesor, (F, LP)
- 2º Fachada de bloque.
- 3º Fachada prefabricada de hormigón.
- 4º Fachada ligera trasventilada.

Todas las fachadas estarán formadas, a parte del elemento principal destacado en la enumeración, por diferentes tipos de hojas interiores y aislamientos.

Las fachadas Adiabáticas, (fachadas medianeras), estarán constituidas por diferentes tipologías y aislamientos.

Las diferentes envolventes en cubiertas se subdividirían en cubiertas inclinadas y horizontales, con diferentes tipologías y aislamientos.

Las envolventes en suelos contendrán igualmente diferentes tipologías y aislamientos.

#### 1.4 OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos principales de este trabajo son el estudio y análisis, de la influencia, sobre un edificio tipo, de las posibles envolventes y orientaciones aplicadas, con huecos determinados, puentes térmicos y equipos, en relación a la demanda energética que se obtendría, así como su eficiencia energética y su calificación.

Dicho objetivo principal surge de la suma de otros objetivos que se obtendrán a lo largo del análisis, tanto en sus fases intermedias como finales.

Dichos objetivos son los siguientes:

- 1º Estudio de los aspectos más relevantes de las diferentes transmitancias térmicas, ( $U$ :  $W/m^2k$ ), obtenidas en cada tipo de fachada exterior, adiabática, cubierta y suelo.
  - Dicho estudio se refiere tanto al análisis de las diferentes transmitancias obtenidas de un mismo tipo de fachada, suelo o cubierta, como la comparación entre diferentes envolventes de similares tipologías.
  - Análisis de como varia la transmitancia, ( $U$ :  $W/m^2k$ ), de una envolvente a otra, con aislamientos de diferente conductividad térmica, ( $\lambda$ :  $W/mk$ ), y espesor.
  - Análisis de la influencia del uso o no de las cámaras de aire, cámaras de aire sin ventilar y ligeramente ventiladas, en las transmitancias obtenidas de las diferentes envolventes.
  - Análisis de cuál es el espesor máximo de un aislante, en el que la transmitancia térmica de la envolvente, no se ve relevantemente afectada.
- 2º Estudio de cuáles serán las mejores envolventes, a nivel energético, de cada

tipología, tanto en fachada exterior, fachada adiabática, suelo y cubierta.

- 3º Estudio del edificio, con la aplicación de las mejores envolventes, tanto en fachada exterior, adiabática, suelo y cubierta, analizando los resultados de su demanda energética, emisiones de CO<sub>2</sub>, y su calificación energética.
- 4º Estudio de cómo el edificio se ve afectado, con unas envolventes determinadas, al aplicarle diferentes orientaciones, siendo estas, Norte, Sur, Este y Oeste, y análisis de los valores obtenidos de la demanda energética, emisiones de CO<sub>2</sub>, así como de su calificación.
- 5º Estudio de cómo afecta al edificio, las diferentes tipologías de los huecos en fachada.
  - Estas tipologías dependerán de los vidrios, carpinterías, el uso o no de caja de persiana, sombras de elementos fijos, permeabilidad, etc.
- 6º Estudio del edificio, con las mejores envolventes obtenidas térmicamente, así como con las tipologías de huecos, puentes térmicos, y equipos seleccionados, con los mejores datos térmicos, analizando su demanda energética, emisiones de CO<sub>2</sub> y su calificación.
- 7º Análisis sobre cuales deberán ser las características térmicas mínimas de un Edificio, aplicando el borrador sobre la nueva normativa de la HE1.
- 8º Estudio económico de los costes más relevantes sobre el análisis realizado, al igual que los plazos de amortización en relación al consumo y precio de la energía.
- 9º Rentabilidad del dinero invertido en el sobrecoste que supone la mejora en un material, respecto al ahorro del dinero que representa dicha inversión producido por el ahorro de energía obtenido, en contraposición con la rentabilidad del dinero en un depósito bancario.

## 1.5 FASES

Las fases para realizar este trabajo han sido las siguientes:

### 1.5.1 SELECCIÓN DEL EDIFICIO TIPO, OBJETO DE ESTUDIO.

Para la elección del edificio, se ha intentado buscar un inmueble común, con ningún tipo de característica o singularidad en especial, de tal manera que los resultados obtenidos puedan dar una idea general para otros edificios similares.

Se ha tratado que el edificio elegido, tuviese tanto fachadas expuestas al exterior como medianeras, y que dispusiese de patio o patios interiores, con un porcentaje de huecos habitual en la mayoría de edificios construidos hoy en día, con una altura y plantas corrientes, al igual que cubierta y sótano garaje.

De esta manera, y contra más corriente y común pudiese ser el edificio, más se podrán extrapolar los datos y resultados obtenidos.

### 1.5.2 ELECCIÓN DEL PROCESO PARA DESARROLLAR LA INVESTIGACIÓN, “(EXPERIMENTOS)”.

El proceso que se selecciona para el desarrollo del análisis del presente trabajo, se realiza mediante el diseño de lo que denominaremos “*Experimentos*”, formados por la combinación de diferentes “*Estrategias*” con diferentes “*Escenarios*”.

La idea surge al tener que trabajar con tal cantidad de ideas, para realizar el análisis, y de tal manejo de datos que se podrían obtener, que es necesario realizar el trabajo mediante una metodología muy concreta, específica y organizada, que regule todas las ideas del proceso y datos de principio a fin, de la forma más sencilla y ordenada posible.

A nivel genérico la descripción de lo que serían los escenarios, estrategias y experimentos serían:

Experimentos, serán cada par de escenarios y estrategias definidas.

Escenarios, resultarán de todas las tendencias o valores de las variables exógenas o de escenario.

Estrategias, resultarán de todas las tendencias o valores de las variables de control o de acción.

En este análisis específicamente, los escenarios, los cuales son una variable exógena, queriendo decir que es una variable externa y que viene como dada, en la que no tenemos influencia ni control alguno, serán las cuatro orientaciones del edificio elegido, siendo estas norte, sur, este y oeste, en una determinada ciudad, siendo esta la de Valencia.

De esta forma tendremos cuatro escenarios dados, E1, E2, E3 y E4, que corresponden correlativamente a las cuatro orientaciones, Norte, Sur, Este y Oeste, para una fachada principal del edificio, establecidas en la ciudad de Valencia.

#### CUADRO TIPO DE ESCENARIOS, (ejemplo)

<b>ESCENARIOS</b>	
<b>E</b>	<b>TIPO</b>
E1	CIUDAD - ORIENTACIÓN NORTE
E2	CIUDAD - ORIENTACIÓN SUR
E3	CIUDAD - ORIENTACIÓN ESTE
E4	CIUDAD - ORIENTACIÓN OESTE

Las estrategias, las cuales son variables de control o de acción, se van a manejar según el tipo y grado del análisis que se quiere realizar y alcanzar. Sobre ellas sí que se tiene el control, y se crearan de la forma o manera más adecuada a los intereses del presente trabajo, siendo estos los objetivos que queremos obtener.

En este caso, las estrategias serán el conjunto de las diferentes envolventes que se plantean del edificio, junto con la tipología de huecos de fachada y equipos.

Las envolventes del edificio serán todas aquellas, de las que queremos averiguar, cuáles son sus características térmicas individuales y cuál es su comportamiento en el edificio.

De esta forma tendremos tantas estrategias como envolventes queramos crear, junto huecos y equipos, con las diferentes tipologías que queremos estudiar.

Por este medio podremos crear un innumerable número de estrategias, que definirá la amplitud del análisis y en consecuencia de los experimentos.

Las estrategias serán denominadas, para ser diferenciadas, mediante la terminología S1, S2, S3, S4....., etc.

Como el edificio dispone de cuatro envolventes, con huecos y equipos, siendo las envolventes, las de fachada exterior, medianería, cubierta y suelo, para la creación de las estrategias, que se denominaran como, “S1, S2, S3, S4....., etc.”, solo variaremos en cada una de ellas la envolvente de la fachada exterior, mientras que las envolventes de fachada medianera, cubierta, suelo, serán fijas al igual que los huecos de fachada y equipos.

La elección de cada una de las envolventes, al igual que los huecos y equipos, será las que más convenga a los intereses del estudio y análisis, siendo las tipologías corrientes y de uso habitual y común.

En consecuencia cada estrategia estará formada por un conjunto de cuatro envolventes huecos y equipos, de las cuales solo la envolvente de fachada exterior será la que al ir variando, su composición, conformara las distintas estrategias, mientras que las tres envolventes restantes ,(medianería, cubierta y suelo), junto con los huecos y equipos, serán datos fijos que no variarán.

A cada conjunto de envolventes, huecos y equipos creados se le denominara parámetro de estrategia.

De esta manera una estrategia estará compuesta por seis parámetros de estrategia, de los cuales uno será variable, siendo el que creará y dará nombre a las diferentes estrategias, y los otros cinco serán fijos.

A esta creación de los primeros experimentos se le denominará experimentos en fase 1º.

#### CUADRO TIPO DE ESTRATEGIAS, (ejemplo)

<b>ESTRATEGIAS S1, S2, S3, .....</b>	
<b>PARÁMETROS</b>	<b>COMPOSICIÓN</b>
FACHADA T.....	ENVOLVENTE: FACHAD EXTERIOR VARIABLE
MEDIANERA M1	ENVOLVENTE: FACHADA MEDIANERA FIJA
HUECOS H1	HUECOS FIJOS
CUBIERTA C1	ENVOLVENTE: CUBIERTA FIJA
SUELO S1	ENVOLVENTE: SUELO FIJO
EQUIPOS	EQUIPOS FIJOS

Se decide trabajar con envolvente variable, la de fachada, siendo esta la que creara las diferentes estrategias, en vez de las otras restantes, por suponer un elemento que reúne las características necesarias para ser estudiado en mayor profundidad que las cubiertas o suelos, al disponer estas de menor número de tipologías y representar una mejor superficie en relación al volumen del edificio.

A medida que avance el análisis, se podrán reiniciar los experimentos con una nueva fase o las que se crean convenientes, variando en estos casos las envolventes que antes eran

fijas, creando de esta manera una nueva fase de experimentos, con la elección de nuevas estratégicas.

Los experimentos que se obtendrán de esta investigación serán la combinación de las diferentes estrategias con los diferentes escenarios, creando pares definidos de escenarios y estrategias, ( $E_n-S_n$ ).

CUADRO TIPO DE EXPERIMENTOS, (ejemplo)

EXPERIMENTOS (FASE 1)						
		ESTRATEGIAS (FASE 1)				
		S1	S2	S3	S4	.S5...
ESCENARIOS	E1	E1-S1	E1-S2	E1-S3	E1-S4	E1-S5
	E2	E2-S1	E2-S2	E2-S3	E2-S4	E2-S5
	E3	E3-S1	E3-S2	E3-S3	E3-S4	E3-S5
	E4	E4-S1	E4-S2	E4-S3	E4-S4	E4-S5
	E5.....	E5-S1	E5-S2	E5-S3	E5-S4	E5-S5

De todos los pares de “*Escenario-Estratégica*” definidos, o que se denominan, “*los Experimentos*”, no elegiremos todos para proseguir el análisis, sino que designaremos los que hayan dado datos relevantes para este, o se crean convenientes.

Por lo que se procederá a la elección de los experimentos que deben de seguir en el análisis, a los cuales denominaremos “*Experimentos Viabes*”.

CUADRO TIPO DE SELECCIÓN DE EXPERIMENTOS, (ejemplo)

EXPERIMENTOS VIABLES						
		ESTRATEGIAS				
		S1	S2	S3	S4	.S5...
ESCENARIOS	E1	<del>E1-S1</del>	<del>E1-S2</del>	E1-S3	<del>E1-S4</del>	E1-S5
	E2	E2-S1	<del>E2-S2</del>	E2-S3	E2-S4	<del>E2-S5</del>
	E3	<del>E3-S1</del>	E3-S2	<del>E3-S3</del>	E3-S4	<del>E3-S5</del>
	E4	E4-S1	<del>E4-S2</del>	<del>E4-S3</del>	E4-S4	E4-S5
	E5.....	E5-S1	E5-S2	E5-S3	<del>E5-S4</del>	<del>E5-S5</del>

En este cuadro se muestran como ejemplo, la desestimación de una serie de experimentos, marcados con una "x", que deja al resto de experimentos, como los seleccionados y denominados "experimentos viables"

Los experimentos obtenidos o "*Experimentos Viables*", son los que se introducirán en el programa elegido para la obtención de la demanda energética del edificio, sus emisiones de CO2 y por consiguiente, su calificación energética, en cada uno de los experimentos introducidos.

Resumiendo, la metodología expuesta por medio del diseño de experimentos es la siguiente:

- a) Elección de escenarios: E1, E2, .....
- b) Creación de parámetros de estrategias de las diferentes envolventes, huecos y equipos.
  - Parámetro: envolvente fachada exterior, (Fachada T1, T2.....).
  - Parámetro: envolvente fachada medianera, (Fachada medianera T1, T2.....).
  - Parámetro: huecos, (Huecos H1, H2, ....).
  - Parámetro: envolvente cubierta, (Cubierta C1, C2 .....).
  - Parámetro: envolvente suelo, (Suelo S1, S2, .....).
  - Parámetro: equipos, (solo existe un tipo, por lo que no se denomina).
- c) Creación de estrategias fase 1º: S1, S2, S3....
- d) Composición de experimentos fase 1º: E1-S1, E1-S2, E1-S3.....,E2-S1....,E3-S1.....
- e) Elección de experimentos viables fase 1º
- f) Introducción de datos en la aplicación informática y procesado de los mismos.
- g) Obtención de las calificaciones energéticas de cada experimento.
- h) Creación de nuevas fases, con iguales escenarios, nuevos parámetros de estrategia, lo que conlleva nuevas estrategias, y nuevos experimentos, para procesar y obtener su calificación energética.

### 1.5.3 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

El diseño de experimentos estará compuesto inicialmente por la elección de los escenarios en los que se quiere trabajar, la creación de las estrategias que se quieren estudiar, en este análisis, y por último, por la composición de los experimentos, que estarán formados por cada par definido, de la combinación de cada uno de los escenarios elegidos con cada una de las estrategias creadas.

#### 1.5.3.1 ELECCIÓN DE ESCENARIOS

Se seleccionan los escenarios más convenientes para la realización de los experimentos que se quieren llevar a cabo.

La idea sobre el planteamiento de los escenarios se base en estudiar el edificio inicialmente en una ciudad determinada, en este caso Valencia, aplicando las cuatro orientaciones de los puntos cardinales, Norte, sur, Este y Oeste, para realizar de esta manera los cálculos.

#### 1.5.3.2 CREACIÓN DE ESTRATEGIAS

Se crean las estrategias más convenientes o adecuadas, dependiendo del nivel de análisis al que se quiera llegar y el alcance de este.

La idea sobre la creación de estrategias, se basa en que estas sean el conjunto de datos de las cuatro envolventes del edificio más la tipología de huecos y equipos.

A cada envolvente, huecos de fachada y equipos, los denominaremos parámetros de estrategia, de los cuales uno de ellos será variable y los restantes fijos.

En una primera fase, se elegirán para la creación de cada estrategia, las envolventes fijas de medianería, cubierta, y suelo, junto con los datos fijos de los huecos y equipos, (parámetros fijos de la estrategia), y una envolvente de fachada exterior, (parámetro variable de la estrategia), que será la que al ir variando en su composición, dará lugar a la creación de cada una de las nuevas estrategias que se quieran estudiar.

#### 1.5.3.3 COMPOSICIÓN DE EXPERIMENTOS

La composición de experimento es cada par de escenario y estrategia definido, lo que sería la combinación de todas las estrategias creadas, con todos los escenarios elegidos.

De esta manera se combinarán todas las estrategias elaboradas, las cuales en definitiva son, el conjunto de un suelo, cubierta, con huecos y equipos determinados, mediante diferentes tipos de fachadas exteriores, con el edificio situado en las cuatro orientaciones de los principales puntos cardinales y en una ciudad determinada.

### 1.5.4 INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL SOFTWARE

El programa elegido para el procesado de los datos del edificio y la obtención de todas las calificaciones energéticas, es el programa "CERMA"

El programa "CERMA", "Calificación Energética Residencial Método Abreviado", es un documento reconocido para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción y aplica el método simplificado dispuesto en el CTE-HE1.

"CERMA", es un documento reconocido para la certificación de la eficiencia energética, según lo dispuesto en el artículo 3 del Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, por el que se

aprueba el Procedimiento Básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. (nº Inscripción CEE-DR-005/11).

“CERMA”, es un documento reconocido para la calidad en la edificación por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Generalitat Valenciana según resolución de 7 de julio de 2010 del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda publicada en el DOGV en 20 de agosto del 2010, conforme al decreto 132/2006 de 29 de septiembre del Consell por el que se regulan los documentos reconocidos.

“CERMA” es una aplicación que permite la obtención de la calificación de la eficiencia energética en edificios de viviendas de nueva construcción, ofreciendo un estudio detallado para mejorar la calificación obtenida.

Introducción de datos:

Los datos iniciales serán los de la ciudad y entorno, datos globales del edificio, muros, cubiertas, suelos, huecos, puentes térmicos y equipos.

Se introducirán los datos de tantas fachadas exteriores, medianerías, suelos y cubiertas como se hayan creado y se quieran estudiar.

Es decir, se introducirán los datos de todas las envolventes del edificio, huecos, y equipos que se crean en cada uno de los seis parámetros creados para las estrategias.

Los datos iniciales que se obtienen al introducir la composición de las envolventes y huecos, en el programa “CERMA”, serán los de las transmitancias de cada uno de estos elementos.

Los valores de cada una de las transmitancias obtenidas, de cada tipo de envolvente y huecos, servirán para la elección de cuáles de ellas son aceptadas, para un primer cálculo inicial con obtención de resultados finales.

### 1.5.5 ELECCIÓN DE EXPERIMENTOS VIABLES.

Una vez creados todos los experimentos, que inicialmente se querían estudiar, se valora según los datos obtenidos cuáles de ellos van ser más relevantes.

Uno de los datos más importantes y a tener en cuenta para la elección de que experimentos son viables, y cuáles serán desestimados para un primer procesado de datos, serán los resultados obtenidos de las transmitancias de cada envolvente introducida en el programa “CERMA”.

Dichos resultados nos mostraran cómo se comporta cada envolvente térmicamente, y nos servirán para sacar una serie conclusiones iniciales, tras su análisis, muy importantes sobre cada tipología.

De esta manera se obtendrán los primeros objetivos, en la fase de realización del presente trabajo, con las primeras conclusiones iniciales.

Desestimados los experimentos que se crean innecesarios, y elegidos los más viables, se reducirá en gran medida el número de experimentos a procesar en una primera fase.

En definitiva los experimentos se verán reducidos en un número, proporcional al número de envolventes desestimadas por el valor de su transmitancia.

### 1.5.6 PROCESADO DE DATOS CON LA APLICACIÓN INFORMÁTICA

Introducidos los datos necesarios que precisa el programa “CERMA”, y realizada la elección de los experimentos viables, se procede al procesado de datos para la obtención de las calificaciones energéticas de los diferentes edificios que se han planteado.

El procesado de datos se realiza para cada uno de los experimentos viables que se han seleccionado.

### 1.5.7 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

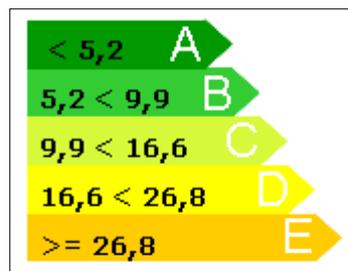
Tras la realización del procesado de datos, se obtienen los resultados realizados por el programa “CERMA”.

Se obtendrán tantos resultados como experimentos viables se hayan procesado.

Dentro de los resultados obtenidos para cada experimento viable, se obtendrá la calificación energética del edificio, la cual se designa mediante las letras de la “A” a la “E”. (RD 47/2007).

Cada una de las diferentes calificaciones energéticas, vienen establecidas por las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, en kg/m<sup>2</sup>, designadas cada una de ellas tal y como se muestra en el gráfico.

### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS



La calificación energética obtenida del edificio, en cada uno de los experimentos que se hayan procesado, será la suma de las emisiones de CO<sub>2</sub>, en kg/m<sup>2</sup>, de la energía utilizada por los equipos de frío, calor y ACS que se hayan establecido para el edificio.

El programa aparte de mostrar la calificación energética total, proporciona los datos de la demanda necesaria, en frío, calor, para abastecer el edificio según establece la normativa vigente.

### 1.5.8 ELABORACIÓN DE NUEVOS EXPERIMENTOS

Una vez obtenidos los resultados de los experimentos viables, se procede a depurar aún más el tipo de resultados que queramos obtener, o lo que es lo mismo, que parámetros de experimentos se quieren aplicar en una nueva fase, para llevar el análisis al nivel de los objetivos que pretendemos cumplir o alcanzar.

Por lo tanto, a partir de la primera fase de experimentos viables, ya procesados, se diseñarán las fases de experimentos que se crean convenientes y que determinaran, en parte, la calidad del estudio, su profundidad y la cantidad de datos necesarios para realizar un análisis exhaustivo, que nos lleve a una serie de conclusiones, que nos permitan comprender mucho mejor el comportamiento y las propiedades térmicas de un edificio.

### 1.5.9 PROCESADO Y RESULTADOS DE NUEVOS EXPERIMENTOS

Cada nueva fase de experimentos diseñada, será introducida en el programa “CERMA”, y se procederá al procesado de datos, con la obtención de nuevos resultados de calificación energética sobre dichos experimentos.

La obtención de los datos de una fase anterior de experimentos y sus calificaciones energéticas, podrán ser un punto de partida para establecer cuál será la nueva línea de diseño de los nuevos experimentos.

Esto quiere decir, que esta análisis a medida que vaya avanzando, y se vayan obteniendo los resultados, ya sean de transmitancias de cada parámetro de estrategia, o ya sean las diferentes calificaciones energéticas de cada experimento en cada fase, es un estudio vivo, en el cual, la obtención de los resultados a medida que se avanza, podrán dar una u otra orientación a la misma, según se crea más conveniente con el fin de enriquecerla.

### 1.5.10 CÁLCULOS ECONÓMICOS

Una vez diseñadas todas las fases de estrategias convenientes, y procesados los datos de cada una de ellas, se realizara un estudio económico de aquellos parámetros de estrategia que resulten más relevantes, realizando los presupuestos de envolventes, huecos y puentes térmicos que se crean convenientes.

Realizados los presupuestos de las envolventes, huecos y puentes térmicos que se hayan creído más relevantes, se podrán estudiar lo que económicamente repercute en el edificio, una tipología de envolvente con una calificación energética, respecto a otra de mejor calificación.

Y así, y de esta manera, se podrán resolver económicamente, todas las dudas que nos puedan suscitar, sobre qué diferencias económicas hay, o cuanto representan las variaciones entre un tipo de cerramientos, huecos y ptes. térm., sobre otro tipo de diferentes condiciones térmicas.

Todos estos datos nos llevarán a un análisis sobre el coste de energía consumida en los edificios estudiados, en comparación con el coste de los materiales que influyen directamente en dicho consumo, analizando los plazos de amortización de los materiales empleados, así como el plazo de amortización que supone la diferencia económica entre la aplicación de un tipo de materiales u otro, respecto al ahorro del coste de energía entre las diferentes aplicaciones.

Por último se analizará, sobre un plazo de 50 años, la rentabilidad del dinero desembolsado en el sobre coste que supondría la mejora de un material respecto a otro, en relación al ahorro de dinero que representaría dicha inversión producida por el ahorro de energía obtenido, en contraposición con la rentabilidad del mismo dinero en un depósito bancario.

### 1.5.11 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los análisis que se realizaran, serán tanto de los resultados obtenidos inicialmente al introducir los datos del edificio en el programa “CERMA”, como los obtenidos por las diferentes fases de procesado de datos que se realicen.

Por lo que en un principio se analizan los datos de las transmitancias térmicas obtenidas de cada envolvente y huecos de fachada.

Como el proceso de creación de las diferentes envolventes, será definido con una línea y metodología común a todas ellas, se podrá analizar cómo afectan las diferentes hojas de materiales creadas en cada envolvente, a la transmitancia de esta.

Que relevancia tiene una cámara de aire en una envolvente.

Como afecta las diferentes conductividades térmicas y espesores de un material a la transmitancia final de la envolvente.

Como se comportan las diferentes tipologías de envolventes, en relación a su transmitancia.

Cuáles de estas tipologías de envolventes son las más adecuadas y cuáles no lo son.

Que tipologías de envolventes, de las creadas, y que están hoy en día en uso, no cumplen la norma CTE-HE1, en relación a su transmitancia térmica máxima permitida.

Que envolventes mínimas se deberán aplicar a partir de la entrada en vigor del borrador del "DOCUMENTO BÁSICO DB-HE, AHORRO DE ENERGIA, del CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN".

Y con este criterio y según los datos obtenidos, realizar y analizar todas las preguntas que susciten interés sobre las transmitancias térmicas obtenidas.

En relación a los resultados de las calificaciones energéticas de cada fase estudiada, se analizará el porqué de la obtención de esa calificación y se realizará un análisis comparativo viendo las causas que originan una mejor o peor calificación energética.

Se estudiará cómo afecta a la calificación energética obtenida las diferentes orientaciones del edificio aplicadas.

Se analizará cuáles son los componentes principales que hacen que el edificio elegido mejore su calificación energética, y como afectan a esta, las diferentes envolventes, huecos de fachada, puentes térmicos y equipos.

Se analizará que tipologías de envolventes y huecos son las más viables para obtener una buena calificación energética y cuales son peores.

Se estudiará que envolvente mínima en cada tipología se debe disponer en los proyectos de construcción para cumplir la HE-1, en vigor.

Se analizará económicamente las envolventes, huecos y pte. térm. de más interés, en los diferentes edificios creados, y se estudiarán las diferencias económicas según sus diferentes condiciones térmicas, al igual que su plazo de amortización respecto al ahorro de energía que supondrían.

Se analizará sobre un plazo de 30 años si la inversión que supone las mejoras de las condiciones térmicas de un edificio, mediante materiales de mejor comportamiento térmico, son amortizadas en relación a la previsión del precio de la energía en dicho plazo.

#### 1.5.12 CONCLUSIONES FINALES

Obtenidos los resultados con la aplicación informática "CERMA", y analizados estos, se obtendrán tantas conclusiones como análisis realizados.

De esta manera, y con unos objetivos iniciales planteados en esta memoria sobre lo que se quería obtener de este análisis, se habrán analizado los datos más relevantes de la misma, llevando los resultados de cada análisis, a unas conclusiones finales que se expondrán como consecuencia de la realización del estudio en el edificio elegido para este trabajo.

Expuestas las conclusiones finales, se valorará si el análisis y su línea, han sido los convenientes, y en su caso, si han sido satisfactorios.

Para finalizar, se podrían disponer cuales serían, vistas las conclusiones presentadas, otros nuevos estudios y análisis que podrían complementar el realizado en este trabajo.

## 1.6 METODOLOGIA

La metodología aplicada se basa en la creación de diferentes tipos de edificios, los cuales se pretenden analizar debido a sus características constructivas, aplicándoles en una ciudad determinada, diferentes orientaciones, con el fin de estudiar su comportamiento térmico y la calificación energética obtenida.

Inicialmente se elige un edificio tipo, que servirá como base para aplicarle diferentes tipos de envolventes de fachada exterior, medianera, cubierta y suelos, junto con diferentes tipologías de huecos, puentes térmicos, y con los equipos que se establezcan, viendo cómo se comporta cada uno de los edificios creados, en las diferentes orientaciones establecidas.

Para tal caso se crearán diferentes tipos de fachadas exteriores, medianeras, cubiertas, suelos, huecos, puentes térmicos y equipos, que combinados de la forma más interesante o conveniente, creen los diferentes tipos de edificios, de los cuales se quiere realizar el análisis de su comportamiento térmico y obtener el resultado de su calificación energética.

El procesado de todos los datos de cada uno de los edificios creados se relazará mediante el programa "CERMA"

Una descripción más exhaustiva de la metodología aplicada, ha sido expuesta y desarrollada, anteriormente en subcapítulo "1.5 FASES, desde el subcapítulo 1.5.1 al 1.5.9"

## 1.7 ALCANCE DEL ANÁLISIS

El alcance inicial del análisis dependerá de los parámetros que se pretendan estudiar, es decir, del número de envolventes de fachada exterior, medianera, cubierta, suelo, huecos de fachada y equipos, que se quieran crear para analizar posteriormente y obtener unas conclusiones iniciales.

Por ello se crean en envolvente de fachada exterior un total de 124 fachadas distribuidas de la siguiente manera:

- Fachadas de ladrillo caravista, LCV: 26 uds.
- Fachadas de ladrillo triple hueco, LH3: 29 uds.
- Fachadas de muro de carga, 2 pies-1+1/2 pie, LP: 10 uds.
- Fachadas de bloque de hormigón, BH: 29 uds.
- Fachadas prefabricadas de hormigón, PHA: 24 uds.
- Fachadas ligeras trasventiladas, FL: 6 uds.

En medianería 6 uds. de envolvente., en cubierta 13 uds. de envolvente, en suelo 10 uds. de envolvente, en huecos de fachada 3 uds. de tipologías de huecos, compuestas cada una por 40 grupos, con un total de 104 huecos, y en equipos 1 ud. de conjunto de equipos.

Este será el alcance en referencia las envolventes creadas y huecos de fachada.

Respecto al alcance general del análisis ejecutado, se realiza un primer diseño de experimentos viables en fase 1º que son el primer procesado de datos realizado con el programa "CERMA", posteriormente se realizara un nuevo procesado mejorado denominado experimentos fase 2º, y un tercer y cuarto procesado de experimentos denominados fase 3º y fase 4º, en los que sucesivamente se procesan experimentos con mejores parámetros.

En resumen:

- 1º Experimentos viables fase 1º
- 2º Experimentos fase 2º
- 3º Experimentos fase 3º
- 4º Experimentos fase 4º

Los experimentos viables en fase 1º son la selección sobre todos los experimentos creados, de aquellos que contienen las mejores envolventes en fachada exterior, con los demás parámetros fijos elegidos.

Los experimentos en fase 2º, están creados con las mejores envolventes en fachada exterior seleccionadas en los experimentos fase 1º, seleccionando en esta fase las mejores envolventes en medianería, suelo y cubierta, manteniendo los huecos y equipos de la fase 1º.

En los experimentos de la fase 3º, se mejoran los experimentos de fase dos, en los que ya se contaba con las mejores envolventes de fachada, medianería, suelo, y cubierta, y aparte se elige la mejor tipología de huecos de fachada que ofrece la base de datos, manteniendo los mismos equipos que en los experimentos anteriores.

En los experimentos en cuarta fase, se mantienen las mejores envolventes seleccionadas hasta el momento, al igual que los mismos equipos, se eligen una tipología de huecos intermedia entre la de la 2º fase y 3º, siendo unos huecos de valores medios de transmitancia, y se mejoran los puentes térmicos del edificio, en forjado, pilares y cerramientos hasta línea de ventanas.

Con esta sistemática, se pretende llegar a medida que las fases van avanzando, a obtener la mejor calificación energética posible en el edificio, con las mejores envolventes, huecos de fachada, puentes térmicos y equipos seleccionados.

## 1.8 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio de este estudio está situado en la ciudad de Valencia, y consta en planta de cuatro fachadas, dos de ellas fachadas exteriores, y las dos restantes fachadas medianeras, que colindan con otros dos edificios.

Las dos fachadas exteriores disponen de calle con calzada y aceras con una anchura total de 12 m hasta el edificio de enfrente.

Las dos edificaciones situadas enfrente de las fachadas exteriores, al otro lado de la calle que las separa, tienen la misma altura que el edificio del estudio, siendo esta 13,5 m.

El edificio dispone de un patio interior de 3 metros de anchura, en cada uno de sus lados, al igual que un segundo patio situado en una de las fachadas medianeras, y que da vistas al edificio colindante.

Igualmente dispone de dos plantas en altura de sótano garaje, con puerta de entrada para vehículos y una puerta de entrada al edificio principal.

La altura del inmueble es de planta baja más tres alturas, siendo las plantas 1º, 2º y 3º, con un total, desde la cota cero hasta cornisa cubierta, de 13,5 m.

En el interior del edificio existe una caja de escalera interior para acceso a plantas y cubierta además de un ascensor.

La cubierta esta subdividida por medio de una zona común, a la cual se accede desde la escalera interior, y unas zonas privadas, con una parte de casetones, privados igualmente, y adscritos a las subdivisiones de cubierta privada, cada uno de ellos.

Todos los huecos de fachada del edificio están exentos de lamas, toldos o cualquier otro elemento que cree sombras sobre ellos, menos los huecos de cocina que disponen de lamas en toda su amplitud.

Todos los huecos tienen caja de persiana, menos los huecos de cocina, y las puertas de entrada de sótano garaje, y puerta principal de entrada al edificio.

Las dos fachadas exteriores del edificio, contienen salientes sobre el plano de fachada principal, aportando sombra sobre la propia fachada, según la posición y orientación de los rayos solares en cada momento del día.

La distribución del edificio, y todas sus medidas están reflejadas en los planos que se adjuntan al presente trabajo en el capítulo "3 PLANOS".

La estructura del inmueble es de hormigón armado, con forjados de 30 cm de canto, y pilares de 40x 30 cm.

El forjado de cubierta y suelo, son de 30 cm de canto, iguales que los del resto del edificio.

El edificio se encuentra cerrado por una envolvente de fachada no portante y que lo aísla del medio exterior.

Las envolventes que se muestra en los planos el edificio elegido, tanto de fachadas exteriores, como medianeras, suelo y cubierta, no son relevantes para este análisis, puesto que el objetivo principal del mismo, es el de aplicar al edificio diversas envolventes para ver cómo se comporta térmicamente y que calificación energética se obtendría con cada una de ellas.

Por lo que las envolventes propias del edificio seleccionado no son relevantes.

Igual ocurre con la tipología de los huecos de fachada.

Sí que nos interesan las dimensiones de los huecos y el porcentaje de estos respecto a los metros de fachada total, pero inicialmente es indiferente el tipo de vidrio que contienen al igual que el tipo de carpintería que los sustentan, puesto que estas tipologías se aplicaran e irán modificando según convengan.

Si es cierto que se ha elegido un edificio con una cantidad de huecos corriente, todos ellos menos los huecos de cocina, con caja de persiana y libres de sobras, como es habitual en la mayoría de construcciones, de la misma manera que sus dimensiones.

A continuación se muestra un cuadro de superficies y elementos comunes, un segundo cuadro de las superficies útiles de los recintos principales que conforman cada tipo de vivienda y un tercer cuadro, que servirá de ayuda para el cálculo de renovaciones, según el CTE-HS3.

### CUADRO DE SUPERFICIES DEL EDIFICIO

<b>CUADRO DE SUPERFICIES</b>					
<b>Nº</b>	<b>VIVIENDAS</b>	<b>SUP. UTIL</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>SUP. UTIL +EC</b>	<b>M<sup>2</sup></b>
1	TIPO A	57,06	m <sup>2</sup>	68,64	m <sup>2</sup>
1	TIPO B	57,57	m <sup>2</sup>	69,25	m <sup>2</sup>
1	TIPO C	66,53	m <sup>2</sup>	80,03	m <sup>2</sup>
1	TIPO D	54,42	m <sup>2</sup>	65,46	m <sup>2</sup>
1	TIPO E	58,94	m <sup>2</sup>	70,90	m <sup>2</sup>
1	TIPO F	59,63	m <sup>2</sup>	71,73	m <sup>2</sup>
1	TIPO G	77,07	m <sup>2</sup>	92,70	m <sup>2</sup>
1	TIPO H	54,42	m <sup>2</sup>	65,46	m <sup>2</sup>
1	TIPO I	58,94	m <sup>2</sup>	70,90	m <sup>2</sup>
1	TIPO J	59,63	m <sup>2</sup>	71,73	m <sup>2</sup>
1	TIPO K	77,07	m <sup>2</sup>	92,70	m <sup>2</sup>
1	TIPO L	63,69	m <sup>2</sup>	76,93	m <sup>2</sup>
1	TIPO M	69,57	m <sup>2</sup>	83,68	m <sup>2</sup>
1	TIPO N	76,52	m <sup>2</sup>	92,04	m <sup>2</sup>
1	TIPO Ñ	88,14	m <sup>2</sup>	106,20	m <sup>2</sup>
<b>ELEMENTOS COMUNES</b>		199,15	m <sup>2</sup>	-	-
<b>SUBTOTAL VIVIENDAS</b>		979,20	m <sup>2</sup>	-	-
<b>TOTAL</b>		1.178,35	m <sup>2</sup>	1.178,35	m <sup>2</sup>

Este es un cuadro de superficies útiles, tanto de cada vivienda, como de los elementos comunes que corresponden a cada una de ellas, así como lo elementos comunes del edificio.

En este segundo cuadro que se muestra a continuación, se encuentran las superficies por vivienda de los recintos relevantes de la misma.

Se entiende en este caso como recintos relevantes, los que serán necesarios saber su superficie útil e unidades, para el cálculo del número de renovaciones según CTE-HS3, en la aplicación informática.

Como tercero cuadro, se realiza un agrupamiento por los tipos de vivienda del edificio que tienen en común el número de recintos, y la superficie de cocina.

### CUADRO DE SUPERFICIES POR VIVIENDA Y RECINTOS

<b>CUADRO DE SUPERFICIES</b>						
<b>VIVIENDAS</b>		<b>SUPERFICIES (M<sup>2</sup>)</b>				
<b>Nº</b>	<b>TIPO</b>	<b>COMEDOR</b>	<b>DORMITORIO DOBLE</b>	<b>DORMITORIOS SENCILLOS</b>	<b>BAÑOS</b>	<b>COCINA</b>
1	<b>TIPO A</b>	16,01	10,43	5,94	5,05/4,01	7,30
1	<b>TIPO B</b>	16,51	9,41	6,48	5,80	7,30
1	<b>TIPO C</b>	16,72	11,69	9,84	4,34/3,01	6,93
1	<b>TIPO D</b>	17,17	10,30	6,01	3,81	6,16
1	<b>TIPO E</b>	18,31	9,54	6,48	5,80	7,30
1	<b>TIPO F</b>	18,31	9,74	6,48	5,80	7,30
1	<b>TIPO G</b>	16,72	11,52	8,19/9,30	4,34/3,01	6,95
1	<b>TIPO H</b>	17,17	10,30	6,01	3,81	6,16
1	<b>TIPO I</b>	18,31	9,54	6,48	5,80	7,30
1	<b>TIPO J</b>	18,31	9,74	6,48	5,80	7,30
1	<b>TIPO K</b>	16,72	11,52	8,19/9,30	4,34/3,01	6,95
1	<b>TIPO L</b>	17,30	10,30	6,01	3,81	6,16
1	<b>TIPO M</b>	18,31	9,54	6,48	5,80	7,30
1	<b>TIPO N</b>	18,31	9,74	6,48	5,80	7,30
1	<b>TIPO Ñ</b>	16,72	11,52	8,19/9,30	4,34/3,01	6,95

### CUADRO RENOVACIONES CTE-HS3

<b>CUADRO PARA AYUDA DEL CÁLCULO DE RENOVACIONES (CTE-HS3)</b>								
<b>TIPO</b>	<b>Nº VIV.</b>	<b>TIPO DE VIVIENDA</b>	<b>Nº DORM DOBL &gt; 8M<sup>2</sup></b>	<b>Nº DORM SEN. &gt; 6M<sup>2</sup></b>	<b>Nº ESTAR-COM &gt; 16M<sup>2</sup></b>	<b>Nº BAÑOS</b>	<b>Nº COCINAS</b>	<b>SUP. M<sup>2</sup> COCINA</b>
<b>TIPO A</b>	1	A	1	1	1	2	1	7,3
<b>TIPO B</b>	4	C/G/K/Ñ	1	1	1	2	1	6,95
<b>TIPO C</b>	7	B/E/F/I/J/M/N	1	1	1	1	1	5,8
<b>TIPO D</b>	3	D/H/L	1	1	1	1	1	6,18

A continuación se muestran los cuadros de superficies de huecos por fachada, porcentajes de huecos sobre fachada, y la designación del grupo que se crea para la introducción de las dimensiones de los huecos en el programa "CERMA"

### CUADROS DE HUECOS DE FACHADAS

<b>FACHADA PRINCIPAL - B</b>				
<b>GRUPO</b>	<b>UD</b>	<b>ALTURA</b>	<b>ANCHURA</b>	<b>SUP. M<sup>2</sup></b>
G9	3	2,10	1,50	9,45
G10	3	2,10	1,50	9,45
G11	4	2,10	1,00	8,40
G12	4	2,10	2,85	23,94
G13	4	2,10	2,85	23,94
G14	4	2,10	1,00	8,40
G15	3	2,10	1,50	9,45
G16	3	2,10	2,54	16,00
G17	1	2,10	1,50	3,15
G18	1	2,10	3,00	6,30
G19	1	2,10	1,50	3,15
G20	1	2,10	1,50	3,15
G23	4	0,80	0,80	2,56
G24	4	0,80	0,80	2,56
G29	3	1,10	1,20	3,96
G30	3	1,10	1,20	3,96
G31	1	2,10	1,20	2,52
G32	1	2,10	1,20	2,52
G34	1	2,10	0,92	1,93
G35	1	2,10	0,92	1,93
G36	1	2,10	0,92	1,93
<b>Nº HUECOS</b>	<b>51</b>	<b>SUP TOTAL HUECOS M<sup>2</sup></b>		<b>148,66</b>
				<b>SUP. TOTAL FACHADA M<sup>2</sup></b>
				<b>421,34</b>
				<b>% HUECOS</b>
				<b>35,28</b>



<b>FACHADA PRINCIPAL - A</b>					
GRUPO	UD	ALTURA	ANCHURA	SUP. M <sup>2</sup>	
G1	3	2,10	2,54	16,00	
G1B	1	2,10	2,54	5,33	
G2	4	2,10	1,00	8,40	
G3	4	2,10	2,80	23,52	
G4	4	2,10	1,00	8,40	
G5	3	2,10	1,50	9,45	
G6	3	2,10	1,50	9,45	
G7	1	2,10	1,50	3,15	
G8	1	2,10	1,50	3,15	
G28	4	1,10	1,50	6,60	
G33	1	2,10	0,92	1,93	
G38	1	2,10	0,92	1,93	
<b>Nº HUECOS</b>	<b>30</b>	<b>SUP TOTAL HUECOS M<sup>2</sup></b>		<b>97,32</b>	
				<b>SUP. TOTAL FACHADA M<sup>2</sup></b>	<b>294,59</b>
				<b>% HUECOS</b>	<b>33,04</b>

<b>FACHADA - C</b>					
GRUPO	UD	ALTURA	ANCHURA	SUP. M <sup>2</sup>	
G25	4	1,10	1,50	6,60	
G22	4	1,10	1,50	6,60	
G37	1	2,10	0,92	1,93	
<b>Nº HUECOS</b>	<b>9</b>	<b>SUP TOTAL HUECOS M<sup>2</sup></b>		<b>15,13</b>	
				<b>SUP. TOTAL FACHADA M<sup>2</sup></b>	<b>109,67</b>
				<b>% HUECOS</b>	<b>13,80</b>

<b>FACHADA - D</b>					
GRUPO	UD	ALTURA	ANCHURA	SUP. M <sup>2</sup>	
G21	4	1,10	1,10	4,84	
G26	4	1,00	1,00	4,00	
G27	4	1,00	1,00	4,00	
G39	1	2,10	0,92	1,93	
G40	1	2,10	0,92	1,93	
<b>Nº HUECOS</b>	<b>14</b>	<b>SUP TOTAL HUECOS M<sup>2</sup></b>		<b>16,70</b>	
				<b>SUP. TOTAL FACHADA M<sup>2</sup></b>	<b>117,96</b>
				<b>% HUECOS</b>	<b>14,16</b>

Estos son los cuadros resumen y totales de las superficies del edificio y porcentajes de huecos, así como un segundo cuadro de las dos fachadas exteriores principales, que son las de mayor importancia en el análisis del edificio.

DATOS TOTALES DEL EDIFICIO			
N °HUECOS	104	SUPERFICIE HUECOS M <sup>2</sup>	277,81
		SUP TOTAL FACHADA M <sup>2</sup>	943,56
		% HUECOS	29,44

FACHADAS PRINCIPALES EXTERIORES A-B			
N °HUECOS	81	SUP TOTAL HUECOS M <sup>2</sup>	245,98
		SUP. TOTAL FACHADA M <sup>2</sup>	715,93
		% HUECOS	34,36

### 1.9 NORMATIVA ENERGETICA DE APLICACIÓN

Al presente trabajo le es de aplicación la siguiente normativa energética:

- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el “Código Técnico de la Edificación”. Texto refundido con modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008 en su Documento Básico de Ahorro de Energía.
- Real Decreto 47/2007, de 19 enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción
- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

### 1.10 TERMINOLOGIA

**Absortividad:** Fracción de la radiación solar incidente a una superficie que es absorbida por la misma. La absortividad va de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

**Bienestar térmico:** Condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

**Cerramiento:** Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

**Componentes del edificio:** Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su envolvente edificatoria: cerramientos, huecos y puentes térmicos.

**Condiciones higrotérmicas:** Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

**Demanda energética:** Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la

zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

Edificio de referencia: Edificio obtenido a partir del edificio objeto, cuya demanda energética debe ser mayor, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración, que la del edificio objeto. Se obtiene a partir del edificio objeto sustituyendo los cerramientos por otros que cumplen los requisitos de la opción simplificada.

Edificio objeto: Edificio del que se quiere verificar el cumplimiento de la reglamentación.

Emisividad: Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

Envolvente edificatoria: Se compone de todos los cerramientos del edificio.

Envolvente térmica: Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Espacio habitable: Espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Espacio habitable de baja carga interna: Espacio donde se disipa poco calor. Comprende principalmente los recintos destinados a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas. En el caso de espacios no destinados a viviendas, el proyectista estimará si el calor disipado por las fuentes internas en el interior del espacio se puede asimilar a la que se podría producir si fuera un espacio de vivienda, por ejemplo, una pequeña sala de estar de una residencia de ancianos podría tener las mismas fuentes internas que un salón de una vivienda.

Espacio no habitable: Espacio formado por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

Exceso de humedad interior: Cociente entre la cantidad media de producción de humedad producida en el interior de un espacio (kg/h) y el producto de la tasa de renovación de aire por el volumen del mismo (m<sup>3</sup>/h). El exceso de humedad interior se expresa en kg/m<sup>3</sup>.

Lucernario: Cualquier hueco situado en una cubierta, por tanto su inclinación será menor de 60° respecto a la horizontal.

Factor de sombra: Es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.

Factor de temperatura de la superficie interior: Es el cociente entre la diferencia de temperatura superficial interior y la del ambiente exterior y la diferencia de temperatura del ambiente interior y exterior.

Factor solar: Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

Factor solar modificado: Producto del factor solar por el factor de sombra. Grados-día: Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.

Hueco: Es cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

Humedad relativa: Es la fracción de la presión de saturación que representa la presión parcial del vapor de agua en el espacio o ambiente exterior en estudio. Se tiene en cuenta en el cálculo de las condensaciones, superficiales e intersticiales en los cerramientos.

Material: Parte de un producto si considerar su modo de entrega, forma y dimensiones, sin ningún revestimiento o recubrimiento.

Parámetro característico: Los parámetros característicos son las magnitudes que se suministran como datos de entrada a los procedimientos de cumplimentación, tanto el simplificado como el general.

Partición interior: Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

Permeabilidad al aire: Es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m<sup>3</sup>/h, en función de la diferencia de presiones.

Permeabilidad al vapor de agua: Es la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de superficie de material de espesor unidad cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad.

Porcentaje de huecos: Fracción del área total de la fachada ocupada por los huecos de la misma, expresada en porcentaje.

Producto: Forma final de un material listo para su uso, de forma y dimensiones dadas y que incluye cualquier recubrimiento o revestimiento.

Puente térmico: Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación, que se tendrán en cuenta en el análisis, se clasifican en:

- a) puentes térmicos integrados en los cerramientos:
  - i) pilares integrados en los cerramientos de las fachadas;
  - ii) contorno de huecos y lucernarios;
  - iii) cajas de persianas;
  - iv) otros puentes térmicos integrados;
- b) puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:
  - i) frentes de forjado en las fachadas;
  - ii) uniones de cubiertas con fachadas;
    - cubiertas con pretil;
    - cubiertas sin pretil;
  - iii) uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno;

- unión de fachada con losa o solera;
  - unión de fachada con muro enterrado o pantalla;
- iv) esquinas o encuentros de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior respecto se subdividen en:
- esquinas entrantes;
  - esquinas salientes;
- c) encuentros de voladizos con fachadas;
- d) encuentros de tabiquería interior con fachadas.

Recinto habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;
- g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Recinto no habitable: Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

Régimen de invierno: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de calefacción.

Régimen de verano: Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de refrigeración.

Severidad climática: La severidad climática de una localidad es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En el reglamento HE-1 se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y una para invierno.

Temporada de calefacción: En la presente sección se extiende, como mínimo, de diciembre a febrero.

Temporada de refrigeración: En la presente sección se extiende de junio a septiembre.

Transmitancia térmica: Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

Conductividad térmica: Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por espesor y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del material que se considera.

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. Se consideran unidades de uso diferentes entre otras, las siguientes:

En edificios de vivienda, cada una de las viviendas.

En hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos.

En edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

Zona climática: En esta Sección se definen 12 zonas climáticas en función de las severidades climáticas de invierno (A, B, C, D, E) y verano (1, 2, 3, 4) de la localidad en cuestión. Se excluyen las combinaciones imposibles para la climatología española.

### 1.11 NOTACIONES Y UNIDADES

$A$	Absortividad, adimensional
$\beta$	Angulo de inclinación de lamas horizontales, grados sexagesimales
$\phi$	Humedad relativa, en %
$\phi_e$	Humedad relativa exterior, en %
$\phi_i$	Humedad relativa interior, en %
$\theta_n$	Temperatura en la capa n, en °C
$\theta_e$	Temperatura exterior, en °C
$\theta_i$	Temperatura interior, en °C
$\theta_{si}$	Temperatura superficial interior, en °C
$\theta_{si,min}$	Temperatura superficial interior mínima aceptable, en °C
$\theta_{se}$	Temperatura superficial exterior, en °C
$\lambda$	Conductividad térmica, en W/m.K
$\rho$	Densidad, en Kg/m <sup>3</sup>
$\mu$	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, adimensional
$\sigma$	Angulo de orientación de lamas verticales, grados sexagesimales
$\tau$	Transmitancia de tejido en toldos, adimensional
$c_p$	Calor específico, en J/Kg.K
$A$	Área de la solera o losa, m <sup>2</sup>
$D$	Ancho de banda de aislamiento, en m
$G$	Ritmo de producción de la humedad interior, en kg/h
$\Delta v$	Exceso de humedad interior $v_i - v_e$ , en kg/m <sup>3</sup>
$\Delta p$	Exceso de presión de vapor interior $P_i - P_e$ , en Pa
$n$	Tasa de renovación de aire, en h <sup>-1</sup>
$R_v$	Constante de gas para el agua = 462 Pa m <sup>3</sup> / (K kg)
$T$	Temperatura en K
$f_{Rsi}$	Factor de temperatura de la superficie interior, adimensional
$f_{Rsi,min}$	Factor de temperatura de la superficie interior mínimo, adimensional

F	Factor solar modificado
FS	Factor de sombra, adimensional
FH	Factor solar modificado de huecos
FL	Factor solar modificado de lucernarios
FHlim	Factor solar modificado límite de huecos
FFlim	Factor solar modificado límite de lucernarios
FHm	Factor solar modificado medio de huecos
FLm	Factor solar modificado medio de lucernarios
FM	Fracción de marco
$g_{\perp}$	Factor solar de la parte transparente de un hueco, para radiación solar a incidencia normal, a dimensional
P	Presión de vapor del aire, en Pa
Pe	Presión de vapor del aire exterior, en Pa
Pi	Presión de vapor del aire interior, en Pa
Pn	Presión de vapor del aire en la capa n, en Pa
Psat	Presión de vapor de saturación, en Pa
Rn	Resistencia térmica de la capa n de un cerramiento, en m <sup>2</sup> K/ W
Rm	Resistencia térmica del muro enterrado, en m <sup>2</sup> K/ W
Ra	Resistencia térmica del aislante en soleras o losas, en m <sup>2</sup> K/ W
Rse	Resistencia térmica superficial exterior, en m <sup>2</sup> K/ W
Rsi	Resistencia térmica superficial interior, en m <sup>2</sup> K/ W
Ru	Resistencia térmica para espacios no habitables, en m <sup>2</sup> K/ W
RT	Resistencia térmica total, en m <sup>2</sup> K/ W
Rg	Resistencia térmica de una cavidad de aire sin ventilar, en m <sup>2</sup> K/ W
Sdn	Espesor equivalente de la capa n de un cerramiento, en m
U	Transmitancia térmica, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UM	Transmitancia térmica de muros, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UMlim	Transmitancia térmica límite de muros, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UMm	Transmitancia térmica media de muros, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UC	Transmitancia térmica de cubiertas, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UClim	Transmitancia térmica límite de cubiertas, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UCm	Transmitancia térmica media de cubiertas, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UL	Transmitancia térmica de lucernarios, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UF	Transmitancia térmica de fachadas con un porcentaje de huecos >60%, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UH	Transmitancia térmica de huecos, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UHlim	Transmitancia térmica límite de huecos, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UHm	Transmitancia térmica media de huecos, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UH,v	Transmitancia térmica de la parte acristalada del hueco, en W/m <sup>2</sup> ·°K
UH,m	Transmitancia térmica del marco del hueco, en W/m <sup>2</sup> ·°K



---

UT	Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con el terreno, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
UTm	Transmitancia térmica media de cerramientos en contacto con el terreno, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
US	Transmitancia térmica de suelos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
USlim	Transmitancia térmica límite de suelos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
USm	Transmitancia térmica media de suelos, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
Uf	Transmitancia térmica de cerramientos en contacto con la cámara de aire, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
UP	Transmitancia térmica de particiones interiores, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
u	Coefficiente de transmisión térmica lineal para soleras y losas, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
e	Espesor de una capa, en m
e	Emisividad de una superficie, adimensional
E	Factor de emisividad entre las superficies, adimensional
ha	Coefficiente de conducción convección, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$
hro	Coefficiente de radiación para una superficie negra, en $W/m^2 \cdot ^\circ K$



## MEMORIA JUSTIFICATIVA

---

## 2. MEMORIA JUSTIFICATIVA

### 2.1 DISEÑO EXPERIMENTOS

Siendo los experimentos cada par de escenario y estrategia definido, el diseño de los estos será la composición obtenida del proceso de elección de los escenarios y la creación de las estrategias, para este análisis.

Una vez elegidos los escenarios y creadas las estrategias se define el cuadro de experimentos en fase 1º, siguiendo las pautas de lo expuesto, en este cuadro tipo como ejemplo.

#### CUADRO TIPO DE DISEÑO DE EXPERIMENTOS

<b>EXPERIMENTOS</b>					
		<b>ESCENARIOS</b>			
		<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>
<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>S1</b>	E1-S1	E2-S1	E3-S1	E4-S1
	<b>S2</b>	E1-S2	E2-S2	E3-S2	E4-S2
	<b>S3</b>	E1-S3	E2-S3	E3-S3	E4-S3
	<b>S4</b>	E1-S4	E2-S4	E3-S4	E4-S4
	<b>S5...</b>	E1-S5...	E2-S5...	E3-S5...	E4-S5..

### 2.2 ESCENARIOS

Siendo la combinación de todas las tendencias o valores de las variables exógenas o de escenario, se procede a la elección de los escenarios para este análisis.

#### 2.2.1 ELECCIÓN DE ESCENARIOS

Los escenarios elegidos para el análisis son cuatro, compuestos por las cuatro orientaciones de los 4 puntos cardinales, Norte, Sur, Este y Oeste, en la ciudad de Valencia.

Estos cuatro escenarios son fijos, y no atienden en el proceso, a ninguna acción directa sobre ellos, por lo que estarán presentes, sin ningún tipo de modificación, desde el inicio al final de del análisis.

## 2.2.2 CUADRO DE ESCENARIOS

### CUADRO DE ESCENARIOS

<b>ESCENARIOS</b>	
<b>E</b>	<b>TIPO</b>
<b>E1</b>	VALENCIA - ORIENTACIÓN NORTE
<b>E2</b>	VALENCIA - ORIENTACIÓN SUR
<b>E3</b>	VALENCIA - ORIENTACIÓN ESTE
<b>E4</b>	VALENCIA - ORIENTACIÓN OESTE

## 2.3 ESTRATEGIAS

Siendo la combinación de todas las tendencias o valores de las variables de control o de acción, las estrategias son elementos sobre los que se tiene el control del análisis.

De cómo se creen las estrategias, dependerá el tipo de análisis que se vaya a realizar, ya que estas son las que van a marcar el camino de este estudio, su profundidad, extensión, calidad, y la variedad de resultados que se obtengan, para realizar los análisis y conclusiones finales que se pretenden.

### 2.3.1 CREACIÓN DE ESTRATEGIAS

En primer lugar debemos saber que para la creación de cada una de las estrategias, debido a los diferentes valores que afectan sobre ellas, se han creado lo que denominamos parámetros, los cuales en su conjunto constituyen cada una de las estrategias.

Dichos parámetros son seis, cinco de los cuales son fijos en la primera fase de experimentos y uno es variable.

Los parámetros son:

- Envoltente de fachada exterior.
- Envoltente de fachada medianera, (adiabática).
- Huecos de fachada.
- Envoltente de cubierta.
- Envoltente de suelo.
- Equipos.

El parámetro variable de estos seis, es el de envoltente de fachada exterior, mientras que los cinco restantes son fijos durante toda la primera fase de experimentos.

Se esta manera el cuadro de estrategias tipo quedará de la siguiente manera:

### CUADRO TIPO DE ESTRATEGIAS

ESTRATEGIA S1, S2, S3, S4.....		
PARÁMETROS	U: W/ m <sup>2</sup> K	COMPOSICIÓN RESUMIDA
<b>FACHADA T1,2,3,4</b>	.....	<b>ENVOLVENTE FACHADA EXTERIOR - VARIABLE</b>
MEDIANERIA T1	.....	ENVOLVENTE FACHADA MEDIANERA - FIJO
HUECOS H1	.....	HUECOS - FIJO
CUBIERTA C1	.....	ENVOLVENTE CUBIERTA - FIJO
SUELO S1	.....	ENVOLVENTE SUELO - FIJO
EQUIPOS	.....	EQUIPOS- FIJO

En la fila de estrategia quedara designado el número o nombre de la estrategia. Esta estrategia estará conformada por sus seis parámetros, como se indican en el cuadro, con la transmitancia de cada parámetro y la composición resumida de cada unos de ellos.

El primer parámetro escrito en negrita será el variable, y como su nombre indica ira variando solo este en cada una de las estrategias, mientras que los 5 restantes inferiores serán fijos para los experimentos en primera fase.

Por lo tanto el parámetro variable es el que crea cada una de las diferentes estrategias de este análisis.

La única variante que no está incluida como parámetro en cada una de las estrategias que componen cada uno de los experimentos que se crean, son los puentes térmicos adoptados para cada experimento.

No se han incluido como un parámetro de estrategia, pero quedan enumerados y descritos en el subcapítulo "2.5 INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL PROGRAMA CERMA" en su subcapítulo "2.5.2 GLOBAL". En los subcapítulos indicados se describen y se indica en qué fase de experimentos se aplica cada uno de ellos.

#### 2.3.2 CREACIÓN DE PARÁMETROS DE ESTRATEGIA

Establecido el número y tipo de parámetros se procede a la creación de estos por separado para configurar finalmente todas las estrategias.

Cada parámetro que corresponde a un tipo de envolvente, huecos y equipos, está formado por todas las diferentes tipologías que se quieren crear, es decir las diferentes fachadas exteriores, medianeras, cubiertas, suelos, huecos y equipos que se crean para el análisis.

Los equipos que se crean en el parámetro de equipos, serán siempre los mismos y no cambiaran en ninguna fase de experimentos.

### 2.3.2.1 ENVOLVENTES DE FACHADA EXTERIOR

Para la creación de la envolvente de fachada exterior se han creado diferentes tipos de fachadas, caracterizadas por su hoja principal, a las que se les ha combinado diferentes aislamientos y espesores, con distintas hojas interiores, lo cual en su conjunto configura la totalidad de la fachada o envolvente exterior.

Cada una de las fachadas creadas será denominada “Fachada T1, T2, T3...”, y así sucesivamente, si fuesen creadas como nuevas en la base de datos, o con la denominación de la misma base de la fachada escogida, la cual al menos dispondrá en su nombre de la palabra fachada y una numeración.

Para la creación de este parámetro se han elegido las diferentes fachadas que a continuación se describen y que son las que se quieren analizar:

- Fachadas de ladrillo caravista, LCV.
- Fachadas de ladrillo triple hueco, LH3.
- Fachadas de muro de carga, 2 pies-1+1/2 pie, LP.
- Fachadas de bloque de hormigón, BH.
- Fachadas prefabricadas de hormigón, PHA.
- Fachadas ligeras trasventiladas, FL.

Tomando como base principal estas cinco tipologías de envolventes de fachada, se crean todos los tipos de fachadas que compondrán este parámetro de fachada exterior.

Subdivididas las fachadas por tipos, se elabora un proceso de creación de fachadas sencillo, en relación a las diferentes tipologías de fachadas que se tiene interés de estudiar inicialmente.

De esta manera aplicaremos la misma sistemática a cada uno de los tipos de fachadas, para que la creación de las mismas tenga un orden lógico, e incluso después de haber sido creadas, se puedan comparar estas entre sí obtenidos sus datos de transmitancias térmicas.

Esta sistemática de creación de fachadas, son unas directrices principales que se llevan a cabo principalmente, pero que pueden tener alguna variación dependiendo, de que en algún caso, por las características de la fachada, no se puedan aplicar en su totalidad o tengan alguna variación.

Aun así marcan la línea general de creación de fachadas.

El proceso principal de creación de las fachadas es el que se describe a continuación:

En primer lugar se elige la fachada tipo inicial, “(ejem.: Fachada T1)”, con sus hojas características, en la que se irá variando el tipo de aislante, espesor del mismo, y algunas otras modificaciones singulares en hojas interiores y cámara de aire, que se describen a continuación:

0º Creación de fachada inicial tipo. (Sobre la cual se trabaja modificando aislantes, etc.).

1º- Aislante inicial en fachada tipo: PUR proyección con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de 4 cm, muy utilizada como aislante.

Variaciones sobre la fachada inicial tipo:

2º -EPS, Poliestireno expandido de la mayor conductividad térmica de la base de datos y un espesor de 4 cm.

3º-Se aumenta el espesor del EPS, poliestireno expandido de 4 a 8 cm.

4º-Se sustituye el EPS, poliestireno expandido por uno de menor conductividad térmica en la base de datos, de 4 cm de espesor.

5º- Se aumenta el espesor del EPS, poliestireno expandido de 4 a 8 cm.

6º-Se sustituye el EPS, poliestireno expandido por uno de menor conductividad térmica, de 4 cm de espesor. (Este aislante es ya, el de menor conductividad térmica del material en la base de datos).

7º- Se aumenta el espesor del poliestireno expandido de 4 a 8 cm.

8º-Se elige uno de los aislantes de menor conductividad térmica de la base de datos, XPS expandido con hidrofluorcarbonos HFC, con 4 cm de espesor.

9º- Se aumenta el espesor del XPS expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de 4 cm a 8 cm.

10º-Al aislante de menor conductividad térmica y mayor espesor aplicado hasta el momento, se le sustituye la cámara de aire no ventilada por una ligeramente ventilada.

11º-Al aislante XPS expandido con hidrofluorcarbonos HFC, de menor conductividad térmica aplicada hasta el momento, se le aumenta el espesor de 8 cm a 10 cm, con cámara de aire no ventilada. (Teniendo la fachada con menor conductividad térmica en aislamiento y mayor espesor).

12º-A la fachada anterior se le sustituye la cámara de aire no ventilada por una ventilada ligeramente.

13º A la fachada con el aislamiento de menor conductividad térmica y mayor espesor, se le elimina la hoja de cámara de aire.

Estos 13 pasos van a ser las directrices principales que se aplican a la creación de las diferentes fachadas.

A continuación se describen las fachadas creadas dentro de cada tipología de fachada:

- Fachada de ladrillo caravista, LCV:

Se comienza con una tipología inicial de ladrillo caravista la cual es:

✓ Fachada T1:

½ pie de ladrillo caravista, enfoscado interiormente con mortero de cemento con un espesor de 1.5 cm.

Esta hoja exterior revestida interiormente con el mortero de cemento es la base de este parámetro.

En primer caso se le aplica como aislante 4 cm de PUR proyección de CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de 0.032 W/mK de conductividad térmica, ( $\lambda$ ), con una cámara de aire sin ventilar posterior de 5 cm, más un tabicón de ladrillo hueco doble del 7, (LH7), y para finalizar un enlucido de yeso sobre el tabicón de 1.5 cm de espesor.

De esta manera queda creada la fachada tipo T1.

Sobre esta fachada inicial se aplican los diferentes pasos descritos anteriormente, para crear los diferentes tipos de fachadas de este parámetro.

✓ Fachada T2:

Sobre esta fachada se sustituye el PUR proyectado de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, por poliestireno expandido, EPS, de 4 cm de espesor y  $\lambda$ : 0.046 W/mK, manteniendo el resto de hojas de la fachada anterior, siendo elegido el EPS de mayor " $\lambda$ " de la base de datos.

✓ Fachada T3:

En esta fachada se mantienen todas las hojas anteriores y tan solo se aumenta el espesor del aislante, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 4 cm a 8 cm.

✓ Fachada T4:

Se mantienen todas las hojas y tan solo se sustituye el aislante de la fachada anterior, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 8 cm, por el EPS de " $\lambda$ ", de valor inmediatamente inferior, siendo este  $\lambda$ : 0.037 W/mK y de 4 cm de espesor.

✓ Fachada T5:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T6:

Se mantienen todas las hojas y tan solo se sustituye el aislante de la fachada anterior, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK, de 8 cm, por el EPS de  $\lambda$  de valor inmediatamente inferior, siendo el más bajo de este material en la base de datos, con un valor de  $\lambda$ : 0.029 W/mK y de 4 cm de espesor.

✓ Fachada T7:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T8:

Se mantienen todas las hojas y se sustituye el anterior aislamiento, EPS poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 8 cm de espesor, por uno de los que contiene una menor conductividad térmica en la base de datos, siendo este XPS, expandido con hidrofluorcarbonos HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, aplicándose con un espesor de 4 cm.

✓ Fachada T9:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T9A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada T9, cambiando la cámara de aire no ventilada, por una ligeramente ventilada.

✓ Fachada T10:

Se mantienen las mismas hojas de la fachada anterior, con cámara de aire sin ventilar y se aumenta el aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 8 cm a 10 cm de espesor.

En este caso tenemos, en este tipo de fachada, unos de los aislantes de menor conductividad térmica, con el mayor espesor de 10 cm configurado hasta este punto.

A continuación se realizan dos variables con el mismo aislante y espesor del mismo, sobre la cámara de aire.

✓ Fachada T10A:

En la primera variable de la fachada T10, se mantienen todas las hojas de la fachada anterior, con el mayor aislante en espesor y menos conductividad térmica seleccionado, pero sustituyendo la cámara de aire no ventilada por cámara de aire ligeramente ventilada.

✓ Fachada T10B:

Este tipo de fachada es igual que el anterior pero eliminando la cámara de aire.

✓ Fachada T11:

En esta fachada se sustituyen las hojas húmedas interiores de LH7 y enlucido de yeso, por tabiquería seca, quedando configurada la fachada con la siguiente tipología inicial:

½ pie de ladrillo cara vista, con enfoscado interior de mortero de cemento de 1.5 cm de espesor, más cámara de aire no ventilada de 5 cm, y una estructura de tabiquería seca de 50 cm, que alberga un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK de 4 de espesor, y dos placas de yeso laminado de 1.3 cm cada una.

De esta manera queda estructurada esta nueva fachada, en vez de con tabiquería húmeda, con seca de pladur, en estructura de 50 mm, con un aislante de conductividad térmica y espesor similar al de la primera fachada T1, con la tabiquería húmeda, creando una similitud entre dos fachadas con la misma base exterior pero con terminaciones interiores diferentes.

Y de la misma forma que se han creado las diferentes fachadas a partir de una inicial, se crean ahora las que prosiguen, con la misma filosofía que se aplicó anteriormente sobre la fachada T1.

✓ Fachada T12:

Se mantienen las mismas hojas de la fachada anterior, aumentando el espesor del aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, de 4 cm a 8 cm de espesor, el cual queda configurado dentro de una estructura de tabiquería seca de 70 mm.

✓ Fachada T13:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, por el de valor, en conductividad térmica, inmediatamente inferior en la base de datos, siendo este el de MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, y con un espesor de 4 cm.

✓ Fachada T14:

Se mantienen todas las hojas de la fachada y se aumenta el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor, pasando de una estructura de tabiquería seca de 50 mm a 70 mm.

✓ Fachada T15:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, por el de valor, en conductividad térmica, inmediatamente inferior en la base de datos, siendo este el de MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, y con un espesor de 4 cm. (Este aislante es el de menor conductividad térmica del material en la base de datos).

✓ Fachada T16:

Se mantienen todas las hojas de la fachada y se aumenta el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor.

Esta fachada contiene una estructura de 70 mm, con el aislante de menor conductividad térmica de la base de datos, y de espesor 8 cm, entendiéndose que es la hoja de tabiquería seca de mejores condiciones que se aplicara en este tipo de fachada, no aumentando su espesor.

✓ Fachada T16A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior, añadiendo una hoja de aislante inmediatamente después del enfoscado de mortero de cemento de la hoja de ladrillo cara vista. Dicho aislante es el de menor conductividad de la base de datos de, XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, con 4 cm de espesor.

✓ Fachada T16B:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, aumentando el aislante de XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm a 6 cm de espesor.

✓ Fachada T17:

De la fachada anterior se mantienen todas las hojas, eliminando el aislamiento de XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, y aumentando el aislamiento de la tabiquería seca de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 8 a 10 cm de espesor, transformándose esta hoja de una estructura de 70 mm, a otra de 100 mm.

En esta fachada disponemos de la estructura de pladur de mayor espesor 100 mm, con el aislante igualmente de mayor espesor y menor conductividad térmica aplicado, de la base de datos.

✓ Fachada T17A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior y se sustituye la cámara de aire por un aislante de baja conductividad térmica, siendo el XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, con 4 cm de espesor.

De esta manera eliminamos el espacio de la cámara de la cámara de aire, que aporta mayor transmitancia térmica a la fachada, que el aislante seleccionado.

✓ Fachada T17B:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior aumentando el espesor del aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 a 6 cm.

✓ Fachada T18:

En esta fachada, sobre la anterior, se elimina el aislante que había sustituido a la cámara de aire, y sin hoja de cámara de aire, y se aumenta la hoja de tabiquería de pladur de 70 mm a 150 mm, con un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm de espesor.

En esta fachada se tiene la hoja de tabiquería seca de mayor espesor, 150 mm, con el aislamiento de menor conductividad térmica de la lana mineral, en la base de datos, y se ha eliminado la cámara de aire para compensar el aumento del espesor de la fachada.

✓ Fachada T18A:

En esta fachada, se mantienen las mismas hojas que en la anterior, pero la estructura de pladur de 150 mm se forma con una doble estructura de 100 mm + 50 mm, colocando dos placas de yeso laminado de 1,3 mm cada una, entre la estructura de 100 mm y 50 mm, y otras dos sobre la cara exterior de la segunda estructura.

De esta manera, el espesor del aislamiento sobre la fachada anterior es el mismo, y lo único que se ha hecho es partir la estructura para añadir dos placas más de yeso laminado, teniendo 4 placas en total, dos más que en la fachada anterior.

- Fachada de ladrillo hueco triple, LH3:

Se comienza con una tipología inicial de ladrillo hueco triple la cual es:

✓ Fachada T19:

Ladrillo hueco triple, con enfoscado de mortero de cemento exterior e interior de 1.5 cm de espesor.

Esta hoja exterior de LH3, revestida exterior e interiormente con el mortero de cemento es la base de este parámetro.

En primer caso se le aplica como aislante 4 cm de PUR, proyección con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de 0.032 W/mK de conductividad térmica, ( $\lambda$ ), con una cámara de aire sin ventilar posterior de 5 cm, más un tabicón de ladrillo hueco doble del 7, (LH7), y para finalizar un enlucido de yeso sobre el tabicón de 1.5 cm de espesor.

De esta manera queda creada la fachada tipo T19, la cual es la tipología inicial de este tipo de fachada.

Sobre esta fachada inicial se aplican los diferentes pasos descritos anteriormente, para crear los diferentes tipos de fachadas de este parámetro.

✓ Fachada T20:

Sobre esta fachada se sustituye la espuma de poliuretano, PUR, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, por poliestireno expandido, EPS, de 4 cm de espesor y  $\lambda$ : 0.046 W/mK, manteniendo el resto de hojas de la fachada anterior, siendo elegido el EPS de mayor " $\lambda$ " de la base de datos.

✓ Fachada T21:

En esta fachada se mantienen todas las hojas anteriores y tan solo se aumenta el espesor del aislante, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 4 cm a 8 cm.

✓ Fachada T22:

Se mantienen todas las hojas y tan solo se sustituye el aislante de la fachada anterior, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 8 cm, por el EPS de  $\lambda$  de valor inmediatamente inferior, siendo este  $\lambda$ : 0.037 W/mK y de 4 cm de espesor.

✓ Fachada T23:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T24:

Se mantienen todas las hojas y tan solo se sustituye el aislante de la fachada anterior, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK, de 8 cm, por el EPS de “ $\lambda$ ”, de valor inmediatamente inferior, siendo el más bajo de este material en la base de datos, con un valor de  $\lambda$ : 0.029 W/mK y de 4 cm de espesor.

✓ Fachada T25:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T26:

Se mantienen todas las hojas y se sustituye el anterior aislamiento, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 8 cm de espesor, por uno de los que contiene una menor conductividad térmica en la base de datos, siendo este XPS, expandido con hidrocarburos HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, aplicándose con un espesor de 4 cm.

✓ Fachada T27:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T28:

Se mantienen todas las hojas de la fachada T27, y se aumenta el aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 8 cm a 10 cm de espesor.

✓ Fachada T28A:

Se mantienen las mismas hojas de la fachada anterior, con el mismo aislante y espesor del mismo, eliminando la cámara de aire.

En este caso tenemos, en este tipo de fachada, unos de los aislantes de menor conductividad térmica, con el mayor espesor de 10 cm configurado hasta este punto, en el que se ha eliminado la cámara de aire, para reducir el espesor de la fachada, ya que esta no aporta una reducción relevante de la transmitancia de la fachada.

✓ Fachada T29:

En esta fachada se sustituyen las hojas húmedas interiores de LH7 y enlucido de yeso, por tabiquería seca, quedando configurada la fachada con la siguiente tipología inicial:

Ladrillo hueco triple, con enfoscado exterior e interior de mortero de cemento de 1.5 cm de espesor, más cámara de aire no ventilada de 5 cm, y una estructura de tabiquería seca de 50 cm que alberga un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK de 4 de espesor, y dos placas de yeso laminado de 1.3 cm cada una.

De esta manera queda estructurada esta nueva fachada, en vez de con tabiquería húmeda, con seca de pladur en estructura de 50 mm, con un aislante de conductividad térmica y espesor similar al de la primera fachada T20, con la tabiquería húmeda, creando una similitud entre dos fachadas con la misma base exterior pero con terminaciones interiores diferentes.

Y de la misma forma que se han creado las diferentes fachadas a partir de una inicial, se crean ahora las que prosiguen, con la misma filosofía que se aplicó anteriormente sobre la fachada T20.

✓ Fachada T30:

Se mantienen las mismas hojas de la fachada anterior, aumentando el espesor del aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, de 4 cm a 8 cm de espesor, el cual queda configurado dentro de una estructura de tabiquería seca de 70 mm.

✓ Fachada T31:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, por el de valor, en conductividad térmica, inmediatamente inferior en la base de datos, siendo este el de MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, y con un espesor de 4 cm, en una estructura de pladur de 50 mm.

✓ Fachada T32:

Se mantienen todas las hojas de la fachada y se aumenta el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor, pasando de una estructura de tabiquería seca de 50 mm a 70 mm.

✓ Fachada T33:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, por el de valor, en conductividad térmica, inmediatamente inferior en la base de datos, siendo este el de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, y con un espesor de 4 cm. (Este aislante es el de menor conductividad térmica del material en la base de datos).

✓ Fachada T34:

Se mantienen todas las hojas de la fachada y se aumenta el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor.

Esta fachada contiene una estructura de 70 mm, con el aislante de menor conductividad térmica de la base de datos, y de espesor 8 cm, entendiéndose que es la hoja de tabiquería seca de mejores condiciones que se aplicara en este tipo de fachada, no aumentando su espesor.

✓ Fachada T34A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior, sustituyendo la cámara de aire por uno de los aislantes de menor conductividad de la base de datos de, XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, con 4 cm de espesor.

✓ Fachada T34B:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, aumentando el aislante de XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm a 6 cm de espesor.

✓ Fachada T35:

De la fachada anterior se mantienen todas las hojas, eliminando el aislamiento de XPS, expandido con hidrocarburos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, y aumentando el aislamiento de la tabiquería seca de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 8 a 10 cm de espesor, transformándose esta hoja de una estructura de 70 mm, a otra de 100 mm.

En esta fachada disponemos de la estructura de pladur de mayor espesor 100 mm, con el aislante igualmente de mayor espesor y menor conductividad térmica aplicado, de la base de datos.

✓ Fachada T35A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior y se sustituye la cámara de aire por un aislante de baja conductividad térmica, siendo el XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, con 4 cm de espesor.

De esta manera eliminamos el espacio de la cámara de la cámara de aire que aporta mayor transmitancia térmica a la fachada, que el aislante seleccionado.

✓ Fachada T35B:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior aumentando el espesor del aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 a 6 cm.

✓ Fachada T36:

En esta fachada, sobre la anterior, se elimina el aislante que había sustituido a la cámara de aire, y sin hoja de cámara de aire, se aumenta la hoja de tabiquería de pladur de 70 mm a 150 mm, con un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm de espesor.

En esta fachada se tiene la hoja de tabiquería seca de mayor espesor, 150 mm, con el aislamiento de menor conductividad térmica de la lana mineral, en la base de datos, y se ha eliminado la cámara de aire para compensar el aumento del espesor de la fachada.

✓ Fachada T36A:

En esta fachada se mantienen las mismas hojas que en la anterior, pero la estructura de pladur de 150 mm se forma con una doble de 100 + 50 mm, colocando dos placas de yeso laminado de 13 mm cada una, entre la estructura de 100 y 50 mm, y otras dos sobre la cara de la segunda estructura.

De esta manera, el espesor del aislamiento sobre la fachada anterior es el mismo, y lo único que se ha hecho es partir la estructura para añadir dos placas más de yeso laminado, teniendo 4 placas en total, dos más que en la fachada anterior.

✓ Fachada T37:

Se realiza una variante con este tipo de fachada, aplicando un revestimiento de piedra en la cara externa de la misma.

Por lo que la configuración principal de la fachada sería de:

Piedra caliza de 2 cm de espesor, aplicada sobre ladrillo hueco triple revestido exterior e interiormente con enfoscado de mortero de cemento de 1.5 cm,

En primer caso se le aplica como aislante 4 cm de PUR, proyección con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, 0.032 W/mK de conductividad térmica, ( $\lambda$ ), con una cámara de aire sin ventilar posterior de 5 cm, más un tabicón de ladrillo hueco doble del 7, (LH7), y para finalizar un enlucido de yeso sobre el tabicón de 1.5 cm de espesor.

Sobre esta fachada inicial se aplican los diferentes pasos descritos anteriormente para crear los diferentes tipos de fachadas de este parámetro.

✓ Fachada T38:

Sobre esta fachada se sustituye la espuma de poliuretano, PUR, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, por XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC, de 4 cm de espesor y  $\lambda$ : 0.025 W/mK, manteniendo el resto de hojas de la fachada anterior, siendo elegido como aislamiento uno de los de menor " $\lambda$ " de la base de datos.

✓ Fachada T39:

En esta fachada se mantienen todas las hojas anteriores y tan solo se aumenta el espesor del aislante, XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC, de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm a 8 cm.

✓ Fachada T40:

En esta fachada se mantienen todas las hojas anteriores y tan solo se aumenta el espesor del aislante, XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC, de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm a 10 cm.

Sobre esta fachada se ha aplicado el mayor espesor de aislamiento que tendrá, con uno de los aislantes de menor conductividad térmica de la base de datos.

✓ Fachada T40A:

En esta fachada se mantienen todas las hojas anteriores y se elimina la cámara de aire para reducir el espesor de fachada.

-Fachadas de muro de carga, 2 pies-1+1/2 pie, LP.

Se comienza con una tipología inicial de muro de carga de ladrillo perforado de 2 pies de espesor:

✓ Fachada T41:

Muro de carga de ladrillo perforado de 2 pies de espesor, con enfoscado de mortero de cal exterior de 2 cm de espesor.

A esta hoja de ladrillo perforado de 2 pies, se le añade un enlucido interior de yeso de 1.5 cm de espesor.

De esta manera queda creada la fachada tipo T41, la cual es la tipología inicial de este tipo de fachada.

Sobre esta fachada inicial se aplican los pasos necesarios para crear los diferentes tipos de fachadas de este parámetro.

✓ Fachada T42:

Sobre la fachada anterior se añade uno de los aislantes con menos conductividad térmica, de la base de datos, siendo XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC, de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, aplicándolo con 4 cm de espesor, siendo doblado el aislante con un tabicón de ladrillo hueco doble de 7 cm, colocando el revestimiento de yeso de fachada anterior sobre la cara interior del tabicón que se adjunta.

En definitiva se le ha añadido un aislante protegido con una hoja de tabiquería húmeda.

✓ Fachada T43:

En esta fachada se mantienen todas las hojas de la fachada anterior y tan solo se aumenta el espesor del aislante, XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC, de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 4 cm a 8 cm.

✓ Fachada T44:

En esta fachada sobre la anterior se elimina, el aislante y la hoja de LH7, con el enlucido de yeso, por tabiquería seca de pladur, junto con su aislamiento interior, siendo este Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 8 cm de espesor, en una estructura de 70 mm rematada con dos placas de yeso laminado de 13 mm cada una.

Respecto a la fachada anterior se ha sustituido la hoja de tabiquería húmeda por una seca se estructura 70 mm, con el aislante de lana mineral, con la menor conductividad térmica de la base de datos.

✓ Fachada T45:

Se mantienen todas las hojas respecto a la fachada anterior y se aumenta la estructura de pladur de 70 a 100 mm, con un aislante de Mw, lana mineral, de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, con 100 mm de espesor.

✓ Fachada T46:

Se inicia una nueva fachada con una tipología inicial de enlucido de cal de 2 cm de espesor sobre 1 + ½ pie de muro de carga de fábrica de ladrillo perforado, enlucido interiormente con 1.5 cm de yeso.

✓ Fachada T47:

A la fachada anterior se le añade uno de los aislantes con menos conductividad térmica, de la base de datos, siendo XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC, de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, aplicándolo con 4 cm de espesor, siendo doblado el aislante con un tabicón de ladrillo hueco doble de 7 cm, colocando el revestimiento de yeso de fachada anterior sobre la cara interior del tabicón que se adjunta.

En definitiva se le ha añadido un aislante protegido con una hoja de tabiquería húmeda.

✓ Fachada T48:

En esta fachada se mantienen todas las hojas de la fachada anterior y tan solo se aumenta el espesor del aislante, XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC, de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 4 cm a 8 cm.

✓ Fachada T49:

En esta fachada sobre la anterior se elimina, el aislante y la hoja de LH7, con el enlucido de yeso, por tabiquería seca de pladur, junto con su aislamiento interior, siendo este Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 8 cm de espesor, en una estructura de 70 mm rematada con dos placas de yeso laminado de 13 mm cada una.

Respecto a la fachada anterior se ha sustituido la hoja de tabiquería húmeda por una seca se estructura 70 mm, con el aislante de lana mineral, con la menor conductividad térmica de la base de datos.

✓ Fachada T50:

Se mantienen todas las hojas respecto a la fachada anterior y se aumenta la estructura de pladur de 70 a 100 mm, con un aislante de Mw, lana mineral, de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, con 100 mm de espesor.

### -Fachadas de bloque de hormigón, BH.

Se comienza con una tipología inicial de bloque de hormigón la cual es:

#### ✓ Fachada T51:

Bloque de hormigón de 15 cm de espesor, con enfoscado de mortero de cemento exterior e interior de 1.5 cm de espesor.

Esta hoja exterior de BH15, revestida exterior e interiormente con el mortero de cemento es la base de este parámetro.

En primer caso se le aplica como aislante 4 cm de PUR, proyección con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de 0.032 W/mK de conductividad térmica, ( $\lambda$ ), con una cámara de aire sin ventilar posterior de 5 cm, más un tabicón de ladrillo hueco doble del 7, (LH7), y para finalizar un enlucido de yeso sobre el tabicón de 1.5 cm de espesor.

De esta manera queda creada la fachada tipo T51, la cual es la tipología inicial de este tipo de fachada.

Sobre esta fachada inicial se aplican los diferentes pasos descritos anteriormente para crear los diferentes tipos de fachadas de este parámetro.

#### ✓ Fachada T52:

Sobre esta fachada se sustituye la espuma de poliuretano, PUR, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, por poliestireno expandido, EPS, de 4 cm de espesor y  $\lambda$ : 0.046 W/mK, manteniendo el resto de hojas de la fachada anterior, siendo elegido el EPS de mayor " $\lambda$ " de la base de datos.

#### ✓ Fachada T253:

En esta fachada se mantienen todas las hojas anteriores y tan solo se aumenta el espesor del aislante, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 4 cm a 8 cm.

#### ✓ Fachada T54:

Se mantienen todas las hojas y tan solo se sustituye el aislante de la fachada anterior, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 8 cm, por el EPS de " $\lambda$ ", de valor inmediatamente inferior, siendo este  $\lambda$ : 0.037 W/mK y de 4 cm de espesor.

#### ✓ Fachada T55:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

#### ✓ Fachada T56:

Se mantienen todas las hojas y tan solo se sustituye el aislante de la fachada anterior, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK, de 8 cm, por el EPS de  $\lambda$  de valor inmediatamente inferior, siendo el más bajo de este material en la base de datos, con un valor de  $\lambda$ : 0.029 W/mK y de 4 cm de espesor.

#### ✓ Fachada T57:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T58:

Se mantienen todas las hojas y se sustituye el anterior aislamiento, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 8 cm de espesor, por uno de los que contiene una menor conductividad térmica en la base de datos, siendo este el XPS, expandido con hidrocarburos HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, aplicándose con un espesor de 4 cm.

✓ Fachada T59:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T60:

Se mantienen todas las hojas de la fachada T59, y se aumenta el aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 8 cm a 10 cm de espesor.

✓ Fachada T60A:

Se mantienen las mismas hojas de la fachada anterior, con el mismo aislante y espesor del mismo, eliminando la cámara de aire.

En este caso tenemos, en este tipo de fachada, unos de los aislantes de menor conductividad térmica con el mayor espesor de 10 cm, configurado hasta este punto, en el que se ha eliminado la cámara de aire, para reducir el espesor de la fachada, ya que esta no aporta una reducción relevante de la transmitancia de la fachada.

✓ Fachada T61:

En esta fachada se sustituyen las hojas húmedas interiores de LH7 y enlucido de yeso, por tabiquería seca, quedando configurada la fachada con la siguiente tipología inicial:

Bloque de hormigón de 15 cm, con enfoscado exterior e interior de mortero de cemento de 1.5 cm de espesor, más cámara de aire no ventilada de 5 cm, y una estructura de tabiquería seca de 50 cm que alberga una aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK de 4 de espesor, y dos placas de yeso laminado de 1.3 cm cada una.

De esta manera queda estructurada esta nueva fachada, en vez de con tabiquería húmeda, con seca de pladur, en estructura de 50 mm, con un aislante de conductividad térmica y espesor similar al de la fachada T52, con la tabiquería húmeda, creando una similitud entre dos fachadas con la misma base exterior pero con terminaciones interiores diferentes.

Y de la misma forma que se han creado las diferentes fachadas a partir de una inicial, se crean ahora las que prosiguen, con la misma filosofía que se aplicó anteriormente sobre la fachada T52.

✓ Fachada T62:

Se mantienen las mismas hojas de la fachada anterior, aumentando el espesor del aislante de MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, de 4 cm a 8 cm de espesor, el cual queda configurado dentro de una estructura de tabiquería seca de 70 mm.

✓ Fachada T63:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, por el de valor, en conductividad térmica, inmediatamente inferior en la base de datos, siendo este el de MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, y con un espesor de 4 cm, en una estructura de pladur de 50 mm.

✓ Fachada T64:

Se mantienen todas las hojas de la fachada y se aumenta el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor, pasando de una estructura de tabiquería seca de 50 mm a 70 mm.

✓ Fachada T65:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de Mw lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, por el de valor, en conductividad térmica, inmediatamente inferior en la base de datos, siendo este el de MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, y con un espesor de 4 cm.

Este aislante es el de menor conductividad térmica del material en la base de datos.

✓ Fachada T66:

Se mantienen todas las hojas de la fachada y se aumenta el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor.

Esta fachada contiene una estructura de 70 mm, con el aislante de menor conductividad térmica de la base de datos, y de espesor 8 cm, entendiendo que es la hoja de tabiquería seca de mejores condiciones que se aplicara en este tipo de fachada, no aumentando su espesor.

✓ Fachada T66A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior, sustituyendo la cámara de aire por uno de los aislantes de menor conductividad de la base de datos de, XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, con 4 cm de espesor.

✓ Fachada T66B:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, aumentando el aislante de XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm a 6 cm de espesor.

✓ Fachada T67:

De la fachada anterior se mantienen todas las hojas, eliminando el aislamiento de XPS, expandido con hidrocarburos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, y aumentando el aislamiento de la tabiquería seca de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 8 a 10 cm de espesor, transformándose esta hoja de una estructura de 70 mm, a otra de 100 mm.

En esta fachada disponemos de la estructura de pladur de mayor espesor 100 mm, con el aislante igualmente de mayor espesor y menor conductividad térmica aplicado, de la base de datos.

✓ Fachada T67A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior y se sustituye la cámara de aire por un aislante de baja conductividad térmica, siendo el XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, con 4 cm de espesor.

De esta manera eliminamos el espacio de la cámara de la cámara de aire que aporta mayor transmitancia que el aislante seleccionado.

✓ Fachada T67B:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior aumentando el espesor del aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 a 6 cm.

✓ Fachada T68:

En esta fachada, sobre la anterior, se elimina el aislante que había sustituido a la cámara de aire, y sin hoja de cámara de aire, se aumenta la hoja de tabiquería de pladur de 70 mm a 150 mm, con un aislante de Mw lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm de espesor.

En esta fachada se tiene la hoja de tabiquería seca de mayor espesor, 150 mm, con el aislamiento de menor conductividad térmica de la lana mineral, en la base de datos, y se ha eliminado la cámara de aire para compensar el aumento del espesor de la fachada.

✓ Fachada T68A:

En esta fachada se mantienen todas las hojas que en la anterior, pero la estructura de pladur de 150 mm se forma con una doble de 100 mm y 50 mm, colocando dos placas de yeso laminado de 13 mm cada una, entre la estructura de 100 y 50 mm, y otras dos sobre la cara de la segunda estructura.

De esta manera, el espesor del aislamiento sobre la fachada anterior es el mismo, y lo único que se ha hecho es partir la estructura para añadir dos placas más de yeso laminado, teniendo 4 placas en total, dos más que en la fachada anterior.

En realidad se están colocando dos estructuras auto portantes trasdosadas, una a continuación de la anterior.

✓ Fachada T68B:

Se realiza una nueva fachada con las mismas e idénticas hojas que la anterior pero aumentando el espesor del bloque de hormigón de 15 cm a 20 cm.

✓ Fachada T68C:

En esta fachada se mantienen el mismo número de hojas y materiales, sustituyendo el bloque de hormigón de hormigón de la fachada anterior de 20 cm de espesor, por uno de hormigón aligerado de 25 cm de espesor.

✓ Fachada T68D:

En esta fachada se mantienen las mismas hojas y materiales que en la anterior, sustituyendo el bloque de hormigón aligerado de 25 cm, por un bloque de hormigón aligerado macizo de 25 cm.

✓ Fachada T68E:

Se mantienen en la fachada, respecto a la anterior todas las hojas y sus materiales correspondientes, y se sustituye el bloque de hormigón aligerado macizo de 25 cm por un bloque cerámico de arcilla de 24 cm de espesor.

✓ Fachada T68F:

En la fachada se mantienen todas sus hojas y materiales respecto a la fachada anterior, sustituyéndose el bloque cerámico de arcilla de 24 cm, por un bloque cerámico con mortero aislante y de espesor 24 cm.

-Fachadas prefabricadas de hormigón, PHA.

Se comienza con una tipología inicial de prefabricado arquitectónico de hormigón armado la cual es:



✓ Fachada T69:

Prefabricado de hormigón armado, (HA), de 12 cm de espesor.

Esta hoja exterior de PHA-12 cm, es la base de este parámetro.

En primer caso se le aplica como aislante 4 cm de PUR, proyectado con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de 0.032 W/mK de conductividad térmica, ( $\lambda$ ), con una cámara de aire sin ventilar posterior de 5 cm, más un tabicón de ladrillo hueco doble del 7, (LH7), y para finalizar un enlucido de yeso sobre el tabicón de 1.5 cm de espesor.

De esta manera queda creada la fachada tipo T69, la cual es la tipología inicial de este tipo de fachada.

Sobre esta fachada inicial se aplican los diferentes los pasos para crear los diferentes tipos de fachadas de este parámetro.

✓ Fachada T70:

Sobre esta fachada se sustituye la espuma de poliuretano, PUR, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, por poliestireno expandido, EPS, de 4 cm de espesor y  $\lambda$ : 0.046 W/mK, manteniendo el resto de hojas de la fachada anterior, siendo elegido el EPS de mayor " $\lambda$ " de la base de datos.

✓ Fachada T71:

En esta fachada se mantienen todas las hojas anteriores y tan solo se aumenta el espesor del aislante, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 4 cm a 8 cm.

✓ Fachada T72:

Se mantienen todas las hojas y tan solo se sustituye el aislante de la fachada anterior, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 8 cm, por el EPS de  $\lambda$  de valor inmediatamente inferior, siendo este  $\lambda$ : 0.037 W/mK y de 4 cm de espesor.

✓ Fachada T73:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T74:

Se mantienen todas las hojas y tan solo se sustituye el aislante de la fachada anterior, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK, de 8 cm, por el EPS de  $\lambda$  de valor inmediatamente inferior, siendo el más bajo de este material en la base de datos, con un valor de  $\lambda$ : 0.029 W/mK y de 4 cm de espesor.

✓ Fachada T75:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T76:

Se mantienen todas las hojas y se sustituye el anterior aislamiento, EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 8 cm de espesor, por uno de los que contiene una menor conductividad térmica en la base de datos, siendo este el XPS, expandido con hidrocarburos HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, aplicándose con un espesor de 4 cm.

✓ Fachada T77:

Se mantienen todas las hojas y se aumenta el aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 4 cm a 8 cm de espesor.

✓ Fachada T78:

Se mantienen todas las hojas de la fachada T77, y se aumenta el aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 8 cm a 10 cm de espesor.

✓ Fachada T78A:

Se mantienen las mismas hojas de la fachada anterior, con el mismo aislante y espesor del mismo, eliminando la cámara de aire.

En este caso tenemos, en este tipo de fachada, unos de los aislantes de menor conductividad térmica con el mayor espesor de 10 cm, configurado hasta este punto, en el que se ha eliminado la cámara de aire, para reducir el espesor de la fachada, ya que esta no aporta una reducción relevante de la transmitancia de la fachada.

✓ Fachada T79:

En esta fachada se sustituyen las hojas húmedas interiores de LH7 y enlucido de yeso, por tabiquería seca, quedando configurada la fachada con la siguiente tipología inicial:

Prefabricado de hormigón armado de 12 cm de espesor, con PUR, proyectada con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK y 4cm de espesor, más cámara de aire sin ventilada de 5 cm, y una estructura de tabiquería seca de 50 cm que alberga una aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK de 4 de espesor, y dos placas de yeso laminado de 1.3 cm cada una.

De esta manera queda estructurada esta nueva fachada, en vez de con tabiquería húmeda, con tabiquería seca de pladur en estructura de 50 mm, con un aislante de conductividad térmica y espesor similar al de la primera fachada T70, con la tabiquería húmeda, creando una similitud entre dos fachadas con la misma base exterior pero con terminaciones interiores diferentes.

Y de la misma forma que se han creado las diferentes fachadas a partir de una inicial, se crean ahora las que prosiguen, con la misma filosofía que se aplicó anteriormente sobre la fachada T70.

✓ Fachada T80:

Se mantienen las mismas hojas de la fachada anterior, aumentando el espesor del aislante de Mw lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, de 4 cm a 8 cm de espesor, el cual queda configurado dentro de una estructura de tabiquería seca de 70 mm.

✓ Fachada T81:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de Mw lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, por el de valor, en conductividad térmica, inmediatamente inferior en la base de datos, siendo este el de MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, y con un espesor de 4 cm, en una estructura de pladur de 50 mm.

✓ Fachada T82:

Se mantienen todas las hojas de la fachada y se aumenta el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor, pasando de una estructura de tabiquería seca de 50 mm a 70 mm.

✓ Fachada T83:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, por el de valor, en conductividad térmica, inmediatamente inferior en la base de datos, siendo este el de MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, y con un espesor de 4 cm.

Este aislante es el de menor conductividad térmica del material en la base de datos.

✓ Fachada T84:

Se mantienen todas las hojas de la fachada y se aumenta el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor.

Esta fachada contiene una estructura de 70 mm, con el aislante de menor conductividad térmica de la base de datos, y de espesor 8 cm, entendiendo que es la hoja de tabiquería seca de mejores condiciones que se aplicara en este tipo de fachada, no aumentando su espesor.

✓ Fachada T84A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior, sustituyendo la espuma de poliuretano de  $\lambda$ : 0.05 W/mK y 4 cm de espesor, por uno de los aislantes de menor conductividad térmica de la base de datos, siendo el XPS expandido con hidrofluorcarbonos, HFC, de  $\lambda$ : 0.025 W/mK y en 4 cm de espesor, y eliminando la cámara de aire sin ventilar

✓ Fachada T84B:

Se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, aumentando el aislante de XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm a 6 cm de espesor.

✓ Fachada T85:

Se realiza una nueva fachada con PHA de 12 cm revestido interiormente con PUR, proyectada con CO2, celda cerrada, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, y 4 cm de espesor, más una estructura de pladur de 100 mm de espesor, al cual contiene como aislante MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK y 4 cm de espesor, rematada con dos placas de yeso laminado de 13 mm cada una.

En esta fachada tenemos el revestimiento típico interior de las placas prefabricadas de HA, por medio de espuma de poliuretano, con una estructura de 10 cm de pladur, la mayor hasta este punto, con el aislamiento de lana mineral de menor conductividad térmica de la base de datos.

✓ Fachada T85A:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior, sustituyendo la espuma de poliuretano por XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, con 4 cm de espesor, siendo este uno de los aislantes de menor conductividad térmica.

✓ Fachada T85B:

Se mantienen todas las hojas de la fachada anterior aumentando el espesor del aislante XPS, expandido con hidrofluorcarbonos, HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 a 6 cm.

✓ Fachada T86:

Se crea una fachada con placa prefabricada de HA de 12 cm, proyectada interiormente con espuma de poliuretano de  $\lambda$ : 0.032 W/mK y 4 cm de espesor y estructura de pladur de 150 mm, con aislante, MW lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK y 16 cm de espesor, rematada con dos placas de yeso laminado de 13 mm cada una.

En esta fachada típica de prefabricado proyectada interiormente con espuma de poliuretano, se le ha aplicado la mayor estructura de tabiquería seca, que se cree procedente, siendo de 150 mm de espesor, con el aislamiento en lana mineral de la menor conductividad térmica de la base de la base de datos.

✓ Fachada T86A:

En esta fachada se mantienen todas las hojas que en la anterior, pero la estructura de pladur de 150 mm se forma con una doble de 100 mm y 50 mm, colocando dos placas de yeso laminado de 13 mm cada una, entre la estructura de 100 y 50 mm, y otras dos sobre la cara de la segunda estructura.

De esta manera, el espesor del aislamiento sobre la fachada anterior es el mismo, y lo único que se ha hecho es partir la estructura para añadir dos placas más de yeso laminado, teniendo 4 placas en total, dos más que en la fachada anterior.

-Fachadas ligeras trasventiladas, FL.

Se comienza con una tipología inicial de composite formado por dos capas de aluminio de 0.5 mm cada una, que albergan a modo de sándwich una lámina de polietileno de baja densidad "LDPE" de 4 mm de espesor. Dicha tipología inicial será:

✓ Fachada T87:

Lamina de composite compuesta por dos hojas de aleación de aluminio de 0.5 mm cada una, que albergan una capa de polietileno de baja densidad, "LDPE" de 4 mm de espesor, más una cámara de aire ligeramente ventilada de 5 cm de espesor.

Esta hoja exterior de composite más la cámara de aire ligeramente ventilada es la base de este parámetro.

En primer caso se le aplica tras la cámara de aire, como primer aislante y sellante de las juntas de las placas, 4 cm de PUR, proyectado con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, con 0.032 W/mK de conductividad térmica, ( $\lambda$ ), más un tablero de partículas de cemento de 2 cm de espesor sobre el que va proyectado el poliuretano, y como última hoja interior, un tabique seco de estructura de 100 mm, que contiene como aislante interior Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, con 10 cm de espesor, rematada la estructura con 2 placas de yeso laminado de 13 mm cada una.

Como aislante de la estructura de pladur se ha aplicado inicialmente el valor de mayor conductividad térmica del material.

De esta manera queda creada la fachada tipo T87, la cual es la tipología inicial de este tipo de fachada.

Sobre esta fachada inicial se aplican los diferentes los pasos para crear los diferentes tipos de fachadas de este parámetro.

✓ Fachada T88:

Sobre esta fachada se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de la tabiquería seca, Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, de 10 cm de espesor, por Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, de 10 cm de espesor.

Se ha modificado el aislante del tabique de pladur por el de valor de conductividad térmica, inmediatamente inferior al de la fachada anterior.

✓ Fachada T89:

Sobre esta fachada se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, sustituyendo el aislante de la tabiquería seca, Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, de 10 cm de espesor, por Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm de espesor.

Se ha modificado el aislante del tabique de pladur por el de valor de conductividad térmica, inmediatamente inferior al de la fachada anterior.

Este valor de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, es el menor contenido en la base de datos del material, Mw, lana mineral.

✓ Fachada T90:

Sobre esta fachada se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, pero se aumenta el espesor de la tabiquería seca de 100 mm que era el espesor de las anteriores fachadas a 150 mm, conteniendo un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, de 15 cm de espesor.

A este aumento de tabiquería, siendo el máximo espesor que se va a aplicar a esta fachada, se le instala un aislamiento de Mw, lana mineral con el mayor valor de conductividad térmica contenido en la base de la base de datos.

✓ Fachada T91:

En esta fachada se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, pero se sustituye el aislante de la hoja de tabiquería seca de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.05 W/mK, y 15 cm de espesor por uno con valor inmediatamente inferior en la base de datos, siendo: Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK de 15 cm de espesor.

✓ Fachada T92:

En esta fachada se mantienen las mismas hojas que en la fachada anterior, pero se sustituye el aislante de la hoja de tabiquería seca de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK, y 15 cm de espesor por uno con valor inmediatamente inferior en la base de datos, siendo: Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 15 cm de espesor.

Esta última fachada contiene el aislamiento de menor valor en la base de datos de Mw, lana mineral.

En definitiva al conjunto de la fachada se le ha aplicado el mayor espesor en el tabique de pladur, que se ha creído conveniente, con un aislamiento de la más baja conductividad térmica.

### Descripción de la elección de fachadas

Estas son las descripciones de todas las fachadas que se han designado estudiar mediante el programa informático "CERMA".

Se ha tratado que estuviesen las tipologías más habituales en los procesos de construcción de los últimos años, al igual que algunas singulares y de mayor contemporaneidad, pero no por ello, menos interesantes.

He de ahí, que se hayan subdividido en los diferentes tipos constructivos que se han mostrado para ordenarlas de una forma adecuada.

A cada tipología de fachada se le han realizado los cambios de hojas y aislamientos, en primer lugar más habituales, aun sabiendo que los resultados de transmitancia de cada una de ellas no serían buenos, y después los necesarios para que dicha transmitancia fuese mejorando hasta un valor límite establecido inicialmente por el espesor de la fachada.

Se ha creído interesante, el valorar en cada tipo de fachada, cuál sería el resultado del valor de la transmitancia, tanto con hojas de tabiquería húmeda al igual que con tabiquería seca, con el fin de ver los valores que presenta cada una de estas soluciones constructivas.

Igualmente de interesante, se pretende que sea estudiar los diferentes aislamientos que se aplicarían en tabiquería seca como húmeda, partiendo de un valor de conductividad térmica alto inicialmente, hasta el valor mínimo que contiene la base de datos del programa "CERMA", y todo esto aplicado con diferentes espesores de aislamientos.

De esta manera, viendo cómo se comportan diferentes espesores de aislamientos desde una conductividad térmica alta, media y baja, aplicados a diferentes sistemas constructivos, y diferentes tipologías de fachadas, (LCV, LH3, Mc LP, BH, PHA, FL), al obtener los valores de su transmitancia, en cada caso, se podrán valorar y comparar el resultado de cómo trabaja térmicamente cada una de las fachadas expuestas.

Estos resultados de la transmitancia térmica de cada una de las fachadas nos dará una visión global de cómo funcionan cada una de ellas, y como se ven afectadas por la aplicación de cada uno de los elementos que durante el estudio se van variando.

Hay que tener muy en cuenta, que inicialmente la idea original al aplicar este número de fachadas, no es crear las fachadas en cada tipología con el mejor comportamiento térmico, debido a su menor conductividad térmica, sino:

En primer lugar, identificar las fachadas más comunes que se construyen para ver su comportamiento.

En segundo lugar, estudiar como varia este comportamiento a medida que se le aplican diferentes calidades de aislamientos, espesores, tipos de hojas etc.

En tercer lugar, mejorar el comportamiento de cada una de ellas, siempre dentro de un margen aceptable, dentro de los espesores de fachada que fuesen viables de construir.

En total se han creado 124 fachadas:

- Fachadas de ladrillo caravista, LCV: 26 uds.
- Fachadas de ladrillo triple hueco, LH3: 29 uds.
- Fachadas de muro de carga, 2 pies-1+½ pie, LP: 10 uds.
- Fachadas de bloque de hormigón, BH: 29 uds.
- Fachadas prefabricadas de hormigón, PHA: 24 uds.
- Fachadas ligeras trasventiladas, FL: 6 uds.

A las tipologías principales de cada fachada se le han aplicado hojas interiores tanto de tabiquería húmeda como seca, excepto en las fachadas ligeras trasventiladas.

Los diferentes aislamientos aplicados han sido:

- PUR, proyección con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK de 4 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK de 4 y 8 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK de 4 y 8 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 y 8 cm.
- XPS, expandido con hidrofluorcarbonos HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 4, 8 y 10 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.050 W/mK de 4 y 8 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 4 y 8 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4, 8, 10 y 16 cm.

Las diferentes hojas interiores han sido:

- LH7+enlucido de yeso 1.5 cm.
- Estructura de pladur de 50, 100 y 150 mm+ 2 y 4 PYL de 13 mm.

NOTA: Aunque las fachadas ligeras trasventiladas, están formadas en su hoja exterior por el composite de aluminio, compuesto por dos hojas de aleación de aluminio a modo de sándwich y una capa de polietileno de baja densidad, "LDPE", más una cámara de aire ligeramente ventilada, para el procesado de los datos de estas fachadas y la obtención de sus calificaciones energéticas, no se introducirá en el programa "CERMA", las dos hojas mencionadas, puesto la obtención de la calificación se debe de realizar de esta manera tal y como dispone el CTE-HE1.

En el procesado de datos se asume el error del comportamiento de este tipo de fachadas, siendo beneficioso en verano y perjudicial en invierno la sombra producida por el composite sobre la misma.

Al estar situado el edificio en la ciudad de valencia, el error no es relevante, debido a un clima suave y sin grandes contrastes, admitiendo los resultados de estas fachadas como buenos, introduciendo en el programa "CERMA" tan solo las hojas restantes de la envolvente.

### 2.3.2.2 ENVOLVENTE DE FACHADA MEDIANERA

Para la creación de la envolvente de fachada medianera se han elegido las dos tipologías más habituales, una primera con tabiquería húmeda y una segunda con tabiquería seca

Cada una de las fachadas creadas será denominada "Fachada medianera T1, T2, T3...", y así sucesivamente, si fuesen creadas como nuevas en la base de datos, o con la denominación de la misma base de la fachada escogida, la cual al menos dispondrá en su nombre de la palabra fachada y una numeración.

A continuación se describen las fachadas medianeras creadas para este parámetro.

#### ✓ Fachada medianera T1:

Esta fachada está formada por dos hojas de LH7, que contiene entre ellas un aislante de EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm de espesor. Los dos tabicones están enlucidos de yeso exteriormente con un espesor de 1.5 cm cada uno.

Para esta fachada se ha elegido un tabicón típico de 7 cm de espesor, y el EPS, poliestireno expandido de menor conductividad térmica, contenida en la base de datos, y con un espesor normal de 4 cm.

#### ✓ Fachada medianera T2:

Esta fachada mantiene las mismas hojas que la anterior, con la variación del aumento de espesor del aislante de EPS, poliestireno expandido, de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 a 8 cm de espesor.

En esta fachada de hojas húmedas se aplica el mayor espesor de aislante que se cree conveniente.

#### ✓ Fachada medianera T3:

En esta fachada se crea con dos hojas de LH11,5, que contiene entre ellas un aislante de EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm de espesor. Los dos tabicones esta enlucidos de yeso en su interior en un espesor de 1.5 cm cada uno.

En esta fachada se ha aumentado el espesor del tabicón de 7 cm a 11.5 cm, y se coloca el EPS, poliestireno expandido de la menor conductividad térmica, contenida en la base de datos, y con un espesor normal de 4 cm.

✓ Fachada medianera T4:

Esta fachada mantiene las mismas hojas que la anterior, con la variación del aumento de espesor del aislante de EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK, de 4 a 8 cm de espesor.

En esta fachada de hojas húmedas se aplica el mayor espesor de aislante que se cree conveniente.

✓ Fachada medianera T5:

En esta fachada se crea con dos hojas de estructura auto portante de tabiquería seca de 70 mm cada una, con un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 8 cm de espesor, y rematada cada estructura en la cara interior con 2 placas de yeso laminado de 13 mm de espesor cada una. Entre cada estructura auto portante de pladur de 70 mm existe una cámara de aire sin ventilar de 5 cm.

Para esta fachada se ha elegido la lana mineral de menor valor de conductividad térmica de la base de datos.

✓ Fachada medianera T6:

Esta fachada se ve modificada sobre la anterior por el incremento de las dos estructuras de tabiquería seca de 70 mm a 100 mm, con un aislamiento interior de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.

En esta fachada se ha aplicado la lana mineral de menor valor de conductividad térmica de la base de datos, con la estructura de mayor tamaño que se aplica.

Descripción de la elección de fachadas medianeras

Estas son las descripciones de todas las fachadas medianeras que se han designado analizar, mediante el programa informático "CERMA".

Puesto que este tipo de envolvente o cerramiento dispone de una menor variedad de modificaciones, se ha tratado de analizar significativamente los dos tipos de medianería que se proponen, siendo una elaborada con tabiquería húmeda y otra con tabiquería seca.

Tan solo se han expuesto las más cotidianas y sencillas, realizadas habitualmente y quizás con alguna mejora a fin de ver el resultado de las mismas.

La composición inicial de la primera fachada húmeda es un doble tabicón de 7 cm que contiene un aislamiento habitual de poliestireno expandido de 4 cm de espesor.

Debido a que no se desea complicar excesivamente este tipo de cerramiento, y puesto que los datos de transmitancia que nos darán las fachadas exteriores ya serán suficientemente significativos para el análisis, se ha empleado un aislante con baja conductividad térmica, no variando el tipo de aislante en la medianería pero si su espesor.

Tan solo se le aplica a esta fachada un aumento del espesor del aislante a 8 cm.

Y la segunda variante es un cambio del LHD de 7 cm por uno LH3 de 11,5 cm, para establecer su mejora, comprobando esta variación con 4 y 8 cm de aislante de poliestireno expandido.

Se crea una variante con tabiquería seca, que sería la otra alternativa a este tipo de cerramientos, formada inicialmente con doble estructura de pladur de 70 mm, albergando una cámara de aire de 5 cm, entre cada hoja, con un aislante de Mw, lana mineral de 8 cm de espesor y del menor valor de conductividad térmica del material.

A esta variante, que sería muy viable, se le realiza la mejora de aumentar la estructura auto portante de pladur de 70 mm a 100 mm, con sus respectivos aumentos de aislantes, para ver como mejoraría su transmitancia térmica.

En definitiva se cree que son suficientes para este análisis, el número de fachadas medianeras creadas.

En total se han creado es de 6 uds.

Los diferentes aislamientos aplicados han sido:

- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 y 8 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 8 y 10 cm.

Las diferentes hojas han sido:

- 2 hojas de LH7+enlucido de yeso 1.5 cm.
- 2 hojas de LH11.5+enlucido de yeso 1.5 cm.
- Estructura de pladur de 70, 100+ 2 PYL de 13 mm.

### 2.3.2.3 ENVOLVENTES DE CUBIERTA

Para la creación de las envolventes de cubierta se han subdividido las mismas en dos tipos, cubiertas planas y cubiertas inclinadas.

Se elabora un proceso de creación de cubiertas sencillo para establecer todas aquellas cubiertas que se tiene interés de analizar inicialmente.

Cada una de las cubiertas creadas será denominada "Cubierta C1, C2, C3... ", y así sucesivamente, si fuesen creados como nuevos en la base de datos, o con la denominación de la misma base de la cubierta escogida, la cual al menos, dispondrá en su nombre de la palabra cubierta y una numeración.

El proceso principal de creación de las cubiertas es el que se describe a continuación:

#### -Cubiertas planas:

En primer lugar se elige la cubierta tipo inicial, "(ejem: Cubierta C1)", con sus hojas características, en la que se irá variando el canto, tipo de forjado y entrevigado, así como el aislamiento.

0º Creación de la cubierta inicial tipo. (Sobre la cual se trabaja realizando las modificaciones, etc.).

1º- Cubierta plana transitable, con forjado unidireccional de entrevigado de hormigón de 25 cm de canto y entrevigado de hormigón.

Variaciones sobre la cubierta inicial tipo:

2º- Se sustituye el entrevigado por uno cerámico del mismo canto.



3º- Se sustituye el entrevigado por uno de EPS, del mismo canto, mecanizado y enrasado.

4º- Se aumenta el canto del entrevigado de menor transmitancia a 30 cm, siendo el caso del entrevigado de EPS.

5º- Con el entrevigado de canto 25 cm y mejor comportamiento térmico, "EPS", se reduce en la cubierta el valor de la conductividad térmica del aislamiento seleccionado para la cubierta, siendo el valor más bajo del material.

6º- Con el mismo tipo de aislamiento se aumenta el canto del entrevigado de EPS, de 25 cm a 30 cm.

7º- Con el mismo tipo y materiales de la cubierta, se sustituye el forjado unidireccional. por una losa de hormigón armado de 25 cm de canto.

8º- Se aumenta el canto de la losa de hormigón armado de 25 a 30 cm.

#### -Cubiertas inclinadas:

0º Creación de la cubierta inicial tipo. (Sobre la cual se trabaja realizando las modificaciones, etc.).

1º -Cubierta inclinada tradicional de teja, con forjado unidireccional y entrevigado de hormigón de 25 cm de canto.

#### Variaciones sobre la cubierta inicial tipo:

2º-Se sustituye el entrevigado por uno cerámico del mismo canto.

3º-Se sustituye el entrevigado por uno de EPS, del mismo canto.

4º-Se sustituye el forjado unidireccional por una losa de hormigón armado del mismo canto.

A continuación se describen las fachadas creadas dentro de cada tipología de cubierta:

#### - Cubiertas planas:

##### ✓ Cubierta C1,3:

Esta cubierta está formada por forjado unidireccional con entrevigado de hormigón de 25 cm de canto, enlucido inferiormente el forjado con yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado existe una capa de hormigón de áridos ligeros de 10 cm, más una lámina de polietileno de baja densidad, "LDPE" de 0.2 cm, sobre la que hay un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK y 6 cm de espesor, protegida superiormente con una lámina de cloruro de polivinilo, PVC, de 0,1 cm, sobre la que se asienta una capa de mortero de áridos ligeros" vermiculita perlita" de 4 cm, más una baldosa cerámica de 0.6 cm tomada con mortero de cemento con 2,4 cm de espesor.

##### ✓ Cubierta C1,2:

Esta cubierta mantiene todas sus hojas igual que la anterior, sustituyendo el entrevigado de hormigón de 25 cm de canto, de la cubierta anterior, por un entrevigado cerámico del mismo canto.

✓ Cubierta C1,1:

Se mantienen todas las hojas que la cubierta anterior, sustituyendo el entrevigado cerámico de 25 cm de canto, de la cubierta anterior, por un entrevigado de EPS, poliestireno expandido, mecanizado, enrasado del mismo canto.

✓ Cubierta C1,4:

En esta cubierta se mantiene todas las hojas de la anterior pero se aumenta el canto del forjado de entrevigado de EPS, poliestireno expandido, mecanizado enrasado, de 25 cm a 30 cm.

Se ha elegido para esta cubierta el mejor entrevigado utilizado hasta el momento, atendiendo a su transmitancia, y se ha aumentado el canto de 25 a 30 cm para ver su mejora.

✓ Cubierta C1,4-A:

Se mantiene en esta cubierta todas las hojas de la anterior, pero se sustituye el aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK de 6 cm, por un Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 6 cm de espesor que el inmediatamente inferior, sobre el valor de su conductividad térmica, en la base de datos con un forjado y entrevigado EPS mecanizado enrasado de 25 cm de canto.

Para la creación de esta cubierta, se ha elegido la cubierta con el entrevigado que mejor funciona térmicamente, aplicado hasta el momento, siendo el de EPS mecanizado enrasado, eligiendo un canto inicial de 25 cm, aplicándose un aislamiento de valor inmediatamente inferior de conductividad térmica que en el forjado anterior, siendo el de mejor comportamiento dentro de su material.

✓ Cubierta C1,4-B:

Se mantiene en esta cubierta todas las hojas de la anterior, aumentando el espesor del entrevigado de EPS, poliestireno expandido mecanizado enrasado, de 25 cm a 30 cm.

✓ Cubierta C1,8:

Se mantiene en esta cubierta todas las hojas de la anterior, sustituyendo el forjado unidireccional por una losa de hormigón de 25 cm de canto.

Es la misma tipología de cubierta, con el aislante de Mw, lana mineral de mejor valor de conductividad térmica, son la variación en Losa de hormigón armado.

✓ Cubierta C1,8-A:

Se mantiene en esta cubierta todas las hojas de la anterior, aumentando el canto de la losa de hormigón armado de 25 a 30 cm.

✓ Cubierta C1,3-A:

Tras crear todas las cubiertas planas que se pretendían analizar, se crea una variante de la inicial, para ser utilizada como la cubierta seleccionada del parámetro de cubierta, para las estrategias, pero aumentando el canto del forjado de 25 cm de la tipología inicial a 30 cm, puesto que es el forjado que se tiene en el edificio a estudiar.

Esta cubierta está formada por forjado unidireccional con entrevigado de hormigón de 30 cm de canto, enlucido inferiormente el forjado con yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado existe una capa de hormigón de áridos ligeros de 10 cm, más una lámina de polietileno de baja densidad, "LDPE" de 0.2 cm, sobre la que hay un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK y 6 cm de espesor, protegida superiormente con una lámina de cloruro de polivinilo, PVC, de 0,1 cm, sobre la que se asienta una capa de mortero de áridos ligeros" vermiculita perlita" de 4 cm, más una baldosa cerámica de 0.6 cm tomada con mortero de cemento con 2,4 cm de espesor.

- Cubiertas inclinadas:

✓ Cubierta C12.3:

Esta cubierta está formada por forjado unidireccional con entrevigado de hormigón de 25 cm de canto, enlucido inferiormente el forjado con yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado existe un aislante de XPS expandido con dióxido de carbono, de  $\lambda$ : 0.034 W/mK y 6 cm de espesor, con cámara de aire superior ligeramente ventilada de 5 cm, más baldosa cerámica de 3 cm sobre la que está aplicado una lámina de betún de 1 mm, sobre la que descansa teja de arcilla cocida de 20 cm.

✓ Cubierta C12.3-B:

Esta cubierta es igual que la anterior, eliminando la cámara de aire de 5 cm ligeramente ventilada, y la baldosa cerámica que la conforma, colocando una capa de mortero de cemento de 2.4 cm de espesor sobre el aislamiento.

✓ Cubierta C12.2:

Esta cubierta la misma que la cubierta C12.3, sustituyendo el entrevigado de hormigón de 25 cm de canto, de la cubierta anterior, por un entrevigado cerámico del mismo canto.

✓ Cubierta C12.1:

Se mantienen todas las hojas de la cubierta anterior, sustituyendo el entrevigado cerámico de 25 cm de canto, de la cubierta anterior, por un entrevigado de EPS, poliestireno expandido, mecanizado, enrasado del mismo canto.

✓ Cubierta C12.4:

Se mantienen las mismas hojas que en la cubierta anterior, sustituyendo el forjado unidireccional y el entrevigado EPS, poliestireno expandido, mecanizado enrasado, de 25 cm de canto, por una losa de hormigón armado de 25 cm

Descripción de la elección de las cubiertas

Estas son las descripciones de todas las cubiertas que se han designado analizar mediante el programa informático "CERMA".

Para la elección de las mismas se ha tratado de elegir una tipología corriente y se han subdividido las cubiertas entre cubiertas horizontales e inclinadas.

Para la elección de la cubierta tipo horizontal, se ha elegido una cubierta plana transitable, muy habitual en nuestros días.

Dicha cubierta se inicia con un forjado unidireccional tradicional con un entrevigado de bovedilla de hormigón y de 25 cm de canto, puesto que se quiere ver su comportamiento desde este espesor mínimo y habitual. El resto del forjado son hormigones para formación de pendientes, lamina de aislamiento, aislante, el cual se ha elegido un espesor intermedio de 6 cm, al igual que su conductividad térmica de 0.04 W/mK, con su protección en PVC, más una capa de mortero y su finalización con baldosa.

A partir de esta tipología inicial se ha querido ver cómo afectaría térmicamente el cambio del entrevigado de bovedilla de hormigón, a bovedilla cerámica y de poliestireno expandido, al igual que como sería el mismo forjado con mayor canto, siendo este de 30 cm, el cual es de los más habituales construidos.

Presentadas todas estas variantes, se ha modificado el aislamiento de la cubierta, seleccionando el mínimo valor de conductividad térmica del material en la base de datos, aplicando de esta manera el aislante de las mejores condiciones para el forjado.

Para la creación de la cubierta inclinada se ha utilizado un forjado corriente unidireccional con bovedilla de hormigón, y de canto 25 cm. Sobre este un aislante del mismo espesor que en el forjado de cubierta plana, una cámara de aire ligeramente ventilada para mejorar la cubierta, el aislamiento de Betún y la teja de arcilla cocida.

Observados los valores de transmitancia que se obtienen en esta cubierta inclinada, y viendo que son muy similares a los de la cubierta plana con el mismo tipo de forjado y canto, no se ha querido crear una gran variedad de cubiertas inclinadas, usando la misma línea que en la creación de las cubiertas planas transitables.

Simplemente con el forjado de 25 cm de canto y sin aumentar su espesor, se han creado diferentes tipologías con diferentes tipos de entrevigado, para comprobar que los datos obtenidos son similares al de las cubiertas planas.

Por lo expuesto se crean nuevas cubiertas con entrevigado cerámico y de poliestireno expandido, EPS, y se crea la opción de un forjado con losa de hormigón armado de canto 25 cm, para mirar la variación que supondría este cambio.

Se crea una de las cubiertas, sin cámara de aire ligeramente ventilada, para ver la diferencia de comportamiento térmico entre una cubierta con cámara y otra sin ella.

No se realizan más modificaciones, ni se crean más cubiertas inclinadas, por lo expuesto anteriormente y por la idea de utilizar como parámetro de envolvente de cubierta, en las estrategias de fase 1<sup>o</sup>, una cubierta plana por ser una de las más utilizadas y construidas en los edificios habituales de hoy en día.

Como los forjados del edificio elegido para el estudio son de 30 cm, se modifica la tipología de la fachada inicial aumentando el canto del forjado, puesto que esta tipología es la que se elegirá como cubierta para el parámetro de envolventes de cubierta, que formara parte de cada una de las estrategias creadas.

En total se han creado 9 uds. de cubierta plana transitable y 5 uds. de cubiertas inclinadas, con un total de 14 cubiertas.

Los diferentes aislamientos aplicados han sido:

- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 6 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 6 cm.
- XPS, Expandido de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> de  $\lambda$ : 0.034 W/mK de 6 cm.

Los diferentes forjados aplicados han sido:

- FU. Entrevigado de hormigón, canto 25 y 30 cm
- FU. Entrevigado cerámico, canto 25 cm
- FU. Entrevigado EPS, mecanizado enrasado, canto 25 y 30 cm
- Losa de hormigón armado, LHA, canto 25 y 30 cm.

#### 2.3.2.4 ENVOLVENTES DE SUELO

Para la creación de las envolventes de suelo se elabora un proceso de creación para designar todos aquellos suelos que se tiene interés de analizar.

Cada una de los suelos creados será denominado "Suelo S1, S2, S3...", y así sucesivamente, si fuesen creados como nuevos en la base de datos, o con la denominación de la misma base del suelo escogido, el cual al menos dispondrá en su nombre de la palabra Suelo y una numeración.

A continuación se describen los suelos creados para este parámetro.

##### ✓ Suelo SNHO 1.3:

El suelo inicial creado está formado por un forjado unidireccional, con entrevigado de hormigón de 25 cm de canto, enlucido inferiormente con una capa de yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado se dispone un aislamiento tipo Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 3 cm, más baldosa cerámica de 0.6 cm de grosor, tomada con mortero de cemento de 2.4 cm de espesor.

##### ✓ Suelo SNHO 1.2:

En este suelo se mantienen las mismas capas que en el anterior, sustituyendo el entrevigado de hormigón, del anterior suelo, por uno cerámico del mismo canto.

##### ✓ Suelo SNHO 1.1:

En este suelo se mantienen las mismas capas que en el anterior, sustituyendo el entrevigado cerámico, del anterior suelo, por uno de poliestireno expandido, EPS, mecanizado, enrasado, de canto 25 cm.

##### ✓ Suelo SNHO 1.1-A:

Se mantienen en este suelo las mismas capas que en el anterior, aumentando el canto del forjado de EPS, mecanizado enrasado, de 25 a 30 cm.

##### ✓ Suelo SNHO 1.1-B:

Este suelo contiene las mismas capas que el anterior, sustituyéndose el aislante Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 3 cm, por un Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4 cm, siendo este el de menor conductividad térmica del material.

##### ✓ Suelo SNHO 1.1-C:

En este suelo sobre el anterior, se aumenta el canto del forjado, FU entrevigado EPS mecanizado, enrasado de canto 25 cm a 30 cm.

##### ✓ Suelo SNHO 1.1-D:

El suelo contiene las mismas capas que el anterior aumentándose el espesor del aislante Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4 a 6 cm de espesor.

Este suelo será el que de mejores resultado de transmitancia térmica, puesto que posee el mayor espesor de aislamiento y contiene un entrevigado de EPS de 30 cm.

##### ✓ Suelo SNHO LA-1:

Este nuevo suelo está formado por una losa de hormigón armado de 25 cm de canto, enlucido inferiormente con una capa de yeso de 1.5 cm de espesor. En el forjado se dispone un

aislamiento tipo Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4 cm, más baldosa cerámica de 0.6 cm de grosor, tomada con mortero de cemento de 2.4 cm de espesor.

✓ Suelo SNHO LA-2:

En este suelo sobre el anterior, se aumenta el canto de la losa de hormigón armado de 25 a 30 cm.

✓ Suelo SNHO 1.3-A:

Se crea en última instancia esta variante de suelo de Suelo SNHO 1.3, debido a que se quiere utilizar esta tipología de suelo como parámetro fijo para las estrategias, pero con un canto de forjado de 30 cm que es el del edificio que ese estudia.

Debido a que con el aislante del suelo inicial, no se cumple la transmitancia máxima, que puede tener el suelo, siendo de 0.68 W/m<sup>2</sup>K, (CTE-HE1), se elige un aislante de menor conductividad térmica para cumplir este aspecto. De esta manera el nuevo suelo creado queda compuesto de la siguiente manera:

Forjado unidireccional, con entrevigado de hormigón de 30 cm de canto, enlucido inferiormente con una capa de yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado se dispone un aislamiento tipo Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4 cm, más baldosa cerámica de 0.6 cm de grosor, tomada con mortero de cemento de 2.4 cm de espesor.

Descripción de la elección de los suelos

Estas son las descripciones de todos los suelos que se han designado analizar mediante el programa informático "CERMA".

Para la elección de estos se ha elegido un suelo inicial típico y sencillo, con un forjado unidireccional con entrevigado de bovedilla de hormigón, y con un canto inicial de 25 cm, con un aislante de espesor normal de 3 cm, y una conductividad térmica media de 0.04 W/mK rematado con una baldosa cerámica tomada con mortero de cemento.

Sobre este suelo inicial se han ido sustituyendo el forjado de bovedilla de hormigón, por uno de bovedilla cerámica y de entrevigado EPS, tanto de 25 cm como de 30 de canto.

De esta manera se podrá analizar, cómo se comporta un mismo forjado con los tres diferentes tipo de entrevigado, y la diferencia que supondría que el forjado fuese de 25 o 30 cm, que son dos de los cantos más construidos.

Se crea la opción con el entrevigado que mejor se comporta térmicamente, mejorando el aislante con un espesor lógico de 4 cm y la menor conductividad térmica del material.

Se crea la variante de losa de hormigón armado, tanto de 25 como de 30 cm de canto y con la elección del aislamiento de mejor resultado aplicado hasta el momento para ver su comportamiento.

Con esta nueva variante con un canto de 30 cm del entrevigado más resolutivo y el aislante de mejor comportamiento, se aumenta el espesor del aislante a 6 cm. De esta manera se obtendrá el mejor suelo de todos.

Por último y como se ha explicado en la creación del propio suelo, se modifica el suelo inicial SNHO 1.3, para utilizarlo como parámetro fijo seleccionado de suelos en los experimento viables fase 1º, pero de canto 30 cm y ajustando el aislamiento para que cumpla la transmitancia máxima que exige el CTE-HE1, siendo esta de 0.68 W/m<sup>2</sup>K.

Se ha modificado y creado el nuevo suelo SNHO 1.3-A, debido a su elección como parámetro fijo de los experimentos viables en fase 1º, por su utilización habitual en construcción.

En total se han creado 10 tipos de suelos.

Los diferentes aislamientos aplicados han sido:

- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 3 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 6 cm.

Los diferentes forjados aplicados han sido:

- FU. Entrevigado de hormigón, canto 25 y 30 cm.
- FU. Entrevigado cerámico, canto 25 cm.
- FU. Entrevigado EPS, mecanizado enrasado, canto 25 y 30 cm
- Losa de hormigón armado, LHA, canto 25 y 30 cm.

### 2.3.2.5 HUECOS DE FACHADA EXTERIOR

Para la creación del parámetro de huecos de fachada exterior, que compone el cuadro de estrategias de la fase 1º, se han tomado los elementos que precisa el programa "CERMA", en relación a los huecos.

Dichos elementos son las características del tipo de vidrio, carpintería del hueco o marco, la existencia o no de elementos fijos y si existe caja de persiana o no.

Estos aspectos nombrados con anterioridad son los principales que denominaran el parámetro de huecos, para configurar las diferentes estrategias que se crean.

A continuación se describe cuáles han sido las tipologías elegidas para el parámetro:

- Vidrios: Vidrio doble 4-6-4 mm.
- Marcos: Metálico sin rotura de puente térmico.
- Elementos fijos: Sin elementos fijos en huecos, salvo en huecos de cocina.
- Cajas de persiana: Si existen, sin aislamiento y estancas sin infiltración, salvo en huecos de cocina
- Permeabilidad: 50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con dP: 100 Pa.

#### Descripción de la elección del tipo de huecos

Para la creación de este parámetro inicial y fijo en las estrategias de la fase 1º, se han querido tomar las tipologías más corrientes y habituales utilizadas en construcción en nuestros días.

Por ello, inicialmente se ha elegido un vidrio doble de 4 mm con una cámara de aire de 6 mm, con un marco metálico, lo cual es lo más habitual, y sin rotura de puente térmico.

Como habitualmente, no existen elementos fijos en los huecos, se ha desestimado su utilización, recurriendo a ellos, tan solo y como es habitual, en los huecos de las cocinas, tal y como lo dispone también el edificio elegido para el análisis.

Los huecos disponen de caja de persiana, menos en los huecos de concina, siendo esta es estanca, pero no estando revestida con aislamiento alguno.

Este aspecto es uno de los más corrientes en nuestras construcciones.

Se utiliza el valor máximo permitido por el CTE-HE1 para la permeabilidad del hueco.

Por lo tanto y en definitiva se ha creado una tipología de huecos, que aunque no es la más adecuada para el comportamiento térmico de los mismos, si es la más utilizada, y por eso se tratara como parámetro inicial.

Posteriormente en una nueva fase de experimentos, en los que se querrá mejorar los resultados de eficiencia energética, se mejoraran indudablemente los huecos y así los valores de transmitancia de los mismos y en consecuencia la calificación energética del edificio.

#### 2.3.2.6 EQUIPOS

Los equipos seleccionados son los de agua caliente sanitaria, “ACS” y refrigeración+ calefacción.

Al estar el edificio compuesto por 15 viviendas, existirán tantos equipos de ACS, como de refrigeración+calefacción, que número de viviendas.

Este parámetro será fijo en el diseño de todos los experimentos que se creen en este trabajo.

Todo esto es debido a que los equipos seleccionados son los necesarios para abastecer la demanda del edificio en cada uno de los experimentos que se procesen por el programa “CERMA”.

Los equipos seleccionados son los siguientes:

- Servicio ACS:

- Nº de equipos agua caliente sanitaria: 15 uds.
- Tipo de generador: Caldera convencional.
- Tipo de combustible: Gas natural.
- Acumulación: Sin acumulación.
- Datos de caldera:
  - Potencia calorífica nominal (kw): 24 kW
  - Rendimiento nominal (%): 90 %

- Servicio 1º Calefacción+Refrigeración:

- Nº de equipos de refrigeración+calefacción: 11 uds.
- Tipo de equipo: Compresión multizona por conductos, con bomba de calor.

- Servicio 2º Calefacción+Refrigeración:

- Suelo acondicionado con servicio, (m<sup>2</sup> con equipos): 383,64 m<sup>2</sup>
- Nº de equipos de refrigeración+calefacción: 4 uds.
- Tipo de equipo: Compresión multizona por conductos, con bomba de calor.

Los dos servicios creados dependen tan solo de las diferencias de superficies entre las 11 viviendas del primer servicio contra las 4 restantes del segundo.

Las potencias de refrigeración, calefacción y eléctricas de los dos servicios se calcularán para cada experimento procesado y se exponen en el capítulo “2.5.7 EQUIPOS”, perteneciente al capítulo “2.5 INTRODUCCION DE DATOS EN EL PROGRAMA CERMA”

### Descripción de la elección del tipo de equipos

Para la elección de los equipos que abastecen los servicios de ACS y refrigeración+calefacción se han elegidos equipos de uso común y corriente en este tipo de instalaciones.

En el servicio de agua caliente sanitaria es una caldera convencional, con gas natural y sin acumulador, con una potencia calorífica nominal y un rendimiento adecuado a los m<sup>2</sup> cuadrados de vivienda que abastece.

En el servicio de refrigeración+calefacción, se diferencian dos equipos para abastecer de mejor forma la demanda de todas las viviendas.

El tipo de equipo escogido de compresión multizona por conductos, con bomba de calor es de uso corriente y habitual en este tipo de instalaciones.

### 2.3.3 LISTADOS DE PARÁMETROS DE EXTRATEGIAS

#### 2.3.3.1 ENVOLVENTES DE FACHADA EXTERIOR

El listado de envolventes de fachada exterior se encuentra en el “TOMO II ANEXOS” subcapítulo 2.3.3.1 A.

#### 2.3.3.2 ENVOLVENTES DE FACHADA MEDIANERA

El listado de envolventes de fachada medianera se encuentra en el “TOMO II ANEXOS” subcapítulo 2.3.3.2 A.

#### 2.3.3.3 ENVOLVENTES DE CUBIERTA

El listado de envolvente de envolventes de cubierta se encuentra en el “TOMO II ANEXOS” subcapítulo 2.3.3.3 A.

#### 2.3.3.4 ENVOLVENTES DE SUELO

El listado de envolventes de suelo de se encuentra en el “TOMO II ANEXOS” subcapítulo 2.3.3.4 A.

### 2.3.4 ELECCIÓN DE PARÁMETROS FIJOS PARA ESTRATEGIAS FASE 1º

Los parámetros fijos que componen cada una de las estrategias son:

- Envolvente de fachada medianera.
- Huecos de fachada.
- Envolvente de suelo.
- Envolvente de cubierta.
- Equipos.

Las tipologías seleccionadas para cada parámetro son las siguientes:

- Envolvente de fachada medianera, (adiabática):

Se selecciona la “*Fachada Medianera T1*”, por ser una de las más comunes y habituales en su utilización.

✓ Fachada medianera T1:

Compuesta por dos hojas de LH7, que contiene entre ellas un aislante de EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm de espesor. Los dos tabicones están enlucidos de yeso exteriormente, con un espesor de 1.5 cm cada uno.

Parámetro: *“MEDIANERA T1”: Enl. Y 1.5 cm+ LH7+MW 0.029 W/mK 4 cm+LH7+enl Y 1.5 cm.”*

- Huecos de fachada:

Se seleccionan los *“Huecos H1”*, por ser los más característicos y habituales en construcción.

✓ Huecos H1:

La tipología de hueco seleccionada está formada por vidrios dobles 4-6-4 mm, con marcos metálicos sin rotura de puente térmico, con una transmitancia global del hueco de  $U$ : 3,54 W/m<sup>2</sup>K, sin elementos fijos en huecos, salvo en los huecos de cocina, con cajas de persiana en todos los huecos menos en los huecos de cocina, estancas sin infiltración, y con una permeabilidad de 50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con dP: 100 Pa.

Parámetro: *“Huecos H1”: vidrios 4/6/4+marc met. s/rotura pto térmico, permeabilidad 50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>+s/elem fijo -Hcocina+caja persiana estanca,- Hcocina.*

- Envolvente de suelo:

Se selecciona el *“Suelo SNHO 1.3-A”*, por presentar una de las tipologías más habituales construidas.

✓ Suelo SNHO 1.3-A:

El suelo está formado por un forjado unidireccional, con entrevigado de hormigón de 30 cm de canto, enlucido inferiormente con una capa de yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado se dispone un aislamiento tipo Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4 cm, mas baldosa cerámica de 0.6 cm de grosor, tomada con mortero de cemento de 2.4 cm de espesor.

Parámetro: *“Suelo SNHO 1.3-A”: Bal cr 0.6 cm+mta cto 2.4 cm+MW 0.31 W/mK 4 cm+FU, entrevigado hormigón 30 cm+Y 1.5 cm.”*

- Envolvente de cubierta:

Se selecciona la *“Cubierta C1.3-A”*, la cual es una cubierta plana, por representar una tipología más habitual e interesante para este estudio que una cubierta inclinada, con característica corrientes y de uso habitual, que es la consigna de su elección.

✓ Cubierta C1,3-A:

Esta cubierta está formada por un forjado unidireccional con entrevigado de hormigón de 30 cm de canto, enlucido inferiormente el forjado con yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado existe una capa de hormigón de áridos ligeros de 10 cm, más una lámina de polietileno de baja densidad, “LDPE” de 0.2 cm, sobre la que hay un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK y 6 cm de espesor, protegida superiormente con una lámina de cloruro de polivinilo, PVC, de 0,1 cm, sobre la que se asienta una capa de mortero de áridos ligeros” vermiculita perlita” de 4 cm, más una baldosa cerámica de 0.6 cm tomada con mortero de cemento con 2,4 cm de espesor.

Parámetro: “Cubierta C 1.3-A”: Bal cr 0.6 cm+mta cto 2.4 cm+verm perl 4 cm+PVC 0.1 cm+MW 0.04 W/mK 6 cm+LDPE 0.2 cm+HML 10 cm+FU, entrevigado hormigón 30 cm+Y 1.5 cm.”

- Equipos:

Los equipos seleccionados son para el abastecimiento de la demanda de agua caliente sanitaria, “ACS” y climatización, mediante de refrigeración y calefacción.

Este parámetro será fijo en el diseño de todos los experimentos que se creen en este trabajo.

Todo esto es debido a que los equipos seleccionados son los necesarios para abastecer la demanda del edificio en cada uno de los experimentos que se procesen por el programa “CERMA”.

Equipos de ACS

En ACS se seleccionan 15 unidades de equipos, para cada una de las viviendas del edificio.

El tipo de generador es una caldera convencional, abastecida por gas natural y sin acumulación.

La potencia calorífica de la caldera es de la caldera seleccionada es de 24 kW y su rendimiento nominal del 90%

Equipos de calefacción+refrigeración

Los equipos de calefacción y refrigeración se dividen en dos servicios por las características de las viviendas del edificio, creándose de esta manera dos servicios o dos equipos diferentes.

- Servicio 1º Calefacción+Refrigeración:

Este servicio consta de 11 uds. de equipo, para 11 viviendas de un total de 15 en el edificio.

El tipo de equipo es de compresión multizona por conductos, con bomba de calor.

- Servicio 2º Calefacción+Refrigeración:

Este servicio consta de 4 uds. de equipo, para 4 viviendas de un total de 15 en el edificio.

El tipo de equipo es de compresión multizona por conductos, con bomba de calor.

Los dos servicios creados dependen tan solo de las diferencia de superficies entre las 11 viviendas del primer servicio, contra las 4 restantes.

En este subcapítulo solo se muestran los equipos seleccionados para este parámetro de “equipos”.

Las potencias de refrigeración, calefacción y eléctricas de los dos servicios se calcularán para cada experimento procesado y se exponen el capítulo “2.5.8 EQUIPOS”, perteneciente al capítulo “2.5 INTRODUCCION DE DATOS EN EL PROGRAMA CERMA”

#### 2.3.4.1 CUADRO INICIAL DE ESTRATEGIAS FASE 1º

El cuadro inicial de estrategias Fase 1º se encuentra en el “TOMO II ANEXOS”, en el subcapítulo 2.3.4.1 A.

#### 2.3.5 LISTADO DE ESTRATEGIAS FASE 1º

El listado de estrategias Fase 1º se encuentra en el “TOMO II ANEXOS”, en el subcapítulo 2.3.5 A.

#### 2.4 CUADRO EXPERIMENTOS FASE 1º

El cuadro de experimentos de la Fase 1º se encuentra en el “TOMO II ANEXOS”, en el subcapítulo 2.4 A.

#### 2.5 INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL PROGRAMA CERMA

Tras la elección de los escenarios, con los que se quieren combinar las diferentes estrategias creadas, y configurados los experimentos en una primera fase inicial para el análisis del edificio seleccionado, se procede a la introducción de todos los datos necesarios que precisa el programa “CERMA”, para la obtención de las diferentes calificaciones energéticas para cada uno de los experimentos diseñados.

De esta manera se han creado dentro de este capítulo, tantos subcapítulos como subdivisiones tiene la aplicación informática, siguiendo en la introducción de datos las directrices del programa, las cuales se muestran a continuación:

Al tener elegidos escenarios diferentes, que representan las cuatro orientaciones de los 4 puntos cardinales, Norte, sur, este y Oeste, en el programa “CERMA”, se tienen que crear para la introducción de los datos, 4 archivos diferentes uno para cada orientación.

De esta forma se podrán obtener las diferentes calificaciones energéticas del mismo edificio en las cuatro orientaciones aplicadas.

##### 2.5.1 CIUDAD Y ENTORNO

- Ciudad: Valencia.
- Provincia: Valencia:
- Asnm: 8 m. (altura sobre el nivel del mar, en metros).
- Latitud, (º): 39.48º.
- Zona climática, temperatura (EH1): B3.
- Zona climática, radiación, (EH4): IV.

Las sombras del entorno variaran según las cuatro orientaciones que se le pueden dar al edificio, siendo estas orientación Norte, sur, Este y oeste.

- Sombras entorno, Orientación Norte:
- Do: 12 m.
- Ho: 13.5 m.

El resto de sobras en esta orientación son cero.



- Sombras entorno, Orientación Sur:

- Ds: 12 m.
- Hs: 13.5 m.
- De: 12 m.
- He: 13.5 m.

El resto de sobras en esta orientación son cero.

- Sombras entorno, Orientación Este:

- De: 12 m.
- He: 13.5 m.

El resto de sobras en esta orientación son cero.

- Sombras entorno, Orientación Oeste:

- Do: 12 m.
- Ho: 13.5 m.
- Ds: 12 m.
- Hs: 13.5 m.

El resto de sobras en esta orientación son cero.

### 2.5.2 GLOBAL

- Tipo de edificio: Edificio en bloque.

- Generales, volumen acondicionado total (m<sup>3</sup>): 4.390 m<sup>3</sup>

Volumen total de los espacios habitables, (contabilizados desde el interior), de forma exacta, y realizado igual que en el programa LIDER, siendo la superficie por la altura, contabilizando las longitudes en planta se deberá tomar desde el interior, y la altura considerada es la correspondiente, "entre suelos", es decir contabilizando el espesor de los forjados.

- Generales, suelo habitable acondicionado:(m<sup>2</sup>): 1.178,4 m<sup>2</sup>

Suelo habitable: Recinto interior destinado al uso de personas cuya ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. En general viviendas y zonas comunes de circulación en el interior de los edificios.

- Clase de higrometría: 3 (55%).

Clasificación según la norma EN ISO 13.788: 2002., c) clase 3: Espacios en los que no se prevé una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de espacios no indicados en las clases 5 y 4.

- Datos de tipologías existentes, cálculo de renovaciones según CTE-HS3:

- TIPO A:
- N<sup>o</sup> viviendas: 1 uds.
- N<sup>o</sup> dormitorios dobles > 8 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- N<sup>o</sup> dormitorios sencillos > 6 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- N<sup>o</sup> estar-comedor > 16 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- N<sup>o</sup> cuartos de baño: 2 uds.
- Superficie cocina m<sup>2</sup>: 7,30 m<sup>2</sup>.



- TIPO B:

- Nº viviendas: 4 uds.
- Nº dormitorios dobles > 8 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº dormitorios sencillos > 6 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº estar-comedor > 16 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº cuartos de baño: 2 uds.
- Superficie cocina m<sup>2</sup>: 6,90 m<sup>2</sup>.

- TIPO C:

- Nº viviendas: 7 uds.
- Nº dormitorios dobles > 8 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº dormitorios sencillos > 6 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº estar-comedor > 16 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº cuartos de baño: 1 uds.
- Superficie cocina m<sup>2</sup>: 7,30 m<sup>2</sup>.

- TIPO D:

- Nº viviendas: 3 uds.
- Nº dormitorios dobles > 8 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº dormitorios sencillos > 6 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº estar-comedor > 16 m<sup>2</sup>: 1 uds.
- Nº cuartos de baño: 1 uds.
- Superficie cocina m<sup>2</sup>: 6,20 m<sup>2</sup>.

- Nº renovaciones: 0,42 renovaciones/hora finales. (CTE-HS3)

El número de renovación introducido es directamente el caudal de aire en una hora, (m<sup>3</sup>/h), dividido por el volumen total, (m<sup>3</sup>).

- Puentes térmicos-características constructivas:

Los puentes térmicos se escogen por el tipo de características constructivas que ofrece el programa "CERMA".

Se crean tres tipos de puentes térmicos que se denominan a continuación:

- Puentes térmicos 1º: Son los introducidos en "CERMA", en las fases viable 1º, 2º y 3º para todos los experimentos de estas fases, menos los que contengan como parámetro de envolvente de fachada exterior, una fachada del tipo ligera trasventilada (ptes. térm. 2º).
- Encuentro forjado: Frente de forjado no aislado.
- Pilares: Pilar no aislado
- Encuentro jambas ventana: Cerramiento conforma la jamba al doblar la hoja exterior
- Espesor de cada forjado: 30 cm.
- Pilares anchura: 40 cm
- Pilares altura: la estimada por "CERMA".

A continuación se muestran los valores de los puentes térmicos asumidos por el programa "CERMA", aplicados en relación a las características constructivas elegidas.

- Puente térmico de la ventana: 0,41W/mK
- Puente térmico forjado/muro: 0,42 W/mK
- Puente térmico cubierta: 0,38 W/mK
- Puente térmico suelo/externo: 0,33 W/mK

- Puente térmico esquina saliente: 0,08 W/mK
- Puente térmico pilar: 0,87 W/mK
- Puente térmico terreno: 0,12 W/mK

- Puentes térmicos 2º: Son los introducidos en “CERMA”, en las fases viable 1º, 2º, 3º y 4º para todos los experimentos de estas fases que contengan como parámetro de envolvente de fachada exterior, una fachada del tipo ligera trasventilada.
- Encuentro forjado: Frente de forjado con aislamiento continuo.
- Pilares: Pilar aislado por el exterior.
- Encuentro jambas ventana: Cerramiento constante hasta la línea de jamba.
- Espesor de cada forjado: 30 cm.
- Pilares anchura: 40 cm
- Pilares altura: la estimada por “CERMA”.

A continuación se muestran los valores de los puentes térmicos asumidos por el programa “CERMA”, aplicados en relación a las características constructivas elegidas.

- Puente térmico de la ventana: 0,02W/mK
- Puente térmico forjado/muro: - 0,04 W/mK
- Puente térmico cubierta: 0,19 W/mK
- Puente térmico suelo/ exterior: 0,19 W/mK
- Puente térmico esquina saliente: 0,16 W/mK
- Puente térmico pilar: 0,04 W/mK
- Puente térmico terreno: 0,12 W/mK

- Puentes térmicos 3º: Son los introducidos en “CERMA”, en la fase 4º para todos los experimentos, menos los que contengan como parámetro de envolvente de fachada exterior, una fachada del tipo ligera trasventilada, (ptes térm. 2º).
- Encuentro forjado: Frente de forjado aislado.
- Pilares: Pilar aislado por el exterior.
- Encuentro jambas ventana: Cerramiento constante hasta la línea de jamba.
- Espesor de cada forjado: 30 cm.
- Pilares anchura: 40 cm
- Pilares altura: la estimada por “Cerma”.

A continuación se muestran los valores de los puentes térmicos asumidos por el programa “CERMA”, aplicados en relación a las características constructivas elegidas.

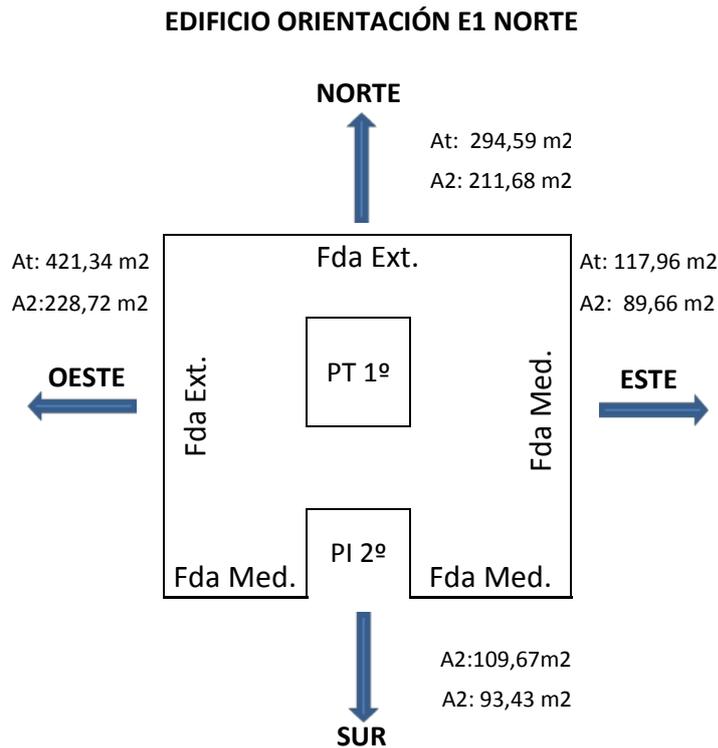
- Puente térmico de la ventana: 0,02W/mK
- Puente térmico forjado/muro: 0,14 W/mK
- Puente térmico cubierta: 0,34 W/mK
- Puente térmico suelo/ exterior: 0,33 W/mK
- Puente térmico esquina saliente: 0,08 W/mK
- Puente térmico pilar: 0,04 W/mK
- Puente térmico terreno: 0,12 W/mK

El valor de los puentes térmicos asumidos queda representado en el subcapítulo de esta memoria “2.5.8 FICHAS Y ESQUEMAS CERMA”.

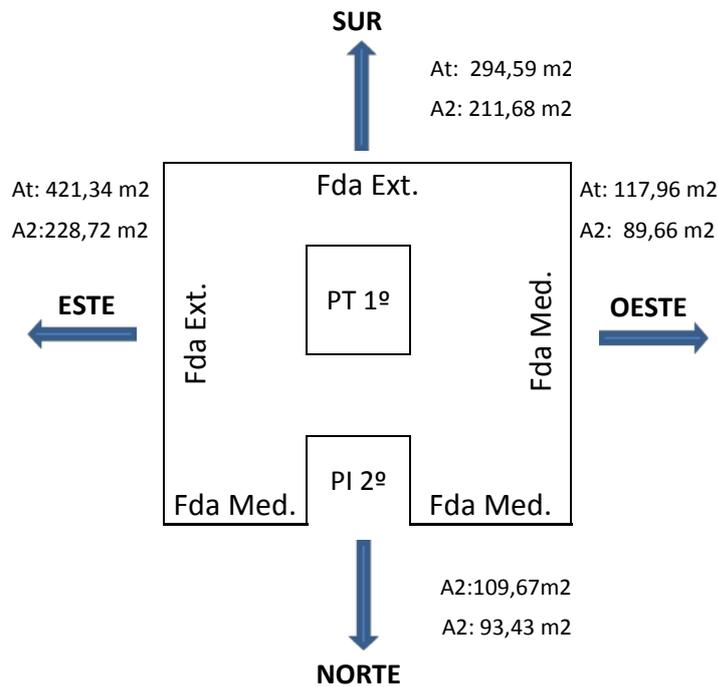
### 2.5.3 MUROS

Los muros exteriores introducidos se presentan en las cuatro orientaciones elegidas para los cuatro escenarios de orientación Norte, Sur, Este y Oeste, tal y como se ha apuntado en el inicio del capítulo 2.5.

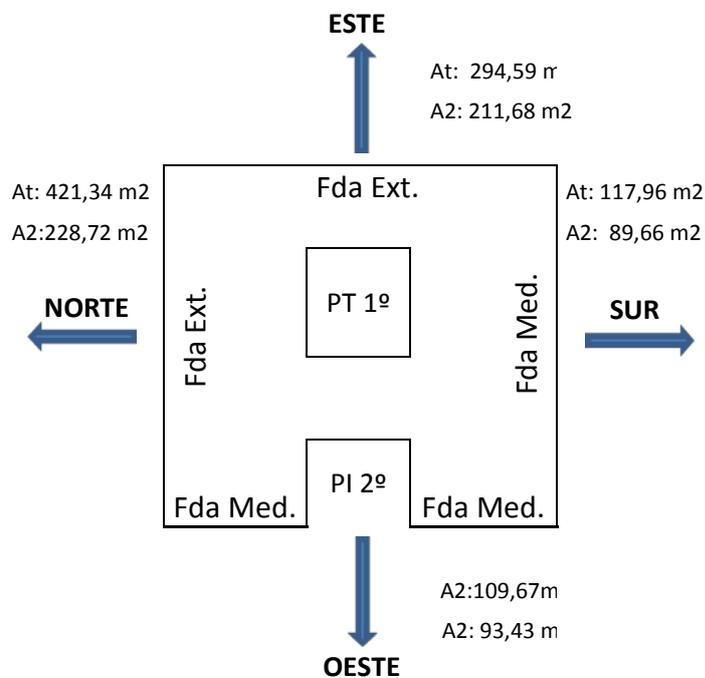
La representación del edificio en cada una de las orientaciones quedaría establecida según los siguientes esquemas:



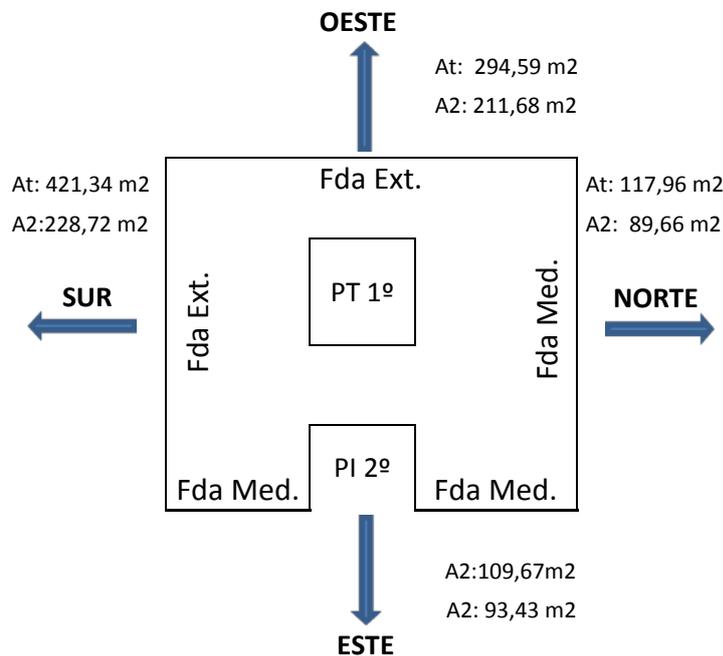
### EDIFICIO ORIENTACIÓN E2 SUR



### EDIFICIO ORIENTACIÓN E3 ESTE



### EDIFICIO ORIENTACIÓN E4 OESTE



A continuación se muestran los datos introducidos de muros en cada orientación:

- Muro exterior Tipo 1 - orientación Norte, (E1):

-Área total, (m <sup>2</sup> ):	-A2, Área fuera del 1º plano, (m <sup>2</sup> ):
- Norte: 294.6 m <sup>2</sup>	- Sur: 93.4 m <sup>2</sup>
- Sur: 109.7 m <sup>2</sup>	- Este: 89.7 m <sup>2</sup>
- Este: 118.0 m <sup>2</sup>	- Oeste: 228.7 m <sup>2</sup>
- Oeste: 421.3 m <sup>2</sup>	

- Muro exterior Tipo 1 - orientación Sur, (E2):

-Área total, (m <sup>2</sup> ):	-A2, Área fuera del 1º plano, (m <sup>2</sup> ):
- Norte: 109.7 m <sup>2</sup>	- Sur: 211.7 m <sup>2</sup>
- Sur: 294.6 m <sup>2</sup>	- Este: 228.7 m <sup>2</sup>
- Este: 421.3 m <sup>2</sup>	- Oeste: 89.7 m <sup>2</sup>
- Oeste: 118.0 m <sup>2</sup>	

- Muro exterior Tipo 1 - orientación Este, (E3):

-Área total, (m <sup>2</sup> ):	-A2, Área fuera del 1º plano, (m <sup>2</sup> ):
- Norte: 421.3 m <sup>2</sup>	- Sur: 89.7 m <sup>2</sup>
- Sur: 118.0 m <sup>2</sup>	- Este: 211.7 m <sup>2</sup>
- Este: 294.6 m <sup>2</sup>	- Oeste: 93.4 m <sup>2</sup>
- Oeste: 109.7 m <sup>2</sup>	

- Muro exterior Tipo 1 - orientación Oeste, (E4):

- <u>Área total, (m<sup>2</sup>):</u>	- <u>A2. Área fuera del 1º plano, (m<sup>2</sup>):</u>
- Norte: 118.0 m <sup>2</sup>	- Sur: 228.7 m <sup>2</sup>
- Sur: 421.3 m <sup>2</sup>	- Este: 93.4 m <sup>2</sup>
- Este: 109.7 m <sup>2</sup>	- Oeste: 211.7 m <sup>2</sup>
- Oeste: 294.6 m <sup>2</sup>	

En la aplicación se introducen todos los tipos de fachadas que se han creado para el análisis, y que quedan enumeradas y descritas en esta memoria en el subcapítulo, “2.3.3 LISTADO DE PARÁMETROS DE ESTRATEGIA”, subcapítulo “2.3.3.1: ENVOLVENTES DE FACHADA EXTERIOR”.

Todos estos tipos de fachadas se introducen en los cuatro archivos creados en “CERMA”, para cada orientación, Norte, Sur, Este y Oeste.

Como la tipología de la fachada exterior y el valor de la transmitancia “U”, de cada una de ellas, es el parámetro variable de los seis que conforman cada una de las estrategias creadas para el análisis, en el momento que se realice la obtención de las calificaciones energéticas con cada una de ellas, dará lugar a la creación de tantos archivos en “CERMA” como fachadas exteriores elegidas para su procesado.

Es por ello, que en este punto no se muestran los valores de las transmitancias obtenidas de las fachadas introducidas, ya que habrá tantas transmitancias como fachadas se quieran analizar.

Los valores obtenidos de todas las transmitancia de cada tipo de fachada introducida en “CERMA”, están descritos en el subcapítulo “2.3.5 LISTADO ESTRATÉGIAS FASE 1º”

Los valores máximos según el CTE- HE1 y el procedimiento de cálculo de la transmitancia térmica “U”, así como un esquema aclaratorio de cuáles son las áreas totales y las que quedan fuera del 1º plano, están representados en el subcapítulo de esta memoria “2.5.8 FICHAS Y ESQUEMAS CERMA”.

- Otros muros Tipo 1:

- Medianera: 432 m<sup>2</sup>

Los muros adiabáticos son aquellos que separan espacios entre los que no hay intercambio de calor. En “CERMA”, los muros que lindan con otros edificios, es decir, las medianeras, se consideran adiabáticas.

A continuación se muestran las medianeras introducidas en el programa “CERMA” por fases de experimentos:

- Medianeras en Fase viable 1º:

- Tipología introducida en “CERMA”: MEDIANERIA T1
- Transmitancia “U” obtenida: 0.52 W/m<sup>2</sup>K
- Composición muro: Enl. Y 1.5 cm+ LH7+MW 0.029 W/mK 4 cm+LH7+enl Y 1.5 cm.

Compuesta por dos hojas de LH7, que contiene entre ellas un aislante de EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm de espesor. Los dos tabicones están enlucidos de yeso exteriormente, con un espesor de 1.5 cm cada uno.

-Medianeras en Fase 2º,3º,4º:

- Tipología introducida en "CERMA": MEDIANERIA T5
- Transmitancia "U" obtenida: 0.17 W/m<sup>2</sup>K
- Composición muro: 2PYL 1.3 cm+MW 0.031 W/mK 8 cm+CA 5cm+ MW 0.031 W/mK 8 cm+2PYL 1.3 cm

Compuesta por dos estructuras autoportantes de tabiquería seca de 70 mm, con Mw, lana mineral de 8 cm de espesor y una conductividad térmica de 0.031 W/mK, en cada una de las dos estructuras, rematadas cada una por cada lado exterior con, 2 placas de yeso laminado de 13 mm cada una, estando las dos estructuras separadas por una cámara de aire de 5 cm.

Estos tipos de muros medianeros/adiabáticos se introducen en los cuatro archivos creados para cada orientación, con los mismos metros cuadrados de fachada y la misma tipología de muro elegido para el cálculo, puesto que es un parámetro fijo de las estrategias, y no varía en la 1º fase.

#### 2.5.4 CUBIERTAS

- Exterior horizontal Tipo 1:

- Área total, (m<sup>2</sup>): 340.1 m<sup>2</sup>
- Área sombra, (m<sup>2</sup>): 0.0 m<sup>2</sup>

A continuación se muestran las cubiertas introducidas en el programa "CERMA" por fases de experimentos:

-Cubierta en Fase viable 1º:

- Tipología introducida en "CERMA": CUBIERTA C1.3-A
- Transmitancia "U" obtenida: 0.49 W/m<sup>2</sup>K
- Composición cubierta: Bal cr 0.6 cm+mto cto 2.4 cm+verm perl 4 cm+PVC 0.1 cm+MW 0.04 W/mK 6 cm+LDPE 0.2 cm+HML 10 cm+FU, entrevigado hormigón 30 cm+Y 1.5 cm

Compuesta por un forjado unidireccional con entrevigado de hormigón de 30 cm de canto, enlucido inferiormente el forjado con yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado existe una capa de hormigón de áridos ligeros de 10 cm, más una lámina de polietileno de baja densidad, "LDPE" de 0.2 cm, sobre la que hay un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.04 W/mK y 6 cm de espesor, protegida superiormente con una lámina de cloruro de polivinilo, PVC, de 0,1 cm, sobre la que se asienta una capa de mortero de áridos ligeros" vermiculita perlita" de 4 cm, más una baldosa cerámica de 0.6 cm tomada con mortero de cemento con 2,4 cm de espesor.

-Cubierta en Fase 2º, 3º, 4º:

- Tipología introducida en "CERMA": CUBIERTA C1.4-B
- Transmitancia "U" obtenida: 0.29 W/m<sup>2</sup>K
- Composición cubierta: Bal cr 0.6 cm+mto cto 2.4 cm+verm perl 4 cm+PVC 0.1 cm+MW 0.031 W/mK 6 cm+LDPE 0.2 cm+HML 10 cm+FU, EPS 30 cm+Y 1.5 cm

Compuesta por un forjado unidireccional con entrevigado EPS, mecanizado enrasado de 30 cm de canto, enlucido inferiormente el forjado con yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado existe una capa de hormigón de áridos ligeros de 10 cm, más una lámina de polietileno de baja

densidad, "LDPE" de 0.2 cm, sobre la que hay un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK y 6 cm de espesor, protegida superiormente con una lámina de cloruro de polivinilo, PVC, de 0,1 cm, sobre la que se asienta una capa de mortero de áridos ligeros" vermiculita perlita" de 4 cm, más una baldosa cerámica de 0.6 cm tomada con mortero de cemento con 2,4 cm de espesor

Estos tipos de cubiertas se introducen en los cuatro archivos creados para cada orientación, con los mismos metros cuadrados de cubierta y la misma tipología para el cálculo, puesto que es un parámetro fijo de las estrategias, y no varía en la 1º fase.

Los valores máximos, según el CTE-HE1, y el procedimiento de cálculo de la transmitancia térmica "U", así como un esquema aclaratorio de cuáles son los metros cuadrados de área total y área a la sombra, están representados en el subcapítulo de esta memoria "2.5.8 FICHAS Y ESQUEMAS CERMA".

### 2.5.5 SUELOS

#### - Otros suelos Tipo 1:

##### - Local acondicionado/no habitable:

- Área total, (m<sup>2</sup>): 337.0 m<sup>2</sup>

A continuación se muestran los suelos introducidos en el programa "CERMA" por fases de experimentos:

#### -Suelo en Fase viable 1º:

- Tipología introducida en "CERMA": SUELO SNHO 1.3-A

- Transmitancia "U" obtenida: 0.57 W/m<sup>2</sup>K

- Composición suelo: Bal cr 0.6 cm+mto cto 2.4 cm+MW 0.31 W/mK 4 cm+FU, entrevigado hormigón 30 cm+Y 1.5 cm

El suelo está formado por un forjado unidireccional, con entrevigado de hormigón de 30 cm de canto, enlucido inferiormente con una capa de yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado se dispone un aislamiento tipo Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4 cm, mas baldosa cerámica de 0.6 cm de grosor, tomada con mortero de cemento de 2.4 cm de espesor.

#### -Suelo en Fase 2º, 3º, 4º:

- Tipología introducida en "CERMA": SUELO SNHO 1.1-D

- Transmitancia "U" obtenida: 0.30 W/m<sup>2</sup>K

- Composición suelo: Bal cr 0.6 cm+mto cto 2.4 cm+MW 0.31 W/mK 6 cm+FU, EPS 30 cm+Y 1.5 cm

El suelo está formado por un forjado unidireccional, con entrevigado de EPS mecanizado enrasado de 30 cm de canto, enlucido inferiormente con una capa de yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado se dispone un aislamiento tipo Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 6 cm, mas baldosa cerámica de 0.6 cm de grosor, tomada con mortero de cemento de 2.4 cm de espesor.

Estos tipos de suelos se introducen en los cuatro archivos creados para cada orientación, con los mismos metros cuadrados de suelo y la misma tipología para la obtención de resultados, puesto que es un parámetro fijo de las estrategias, y no varía en la 1º fase.

Los valores máximos según el CTE- HE1 y el procedimiento de cálculo de la transmitancia térmica "U", así como un esquema aclaratorio de cuál es el área total del suelo de local acondicionado no habitable, están representados en el subcapítulo de esta memoria "2.5.8 FICHAS Y ESQUEMAS CERMA".

### 2.5.6 HUECOS

El número de identificación de los huecos de cada fachada, queda relacionado en esquema tipo creado a tal efecto; siguiendo la descripción de la creación de estos según plantea el programa "CERMA".

Dicho esquema está ubicado en el subcapítulo "2.5.8 FICHAS Y ESQUEMAS CERMA".

Se crean tantos grupos de huecos tal y como apunta el programa "CERMA".

La disposición de los huecos y medidas esta disponibles en el plano "A1-ALZADOS", en el subcapítulo de este documento denominado "3.1 PLANOS DESCRIPTIVOS DEL PROYECTO", subcapítulo 3.1.7

Se han creado un total de 40 grupos de huecos dispuestos en las dos fachadas exteriores y los dos patios de luces interiores del edificio, existiendo un total de 104 huecos en el edificio.

Las sombras asignadas a cada grupo de huecos, dependerán de cada una de las cuatro orientaciones que se le da al edificio, por lo que en definitiva se va a tener 40 grupos de huecos, para cada orientación Norte, Sur, Este, y Oeste, siendo las sombras aplicadas las que corresponden a cada orientación.

El número de huecos creados, la configuración, dimensiones y las sombras que recaen sobre ellos, serán iguales e inmodificables para cada tipo de experimento que se procese con el programa.

Tan solo variarán, de una fase a otra de este parámetro, los datos asignados a vidrios, carpinterías, cajas de persianas y permeabilidad,

A continuación se muestran las distintas tipologías de huecos que se introducen en el programa "CERMA", en cada una de las fases de experimentos creadas:

#### -Valores de huecos en Fase viable 1º y Fase 2º:

##### -Tipo de huecos: "HUECOS H1":

-Vidrio: Doble 4-6-4 mm

-Transmitancia vidrio, "U": 3,30 W/m<sup>2</sup>K

-Factor solar: 0.75 tanto por uno.

- Marco: Carpintería metálica sin rotura de puente térmico.

-Transmitancia marco, "U": 5,70 W/m<sup>2</sup>K

-Frac. de marco:10%.

- Valores globales del hueco:

-Transmitancia del hueco "U": 3,54 W/m<sup>2</sup>K

-Factor solar del hueco: 0,69 tanto por uno.

- Permeabilidad: 50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP de 100 Pa.

- Sombras elementos fijos: Sin sombras de elementos fijos salvo huecos de cocina, con lamas horizontales a 0º

- Cajas de persiana: Todos los huecos con cajas de persiana excepto los huecos de cocina, sin aislamiento y estancos. una DP: 100 Pa.

-Transmitancia caja persiana, "U": 3,50 W/m<sup>2</sup>K

-Infiltración: 0 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP: 100 Pa. (estanca).

- Valor de reducción del factor solar, por protecciones: 1 en verano e invierno.



- Valor de reducción de la transmitancia por protecciones: 1 en verano e invierno.

-Valores de huecos en Fase 3º:

-Tipo de huecos: "HUECOS H2":

-Vidrio: Doble bajo emisivo < 0.03, 4-15-4 mm

-Transmitancia vidrio, "U": 1,40 W/m<sup>2</sup>K

-Factor solar: 0.70 tanto por uno.

- Marco: PVC de 3 cámaras.

-Transmitancia marco, "U": 1,80 W/m<sup>2</sup>K

-Fracc. de marco:10%.

- Valores globales del hueco:

-Transmitancia del hueco "U": 1,44 W/m<sup>2</sup>K

-Factor solar del hueco: 0,64 tanto por uno.

- Permeabilidad: 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP de 100 Pa.

- Sombras elementos fijos: Sin sombras de elementos fijos salvo huecos de cocina, con lamas horizontales a 0º

- Cajas de persiana: Todos los huecos con cajas de persiana excepto los huecos de cocina, con 4 cm de aislamiento y estancos.  
una DP: 100 Pa.

-Transmitancia caja persiana, "U": 0,80 W/m<sup>2</sup>K

-Infiltración: 0 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP: 100 Pa. (estanca).

- Valor de reducción del factor solar, por protecciones: 1 en verano e invierno.

- Valor de reducción de la transmitancia por protecciones: 1 en verano e invierno.

-Valores de huecos en Fase 4º:

-Tipo de huecos: "HUECOS H3":

-Vidrio: Doble bajo emisivo 0,1-0,2, 4-9-4 mm

-Transmitancia vidrio, "U": 2,30 W/m<sup>2</sup>K

-Factor solar: 0.70 tanto por uno.

- Marco: Metálico con rotura de puente térmico 4-12 mm.

-Transmitancia marco, "U": 4,00 W/m<sup>2</sup>K

-Fracc. de marco:10%.

- Valores globales del hueco:

-Transmitancia del hueco "U": 2,47 W/m<sup>2</sup>K

-Factor solar del hueco: 0,64 tanto por uno.

- Permeabilidad: 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP de 100 Pa.

- Sombras elementos fijos: Sin sombras de elementos fijos salvo huecos de cocina, con lamas horizontales a 0º

- Cajas de persiana: Todos los huecos con cajas de persiana excepto los

huecos de cocina, con 4 cm de aislamiento y estancos.  
una DP: 100 Pa.

- Transmitancia caja persiana, "U": 0,80 W/m<sup>2</sup>K.

- Infiltración: 0 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP: 100 Pa. (estanca).

- Valor de reducción del factor solar, por protecciones: 1 en verano e invierno.

- Valor de reducción de la transmitancia por protecciones: 1 en verano e invierno.

Los valores máximos según el CTE- HE1 y el procedimiento de cálculo de la transmitancia térmica "U", así como ficha de datos de sombras por lamas, ficha aclaratoria de número de huecos por grupo, y tablas de reducción del factor solar y la transmitancia de los huecos por protecciones, están representados en el subcapítulo de esta memoria "2.5.8 FICHAS Y ESQUEMAS CERMA".

### 2.5.7 EQUIPOS

#### - ACS global:

- Demanda de agua caliente sanitaria: 778 l/día, aporte solar mínimo según CTE 60%

- Temperatura media agua red: 15.3°C, aporte solar de la instalación 60%

#### - Generales:

- Suelo habitable, (m<sup>2</sup>): 1.178,40 m<sup>2</sup>

- Suelo acondicionado con equipos, (m<sup>2</sup>):

- ACS: 1.178,40 m<sup>2</sup>

- En calefacción: 1.178,40 m<sup>2</sup>

- En refrigeración: 1.178,40 m<sup>2</sup>

#### - Servicio ACS:

- Suelo acondicionado con servicio, (m<sup>2</sup> con equipos): 1.178,40 m<sup>2</sup>

- Nº de equipos agua caliente sanitaria: 15 uds.

- Tipo de generador: Caldera convencional.

- Tipo de combustible: Gas natural.

- Acumulación: Sin acumulación.

- Datos de caldera:

- Potencia calorífica nominal (kW): 24 kW

- Rendimiento nominal (%): 90 %

#### - Servicio 1º Calefacción+Refrigeración:

- Suelo acondicionado con servicio, (m<sup>2</sup> con equipos): 794,71 m<sup>2</sup>

- Nº de equipos de refrigeración-calefacción: 11 uds.

- Tipo de equipo: Compresión multizona por conductos, con bomba de calor.

- Datos "INICIALES" de cada equipo bomba de calor:

- Potencia total refrigeración nominal (kW): 6 kW

- Potencia sensible refrigeración nominal, (kW): 4,5 kW



- Potencia eléctrica nominal consumida refriger. (kW): 2 kW
- Potencia calorífica nominal (kW): 6 kW
- Potencia eléctrica nominal consumida calef.. (kW): 2 kW

- Servicio 2º Calefacción+Refrigeración:

- Suelo acondicionado con servicio, (m<sup>2</sup> con equipos): 383,64 m<sup>2</sup>
- Nº de equipos de refrigeración-calefacción: 4 uds.
- Tipo de equipo: Compresión multizona por conductos, con bomba de calor.
- Datos "INICIALES" de cada equipo bomba de calor:
  - Potencia total refrigeración nominal (kW): 7 kW
  - Potencia sensible refrigeración nominal, (kW): 5,25 kW
  - Potencia eléctrica nominal consumida refriger. (kW): 2,33 kW
  - Potencia calorífica nominal (kW): 7 kW
  - Potencia eléctrica nominal consumida calef..(kW): 2,33 kW

En este apartado de equipos se tienen que tener las consideraciones que a continuación se describen:

El edificio consta de 15 viviendas con diferentes superficies, por lo que se han creado dos tipos de equipos o servicios, de calefacción+refrigeración, en relación a las superficies de cada una de las viviendas.

A continuación se muestra el cuadro de superficies de las 15 viviendas y como se han agrupado para crear los servicios 1º y 2º de tratamiento de calefacción-refrigeración.

También se presenta la forma con que se han calculado inicialmente las potencias de los equipos.

CUADRO DE SUPERFICIES DEL EDIFICIO

CUADRO DE SUPERFICIES					
Nº	VIVIENDAS	SUP. UTIL	M <sup>2</sup>	SUP. UTIL +EC	M <sup>2</sup>
1	TIPO A	57,06	m <sup>2</sup>	68,64	m <sup>2</sup>
1	TIPO B	57,57	m <sup>2</sup>	69,25	m <sup>2</sup>
1	TIPO C	66,53	m <sup>2</sup>	80,03	m <sup>2</sup>
1	TIPO D	54,42	m <sup>2</sup>	65,46	m <sup>2</sup>
1	TIPO E	58,94	m <sup>2</sup>	70,90	m <sup>2</sup>
1	TIPO F	59,63	m <sup>2</sup>	71,73	m <sup>2</sup>
1	TIPO G	77,07	m <sup>2</sup>	92,70	m <sup>2</sup>
1	TIPO H	54,42	m <sup>2</sup>	65,46	m <sup>2</sup>
1	TIPO I	58,94	m <sup>2</sup>	70,90	m <sup>2</sup>
1	TIPO J	59,63	m <sup>2</sup>	71,73	m <sup>2</sup>
1	TIPO K	77,07	m <sup>2</sup>	92,70	m <sup>2</sup>
1	TIPO L	63,69	m <sup>2</sup>	76,93	m <sup>2</sup>
1	TIPO M	69,57	m <sup>2</sup>	83,68	m <sup>2</sup>
1	TIPO N	76,52	m <sup>2</sup>	92,04	m <sup>2</sup>
1	TIPO Ñ	88,14	m <sup>2</sup>	106,20	m <sup>2</sup>
<b>ELEMENTOS COMUNES</b>		199,15	m <sup>2</sup>	-	-
<b>SUBTOTAL VIVIENDAS</b>		979,20	m <sup>2</sup>	-	-
<b>TOTAL</b>		1.178,35	m <sup>2</sup>	1.178,35	m <sup>2</sup>

Con el cuadro de superficies de todas las viviendas, estas se agrupan por su similitud en superficie en los dos grupos que se muestran en el siguiente cuadro.

SUBDIVISIÓN DE VIVIENDAS PARA EQUIPOS EN CERMA		SUP. UTIL	M <sup>2</sup>	SUP UTIL +EC	M <sup>2</sup>
Viviendas de superficie útil entre 54 m <sup>2</sup> y 69m <sup>2</sup>	11 viv.	660,40	m <sup>2</sup>	794,71	m <sup>2</sup>
viviendas de superficie útil entre 76 m <sup>2</sup> y 88 m <sup>2</sup>	4 viv.	318,80	m <sup>2</sup>	383,64	m <sup>2</sup>
SUBTOTAL VIVIENDAS		979,20	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	-
TOTALES		-	-	1.178,35	m <sup>2</sup>

Dentro de los dos grupos de viviendas se escoge para el cálculo de las potencias la vivienda de mayor superficie, como referencia en cada grupo, por ser la más desfavorable.

### CUADRO DE EQUIPOS

11 Viviendas de 54 m <sup>2</sup> a 69 m <sup>2</sup>	Mayor vivi: 69,57 m <sup>2</sup>	S. Util+Ec:	794,71 m <sup>2</sup>
04 Viviendas de 76 m <sup>2</sup> a 88 m <sup>2</sup>	Mayor vivi: 88,14 m <sup>2</sup>	S. Util+Ec:	383,64 m <sup>2</sup>
		Total	1.178,40 m <sup>2</sup>

A continuación se muestran los resultados del cálculo inicial de las potencias para cada uno de los equipos

#### 1º EQUIPO S. UTIL+EC 794,71 M<sup>2</sup> 11 VIV. DE 70 M<sup>2</sup>

Datos equipo 1º		cálculo	redondeo
P. total refr. No minal	80 W/m <sup>2</sup>	5,6 kW	6,0 kW
P. sensible refr. Nominal	75% (80 W/m <sup>2</sup> )	4,2 kW	4,5 kW
P elect. consumida refr.	(80 W/m <sup>2</sup> )/3	1,9 kW	2,0 kW
P. calorífica nominal	80 W/m <sup>2</sup>	5,6 kW	6,0 kW
P. elect. consumida calor	(80 W/m <sup>2</sup> )/3	1,9 kW	2,0 kW

#### 2º EQUIPO S. UTIL+EC 383,64 M<sup>2</sup> 04 VIV. DE 88 M<sup>2</sup>

Datos equipo 2º		cálculo	redondeo
P. total refr. Nominal	80 W/m <sup>2</sup>	7,0 kW	7,0 kW
P. sensible refr. Nominal	75% (80 W/m <sup>2</sup> )	5,3 kW	5,3 kW
P elect. consumida refr.	(80 W/m <sup>2</sup> )/3	2,3 kW	2,3 kW
P. calorífica nominal	80 W/m <sup>2</sup>	7,0 kW	7,0 kW
P. elect. consumida calor	(80 W/m <sup>2</sup> )/3	2,3 kW	2,3 kW

Los valores habituales de calidad estándar de cada equipo no varían.

El cálculo de las potencias de los dos tipos de equipos se calcula de la siguiente manera:

- Potencia total refrigeración nominal: 80 W por m<sup>2</sup>
- Potencia sensible refrigeración nominal: 75%( 80 W por m<sup>2</sup>)
- Potencia eléctrica nominal consumida refrigeración: (80 W por m<sup>2</sup>) / 3
- Potencia calorífica nominal: 80 W por m<sup>2</sup>
- Potencia eléctrica nominal consumida calefacción: (80 W por m<sup>2</sup>) / 3

Cuando se calcule con el programa la calificación energética, se podrá ver si la demanda de frío y calor ha sido satisfecha, y si no fuese así, los datos iniciales que se han calculado orientativamente se tendrían que incrementar hasta que la demanda quedase satisfecha.

El incremento será de 1 kW en kW de la potencia total nominal, y por igual en frío y en calor, el resto de potencias, una vez incrementada en 1 kW la total nominal, se volverán a calcular de igual manera que como se ha especificado anteriormente.

A continuación, y a partir de estos cálculos iniciales de las potencias de los dos tipos de equipos dispuestos para las 15 viviendas, se muestran en los siguientes subcapítulos, las

potencias de los equipos seleccionados en cada uno de los experimentos de todas las fases procesadas, de tal manera que con dichas potencias sea satisfecha en todo momento la demanda de refrigeración y calefacción.

#### 2.5.7.1 POTENCIAS EQUIPOS REFRIG+CALEF.DE EXPERIMENTOS FASE 1º

Los cuadros de equipos de refrigeración+calefacción de experimentos viables Fase 1º, se encuentran en el "TOMO II ANEXOS", en el subcapítulo 2.5.7.1 A.

#### 2.5.7.2 POTENCIAS EQUIPOS REFRIG+CALEF.DE EXPERIMENTOS FASE 2º

Los cuadros de equipos de refrigeración+calefacción de experimentos Fase 2º, se encuentran en el "TOMO II ANEXOS", en el subcapítulo 2.5.7.2 A.

#### 2.5.7.3 POTENCIAS EQUIPOS REFRIG+CALEF.DE EXPERIMENTOS FASE 3º

Los cuadros de equipos de refrigeración+calefacción de experimentos Fase 3º, se encuentran en el "TOMO II ANEXOS", en el subcapítulo 2.5.7.3 A.

#### 2.5.7.4 POTENCIAS EQUIPOS REFRIG+CALEF DE EXPERIMENTOS FASE 4º

Los cuadros de equipos de refrigeración+calefacción de experimentos Fase 4º, se encuentran en el "TOMO II ANEXOS", en el subcapítulo 2.5.7.4 A.

### 2.5.8 FICHAS Y ESQUEMAS CERMA

En este subcapítulo se muestran todas las fichas obtenidas de la introducción de datos en el programa "CERMA" mediante una impresión de pantalla.

Están subdivididas por fases y existe un subcapítulo final de esquemas "CERMA".

En la fase 1º, la cual es en la que se introducen todos los datos del edificio, es la que dispone de más imágenes.

En las siguientes fases posteriores a la primera, solo se muestran las imágenes de pantalla que varíen sobre la fase anterior. Es por ello que en la fase 2º tan solo se mostrarán las impresiones de las fichas de suelos, cubiertas y muros, puesto que las demás son idénticas a la fase anterior.

En la fase 3º, variarán las imágenes de pantalla, respecto a la fase 1º e inicial, de huecos.

En la fase 4º varían respecto a las anteriores fases los huecos de fachada y los puentes térmicos.

Las únicas impresiones de pantalla que no se muestran, por no parecer relevantes o aportar algún dato interesante, son las de cada una de las envolventes de fachada diferenciadas por su transmitancia, ya que ya que todos los demás valores son los mismos que en la impresión de la fase 1º.

Tampoco se muestran las impresiones de pantallas de las diferentes potencias que se introducen el programa "CERMA", y que son las aplicadas a los equipos de refrigeración+calefacción, en cada uno de los experimentos procesados, para abastecer cada demanda.



---

En el subcapítulo de esquemas “CERMA”, se muestran todos los esquemas explicativos que aporta el programa para clarificar y mostrar cómo se denominan ciertos aspectos del edificio y como introducen los datos en la aplicación.

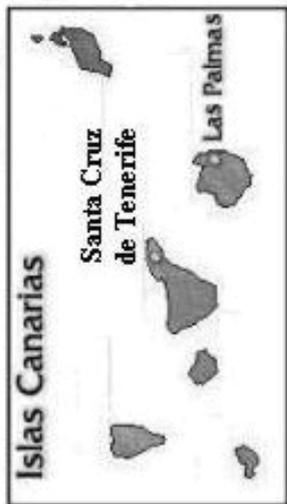
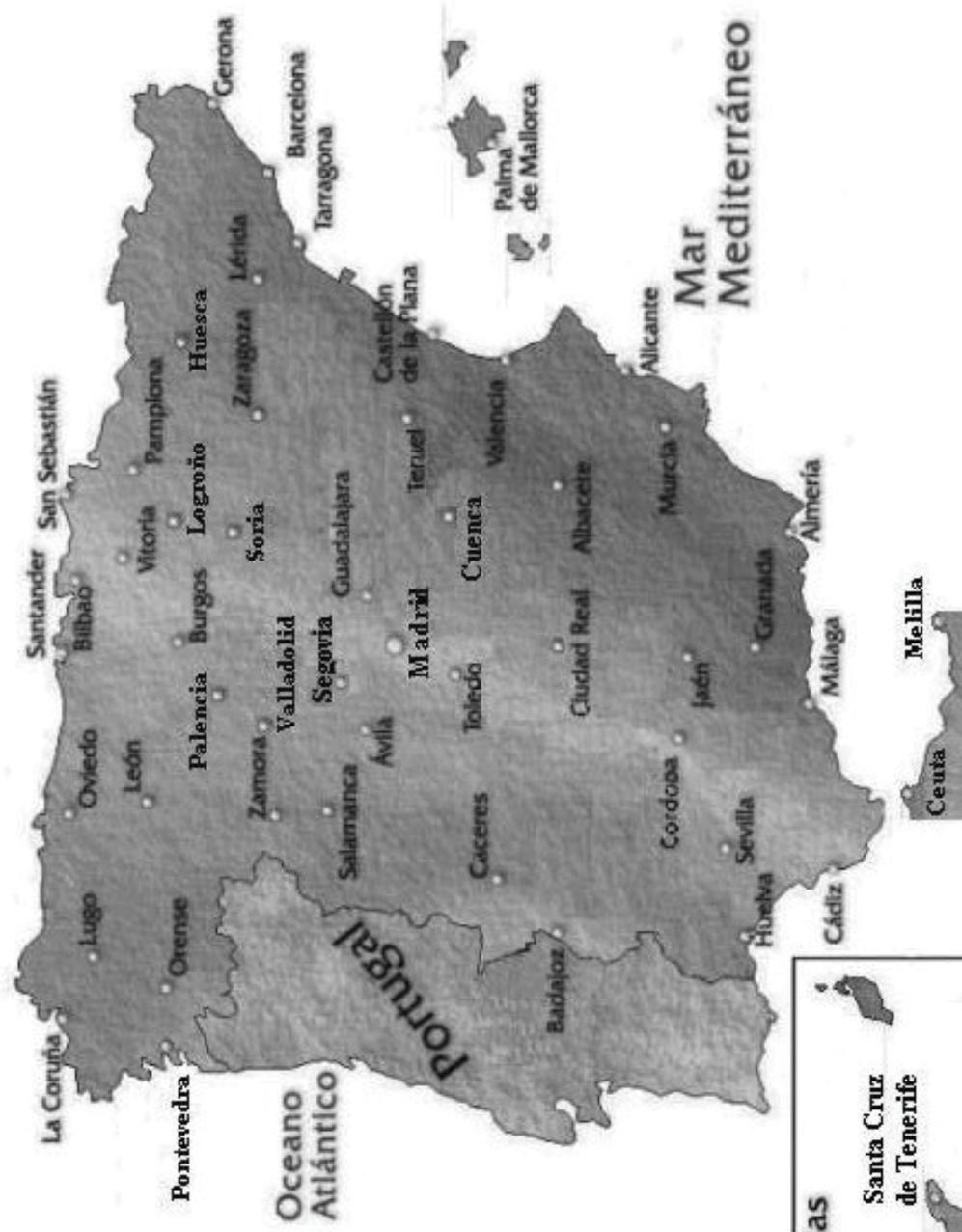


#### 2.5.8.1 FICHAS CERMA FASE 1º

Zona climática  
Temperatura Radiación  
a.s.n.m (m) 8 Latitude(º) 39,48 B3 IV

Provincia VALENCIA Ciudad Valencia Localidad Valencia

- Mapa España
- Sombras Entorno



✓ Posición Sol

Zona climática

Temperatura Radiación

39,48

8

Valencia

Valencia

Valencia

IV

B3

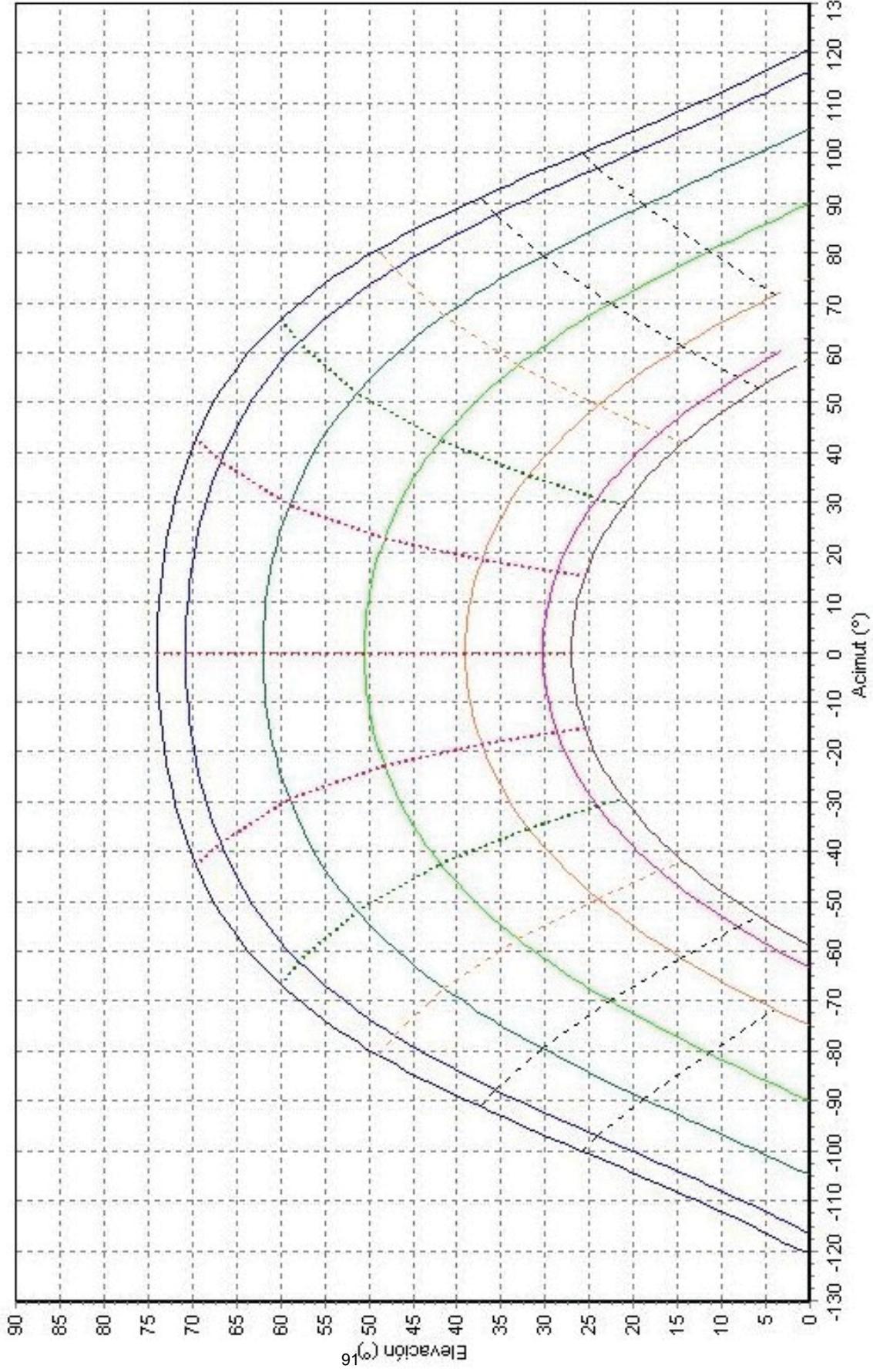
39,48

8

Valencia

Valencia

Valencia



Ocultar

Zona climática  
Temperatura Radiación

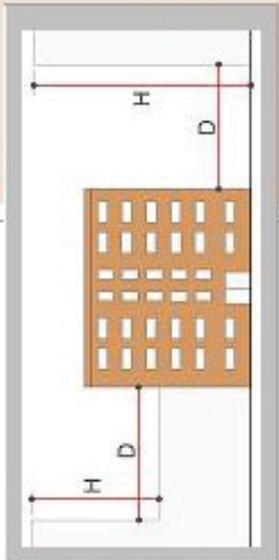
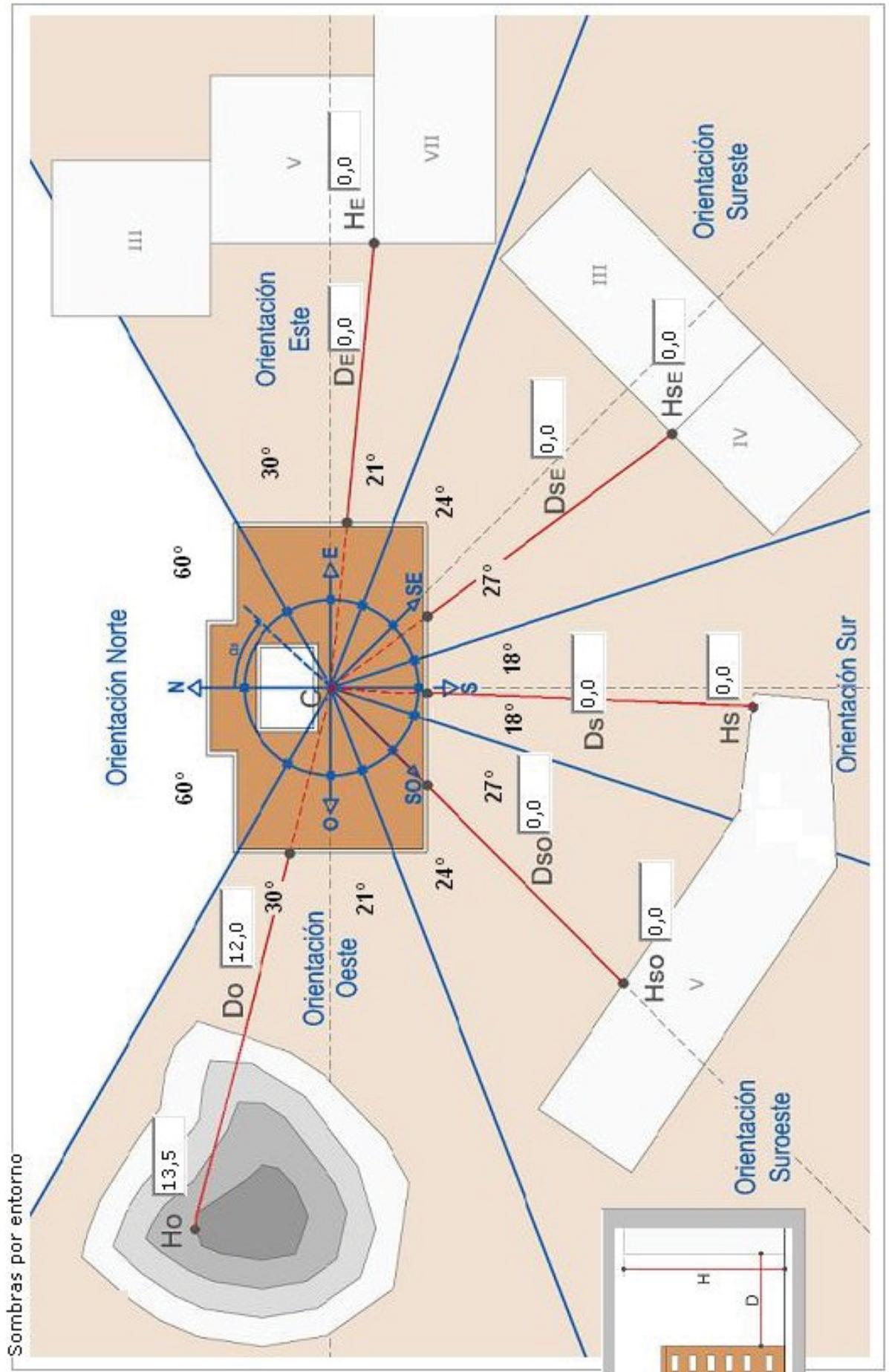
a.s.n.m (m) Latitud(°) B3 IV

Localidad  
Valencia

Ciudad  
Valencia

Provincia  
VALENCIA

- Mapa España
- Sombras Entorno



✓ Posición Sol

Zona climática

Temperatura Radiación

B3 IV

a.s.n.m (m) Latitud(°)

8 39,48

Localidad

Valencia

Ciudad

Valencia

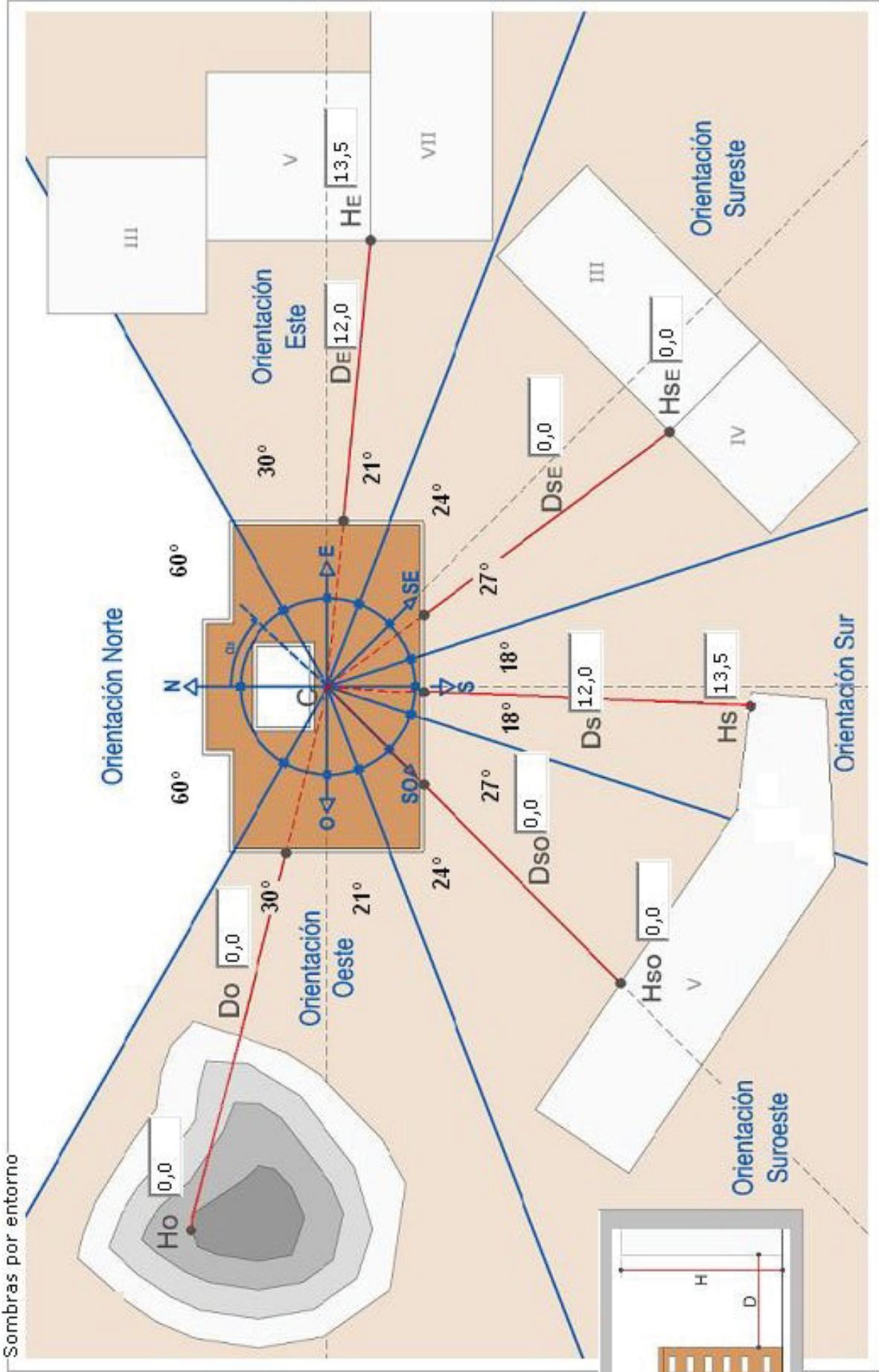
Provincia

VALENCIA

Mapa España

Sombras Entorno

Sombras por entorno



Posición Sol

Zona climática

Temperatura Radiación

8 B3 IV

a.s.n.m (m) Latitud(°)

8 39,48

Localidad

Valencia

Ciudad

Valencia

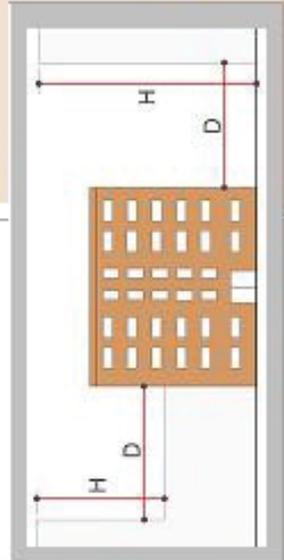
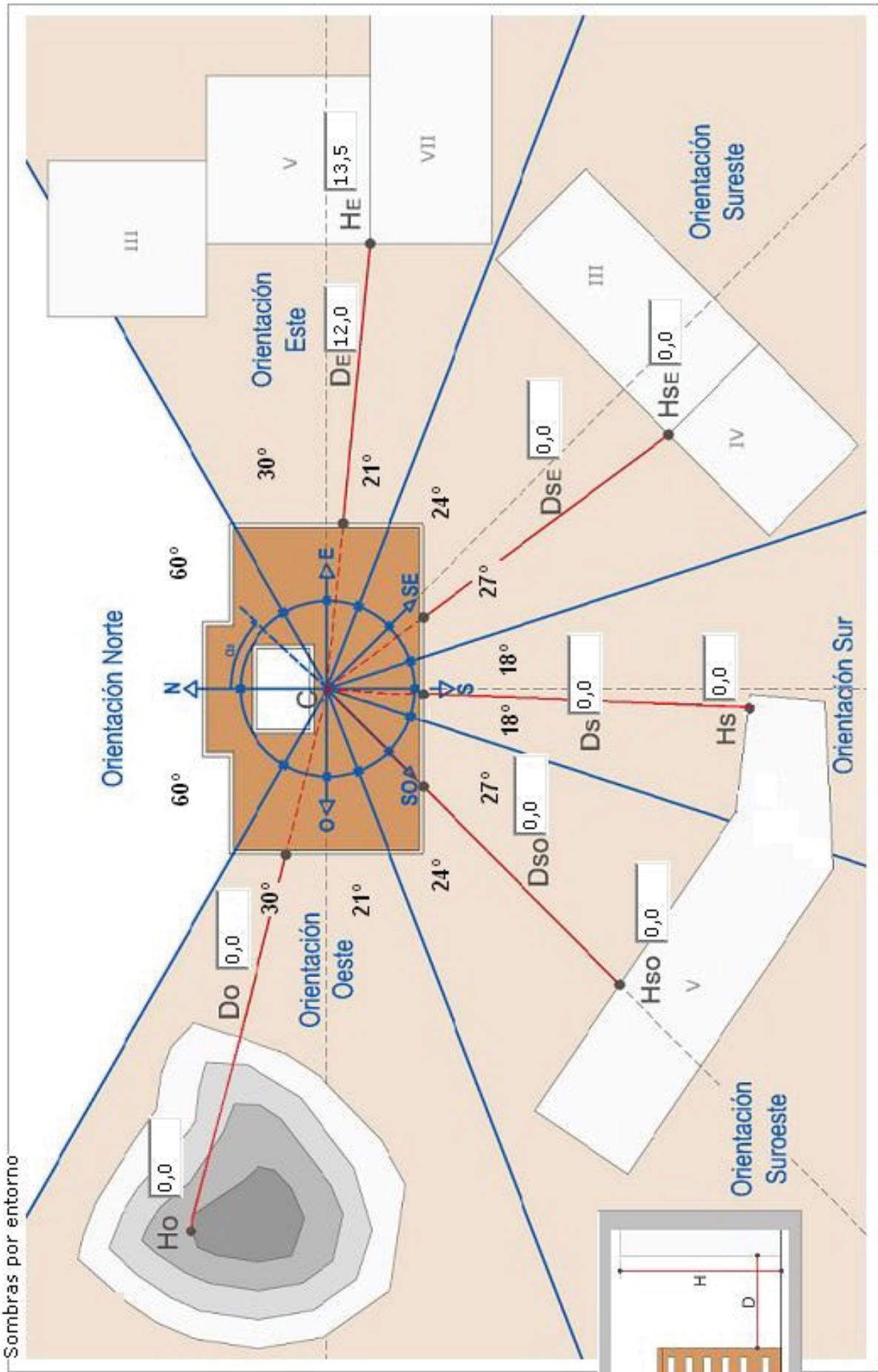
Provincia

VALENCIA

Mapa España

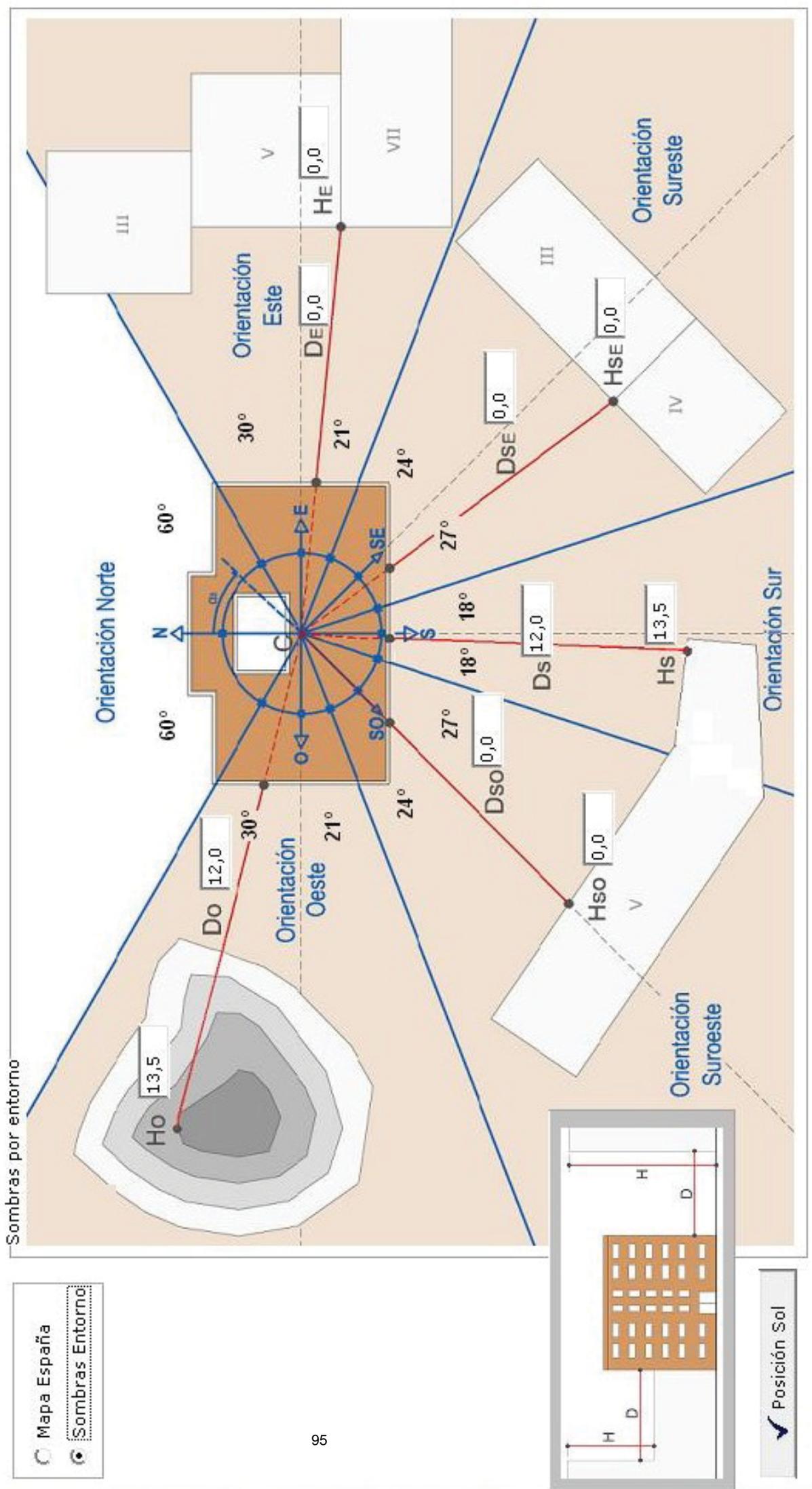
Sombras Entorno:

Sombras por entorno



Posición Sol

Provincia **VALENCIA** Ciudad **Valencia** Localidad **Valencia** a.s.n.m (m) **8** Latitud(°) **39,48** Temperatura **B3** Radiación **IV**  
 Zona climática



**Tipo de edificio**

Edificios en Bloque

**Generales**

Volumen total (m3)

Suelo habitable (m2)

Clase de higrimetría

3 (55%)  4 (62%)  5 (70%)

**Ayuda cálculo nº de renovaciones (CTE-HS3)**

Nº de tipologías:

	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Nº de viviendas.....	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="3"/>
nº dormitorios dobles (>8* m2)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
nº dormitorios sencillo (>6* m2)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
nº de estar-comedor (>16* m2)	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
nº de cuartos de baño	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1"/>
Superficie cocina * (m2)	<input type="text" value="7,3"/>	<input type="text" value="6,9"/>	<input type="text" value="7,3"/>	<input type="text" value="6,2"/>

nº renovaciones  
**0,42**

Aceptar

nº renov/hora finales  
(utilizado por el programa)  
**0,42**

\*Superficie recintos sin incluir espacio para almacenamiento

**Puentes térmicos**

Puentes térmicos del edificio - características constructivas

Tipo de encuentro con frente de forjado

Frente de forjado no aislado

Frente de forjado aislado

Aislamiento continuo

Puentes térmicos pilares

Pilar no aislado

Pilar aislado por el exterior

Pilar aislado por el interior

Sin pilares

Valores de puentes térmicos asumidos

Tipo de encuentro con jambas de ventanas

Sin aislamiento en fachada (Termoarcilla)

Cerramiento cte. hasta la línea de jamba

Cerr. conforma la jamba al doblar la hoja exterior

Puentes térmicos del edificio - fijar valores

Puentes térmicos del edificio - valores por defecto de LIDER

Esesor de cada forjado (entre 0,1 m y 0,5 m)

**Pilares (m)**

Longitud (m)

Estimados

Facilitados

Anchura  (m)

## Tipo de edificio

Edificios en Bloque

## Generales

Volumen total (m3)

4390,0

Suelo habitable (m2)

1178,4

## Clase de higrimetría

 3 (55%)
  4 (62%)
  5 (70%)

## Ayuda cálculo nº de renovaciones (CTE-HS3)

Nº de tipologías:

4

	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Nº de viviendas.....	1	4	7	3
nº dormitorios dobles (>8* m2)	1	1	1	1
nº dormitorios sencillo (>6* m2)	1	1	1	1
nº de estar-comedor (>16* m2)	1	1	1	1
nº de cuartos de baño	2	2	1	1
Superficie cocina * (m2)	7,3	6,9	7,3	6,2

\*Superficie recintos sin incluir espacio para almacenamiento

nº renovaciones

0,42

Aceptar

nº renov/hora finales  
(utilizado por el programa)

0,42

## Puentes térmicos

 Puentes térmicos del edificio - características constructivas

Tipo de encuentro con frente de forjado

- Frente de forjado no aislado  
 Frente de forjado aislado  
 Aislamiento continuo

 Puentes térmicos del edificio - fijar valores

 Puentes térmicos del edificio - valores por defecto de LIDER

Espesor de cada forjado (entre 0,1 m y 0,5 m) 0,30

Puentes térmicos pilares

- Pilar no aislado  
 Pilar aislado por el exterior  
 Pilar aislado por el interior  
 Sin pilares

Valores de puentes  
térmicos asumidos

Tipo de encuentro con jambas de ventanas

- Sin aislamiento en fachada (Termoarquilla)  
 Cerramiento cte. hasta la línea de jamba  
 Cerr. conforma la jamba al doblar la hoja exterior

## Pilares (m)

Longitud (m)

- Estimados  
 Facilitados

Anchura 0,40 (m)

Ext. Tipo 1 1

U (w/m2K) 0,65

F2 LCV

	Area total (m2)	Area fuera 1ºplano (m2)
N...	294,6	228,7
O...	421,3	0,0
SO	0,0	0,0
S...	109,7	93,4
SE	0,0	0,0
E...	118,0	89,7

Otros muros Tipo 1 1

	Local/no hab. U (w/m2K)	Local no hab./Ext. U (w/m2K)	Area total (m2)	Area U total (m2)	Orientación	Nivel estanquidad
A local no hab.	0,0	0,0	0,0	0,0	Norte	<input type="radio"/> 1 (renov/h=0) <input checked="" type="radio"/> 2 (renov/h=0,5) <input type="radio"/> 3 (renov/h=1) <input type="radio"/> 4 (renov/h=5) <input type="radio"/> 5 (renov/h=10)
No definido			No definido			
En contacto con el terreno.....			0,0	0,0		Profundidad, 1,0 m
Medianera/adiab....			432,0	0,52		MEDIANERA T1
Particiones interiores (Viv.) con zonas comunes no calefactadas			0,00	0,00		No definido

Ext. Tipo 1 **1**

U (w/m2K)

F2 LCV

	Area total (m2)	Area fuera 1ºplano (m2)
N...	<input type="text" value="109,7"/>	<input type="text" value="89,7"/>
O...	<input type="text" value="118,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>
SO	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>
S...	<input type="text" value="294,6"/>	<input type="text" value="211,7"/>
SE	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="0,0"/>
E...	<input type="text" value="421,3"/>	<input type="text" value="228,7"/>

Otros muros Tipo 1 **1**

	Local/no hab.	Local no hab./Ext.
	Area U total (m2) (w/m2K)	Area U total (m2) (w/m2K)
A local no hab.	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="0,00"/>
No definido	<input type="text" value="No definido"/>	<input type="text" value="No definido"/>
En contacto con el terreno.....	<input type="text" value="0,0"/>	<input type="text" value="0,00"/>
Medianera/adiab....	<input type="text" value="432,0"/>	<input type="text" value="0,52"/>
Particiones interiores (Viv.) con zonas comunes no calefactadas	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="No definido"/>

Nivel estanquidad

1 (renov/h=0)

2 (renov/h=0,5)

3 (renov/h=1)

4 (renov/h=5)

5 (renov/h=10)

Profundidad  m

**Ext. Tipo 1** 1

U (w/m2K) 0,65

F2 LCV

Area total (m2)	Area fuera 1ºplano (m2)
N... 421,3	93,4
O... 109,7	0,0
SO 0,0	89,7
S... 118,0	0,0
SE 0,0	211,7
E... 294,6	

**Otros muros Tipo 1** 1

Local/no hab.	Local no hab./Ext.	Nivel estanquidad
Area U total (m2) (w/m2K)	Area U total (m2) (w/m2K)	
A local no hab. 0,0	0,0	<input type="radio"/> 1 (renov/h=0) <input checked="" type="radio"/> 2 (renov/h=0,5) <input type="radio"/> 3 (renov/h=1) <input type="radio"/> 4 (renov/h=5) <input type="radio"/> 5 (renov/h=10)
No definido	No definido	
En contacto con el terreno.....	0,0	Profundidad 1,0 m
Medianera/adiab....	432,0	M MED T1 JML
Particiones interiores (Viv.) con zonas comunes no calefactadas	0,00	No definido

Ext. Tipo 1 1

U (W/m2K) 0,65

F2 LCV

	Area total (m2)	Area fuera 1ºplano (m2)
N...	118,0	211,7
O...	294,6	0,0
SO	0,0	0,0
S...	421,3	228,7
SE	0,0	0,0
E...	109,7	93,4

Otros muros Tipo 1 1

	Local/no hab. Area total (m2)	Local no hab./Ext. Area U total (m2) (W/m2K)	Orientación
A local no hab.	0,0	0,00	Norte
No definido	No definido	No definido	
En contacto con el terreno .....	0,0	0,00	Profundidad, 1,0 m
Medianera/adiab....	432,0	0,52	M MED T1 JML
Particiones interiores (Viv.) con zonas comunes no calefactadas	0,00	0,00	No definido

Nivel estanquidad

1 (renov/h=0)  
 2 (renov/h=0,5)  
 3 (renov/h=1)  
 4 (renov/h=5)  
 5 (renov/h=10)

**Exterior Horiz Tipo 1** 1

U (W/m2K) 0,49 C1.3-A Forjado unidireccio

Area m2 Area m2 total Sombra

Horizontal..... 340,1 0,0

**Exterior Incl.1** 1

U (W/m2K) No definido

Inclinadas	Area m2 total	Area m2 Sombra
N	0,0	0,0
O	0,0	0,0
SO	0,0	0,0
S	0,0	0,0
SE	0,0	0,0
E	0,0	0,0

**Otras Cubiertas Tipo 1** 1

Cubierta / Espacio no habitable	Local/Buhardilla Area (m2)	Buhardilla/Exterior Area (m2)	U (W/m2K)
No definido	0,0	0,0	0,00

Area (m2) U (W/m2K)

Cubierta enterrada..... 0,0 0,00 No definido

Cubierta adiabática 0,0 0,00 No definido

Particiones interiores (Viv.) con zonas comunes no calefactadas 0,00 0,00 No definido

Nivel estanquidad

- 1 (renov/h=0)
- 2 (renov/h=0,5)
- 3 (renov/h=1)
- 4 (renov/h=5)
- 5 (renov/h=10)

## Valores máximos (CTE-HE1)

## Cálculo U

**Suelos Terreno Tipo 1** 1

U (W/m2K)

Apoyados sobre el terreno.....

Dimensiones suelo terreno

Profundidad....  m

Perímetro ext.  m

Aislamiento

Periférico

Continuo

Sin aislam.

**Otros Suelos Tipo 1** 1

Exterior.  Area (m2)  U (W/m2K)

Local acond/no hab. Local no hab./Exterior

A local no hab.  Area (m2)  U (W/m2K)  Area (m2)  U (W/m2K)

Nivel estancidad

1 (renov/h=0)

2 (renov/h=0,5)

3 (renov/h=1)

4 (renov/h=5)

5 (renov/h=10)

SNH01.3-A Capa de muerte

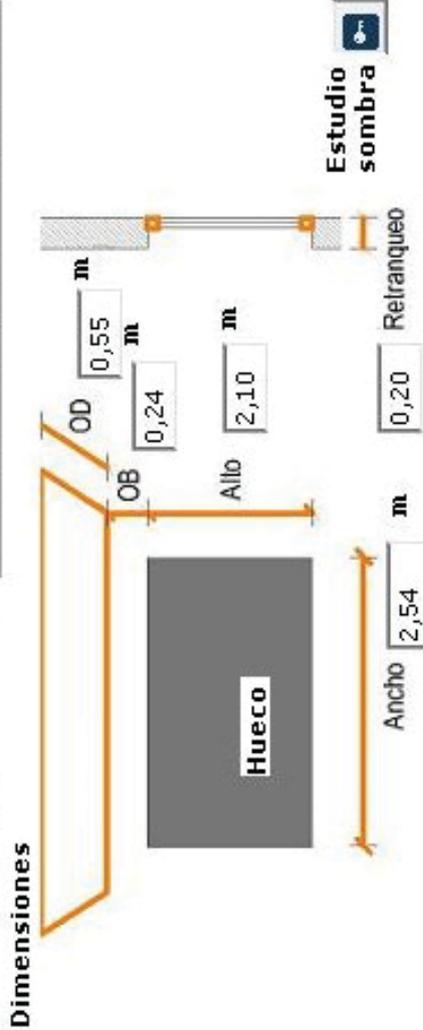
Vacio sanitario.

Adiabático

Particiones interiores (Viv.) con zonas comunes no calefactadas

Perímetro ext  m

Nombre Grupo\_1 Tipo  Ventana  Puerta  Lucernario



**Vidrio**  
 Dobles 4-6-4 U vidrio (W/m2K) 3,30 Factor solar (tanto por uno) 0,75  
 Marco 104 Metálico sin rotura puente térmico U marco (W/m2K) 5,70 Fracc.marco (%) 10,00

**Global Hueco**  
 U hueco (W/m2K) 3,54 Factor solar hueco 0,69  
 Valores máximos (CTE-HE1) Copiar propiedades

**Permeabilidad** (m3/hm2 con ΔP=100Pa) 50

**Sombras elementos fijos** Sin elementos fijos

**Modificador general** Caja persianas  Existe  No existe

Verano Invierno  
 Factor solar 1,00 1,00  
 U 1,00 1,00  
 Altura caja persianas (m) 0,25  
 U (W/m2K) Sin aislamiento 3,50  
 Infiltración (m3/hm) Δ P=10Pa Estanco 0,00

**Nº Huecos Grupo**

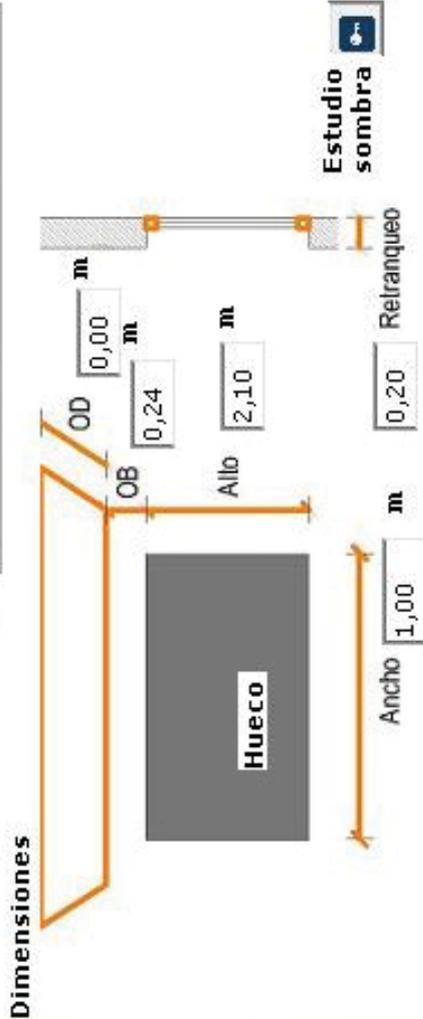
Ventana N...	4	✓ Asignar/Sombra
Ventana O...	0	✓ Asignar/Sombra
Ventana SO..	0	✓ Asignar/Sombra
Ventana S...	0	✓ Asignar/Sombra
Ventana SE..	0	✓ Asignar/Sombra
Ventana E...	0	✓ Asignar/Sombra

Visualización árbol Orientación-Grupo

- Edificio (104)
  - Norte (30)
    - Grupo\_1 (4)
    - Grupo\_2 (4)
    - Grupo\_3 (4)
    - Grupo\_4 (4)
    - Grupo\_5 (3)
    - Grupo\_6 (3)
    - Grupo\_7 (1)
    - Grupo\_8 (1)
    - Grupo\_28 P11° (4)
    - Grupo\_33 CUB (1)
    - Grupo\_38 CUB (1)
  - Oeste (51)
    - Grupo\_9 (3)
    - Grupo\_10 (3)
    - Grupo\_11 (4)
    - Grupo\_12 (4)
    - Grupo\_13 (4)
    - Grupo\_14 (4)
    - Grupo\_15 (3)
    - Grupo\_16 (3)
    - Grupo\_17 (1)

- Grupo\_1
- Grupo\_2
- Grupo\_3
- Grupo\_4
- Grupo\_5
- Grupo\_6
- Grupo\_7
- Grupo\_8
- Grupo\_9
- Grupo\_10
- Grupo\_11
- Grupo\_12
- Grupo\_13
- Grupo\_14
- Grupo\_15
- Grupo\_16
- Grupo\_17
- Grupo\_18
- Grupo\_19
- Grupo\_20
- Grupo\_21 P12°
- Grupo\_22 P12°
- Grupo\_23 PT2°
- Grupo\_24 P12°
- Grupo\_25 P11°
- Grupo\_26 P11°
- Grupo\_27 P11°
- Grupo\_28 P11°
- Grupo\_29 P11°

Nombre Grupo\_2 Tipo  Ventana  Puerta  Lucernario



**Estudio sombra**

**Vidrio**

Dobles  U vidrio (w/m2K)  Factor solar (tanto por uno)

Marco  U marco (w/m2K)  Fracc.marco (%)

**Global Hueco**

U hueco (w/m2K)  Factor solar hueco  Valores máximos (CTE-HE1)  Copiar propiedades

**Permeabilidad** (m3/hm2 con ΔP=100Pa)

**Sombras elementos fijos**

**Modificador general**  Existe  No existe

Verano Invierno

Factor solar

U

**Nº Huecos Grupo**

Ventana N...   Asignar/Sombra

Ventana O...   Asignar/Sombra

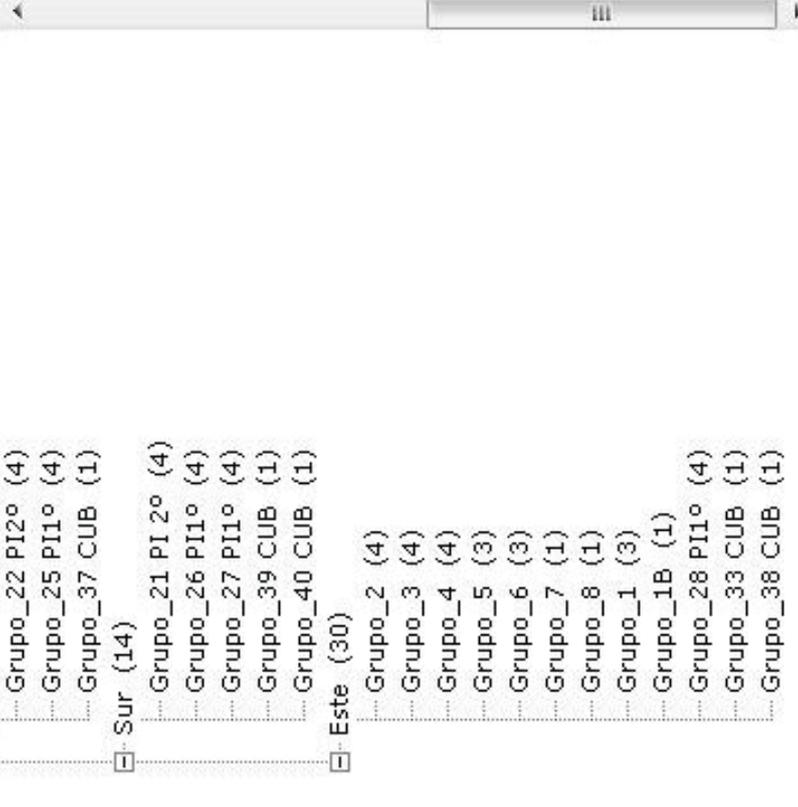
Ventana SO...   Asignar/Sombra

Ventana S...   Asignar/Sombra

Ventana SE...   Asignar/Sombra

Ventana E...   Asignar/Sombra

Visualización árbol Orientación-Grupo



- Grupo\_2
- Grupo\_3
- Grupo\_4
- Grupo\_5
- Grupo\_6
- Grupo\_7
- Grupo\_8
- Grupo\_9
- Grupo\_10
- Grupo\_11
- Grupo\_12
- Grupo\_13
- Grupo\_14
- Grupo\_15
- Grupo\_16
- Grupo\_17
- Grupo\_18
- Grupo\_19
- Grupo\_20
- Grupo\_1
- Grupo\_1B
- Grupo\_21 PI 2°
- Grupo\_22 PI2°
- Grupo\_23 PI2°
- Grupo\_24 PI2°
- Grupo\_25 PI1°
- Grupo\_26 PI1°
- Grupo\_27 PI1°
- Grupo\_28 PI1°

+ -

**ACS Global**

Demanda ACS  litros/día , aporte solar mínimo según CTE  (%)

Temp. media agua red  (°C) , aporte solar de la instalación  (%)

**Generales**

Suelo habitable (m2)

Suelo acondicionado (m2) (con equipos) en calefacción

ACS en refrigeración

**Servicio**

Nombre

Tipo de servicio  
 Calefacción + Refrigeración  ACS  
 Refrigeración  ACS + Calefacción  
 Calefacción

Suelo acondicionado por servicio (m2) (con equipos) ACS

Equipos de ACS

Nº equipos

ACS

Tipo de generador  
 Caldera convencional  
 Bomba de calor aire-agua  
 Caldera eléctrica

Acumulación  
 Con  Sin

Tipo combustible  
 Gas Natural  
 Gasóleo  
 Fuel-oil  
 GLP  
 Carbón  
 Biomasa

Datos de cada caldera  
 Pot. calorífica nominal (kW)   
 Rendimiento nominal (%)

**Sistemas**

- Edificio
  - ACS 1178,40/--/--
  - 15 Caldera conven. 24,00 kW GasNatural 90%
  - Calef+Refrig --/794,71/794,71/
  - 11 Conductos. Bomba Calor 7,3/5,5/2,4/7,3/2,4
  - Calef+Refrig --/383,64/383,64/
  - 4 Conductos. Bomba Calor 9,23/6,9/3,1/9,23/3,

**Servicios**



**Equipos**



Condiciones nominales equipos

Equivalencia prestaciones nominales, prestaciones estacionales



### ACS Global

Demanda ACS  litros/día , aporte solar mínimo según CTE  (%) 

Temp. media agua red  (°C) , aporte solar de la instalación  (%)

### Servicio

Tipo de servicio  
 Calefacción + Refrigeración  ACS  
 Refrigeración  ACS + Calefacción  
 Calefacción

### Nombre

### Suelo acondicionado por servicio (m2) (con equipos)

Calefac+Refrig.

### Generales

Suelo habitable (m2) ACS en calefacción en refrigeración

Equipos de Refrigeración y/o Calefacción

Nº equipos

Compresión unizona.

Compresión multizona por conductos.

Compresión multizona exp. directa.

Unizona. Con Rend. estacional conocido

De calefacción multizona por agua (rad.)

De calefacción unizona. Radiadores eléctricos

### Sistemas

Edificio

- ACS 1178,40/--/--
- 15 Caldera conven.24,00 kW GasNatural 90%
- Calef+Refrig --/794,71/794,71/
- 11 Conductos. Bomba Calor 9,00/6,8/3/9/3 kW
- Calef+Refrig --/383,64/383,64/
- 4 Conductos. Bomba Calor 10/7,5/3,3/10/3,3 k

Datos de cada equipo bomba de calor

Pot. total refrigeración nominal (kW)

Pot. sensible refrigeración nominal (kW)

Pot. eléctrica nominal consumida refrig. (kW)

Pot. calorífica nominal (kW)

Pot. eléctrica nominal consumida calef. (kW)

Tipo

- Sólo Frío
- Bomba Calor

Servicios



Equipos



Condiciones nominales equipos

Equivalencia prestaciones nominales, prestaciones estacionales



### ACS Global

Demanda ACS  litros/día , aporte solar mínimo según CTE  (%)

Temp. media agua red  (°C) , aporte solar de la instalación  (%)

### Servicio

**Nombre**

Tipo de servicio  
 Calefacción + Refrigeración  ACS  
 Refrigeración  ACS + Calefacción  
 Calefacción

Equipos de Refrigeración y/o Calefacción

Nº equipos

Compresión unizona.

Compresión multizona por conductos.

108

Compresión multizona exp. directa.

Unizona. Con Rend. estacional conocido

De calefacción multizona por agua (rad.)

De calefacción unizona. Radiadores eléctricos

### Generales

**Suelo habitable (m2)**

**Suelo acondicionado (m2) (con equipos)**

ACS

en calefacción

en refrigeración

**Suelo acondicionado por servicio (m2) (con equipos)**

Calefac+Refrig.

### Sistemas

Edificio

ACS 1178,40/--/--

15 Caldera conven.24,00 kW GasNatural 90%

Calef+Refrig --/794,71/794,71/

11 Conductos. Bomba Calor 9,00/6,8/3/9/3 kW

Calef+Refrig --/383,64/383,64/

4 Conductos. Bomba Calor 10/7,5/3,3/10/3,3 k

Datos de cada equipo bomba de calor

Pot. total refrigeración nominal (kW)

Pot. sensible refrigeración nominal (kW)

Pot. eléctrica nominal consumida refrig. (kW)

Pot. calorífica nominal (kW)

Pot. eléctrica nominal consumida calef. (kW)

Servicios



Equipos



Condiciones nominales equipos

Equivalencia prestaciones nominales, prestaciones estacionales



## Forjados no aislados

Encuentros horizontales fachada	
Forjados	Suelo exterior
$\Psi_f = 0,42$ W/mK	$\Psi_{se} = 0,38$ W/mK
$f = 0,72$	$f = 0,69$
	$f = 0,61$
	$\Psi_{se} = 0,33$ W/mK

Puentes verticales fachada	
Esquina saliente	Esquina entrante
$\Psi = 0,08$ W/mK	$\sum \Psi_{se-ee} = 0$ W/mK
$f = 0,81$	

Ventana aislamiento no continuo hasta el marco
$\Psi_v = 0,41$ W/mK
$f = 0,7$

La longitud del puente térmico es el contorno de la ventana (si existe caja de persiana no se considera el dintel)

Terreno
$\Psi_T = 0,12$ W/mK
$f = 0,68$

Pilar no aislado
$\Psi_p = 0,87$ W/mK
$f = 0,59$

El valor  $f$  (fR's) es el factor de temperatura de la superficie interior (adimensional)

$f = (T_{pi} - T_e) / (20 - T_e) \approx 1 - 0,25 U$

$T_{pi}$  - Temp. interior superficial mas baja  
 $T_e$  - Temp. exterior media mas enero;  
 $U$  = Coef. global transferencia de calor puente térmico

El valor de la pérdida lineal de un puente térmico ( $\Psi$  W/m2K) se define como el flujo de calor por unidad de longitud de puente térmico y diferencia de temperatura (interior/exterior), que hay que sumar a la pérdida de calor, calculada como si la superficie ocupada por el puente térmico fuera de muro en el que se encuentra (sin existencia de heterogeneidades)

## Aislamiento continuo en fachada

Encuentros horizontales fachada		
Forjados	Cubierta	Suelo exterior
$\Psi_f = -0,04$ W/mK	$\Psi_c = 0,19$ W/mK	$\Psi_{se} = 0,19$ W/mK
$f = 0,87$	$f = 0,81$	$f = 0,81$

Puentes verticales fachada	
Esquina saliente	Esquina entrante
$\Psi = 0,16$ W/mK	$\sum \Psi_{es-ee} = 0$ W/mK
$f = 0,78$	

Ventana aislamiento continuo hasta el marco
$\Psi_v = 0,02$ W/mK
$f = 0,83$

La longitud del puente térmico es el contorno de la ventana (si existe caja de persiana no se considera el dintel)

Terreno
$\Psi_T = 0,12$ W/mK
$f = 0,68$

Pilar aisl. ext.
$\Psi_p = 0,04$ W/mK
$f = 0,86$

El valor  $f$  (fR's) es el factor de temperatura de la superficie interior (adimensional)

$T_{pi}$  - Temp. interior superficial mas baja  
 $T_e$  - Temp. exterior media mes enero;  
 $U$  = Coef. global transferencia de calor puente térmico

$$f = (T_{pi} - T_e) / (20 - T_e) \approx 1 - 0,25 U$$

El valor de la pérdida lineal de un puente térmico ( $\Psi$  W/m2K) se define como el flujo de calor por unidad de longitud de puente térmico y diferencia de temperatura (interior/exterior), que hay que sumar a la pérdida de calor, calculada como si la superficie ocupada por el puente térmico fuera de muro en el que se encuentra (sin existencia de heterogeneidades)



#### 2.5.8.2 FICHAS CERMA FASE 2º

**Exterior Horiz Tipo 1** 1

U (W/m2K) 0,29 C1.4-B Forjado reticular de

Horizontal..... 340,1 0,0

Area m2 Area m2 total Sombra

**Exterior Incl.1** 1

U (W/m2K) 0,00 No definido

Inclinadas

Area m2 total	Area m2 Sombra
N 0,0	0,0
O 0,0	0,0
SO 0,0	0,0
S 0,0	0,0
SE 0,0	0,0
E 0,0	0,0

**Otras Cubiertas Tipo 1** 1

Local/Buhardilla Buhardilla/Exterior

Cubierta / Area (m2) U (W/m2K) Area (m2) U (W/m2K)

Espacio no habitable 0,0 0,0 0,0 0,0

No definido No definido

Area (m2) U (W/m2K)

Cubierta enterrada..... 0,0 No definido

Cubierta adiabática 0,0 No definido

Particiones interiores (Viv.) con zonas comunes no calefactadas 0,0 No definido

Nivel estanquidad

- 1 (renov/h=0)
- 2 (renov/h=0.5)
- 3 (renov/h=1)
- 4 (renov/h=5)
- 5 (renov/h=10)

Valores máximos (CTE-HE1)

Cálculo U

**Suelos Terreno Tipo 1** 1

U (W/m2K)

Apoyados sobre el terreno.....

Dimensiones suelo terreno

Profundidad.....  m

Perímetro ext.  m

Aislamiento

Periférico

Continuo

Sin aislam.

**Otros Suelos Tipo 1** 1

Exterior.    U (W/m2K)

Local acond/no hab. Local no hab./Exterior

A local no hab.  U (W/m2K)  U (W/m2K)

SNH01.1-D Capa de mortero

Nivel estancuidad

1 (renov/h=0)

2 (renov/h=0,5)

3 (renov/h=1)

4 (renov/h=5)

5 (renov/h=10)

Perímetro ext  m

Vacio sanitario

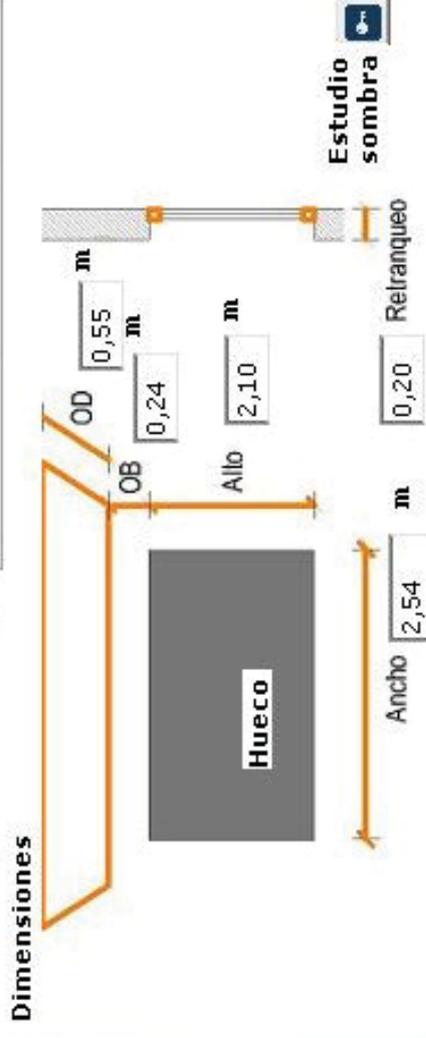
Adiabático

Particiones interiores (Viv.) con zonas comunes no calefactadas



### 2.5.8.3 FICHAS CERMA FASE 3º

Nombre Grupo\_1 Tipo  Ventana  Puerta  Lucernario



Estudio sombra

vidrio Factor solar (tanto por uno)

Dob.bajo emisivo <0.03  U vidrio (W/m2K)  Fracc.marco (%)

U marco (W/m2K)

15

Marco

**Global Hueco**

U hueco (W/m2K)  Factor solar hueco

Valores máximos (CTE-HE1)  Copiar propiedades

Permeabilidad (m3/hm2 con ΔP=100Pa)

Sombras elementos fijos Sin elementos fijos

Modificador general Caja persianas  Existe  No existe

Verano Invierno

Factor solar

U

Altura caja persianas (m)

U (W/m2K)

Infiltración (m3/hm) Δ P=10Pa

Nº Huecos Grupo

Ventana N...	<input type="text" value="4"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana O...	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana SO..	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana S...	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana SE..	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana E...	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra

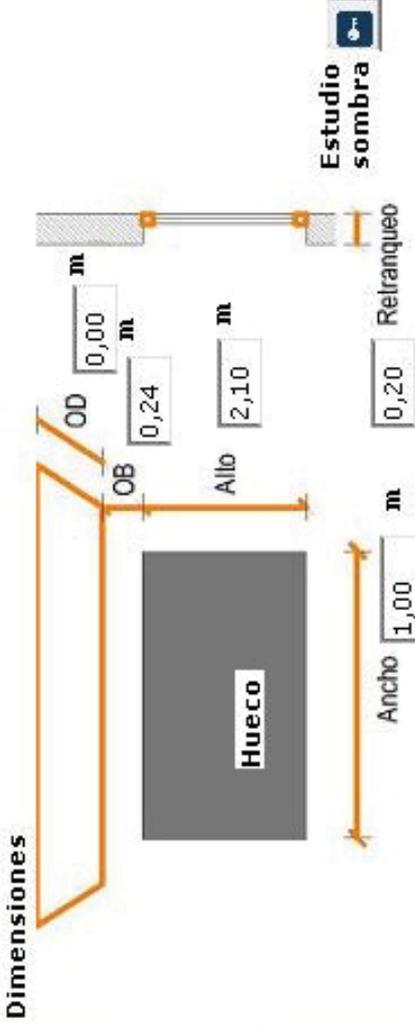
Visualización árbol Orientación-Grupo

Grupo_18	(1)
Grupo_19	(1)
Grupo_20	(1)
Grupo_23 PT2°	(4)
Grupo_24 PI2°	(4)
Grupo_29 PI1°	(3)
Grupo_30 PI1°	(3)
Grupo_31 PI1°	(1)
Grupo_32 PI1°	(1)
Grupo_34 CUB	(1)
Grupo_35 CUB	(1)
Grupo_36 CUB	(1)
- Sur	(9)
Grupo_22 PI2°	(4)
Grupo_25 PI1°	(4)
Grupo_37 CUB	(1)
- Este	(14)
Grupo_21 PI2°	(4)
Grupo_26 PI1°	(4)
Grupo_27 PI1°	(4)
Grupo_39 CUB	(1)
Grupo_40 CUB	(1)

- Grupo\_1
- Grupo\_2
- Grupo\_3
- Grupo\_4
- Grupo\_5
- Grupo\_6
- Grupo\_7
- Grupo\_8
- Grupo\_9
- Grupo\_10
- Grupo\_11
- Grupo\_12
- Grupo\_13
- Grupo\_14
- Grupo\_15
- Grupo\_16
- Grupo\_17
- Grupo\_18
- Grupo\_19
- Grupo\_20
- Grupo\_21 PI2°
- Grupo\_22 PI2°
- Grupo\_23 PT2°
- Grupo\_24 PI2°
- Grupo\_25 PI1°
- Grupo\_26 PI1°
- Grupo\_27 PI1°
- Grupo\_28 PI1°
- Grupo\_29 PI1°

+ -

**Nombre** Grupo\_2



**Vidrio**

Dob.bajo emisivo < 0.03  Factor solar (tanto por uno)

U vidrio (W/m2K)  Fracc.marco (%)

**Marco**

PVC TRES cámaras  U marco (W/m2K)

**Global Hueco**

U hueco (W/m2K)  Factor solar hueco

Valores máximos (CTE-HE1)  Copiar propiedades

**Permeabilidad** (m3/hm2) con ΔP=100Pa

**Sombras elementos fijos** Lamas horizontales 0°

**Modificador general**  Existe  No existe

Verano Invierno

Factor solar	1,00	1,00
U	1,00	1,00

**Nº Huecos Grupo**

Ventana N...	<input type="text" value="4"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana O...	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana SO...	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana S...	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana SE..	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra
Ventana E...	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Asignar/Sombra

**Visualización árbol** Orientación-Grupo

- ... Grupo\_18 (1)
- ... Grupo\_19 (1)
- ... Grupo\_20 (1)
- ... Grupo\_23 PT2° (4)
- ... Grupo\_24 PI2° (4)
- ... Grupo\_29 PI1° (3)
- ... Grupo\_30 PI1° (3)
- ... Grupo\_31 PI1° (1)
- ... Grupo\_32 PI1° (1)
- ... Grupo\_34 CUB (1)
- ... Grupo\_35 CUB (1)
- ... Grupo\_36 CUB (1)
- ... Sur (9)
- ... Grupo\_22 PI2° (4)
- ... Grupo\_25 PI1° (4)
- ... Grupo\_37 CUB (1)
- ... Este (14)
- ... Grupo\_21 PI2° (4)
- ... Grupo\_26 PI1° (4)
- ... Grupo\_27 PI1° (4)
- ... Grupo\_39 CUB (1)
- ... Grupo\_40 CUB (1)



#### 2.5.8.4 FICHAS CERMA FASE 4º

## Tipo de edificio

Edificios en Bloque

## Generales

Volumen total (m3)

4390,0

Suelo habitable (m2)

1178,4

## Clase de higrimetría

 3 (55%)
  4 (62%)
  5 (70%)

## Ayuda cálculo nº de renovaciones (CTE-HS3)

Nº de tipologías:

4

	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Nº de viviendas.....	1	4	7	3
nº dormitorios dobles (>8* m2)	1	1	1	1
nº dormitorios sencillo (>6* m2)	1	1	1	1
nº de estar-comedor (>16* m2)	1	1	1	1
nº de cuartos de baño	2	2	1	1
Superficie cocina * (m2)	7,3	6,9	7,3	6,2

nº renovaciones

0,42



Aceptar

18

\*Superficie recintos sin incluir espacio para almacenamiento

nº renov/hora finales  
(utilizado por el programa)

0,42

## Puentes térmicos

 Puentes térmicos del edificio - características constructivas

Tipo de encuentro con frente de forjado

- Frente de forjado no aislado  
 Frente de forjado aislado  
 Aislamiento continuo

 Puentes térmicos del edificio - valores por defecto de LIDER

 Puentes térmicos del edificio - fijar valores

 Puentes térmicos del edificio - valores por defecto de LIDER

 Espesor de cada forjado (entre 0,1 m y 0,5 m) 

Valores de puentes térmicos asumidos

Tipo de encuentro con jambas de ventanas

- Sin aislamiento en fachada (Termoarcilla)  
 Cerramiento cte. hasta la línea de jamba  
 Cerr. conforma la jamba al doblar la hoja exterior

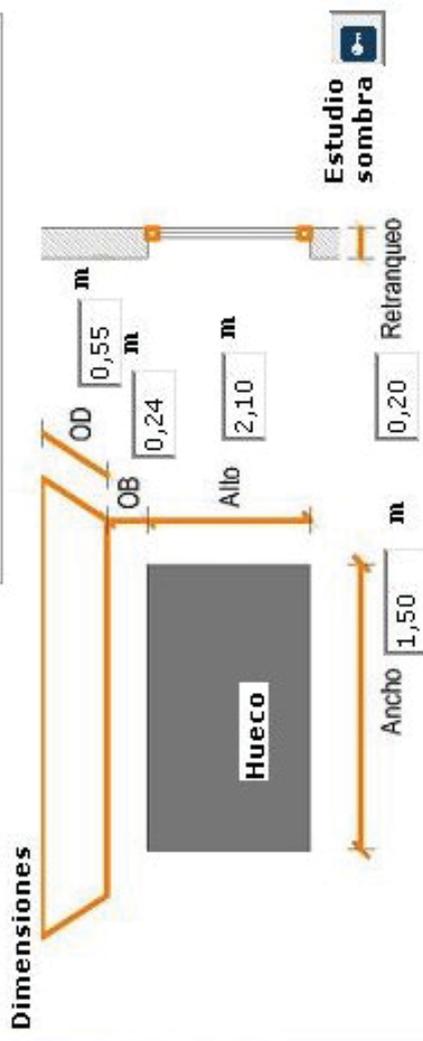
## Pilares (m)

Longitud (m)

- Estimados  
 Facilitados

Anchura  (m)

Nombre Grupo\_9 Tipo  Ventana  Puerta  Lucernario



**Vidrio**

Factor solar (tanto por uno) 0,70

U vidrio (w/m2K) 2,30

Fracc.marco (%) 10,00

U marco (w/m2K) 4,00

U vidrio con rotura puente térmico 4-12mm

**Global Hueco**

U hueco (w/m2K) 2,47

Factor solar hueco 0,64

Valores máximos (CTE-HE1)

Copiar propiedades

**Permeabilidad** (m3/hm2 con ΔP=100Pa) 27

**Sombras elementos fijos** Sin elementos fijos

**Modificador general**  Existe  No existe

**Verano Invierno**

Factor solar 1,00 1,00

U 1,00 1,00

Altura caja persianas (m) 0,25

U (w/m2K) 4 cm aislamiento 0,80

Infiltración (m3/hm) Δ P=10Pa Estanco 0,00

**Nº Huecos Grupo**

Ventana N... 0

Ventana O... 3

Ventana SO... 0

Ventana S... 0

Ventana SE... 0

Ventana E... 0

Asignar/Sombra

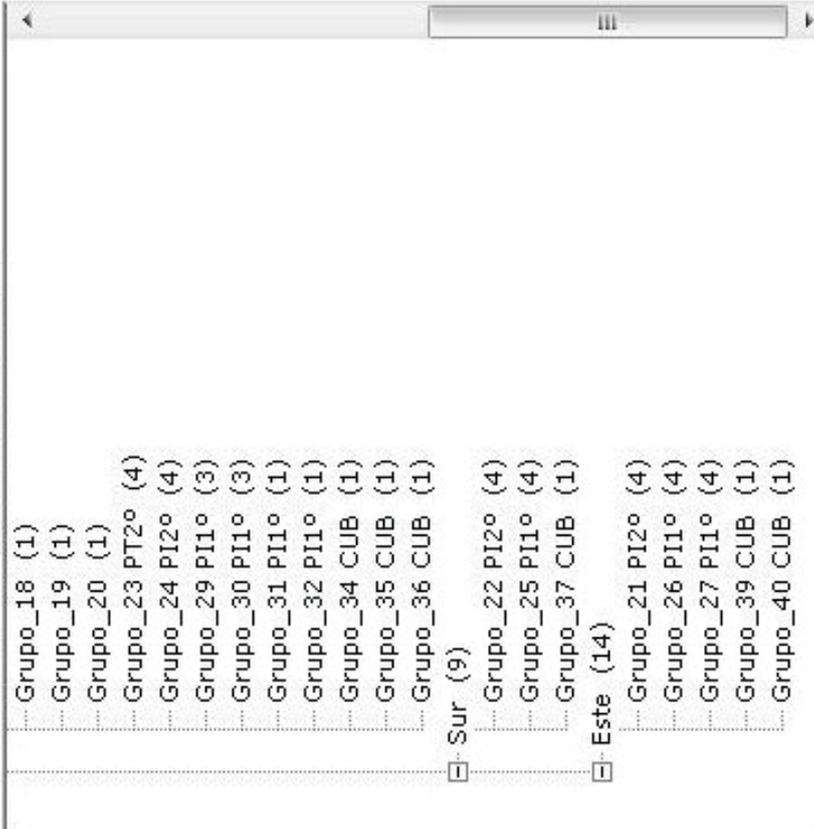
Asignar/Sombra

Asignar/Sombra

Asignar/Sombra

Asignar/Sombra

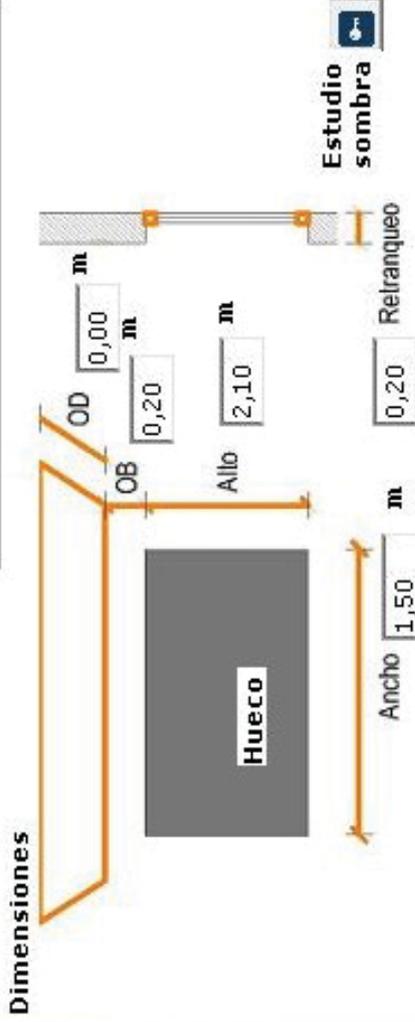
Visualización árbol Orientación-Grupo



- Grupo\_1
- Grupo\_2
- Grupo\_3
- Grupo\_4
- Grupo\_5
- Grupo\_6
- Grupo\_7
- Grupo\_8
- Grupo\_9
- Grupo\_10
- Grupo\_11
- Grupo\_12
- Grupo\_13
- Grupo\_14
- Grupo\_15
- Grupo\_16
- Grupo\_17
- Grupo\_18
- Grupo\_19
- Grupo\_20
- Grupo\_21 PI2º
- Grupo\_22 PI2º
- Grupo\_23 PT2º
- Grupo\_24 PI2º
- Grupo\_25 PI1º
- Grupo\_26 PI1º
- Grupo\_27 PI1º
- Grupo\_28 PI1º
- Grupo\_29 PI1º

+ -

Nombre Grupo\_8 Tipo  Ventana  Puerta  Lucernario



**Vidrio**

Dob.bajo emisivo 0.1-0.2  Factor solar (tanto por uno)

**Marco**

Metálico con rotura puente térmico 4-12mm  Fracc.marco (%)

**Global Hueco**

U hueco (w/m2K)  Factor solar hueco

Valores máximos (CTE-HE1)

**Permeabilidad** (m3/hm2 con ΔP=100Pa)

**Sombras elementos fijos** Sin elementos fijos

**Modificador general** Caja persianas  Existe  No existe

Verano Invierno

Factor solar

U

**Nº Huecos Grupo**

Ventana N...

Ventana O...

Ventana SO...

Ventana S...

Ventana SE...

Ventana E...

Asignar/Sombra

Asignar/Sombra

Asignar/Sombra

Asignar/Sombra

Asignar/Sombra

Visualización árbol Orientación-Grupo

Grupo\_18 (1)

Grupo\_19 (1)

Grupo\_20 (1)

Grupo\_23 PT2° (4)

Grupo\_24 PI2° (4)

Grupo\_29 PI1° (3)

Grupo\_30 PI1° (3)

Grupo\_31 PI1° (1)

Grupo\_32 PI1° (1)

Grupo\_34 CUB (1)

Grupo\_35 CUB (1)

Grupo\_36 CUB (1)

Sur (9)

Grupo\_22 PI2° (4)

Grupo\_25 PI1° (4)

Grupo\_37 CUB (1)

Este (14)

Grupo\_21 PI2° (4)

Grupo\_26 PI1° (4)

Grupo\_27 PI1° (4)

Grupo\_39 CUB (1)

Grupo\_40 CUB (1)

- Grupo\_1
- Grupo\_2
- Grupo\_3
- Grupo\_4
- Grupo\_5
- Grupo\_6
- Grupo\_7
- Grupo\_8
- Grupo\_9
- Grupo\_10
- Grupo\_11
- Grupo\_12
- Grupo\_13
- Grupo\_14
- Grupo\_15
- Grupo\_16
- Grupo\_17
- Grupo\_18
- Grupo\_19
- Grupo\_20
- Grupo\_21 PI2°
- Grupo\_22 PI2°
- Grupo\_23 PT2°
- Grupo\_24 PI2°
- Grupo\_25 PI1°
- Grupo\_26 PI1°
- Grupo\_27 PI1°
- Grupo\_28 PI1°
- Grupo\_29 PI1°

+ -

### Aislamiento continuo en fachada

Encuentros horizontales fachada	
Forjados	Cubierta
$\psi_f = -0,04$	$\psi_c = 0,19$
$f = 0,87$	$f = 0,81$
$\psi_{se} = 0,19$	
$f = 0,81$	
W/mK	
W/mK	

Puentes verticales fachada	
Esquina saliente	Esquina entrante
$\psi = 0,16$	$\psi_{se} = 0$
$f = 0,78$	
W/mK	
W/mK	

Ventana aislamiento continuo hasta el marco	
$\psi_v = 0,02$	$f = 0,83$
W/mK	

La longitud del puente térmico es el contorno de la ventana (si existe caja de persiana no se considera el dintel)

Terreno	
$\psi_T = 0,12$	$f = 0,68$
W/mK	

Pilar aisl. ext.	
$\psi_p = 0,04$	$f = 0,86$
W/mK	

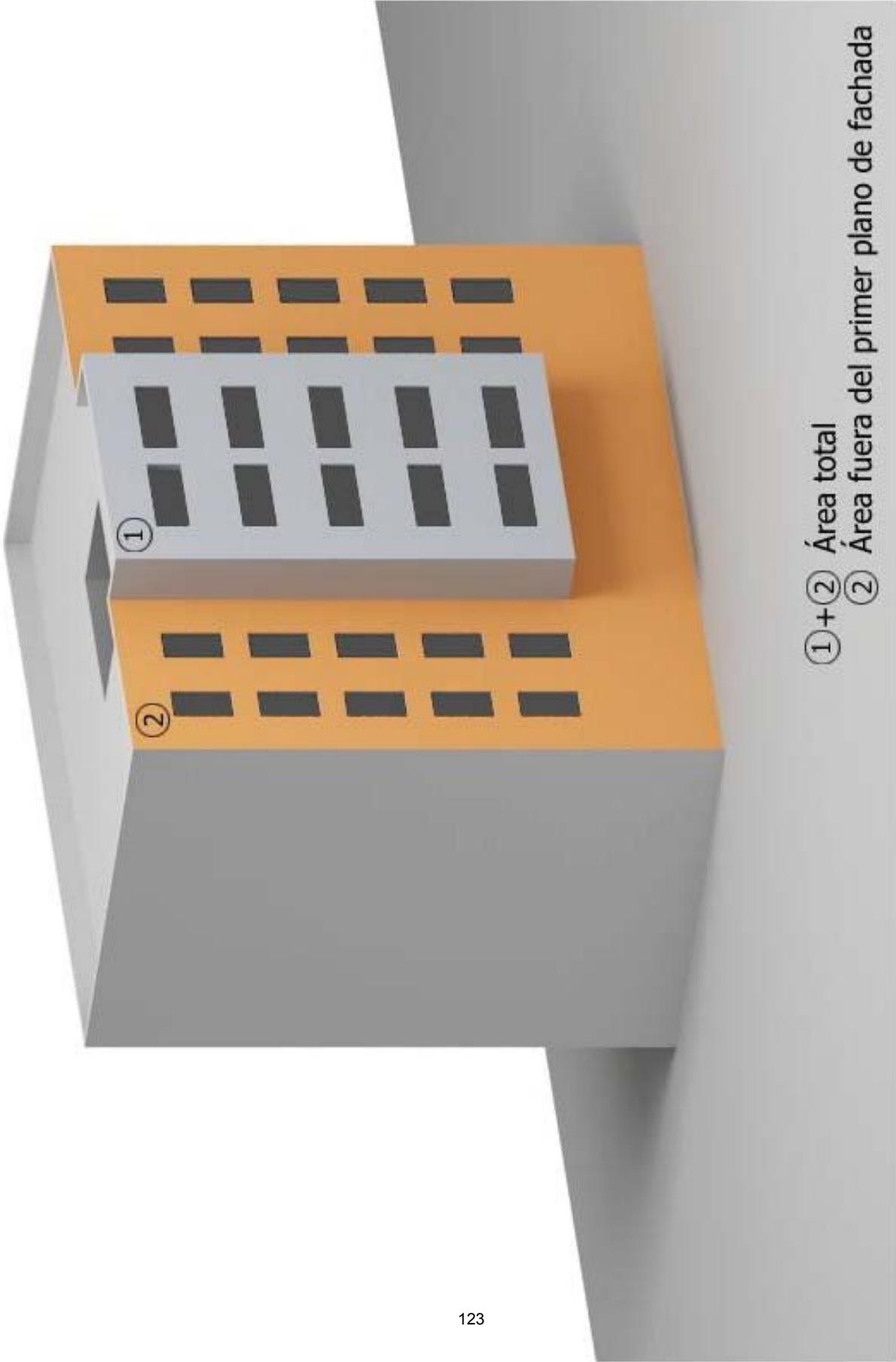
El valor  $f$  (fRsi) es el factor de temperatura de la superficie interior (adimensional)  
 $f = (T_{pi} - T_e) / (20 - T_e) \approx 1 - 0,25 U$   
 T<sub>pi</sub> - Temp. interior superficial mas baja  
 T<sub>e</sub> - Temp. exterior media mes enero;  
 U = Coef. global transferencia de calor puente térmico

El valor de la pérdida lineal de un puente térmico ( $\psi$  W/m2K) se define como el flujo de calor por unidad de longitud de puente térmico y diferencia de temperatura (interior/exterior), que hay que sumar a la pérdida de calor, calculada como si la superficie ocupada por el puente térmico fuera de muro en el que se encuentra (sin existencia de heterogeneidades)

Ocultar

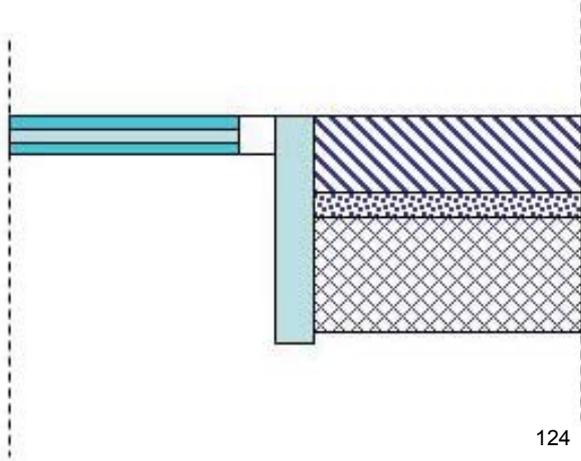


#### 2.5.8.5 ESQUEMAS CERMA

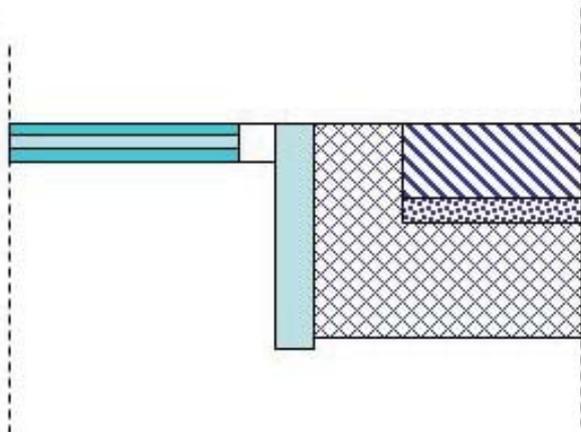


- ①+② Área total
- ② Área fuera del primer plano de fachada

**Cerramiento constante  
hasta la línea de  
Alféizar/Jamba/Dintel**



**Cerramiento que varía al  
Doblar la hoja exterior  
interrumpiendo el aislante**

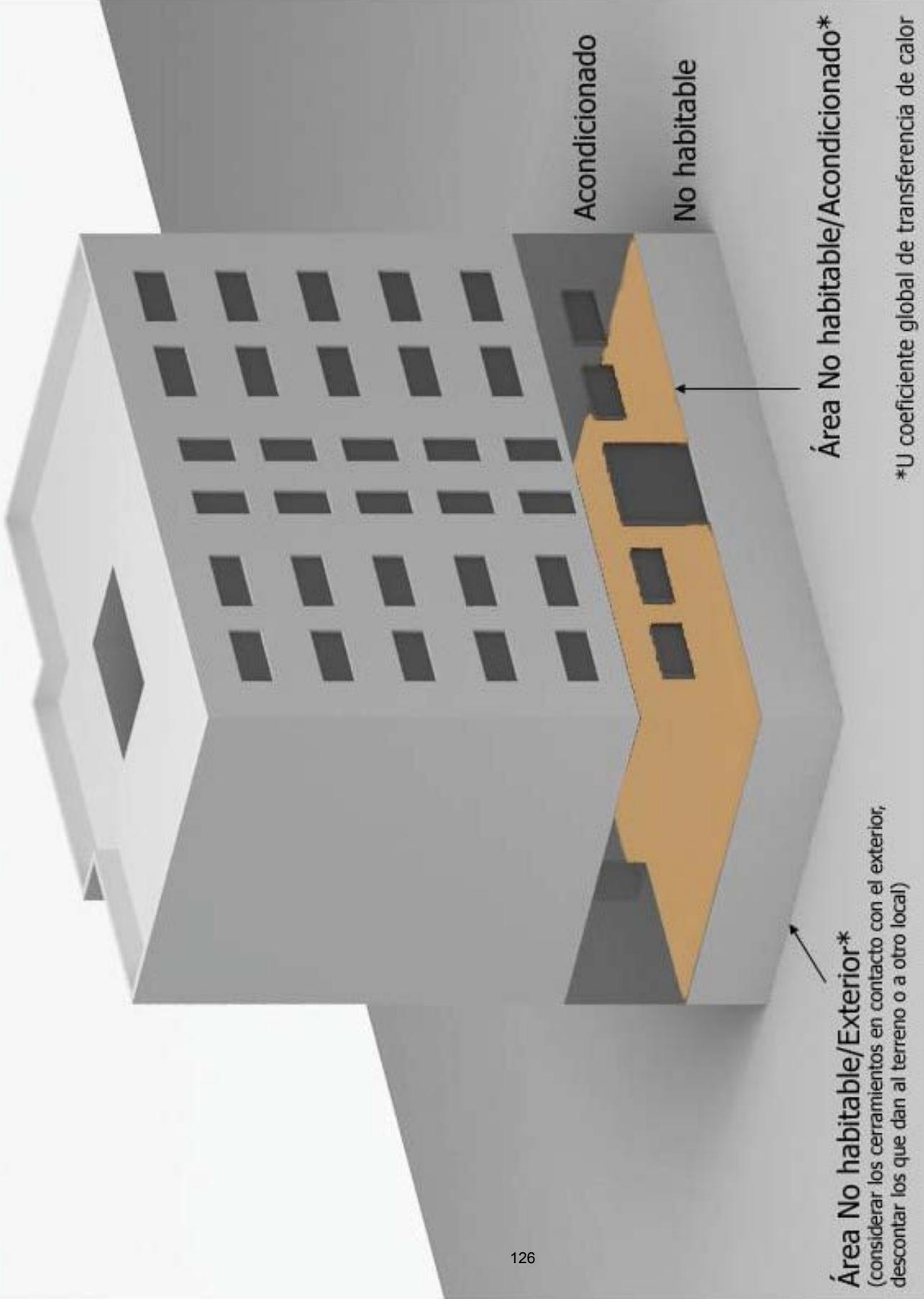


Colectores solares

Pérgola

Acondicionado

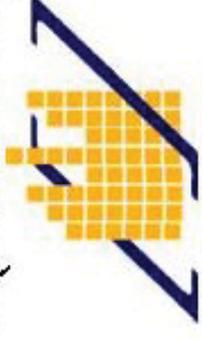
- ①+② Área total
- ① Área a la sombra



\*U coeficiente global de transferencia de calor

# Opción prescriptiva

## Zona climática B3(Valencia)



### Transmitancia media Valores máximos

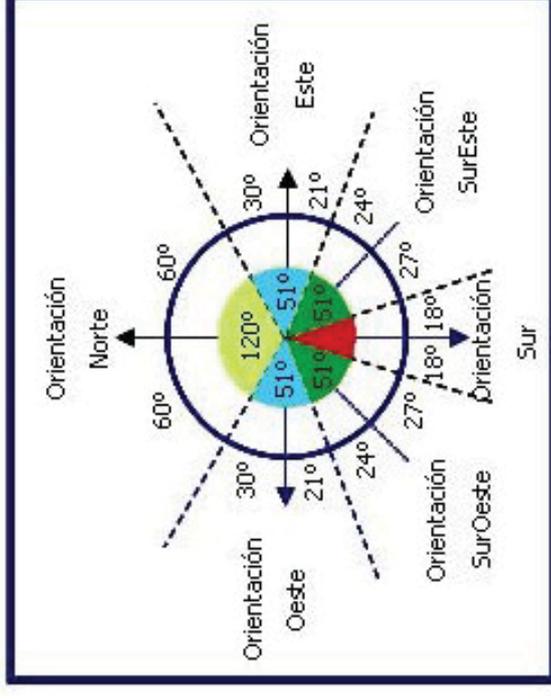
- Muros de fachada : 1,07 W/m<sup>2</sup>K
- 1º metro de suelos sobre terreno (z<0,5m) y muro a terreno : 1,07 W/m<sup>2</sup>K
- Particiones interiores (con zonas no habitables) : 1,07 W/m<sup>2</sup>K
- Suelos : 0,68 W/m<sup>2</sup>K
- Cubiertas : 0,59 W/m<sup>2</sup>K
- Vidrios de huecos y lucernarios : 5,7 W/m<sup>2</sup>K
- Marcos de huecos y lucernarios : 5,7 W/m<sup>2</sup>K
- Medianeras : 1,07 W/m<sup>2</sup>K
- Particiones interiores (con zonas comunes no calefactadas) : 1,2 W/m<sup>2</sup>K

Cerramientos en contacto con el terreno **U<sub>Tlim</sub> = 0,82 W/m<sup>2</sup>K**

Permeabilidad al aire : 50 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup> con un dP de 100 Pa

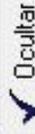
Norma UNE EN 12 207:2000 y 1 026:2000 Clase 1, 2, 3 y 4

Factor solar lucernarios F<sub>Ulim</sub> = 0,30

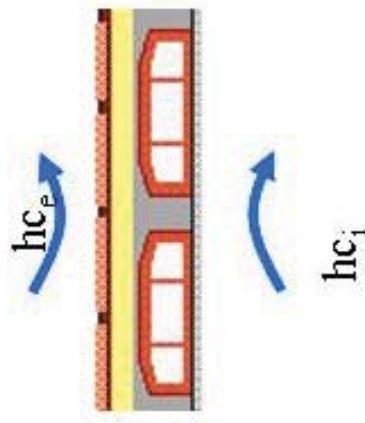


% Huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> U <sub>Hlim</sub> W/m <sup>2</sup> k				Factor solar modificado límite de huecos F <sub>Hlim</sub>				
	N	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna		Alta carga interna		
					E/O	S	E/O	S	SE/SO
< 10	5,4 (5,7)	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-
10 ≤ % < 20	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	5,7	-	-	-	-	-
20 ≤ % < 30	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	5,7	-	-	0,57	-	-
30 ≤ % < 40	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	5,6 (5,7)	-	-	0,45	-	0,50
40 ≤ % < 50	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	5,4 (5,5)	0,53	-	0,38	0,57	0,43
50 ≤ % < 60	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	5,2 (5,3)	0,46	-	0,33	0,51	0,38

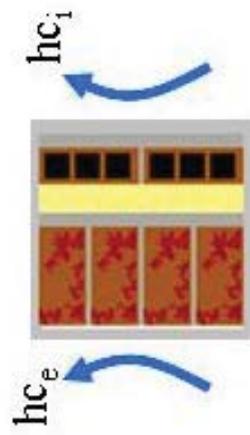
<sup>(1)</sup> En los casos en que U<sub>lim</sub> sea inferior a 0,58 se podrá tomar el valor de U<sub>Hlim</sub> indicado entre paréntesis



## Ecuación general de la transmitancia térmica $U$ ( $W/m^2\text{°C}$ )



$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_{\text{capas}} R + R_{se}} = \frac{1}{\frac{1}{hc_i} + \sum_{\text{capas}} \frac{L_i}{k_i} + \frac{1}{hc_e}}$$



### Coef. Global de transmisión de calor real (caso calefacción)

	Rse ( $\text{°Cm}^2/\text{W}$ )	Rsi ( $\text{°Cm}^2/\text{W}$ )
Pared exterior	0,04	0,13
Pared otro local	0,13	0,13
Pared terreno	--	0,13
Techos exteriores	0,04	0,1
Techos ventilados/otro local	0,1	0,1
Suelo exterior	0,04	0,17
Suelo vacío sanitario/otro local	0,17	0,17
Suelo terreno	--	0,17

## 2.6 EXPERIMENTOS VIABLES

Los experimentos viables, son aquellos seleccionados del “*listado cuadro de experimentos fase 1º*”, y cuya selección está destinada a la obtención de la calificación energética de cada uno de ellos.

Una vez introducidos los datos de parámetros de estrategia en el programa “CERMA”, se obtienen los primeros resultados de las transmitancias de cada parámetro, lo cual proporciona una visión y orientación, de cuáles van a ser los experimentos de mayor interés y relevancia, según los objetivos que se pretenden alcanzar por medio de este trabajo.

Por lo cual, de todos los experimentos creados para un estudio inicial, “(*Cuadro de Experimentos Fase 1º*)”, se desestiman los que inicialmente se cree que aportaran menor información al análisis, eligiendo como viables los que se cree tienen una mayor relevancia e interés para el mismo.

### 2.6.1 SELECCIÓN EXPERIMENTOS VIABLES FASE 1º

La selección de experimentos viables en fase 1º, sobre el listado de experimentos creados inicialmente, se basa en la elección de las estrategias que denotan mayor interés para el análisis, ya que los escenarios vienen dados y se va a trabajar sobre todos ellos.

Por lo que la determinación, de que experimentos se seleccionan como viables, depende de la elección de las estrategias que queremos analizar.

Siendo que los experimentos viables en fase 1º, están compuestos por los pares definidos de las estrategias viables seleccionadas y los escenarios elegidos, y que las estrategias son las que determinan la elección de los experimentos, para la selección estos, nos basaremos en el subcapítulo “2.3.5 LISTADO DE ESTRATEGIAS FASE 1º”.

#### 2.6.1.1 ESTRATEGIAS VIABLES FASE 1º

Las estrategias seleccionadas han sido elegidas en base al resultado de las transmitancias, del parámetro variable de “fachada exterior”, de cada una de las estrategias, puesto que los demás parámetros en esta fase son fijos y quedaron determinados en el subcapítulo, “2.3.4 ELECCIÓN DE PARÁMETROS FIJOS PARA ESTRATEGIAS FASE 1º”.

Como se podrá observar en los análisis finales, hay una gran similitud de los datos de transmitancia obtenidos en las diferentes fachadas creadas en el parámetro de fachada exterior, ya fuesen de ladrillo caravista, LH3, bloque de hormigón, etc., puesto que se han creado todas ellas con el mismo criterio.

Esto da a entender, que ante una similitud de estructura de fachada, y hojas que la componen, lo que principalmente afecta al valor obtenido de la transmitancia, es la conductividad térmica del aislamiento y su espesor.

Es por ello que para la selección de estrategias ha sido primordial, el querer obtener la calificación energética de una serie de estrategias que contasen con un parámetro de fachada que hubiese sido elegido por la calidad y espesores de aislantes varios, para ver cómo afecta este aspecto a los resultados.

De las estrategias con parámetro de fachada exterior de LCV, es sobre las que inicialmente, se han escogido más estrategias, por contener una de las tipologías de fachada más comunes en construcción hoy en día.

Y puesto que todas las tipologías de fachadas creadas, dentro del parámetro de estrategia de fachada, son similares térmicamente, si se comparan con un similar número de hojas, calidad

de aislante térmico y espesor, en las restantes tipologías de fachadas tras la de ladrillo caravista, se elegirá un menor número de estrategias.

Las características principales de la elección de estas estrategias, vienen determinadas por el parámetro de fachada, por lo que la elección se expone y explica por cada tipología de fachada del parámetro de fachada.

Las estrategias viables en fase 1º seleccionadas son las siguientes:

- Estrategias con parámetro de fachada exterior de LCV

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S2, 4, 5, 8, 9, 10, 17A, 17B.

- S2: EPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.046 W/mK, de 4 cm.  
U parámetro de fachada: 0.65 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la mayor y el espesor el menor.
- S4: EPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.037 W/mK, de 4 cm.  
U parámetro de fachada: 0.57 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es media y el espesor el menor.
- S5: EPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.037 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro fachada: 0.35 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es media y el espesor medio.
- S8: EPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm.  
U parámetro fachada: 0.44 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor el menor.
- S9: EPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro fachada: 0.26 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es medio.
- S10: EPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.21 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es mayor.
- S17A: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.19 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor de 14 cm.
- S17B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.17 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm.

Explicación de la selección

En resumen, se ha seleccionado en primer lugar la estrategia con el parámetro de fachada, que contiene el aislante de mayor conductividad térmica y el menor espesor, siendo el peor en calidad y cantidad que se podía aplicar, pero muy común. (S2).

Después se elige un aislante de conductividad térmica intermedio y se le aplican espesores de 4 y 8 cm. (S4 y S5).

Tras esto, se elige la estrategia con el parámetro de fachada con aislante de menor conductividad térmica, y se aplica con 4 y 8 cm. (S8 y S9).

Seguidamente con el aislante de menor conductividad térmica, se le aplica un aislante de 10 cm. (S10).

En las estrategias cuyo parámetro de fachada contiene tabiquería seca de pladur, se eleva el espesor del aislante a 14 cm. Con un aislante de 10 cm de lana mineral en el interior de la estructura de pladur y un XPS de 4 cm tras la hoja de LCV y enfoscado interior. Siendo los dos aislantes de la más baja conductividad térmica. (17A).

Por último se aumenta el espesor del aislante hasta 16 cm obteniendo la transmitancia de la envolvente más baja. (17B).

Con esta selección se ha obtenido un amplio abanico de transmitancias térmicas, sobre el parámetro de estrategia de la envolvente de fachada exterior, desde  $0.65 \text{ W/m}^2\text{K}$  hasta  $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$ , lo que conducirá a una obtención de calificaciones energéticas más amplia, con un mayor análisis posterior.

Puesto que las estrategias seleccionadas relativas a este parámetro de fachada, son las más significativas, y ya que se ha elegido una amplia variedad de transmitancias térmicas, en los siguientes parámetros de fachada, simplemente se elegirán una menor cantidad de fachadas meramente para que quede constancia de su calificación energética, puesto que al obtener sus resultados, estos serán muy similares o idénticos a los de las estrategias con parámetro de fachada de LCV.

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior de LH3

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S26, 27, 28, 35A, 35B.

Las características principales de la elección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S26: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ :  $0.025 \text{ W/mK}$ , de 4 cm.  
U parámetro de fachada:  $0.42 \text{ W/m}^2\text{K}$   
La conductividad térmica es la menor y el espesor el menor.
- S27: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ :  $0.025 \text{ W/mK}$ , de 8 cm.  
U parámetro de fachada:  $0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$   
La conductividad térmica es la menor y el espesor es medio.
- S28: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ :  $0.025 \text{ W/mK}$ , de 10 cm.  
U parámetro de fachada:  $0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$   
La conductividad térmica es la menor y el espesor es mayor.
- S35A: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ :  $0.025 \text{ W/mK}$ , de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ :  $0.031 \text{ W/mK}$ , de 10 cm.  
U parámetro fachada:  $0.19 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor de 14 cm.
- S35B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ :  $0.025 \text{ W/mK}$ , de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ :  $0.031 \text{ W/mK}$ , de 10 cm.  
U parámetro fachada:  $0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$

Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm.

#### Explicación de la selección

En resumen, se ha seleccionado el parámetro de fachada con el aislante de menor conductividad térmica, del material seleccionado, y el menor espesor, de 4 cm, (S26).

Después se aumenta, el espesor del mismo material aislante y con la misma conductividad térmica, a 8 y 10 cm. (S27 y S28).

Ya en tabiquería seca de pladur se eleva el espesor del aislante a 14 cm. Con un aislante de 10 cm de lana mineral en el interior de la estructura de pladur y un XPS de 4 cm tras la hoja de LCV y enfoscado interior, siendo los dos aislantes de la más baja conductividad térmica. (S35A).

Por último se aumenta el espesor del aislante hasta 16 cm obteniendo la transmitancia de la envolvente más baja. (S35B).

Mediante esta selección, y habiendo tenido un mayor abanico de estrategias en la fachada anterior, en esta y las que proseguirán, tan solo se pretende obtener los resultados sobre un aislante de conductividad térmica mínima con aislamientos de 4, 8, 10, 14 y 16 cm

De esta manera se podrá ver en este tipo de envolvente como varia su calificación energética, si fuese el caso, con diferentes de espesores de aislante desde 4 hasta 10 cm, y posteriormente con dos espesores mayores de 14 y 16 cm, no habituales o menos habituales en construcción, a no ser que se requieran para una edificación de características especiales.

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior de MURO DE CARGA, LP.

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S42, 43, 47, 48.

Las características principales de la elección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

##### - Muro de carga 2 pies de LP:

- S42: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm.  
U parámetro de fachada: 0.38 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor el menor.
- S43: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro de fachada: 0.24 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es medio.

##### - Muro de carga 1+½ pie de LP:

- S47: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm.  
U parámetro de fachada: 0.40 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es el menor.
- S48: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro fachada: 0.25 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es medio.

### Explicación de la selección

De los dos tipos de muros de carga que contiene este trabajo, siendo de 2 pies de espesor y 1+½ de espesor, en el de mayor espesor, se ha elegido el parámetro de fachada con el aislante de menor conductividad térmica y menor espesor, (S42), seleccionando un segundo mayor de 8 cm. (S43).

Así se podrán obtener las calificaciones energéticas de este tipo de fachadas con dos espesores lógicos de aislamiento.

Del mismo modo en el parámetro de fachada de muro de carga de 1+½ pies de espesor, se han seleccionado dos parámetros con aislantes de conductividad térmica baja y de 4 y 8 cm de espesor. (S47 y S48).

Se ha tratado de escoger, para este tipo de envolventes, unos espesores lógicos de aislantes, para la obtención de sus resultados.

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior de BH.

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S58, 59, 60, 68

Las características principales de la elección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S58: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm.  
U parámetro de fachada: 0.42 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor el menor.
- S59: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro de fachada: 0.25 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es medio.
- S60: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro de fachada: 0.21 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es mayor.
- S68: MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm.  
U parámetro fachada: 0.18 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 16 cm.

### Explicación de la selección

En resumen, se ha seleccionado el parámetro de fachada con el aislante de menor conductividad térmica, del material seleccionado, y el menor espesor, de 4 cm, (S58).

Después se aumenta, el espesor del mismo material aislante y con la misma conductividad térmica, a 8 y 10 cm. (S59 y S60).

De este parámetro, y con hoja interior de tabiquería seca, se selecciona la estrategia que contiene un aislante de baja conductividad térmica con 16 cm de espesor.

Sobre las cuatro estrategias seleccionadas, ha primado, que contuviesen en su parámetro de fachada exterior los diferentes espesores seleccionados de un aislamiento de baja conductividad.

### - Estrategias con parámetro de fachada exterior PREF. HORMIGÓN

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S76, 77, 78, 85A, 85B.

Las características principales de la elección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S76: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm.  
U parámetro de fachada: 0.46 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor el menor.
- S77: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro de fachada: 0.26 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es medio.
- S78: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro de fachada: 0.22 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es mayor.
- S85A: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.19 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor de 14 cm.
- S85B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.16 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm.

### Explicación de la selección

Se selecciona la estrategia con parámetro de fachada de aislante con conductividad térmica baja y el menor espesor. (S76).

En las dos siguientes estrategias, el parámetro de fachada contiene el mismo tipo de aislante aumentando su espesor hasta 8 y 10 cm. (S77 y S78).

Finalmente se eligen dos estrategias con parámetro de fachada que contiene aislantes con baja conductividad térmica y 14 y 16 cm de espesor. (S85A y S85B).

### - Estrategias con parámetro de fachada exterior LIGERA TRASVENTILADA

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S89, 92.

Las características principales de la elección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S89: PUR parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro de fachada: 0.21 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor medio de 10 cm.
- S92: PUR parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm.  
U parámetro de fachada: 0.15 W/m<sup>2</sup>K

La conductividad térmica es la menor y un espesor alto de 16 cm.

#### Explicación de la selección

En este tipo de estrategias, en las que el parámetro de fachada exterior es una fachada ligera, se han elegido las dos estrategias, primero conteniendo un parámetro de fachada que contuviese un aislante de baja conductividad térmica y un espesor de aislante corriente como es el de 10 cm.

Posteriormente el espesor se ha incrementado en la siguiente estrategia seleccionada a 16 cm.

Estos dos parámetros de fachada que contienen las dos estrategias seleccionadas, serían habituales, en relación a sus espesores y conductividades.

#### Resumen de las estrategias viables en fase 1º:

- Estrategias con parámetro de fachada exterior de LCV:  
S2, 4, 5, 8, 9, 10, 17A, 17B: 8 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior de LH3:  
S26, 27, 28, 35A, 35B: 5 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior de MURO DE CARGA, LP:  
S42, 43, 47, 48: 4 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior de BH.  
S58, 59, 60, 68: 4 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior PREF. HORMIGÓN:  
S76, 77, 78, 85A, 85B: 5 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior LIGERA TRASVENTILADA  
S89, 92: 2 uds.

Estas son todas las estrategias seleccionadas como viables en la fase 1º, para ser combinadas con los cuatro escenarios elegidos y componer el cuadro de experimentos viables en fase 1º, que se procesara con el programa "CERMA" para la obtención de sus calificaciones energéticas.

En total son 28 estrategias seleccionadas, que combinadas con los cuatro escenarios elegidos, componen un total de 112 experimentos para procesar y analizar en la fase viable 1º.

#### 2.6.1.2 LISTADO DE ESTRATEGIAS VIABLES FASE 1º

El listado de estrategias viables fase 1º se encuentra en el "TOMO II; ANEXOS", en el subcapítulo 2.6.1.2 A.

## 2.6.2 CUADRO DE EXPERIMENTOS VIABLES FASE 1º

El cuadro de experimentos viables fase 1º se encuentra en el “TOMO II; ANEXOS”, en el subcapítulo 2.6.2 A.

## 2.7 EXPERIMENTOS FASE 2º

Una vez finalizada la fase 1º de experimentos viables, y obtenidos los resultados de cada uno de ellos, se procede a una segunda fase denominada “experimentos fase 2º”.

En esta 2º fase se realiza una nueva composición de experimentos, en donde se tratara de mejorar las características y los datos obtenidos de los experimentos viables de la fase 1º.

Esta nueva composición de experimentos está destinada a la obtención de la calificación energética de cada uno de ellos.

El criterio de la composición de los experimentos de esta 2º fase, es expuesto y razonado en los siguientes puntos de este capítulo, en donde se explican las causas que los han motivado.

### 2.7.1 COMPOSICIÓN EXPERIMENTOS FASE 2º

La composición de experimentos en fase 2º, se basa al igual que en la fase anterior, en la elección de las estrategias de mayor interés para proseguir con el análisis, ya que los escenarios son fijos y se trabaja igualmente en cada uno de ellos, (norte, sur, este, oeste).

Por lo tanto, la determinación, de que experimentos se componen para esta 2º fase, dependerá de la selección de las estrategias que queremos analizar.

En esta fase, sobre el “cuadro inicial de estrategias”, se modifican los parámetros de estrategias fijas en relación a la fase anterior, creando un nuevo cuadro inicial de estrategias en fase 2º

Recordando que el cuadro de estrategias estaba formado por 6 parámetros, de los cuales el parámetro de envolvente de fachada exterior era variable, mientras que los otros 5 restantes eran fijos, (envolvente fachada medianera, envolvente cubierta, envolvente suelo, envolvente huecos de fachada y equipos), en esta fase, se modificarán los parámetros fijos con el fin de mejorar las características de los experimentos que se compongan.

En el subcapítulo “2.7.1.1 PARAMETROS FIJOS DE ESTRATEGIA FASE 2º”, se explican las características de los parámetros de estrategia fijos que se han elegido para cada nueva estrategia, exponiendo las razones de su elección.

Una vez elegidos los 5 nuevos parámetros fijos de estrategia, se procede a la selección de cuáles serán los parámetros variables de envolvente de fachada exterior que compondrán cada uno de las estrategias creadas.

La selección y explicación de cuales han sido las causas que han motivado la elección de los parámetros de envolvente de fachada exterior de esta fase, se exponen en el subcapítulo “2.7.1.3 ESTRATEGIAS FASE 2º”

Tras estos pasos se habrán creado las nuevas estrategias de la 2º fase, compuestas por 5 nuevos parámetros fijos que estarán en todos los cuadros de estrategias que se crean, obteniendo tantas estrategias como número de parámetros de fachada exterior se seleccionen, ya que este es el parámetro variable de las estrategias

Por último, de la combinación de las nuevas estrategias creadas en esta fase, con los cuatro escenarios dados, se obtendrán las composiciones de los experimentos en fase 2º de los que se obtendrán sus calificaciones energéticas.

### 2.7.1.1 PARÁMETROS FIJOS DE ESTRATEGIAS FASE 2º

Los parámetros fijos que componen cada una de las estrategias en la fase 2º son:

- Envoltente de fachada medianera, (adiabática).
- Huecos de fachada.
- Envoltente de suelo.
- Envoltente de cubierta.
- Equipos.

En esta fase 2º se modifican los parámetros fijos respecto a la fase anterior, de envoltente de fachada medianera, envoltente de suelo y envoltente de cubierta, mientras que los parámetros de huecos de fachada y de equipos se mantienen iguales que en la fase 1º.

Esto se realiza para mejorar las calificación energética de los experimentos en esta nueva fase, variando simplemente las envolventes de las fachadas, suelo y cubierta, sin tocar los huecos y manteniendo los mismos equipos, para ver qué datos se obtendrán eligiendo las fachadas, suelos y cubiertas con mejores transmitancias térmicas.

Con esta premisa, a continuación se seleccionan de los parámetros de fachada exterior, los que han obtenido una menor transmitancia térmica en el procesado de datos.

De esta manera, y con los parámetros fijos seleccionados en esta fase 2º, se compondrá el cuadro inicial de estrategias de la fase, con los datos de los 5 parámetros fijos que componen las estrategias.

Las tipologías seleccionadas para cada parámetro son las siguientes:

- Envoltente de fachada medianera, (adiabática):

Se selecciona la "*Fachada Medianera T5*", la cual es la de mejor comportamiento térmico, con una transmitancia térmica obtenida de  $0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

✓ Fachada medianera T5:

Compuesta por una doble estructura de tabiquería seca de pladur de 70 mm, con dos placas de yeso laminado de 1.3 cm, cada una al exterior de cada hoja, conteniendo cada una de ellas como aislante MW, lana mineral de  $\lambda: 0.031 \text{ W/mK}$  de 8 cm de espeso, y una cámara de aire entre las dos estructuras de 5 cm.

Parámetro: "*MEDIANERA T1*": 2 PYL 1.3 cm+MW 0.031 W/mK 8 cm+CA 5 cm+ MW 0.031 W/mK 8 cm+ 2 PYL 1.3 cm"

- Huecos de fachada:

Los huecos de fachada seleccionados para esta fase 2º, siguen siendo los denominados: "*Huecos H1*", siendo los mismos que los utilizados en la fase 1º.

Los huecos de fachada se encuentran descritos en el subcapítulo "2.3.4 ELECCIÓN DE PARÁMETROS FIJOS PARA ESTRATEGIAS FASE 1º", en el punto de "huecos de fachada".

- Envoltente de suelo:

Se selecciona el "*Suelo SNHO 1.1-D*", por tener el mejor comportamiento térmico, al obtener una transmitancia térmica mínima de  $0.30 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

✓ Suelo SNHO 1.1-D:

El suelo está formado por un forjado unidireccional, con entrevigado de EPS, mecanizado enrasado de poliestireno expandido de 30 cm de canto, enlucido inferiormente con una capa de yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado se dispone un aislamiento tipo MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 6 cm, más baldosa cerámica de 0.6 cm de grosor, tomada con mortero de cemento de 2.4 cm de espesor.

Parámetro: “Suelo SNHO 1.1-D”: *Bal cr 0.6 cm+mtto cto 2.4 cm+MW 0.31 W/K 6 cm+FU, entrevigado EPS. 30 cm+Y 1.5 cm.”*

- Envolvente de cubierta:

Se selecciona la “Cubierta C1.4-B”, por tener el mejor comportamiento térmico, al obtener una transmitancia térmica de 0.29 w/m<sup>2</sup>k.

✓ Cubierta C1,4-B:

Esta cubierta está formada por un forjado unidireccional con entrevigado de EPS, mecanizado enrasado, de poliestireno expandido de 30 cm de canto, enlucido inferiormente el forjado con yeso de 1.5 cm de espesor. Sobre el forjado existe una capa de hormigón de áridos ligeros de 10 cm, más una lámina de polietileno de baja densidad, “LDPE” de 0.2 cm, sobre la que hay un aislante de Mw, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK y 6 cm de espesor, protegida superiormente con una lámina de cloruro de polivinilo, PVC, de 0,1 cm, sobre la que se asienta una capa de mortero de áridos ligeros” vermiculita perlita” de 4 cm, más una baldosa cerámica de 0.6 cm tomada con mortero de cemento con 2,4 cm de espesor.

Parámetro: “Cubierta C 1.4-B”: *Bal cr 0.6 cm+mtto cto 2.4 cm+verm perl 4 cm+PVC 0.1 cm+MW 0.31 W/mK 6 cm+LDPE 0.2 cm+HML 10 cm+FU, entrevigado EPS. 30 cm+Y 1.5 cm.”*

- Equipos:

Los equipos seleccionados no han variado de la fase 1º anterior, a esta nueva fase y son los mismos, siendo los denominados “Equipos”.

Dichos equipos se encuentran descritos en el subcapítulo “2.3.4 ELECCIÓN DE PARÁMETROS FIJOS PARA ESTRATEGIAS FASE 1º”, en el apartado de “equipos”.

### 2.7.1.2 CUADRO INICIAL ESTRATEGIAS FASE 2º

El cuadro inicial de estrategias fase 2º se encuentra en el “TOMO II, ANEXOS”, en el subcapítulo 2.7.1.2 A

### 2.7.1.3 ESTRATEGIAS FASE 2º

Una vez seleccionados los parámetros fijos de estrategias, se procede a la elección de los parámetros variables de envolvente de fachada exterior, que darán nombre a cada una de las estrategias creadas, quedando así compuestas las estrategias de fase 2º.

Las estrategias seleccionadas en esta 2º fase han sido elegidas en base a los mejores resultados de las transmitancias, del parámetro variable de “fachada exterior”, de cada una de las estrategias, puesto que los demás parámetros en esta fase son fijos y se seleccionaron en el subcapítulo “2.7.1.1 PARÁMETROS FIJOS DE ESTRATEGIAS FASE 2º”.

Las características principales de la elección de estas estrategias, vienen determinadas por el parámetro de envolvente de fachada exterior, por lo que la elección se expone y explica por cada tipología de fachada de este parámetro.

Las estrategias en fase 2º seleccionadas son las siguientes:

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior de LCV

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S10 y S17B.

- S10: EPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.21 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 10 cm.
  
- S17B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.17 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm.

#### Explicación de la selección

Se ha seleccionado la estrategia, con parámetro de fachada exterior, con la menor transmitancia en la envolvente con tabiquería húmeda y tabiquería seca, correspondiente a S10 y S17B.

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior de LH3

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S28 y S34B.

Las características principales de la selección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S28: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro de fachada: 0.21 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 10 cm.
  
- S34B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro fachada: 0.18 W/m<sup>2</sup>K.  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor de 14 cm.

### Explicación de la selección

Se selecciona la estrategia S28 por contener el parámetro de fachada con la menor transmitancia térmica dentro de las envolventes formadas con tabiquería húmeda.

La estrategia S34B perteneciente, al parámetro de fachada con tabiquería seca de pladur, no es la de menor transmitancia térmica, puesto que hay dos envolventes del mismo tipo con transmitancias de 0.17 y 0.16 W/m<sup>2</sup>K, pero al ser la diferencia tan mínima y poco relevante, se considera que esta fachada es más viable por su menor espesor en aislamiento que las dos anteriores.

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior de MURO DE CARGA, LP.

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S43 y S48.

Las características principales de la selección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

##### - Muro de carga 2 pies de LP:

- S43: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro de fachada: 0.24 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 8 cm.

##### - Muro de carga 1+½ pie de LP:

- S48: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro fachada: 0.25 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 8 cm.

### Explicación de la selección

Se seleccionan las dos estrategias con parámetro de fachada exterior, con los mejores resultados de transmitancias térmicas tanto en la envolvente de muro de carga de 2 pies de espesor, como de 1 pie y medio.

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior de BH.

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S60 y S68

Las características principales de la selección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S60: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro de fachada: 0.21 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es 10 cm.
- S68: MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm.  
U parámetro fachada: 0.18 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es 16 cm.

### Explicación de la selección

Se selecciona la estrategia con parámetro de fachada exterior, dentro de las envolventes con tabiquería húmeda, de menor transmitancia térmica obtenida, siendo esta la S60.

Sin embargo la estrategia seleccionada S68, no contiene el parámetro de fachada con la menor transmitancia térmica, puesto que existen otras envolventes con transmitancias menores de 0.17 y 0.16 W/m<sup>2</sup>K, siendo la de la selección de 0.18 W/m<sup>2</sup>K.

Dado que la diferencia de transmitancias son insignificantes, se elige el expuesto por contener la envolvente un bloque de hormigón convencional de hormigón de 15 cm de espesor, mientras que las otras envolventes contienen bloques, o de mayor espesor o que contiene alguna mejora.

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior PREF. HORMIGÓN

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S78 y S85B.

Las características principales de la selección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S78: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro de fachada: 0.22 w/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor es 10 cm
- S85B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.16 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor es 16 cm

### Explicación de la selección

Se selecciona la estrategia con parámetro de fachada con las menores transmitancias térmicas obtenidas tanto en parámetro de fachada con tabiquería seca como con húmeda.

#### - Estrategias con parámetro de fachada exterior LIGERA TRASVENTILADA

Las estrategias seleccionadas son las denominadas S89 y S92.

Las características principales de la elección de estas estrategias vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S89: PUR parámetro de fachada de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro de fachada: 0.21 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor medio de 10 cm.
- S92: PUR parámetro de fachada de  $\lambda$ : 0.032 W/mK, de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm.  
U parámetro de fachada: 0.15 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm

### Explicación de la selección

En este tipo de estrategias se han elegido, las dos que contienen la menor transmitancia térmica obtenida, en envolventes con estructura de pladur de 100 mm y de 150 mm, correspondiendo a las estrategias S89 y S92

### Resumen de las estrategias en fase 2º:

- Estrategias con parámetro de fachada exterior de LCV:  
S10 y S17B: 2 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior de LH3:  
S28 Y 34B: 2 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior de MURO DE CARGA, LP:  
S43 Y S48: 2 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior de BH.  
S60 Y S68: 2 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior PREF. HORMIGÓN:  
S78 Y S85B: 2 uds.
- Estrategias con parámetro de fachada exterior LIGERA TRASVENTILADA  
S89 Y S92: 2 uds.

Estas son todas las estrategias seleccionadas para la fase 2º, para ser combinadas con los cuatro escenarios elegidos y componer el cuadro de experimentos en fase 2º, que se procesara con el programa "CERMA" para la obtención de sus calificaciones energéticas.

En total son 12 estrategias seleccionadas, que combinadas con los cuatro escenarios elegidos, componen un total de 48 experimentos para procesar y analizar en la fase 2º

#### 2.7.1.4 LISTADO DE ESTRATEGIAS FASE 2º

El listado de estrategias de la fase 2º se encuentra en el "TOMO II, ANEXOS", en el subcapítulo 2.7.1.4 A.

#### 2.7.2 CUADRO DE EXPERIMENTOS FASE 2º

El cuadro de experimentos de la fase 2º se encuentra en el "TOMO II, ANEXOS", en el subcapítulo 2.7.2 A.

### 2.8 EXPERIMENTOS FASE 3º

Una vez finalizada la fase 2º, y obtenidos los resultados de todos los experimentos de esta fase, se procede a la ejecución de la fase 3º.

En esta fase 3º, se realiza una nueva composición de experimentos que constará de las estrategias, con los mejores parámetros de estrategia, de envolventes, huecos y equipos.

Esta nueva composición de experimentos, está destinada a la obtención de las mejores calificaciones energéticas que se puedan obtener por medio de la mejora de las características de los elementos que componen los huecos de fachada, es por ello que se han seleccionado los mejores valores de la base de datos tanto en vidrios como de carpinterías.

El criterio de la composición de los experimentos de esta fase, es expuesto y razonado en los siguientes puntos de este capítulo, en donde se explican las causas que los han motivado.

### 2.8.1 COMPOSICIÓN EXPERIMENTOS FASE 3º

La composición de experimentos en esta fase 3º, se basa en la creación de las mejores estrategias posibles que se puedan elaborar, ya que los escenarios son fijos y dados como en las fases anteriores.

La composición de los experimentos que forman parte de esta fase, dependerán de la selección de las estrategias que queremos analizar.

En esta fase, el “cuadro inicial de estrategias”, quedará modificado sobre la fase anterior, creando un nuevo cuadro inicial de estrategias en fase 3º.

De los 6 parámetros de estrategia, que constituyen el cuadro inicial de estrategias, los parámetros de envolvente de, fachada medianera, envolvente de cubierta, envolvente de suelo y equipos, no variarán y se mantendrán igual que en la fase anterior, mientras que los parámetros de envolvente de fachada exterior y huecos de fachadas, si que serán modificados.

Lo que se pretende esta fase, es obtener un avance en los valores de calificaciones energéticas a través de la mejora de las características y calidades de los elementos que conforman los huecos de fachada.

Como en la fase anterior ya se habían elegido los mejores parámetros de envolvente de cubierta, envolvente de suelo, y envolvente de fachada exterior, siendo el parámetro de equipos siempre fijo, en esta fase se intentan mejorar las condiciones térmicas del edificio, mejorando los valores del parámetro de huecos de fachada, con el fin de obtener una mejor calificación energética.

En el subcapítulo “2.8.1.1 PARAMETROS FIJOS DE ESTRATEGIA FASE 3º”, se explican las características de los parámetros de estrategia fijos que se han elegido para cada nueva estrategia, exponiendo las razones de su elección.

La selección y explicación de cuales han sido las causas que han motivado la elección de los parámetros de envolvente de fachada exterior de esta fase, se exponen en el subcapítulo “2.8.1.3 ESTRATEGIAS FASE 3º”

De la combinación de las nuevas estrategias creadas en esta fase, con los cuatro escenarios dados, se obtendrán las composiciones de los experimentos en esta fase 3º de los que se obtendrán sus calificaciones energéticas.

#### 2.8.1.1 PARÁMETROS FIJOS DE ESTRATEGIAS FASE 3º

Los parámetros fijos que componen cada una de las estrategias en la fase 3º son:

- Envolvente de fachada medianera, (adiabática).
- Huecos de fachada.
- Envolvente de suelo.
- Envolvente de cubierta.
- Equipos.

En esta fase 3º se modifican los parámetros fijos, respecto a la fase anterior de, envolvente de huecos de fachada, mientras que los parámetros de envolvente fachada medianera, envolvente de suelo, envolvente de cubierta y equipos se mantienen iguales que en la fase 2º.

En resumen, solo se modifica la envolvente de huecos de fachada, puestos que los demás parámetros fijos, ya de por sí, eran en la fase anterior los de mejor comportamiento térmico.

Sin embargo en esta 3º fase sí que se mejorarán los valores de transmitancias de los huecos que componen el edificio, ya que los que se habían seleccionado para las dos anteriores fases eran muy corrientes y habituales en su uso, pero también presentaban un mal comportamiento térmico.

Es de ahí, que ahora en esta 3º fase, se trate de mejorar el comportamiento del edificio que se analiza, así como su calificación energética, con la mejora que se pueda efectuar en los huecos de fachada.

Las tipologías seleccionadas para cada parámetro son las siguientes:

- Envolvente de fachada medianera:

Se mantiene la misma envolvente de fachada medianera que en la fase anterior, "*Fachada Medianera T5*".

Parámetro: "*MEDIANERA T5*": 2 PYL 1.3 cm+MW 0.031 W/mK 8 cm+CA 5 cm+ MW 0.031 W/mK 8 cm+ 2 PYL 1.3 cm"

- Huecos de fachada:

Los huecos de fachada seleccionados para esta fase 3º, serán los denominados: "*Huecos H2*", los cuales se describen desarrolladamente a continuación:

- Vidrios: dobles bajo emisivo < 0.03, 4-15-4 mm.

-Transmitancia vidrio, "U": 1,40 W/m<sup>2</sup>K

-Factor solar: 0.70 tanto por uno.

- Marco: Carpintería PVC tres cámaras,

-Transmitancia marco, "U": 1,80 W/m<sup>2</sup>K

-Frac. de marco:10%.

- Valores globales del hueco:

-Transmitancia del hueco "U": 1,44 W/m<sup>2</sup>K

-Factor solar del hueco: 0,64 tanto por uno.

- Permeabilidad: 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP de 100 Pa.

- Sombras elementos fijos: Sin sombras de elementos fijos salvo huecos de cocina, con lamas horizontales a 0º

- Cajas de persiana: Todos los huecos con cajas de persiana excepto los huecos de Cocina, 4 cm de aislamiento. y estancos.

-Transmitancia caja persiana, "U": 0,80 W/m<sup>2</sup>K

- Infiltración: 0 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP: 100 Pa.

- Valor de reducción del factor solar, por protecciones: 1 en verano e invierno.

- Valor de reducción de la transmitancia por protecciones: 1 en verano e invierno.

#### Resumen del parámetro:

##### ✓ Huecos H2:

La tipología de hueco seleccionada está formada por vidrios dobles de baja emisividad, 4-15-4 mm, con marcos de PVC con tres cámaras, sin elementos fijos en huecos, salvo en los huecos de cocina, con cajas de persiana en todos los huecos menos en los huecos de cocina, con 4 cm de aislamiento y estancos sin infiltración, con una permeabilidad de  $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  con dP: 100 Pa.

Parámetro: "Huecos H2": vidrios baja emis.4/15/4+marc PVC 3 cámaras, permeabilidad  $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ +s/elem fijo –Hcocina+caja persiana 4cm aisl y estanca-Hcocina.

##### - Envolvente de suelo:

Se mantiene la misma envolvente de suelo que en la fase anterior," SNHO 1.1-D".

Parámetro: "Suelo SNHO 1.1-D": Bal cr 0.6 cm+mta cto 2.4 cm+MW 0.31 W/mK 6 cm+FU, entrevigado EPS. 30 cm+Y 1.5 cm."

##### - Envolvente de cubierta:

Se mantiene la misma envolvente de cubierta que en la fase anterior, "Cubierta C1.4-B".

Parámetro: "Cubierta C 1.4-B": Bal cr 0.6 cm+mta cto 2.4 cm+verm perl 4 cm+PVC 0.1 cm+MW 0.31 W/mK 6 cm+LDPE 0.2 cm+HML 10 cm+FU, entrevigado EPS. 30 cm+Y 1.5 cm."

##### - Equipos:

En esta fase se mantienen los mismos equipos que en la fase 1º y 2º

Los equipos son denominados para este parámetro como "Equipos"

Dichos equipos están descritos en el subcapítulo "2.3.4 CREACIÓN DE PARÁMETROS FIJOS PARA ESTRATEGIAS FASE 1º", en el punto de "equipos".

#### 2.8.1.2 CUADRO INICIAL ESTRATEGIAS FASE 3º

El cuadro inicial de estrategias fase 3º se encuentra en el "TOMO II, ANEXOS" en el subcapítulo 2.8.1.2 A

### 2.8.1.3 ESTRATEGIAS FASE 3º

Seleccionados los parámetros fijos de estrategias de esta fase, se eligen los parámetros variables de envolvente de fachada exterior, que darán nombre a cada una de las estrategias creadas, quedando así compuestas las estrategias de fase 3º.

Las estrategias seleccionadas en esta fase, han sido elegidas en relación al menor valor de transmitancia obtenido en el presente trabajo, del parámetro variable de “fachada exterior”, de cada una de las estrategias, puesto que los demás parámetros en esta fase son fijos y se seleccionaron en el subcapítulo “2.8.1.1 PARÁMETROS FIJOS DE ESTRATEGIAS FASE 3º”.

Las características principales de la elección de estas estrategias, vienen determinadas por el parámetro de envolvente de fachada exterior, por lo que la elección se expone y explica por cada tipología de fachada de este parámetro.

En la fase anterior, ya se habían seleccionado las envolventes de fachada, que conforman el parámetro variable de envolvente de fachada exterior, con menores valores de transmitancia térmica de todos los creados, en cada tipología de fachada y tanto para tabiquería seca como húmeda.

Ahora simplemente se elegirá una fachada de cada tipología, puesto que los valores de transmitancias seleccionadas, tanto en tabiquería húmeda como seca, eran muy similares.

De esta manera se reducirá el número de estrategias, lo que conllevará a un menor número de experimentos, siendo más selectivos en la obtención de los últimos resultados.

Las estrategias en la fase 3º seleccionadas son las siguientes:

- Estrategia con parámetro de fachada exterior de LCV

La estrategia seleccionada es la denominada S17B.

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S17B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.
- MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.
- U parámetro fachada: 0.17 W/m<sup>2</sup>K
- Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm.

#### Explicación de la selección

Se ha seleccionado la estrategia, con parámetro de fachada exterior, con la menor transmitancia en la envolvente. En consecuencia se selecciona la envolvente, de este tipo de fachada, de mejor comportamiento térmico de todas las creadas en este trabajo.

- Estrategia con parámetro de fachada exterior de LH3

La estrategia seleccionada es la denominada S34B.

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S34B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.
- MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 8 cm.
- U parámetro fachada: 0.18 W/m<sup>2</sup>K
- Las conductividades térmicas son las menores y el espesor de 14 cm.

### Explicación de la selección

Aunque en esta tipología de fachadas existen algunas envolventes con transmitancias menores de 0.17 y 0.16 W/m<sup>2</sup>K, se toma esta como la seleccionada por su mejor comportamiento térmico en relación a su espesor, ya que las diferencias de valor con las de menor transmitancia son de poca importancia.

#### - Estrategia con parámetro de fachada exterior de MURO DE CARGA, LP.

La estrategia seleccionada es la denominada S43.

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

#### - Muro de carga 2 pies de LP:

- S43: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro de fachada: 0.24 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 8 cm.

### Explicación de la selección

Se ha seleccionado la estrategia, con parámetro de fachada exterior, con la menor transmitancia en la envolvente. En consecuencia se selecciona la envolvente, de este tipo de fachada, de mejor comportamiento térmico de todas las creadas en este trabajo.

#### - Estrategia con parámetro de fachada exterior de BH.

La estrategia seleccionada es la denominada S68

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S68: MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm.  
U parámetro fachada: 0.18 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 16 cm.

### Explicación de la selección

Aunque en esta tipología de fachadas existen algunas envolventes con transmitancias menores de 0.17 y 0.16 W/m<sup>2</sup>K, se toma esta como la seleccionada por su mejor comportamiento térmico en relación a su espesor, ya que las diferencias de valor con las de menor transmitancia son de poca importancia.

#### - Estrategia con parámetro de fachada exterior PREF. HORMIGÓN

La estrategia seleccionada es la denominada S85B.

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S85B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.16 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor es 16 cm

### Explicación de la selección

Se ha seleccionado la estrategia, con parámetro de fachada exterior, con la menor transmitancia en la envolvente. En consecuencia se selecciona la envolvente, de este tipo de fachada, de mejor comportamiento térmico de todas las creadas en este trabajo.

#### - Estrategia con parámetro de fachada exterior LIGERA TRASVENTILADA

La estrategia seleccionada es la denominada S92.

Las características principales de la elección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S92: PUR parámetro de fachada de:  $\lambda$ : 0.032 W/mK, de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm.  
U parámetro de fachada: 0.15 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm

### Explicación de la selección

Se ha seleccionado la estrategia, con parámetro de fachada exterior, con la menor transmitancia en la envolvente. En consecuencia se selecciona la envolvente, de este tipo de fachada, de mejor comportamiento térmico de todas las creadas en este trabajo.

### Resumen de las estrategias en la fase 3º:

- Estrategia con parámetro de fachada exterior de LCV:  
S17B: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior de LH3:  
34B: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior de MURO DE CARGA, LP:  
S43: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior de BH.  
S68: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior PREF. HORMIGÓN:  
S85B: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior LIGERA TRASVENTILADA:  
S92: 1 uds.

Estas son todas las estrategias seleccionadas para la fase 3º, para ser combinadas con los cuatro escenarios elegidos y componer el cuadro de experimentos de la fase 3º, que se procesara con el programa "CERMA", para la obtención de sus calificaciones energéticas.

En total son 6 estrategias seleccionadas, que combinadas con los cuatro escenarios elegidos, componen un total de 24 experimentos para procesar y analizar en la fase 3º.

#### 2.8.1.4 LISTADO ESTRATEGIAS FASE 3º

El listado de estrategias fase 3º se encuentra en el “TOMO II, ANEXOS”, en el subcapítulo 2.8.1.4 A.

#### 2.8.2 CUADRO DE EXPERIMENTOS FASE 3º

El cuadro de experimentos fase 3º se encuentra en el “TOMO II, ANEXOS”, en el subcapítulo 2.8.2 A.

### 2.9 EXPERIMENTOS FASE 4º

Una vez finalizada la fase 3º, y obtenidos los resultados de todos los experimentos de esta fase, se procede a la ejecución de la fase 4º.

En esta fase 4º, se realiza una nueva composición de experimentos, en los que sobre la anterior fase se modifican, el parámetro fijo de huecos y los valores de puentes térmicos introducidos en el programa “CERMA”

Esta nueva composición de experimentos, tiene por objeto estimar en qué proporción afectaría una mejora de los puentes térmicos del edificio a la calificación energética, con respecto a la fase anterior, utilizando en dichos experimentos un parámetro fijo de huecos con valores intermedios.

El criterio de la composición de los experimentos de esta fase, es expuesto y razonado en los siguientes puntos de este capítulo, en donde se explican las causas que los han motivado.

#### 2.9.1 COMPOSICIÓN EXPERIMENTOS FASE 4º

La composición de experimentos en esta fase 4º, se basa en la mejora de los puentes térmicos sobre las demás fases anteriores, tomando como base la fase anterior en la que se disponía de las mejores envolventes de fachada exterior, medianera, cubierta, y suelo, pero sin embargo utilizando en esta fase una tipología de huecos de fachada con valores intermedios a los utilizados hasta el momento en las anteriores fases.

La composición de los experimentos que forman parte esta fase, depende como en todas las fases anteriores de la selección de las estrategias que queremos analizar.

En esta fase, el “cuadro inicial de estrategias”, quedará modificado sobre la fase anterior, creando un nuevo cuadro inicial de estrategias en fase 4º.

De los 6 parámetros de estrategia, que constituyen el cuadro inicial de estrategias, los parámetros de envolvente de, fachada exterior, fachada medianera, envolvente de cubierta, envolvente de suelo y equipos, no variarán y se mantendrán igual que en la fase anterior, mientras que los parámetros de huecos de fachadas, si que serán modificados.

También se modifica en esta fase, como aspecto primordial los valores de los puentes térmicos del edificio.

Estos valores aunque forman parte del procesado de datos de los experimentos de esta fase, no se muestran en el cuadro de parámetros de experimentos, sino que sus valores han sido tratados en este trabajo, como datos introducidos del edificio en vez de un parámetro más de estrategia. Dichos valores se indicaron con anterioridad en el capítulo “2.5 INTRODUCCIÓN DE DATOS EN EL PROGRAMA CERMA”, en el subcapítulo “2.5.2 GLOBAL”.

Lo que se pretende esta fase, es ver de qué manera afectarían unos puentes térmicos de menor valor, sobre la envolvente del edificio creada hasta el momento, junto con una tipología de

huecos con valores intermedios entre los peores utilizados en la fase viable 1º y fase 2º, y los mejores utilizado en la fase 3º.

En el subcapítulo “2.9.1.1 PARAMETROS FIJOS DE ESTRATEGIA FASE 4º”, se explican las características de los parámetros de estrategia fijos que se han elegido para cada nueva estrategia, exponiendo las razones de su elección.

La selección y explicación de cuales han sido las casusas que han motivado la elección de los parámetros de envolvente de fachada exterior de esta fase, se exponen en el subcapítulo “2.9.1.3 ESTRATEGIAS FASE 4º”

De la combinación de las nuevas estrategias creadas en esta fase, con los cuatro escenarios dados, se obtendrán las composiciones de los experimentos en esta fase 4º de los que se obtendrán sus calificaciones energéticas.

#### 2.9.1.1 PARÁMETROS FIJOS DE ESTRATEGIAS FASE 4º

Los parámetros fijos que componen cada una de las estrategias en la 4º final son:

- Envolvente de fachada medianera, (adiabática).
- Huecos de fachada.
- Envolvente de suelo.
- Envolvente de cubierta.
- Equipos.

En esta fase 4º se modifican los parámetros fijos, respecto a la fase anterior de, envolvente de huecos de fachada, mientras que los parámetros de envolvente de fachada exterior, envolvente de fachada medianera, envolvente de suelo, envolvente de cubierta y equipos se mantienen iguales que en la fase 3º.

En resumen, solo se modifica la envolvente de huecos de fachada, puestos que los demás parámetros fijos, ya de por sí, eran en la fase anterior los de mejor comportamiento térmico, por lo que no se pueden mejorar.

Las tipologías seleccionadas para cada parámetro son las siguientes:

##### - Envolvente de fachada medianera:

Se mantiene la misma envolvente de fachada medianera que en la fase anterior, “*Fachada Medianera T5*”.

Parámetro: “*MEDIANERA T5*”: 2 *PYL 1.3 cm*+*MW 0.031 W/mK 8 cm*+*CA 5 cm*+ *MW 0.031 W/mK 8 cm*+ 2 *PYL 1.3 cm*”

##### - Huecos de fachada:

Los huecos de fachada seleccionados para esta fase 4º, serán los denominados: “*Huecos H3*”, los cuales se describen a continuación:

- Vidrios: dobles bajo emisivo 0.1-0,2, 4-9-4 mm.
  - Transmitancia vidrio, “U”: 2,30 W/m<sup>2</sup>K
  - Factor solar: 0.70 tanto por uno.
- Marco: Carpintería Metálica con rotura de puente térmico de 4-12 mm
  - Transmitancia carpintería: “U”: 4,00 W/m<sup>2</sup>K
  - Frac. de marco:10%.

- Valores globales del hueco:
  - Transmitancia del hueco "U": 2,47 W/m<sup>2</sup>K
  - Factor solar del hueco: 0,64 tanto por uno.
- Permeabilidad: 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP de 100 Pa.
- Sombras elementos fijos: Sin sombras de elementos fijos salvo huecos de cocina, con lamas horizontales a 0°
- Cajas de persiana: Todos los huecos con cajas de persiana excepto los huecos de Cocina, 4 cm de aislamiento. y estancos.
  - Transmitancia caja persiana, "U": 0,80 W/m<sup>2</sup>K
  - Infiltración: 0 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP: 100 Pa. (estanca)
- Valor de reducción del factor solar, por protecciones: 1 en verano e invierno.
- Valor de reducción de la transmitancia por protecciones: 1 en verano e invierno.

#### Resumen del parámetro:

##### ✓ Huecos H3:

La tipología de hueco seleccionada está formada por vidrios dobles de baja emisividad, 4-9-4 mm, con marco metálico con rotura de puente térmico 4-12 mm, sin elementos fijos en huecos, salvo en los huecos de cocina, con cajas de persiana en todos los huecos menos en los huecos de cocina, con 4 cm de aislamiento y estancos sin infiltración, con una permeabilidad de 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con dP: 100 Pa.

Parámetro: "Huecos H3": vidrios baja emis.4/9/4+marc metá c/rot, pte térm, permeabilidad 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>+s/elem fijo -Hcocina+caja persiana 4cm aisl y estanca-Hcocina.

##### - Envolvente de suelo:

Se mantiene la misma envolvente de suelo que en la fase anterior," SNHO 1.1-D".

Parámetro: "Suelo SNHO 1.1-D": Bal cr 0.6 cm+mtto cto 2.4 cm+MW 0.31 W/mK 6 cm+FU, entrevigado EPS. 30 cm+Y 1.5 cm."

##### - Envolvente de cubierta:

Se mantiene la misma envolvente de cubierta que en la fase anterior, "Cubierta C1.4-B".

Parámetro: "Cubierta C 1.4-B": Bal cr 0.6 cm+mtto cto 2.4 cm+verm perl 4 cm+PVC 0.1 cm+MW 0.31 W/mK 6 cm+LDPE 0.2 cm+HML 10 cm+FU, entrevigado EPS. 30 cm+Y 1.5 cm."

##### - Equipos:

En esta fase se mantienen los mismos equipos que en la fase 1º, 2º y 3º

Los equipos son denominados para este parámetro como "Equipos"

Dichos equipos están descritos en el subcapítulo "2.3.4 CREACIÓN DE PARÁMETROS FIJOS PARA ESTRATEGIAS FASE 1º", en el apartado de "equipos".

### 2.9.1.2 CUADRO INICIAL ESTRATEGIAS FASE 4º

El cuadro inicial de estrategias fase 4º se encuentra en el "TOMO II, ANEXOS", en el subcapítulo 2.9.1.2 A.

### 2.9.1.3 ESTRATEGIAS FASE 4º

Seleccionados los parámetros fijos de estrategias de esta fase, se eligen los parámetros variables de envolvente de fachada exterior, que darán nombre a cada una de las estrategias creadas, quedando así compuestas las estrategias de fase 4º.

Los parámetros variables de la envolvente de fachada exterior son los mismos que en la anterior, fase 3º, y no han sufrido ningún cambio sobre esta fase.

Las estrategias en la fase 4º, aun siendo las mismas que las de la fase anterior 3º, se muestran a continuación como recordatorio siendo las siguientes:

#### - Estrategia con parámetro de fachada exterior de LCV

La estrategia seleccionada es la denominada S17B.

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S17B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.17 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm.

#### - Estrategia con parámetro de fachada exterior de LH3

La estrategia seleccionada es la denominada S34B.

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S34B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro fachada: 0.18 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor de 14 cm.

#### - Estrategia con parámetro de fachada exterior de MURO DE CARGA, LP.

La estrategia seleccionada es la denominada S43.

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- Muro de carga 2 pies de LP:
- S43: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 8 cm.  
U parámetro de fachada: 0.24 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 8 cm.

#### - Estrategia con parámetro de fachada exterior de BH.

La estrategia seleccionada es la denominada S68

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S68: MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm.  
U parámetro fachada: 0.18 W/m<sup>2</sup>K  
La conductividad térmica es la menor y el espesor de 16 cm.

- Estrategia con parámetro de fachada exterior PREF. HORMIGÓN

La estrategia seleccionada es la denominada S85B.

Las características principales de la selección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S85B: XPS parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.025 W/mK, de 6 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 10 cm.  
U parámetro fachada: 0.16 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor es 16 cm

- Estrategia con parámetro de fachada exterior LIGERA TRASVENTILADA

La estrategia seleccionada es la denominada S92.

Las características principales de la elección de esta estrategia vienen determinadas por el parámetro de fachada, y son las siguientes:

- S92: PUR parámetro de fachada de:  $\lambda$ : 0.032 W/mK, de 4 cm.  
MW parámetro fachada: de  $\lambda$ : 0.031 W/mK, de 16 cm.  
U parámetro de fachada: 0.15 W/m<sup>2</sup>K  
Las conductividades térmicas son las menores y el espesor el mayor de 16 cm

### Resumen de las estrategias en la fase 4º:

- Estrategia con parámetro de fachada exterior de LCV:  
S17B: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior de LH3:  
34B: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior de MURO DE CARGA, LP:  
S43: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior de BH.  
S68: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior PREF. HORMIGÓN:  
S85B: 1 uds.
- Estrategia con parámetro de fachada exterior LIGERA TRASVENTILADA:  
S92: 1 uds.

Estas son todas las estrategias seleccionadas para la fase 4º, para ser combinadas con los cuatro escenarios elegidos y componer el cuadro de experimentos de la fase 4º, que se procesara con el programa "CERMA", para la obtención de sus calificaciones energéticas.

En total son 6 estrategias seleccionadas, que combinadas con los cuatro escenarios elegidos, componen un total de 24 experimentos para procesar y analizar en la fase 4º.

#### 2.9.1.4 LISTADO ESTRATEGIAS FASE 4º

El listado de estrategias fase 4º se encuentra en el "TOMO II, ANEXOS", en el subcapítulo 2.9.1.4 A.

#### 2.9.2 CUADRO DE EXPERIMENTOS FASE 4º

El cuadro de experimentos fase 4º se encuentra en el "TOMO II, ANEXOS", en el subcapítulo 2.9.2 A.

### 2.10 PROCESADO DE DATOS Y RESULTADOS

Con todos los datos del edificio introducidos en la aplicación informática, tanto de las características del edificio, así como de las fachadas, cubiertas, suelos, huecos de fachada y equipos creados y sus orientaciones, se procede a la elección y combinación de estos, tal y como específicamente se indican para cada experimento.

A estos pasos, y a la obtención de la calificación energética de cada experimento, la denominaremos "procesado de datos y resultados"

Para el procesado de datos con el programa "CERMA", se han creado tantos archivos dentro del programa como experimentos se quieren procesar.

Dichos archivos se han creado y procesado en las cuatro fases que se han expuesto en este documento, siendo estas la fase 1º, fase 2º, fase 3º y fase 4º.

Cada una de estas fases contiene los experimentos que se querían analizar, y las cuatro. la totalidad de todo el análisis.

Los experimentos, siendo la combinación de las estrategias, que se han creado, en cada una de las cuatro orientaciones establecidas, han llevado a procesar los datos, de forma que se creasen en el sistema, cuatro edificios idénticos pero con diferentes orientaciones.

Por lo tanto se crean cuatro archivos de un mismo edificio, con cuatro orientaciones diferentes, norte, sur, este y oeste, es decir, se crea el edificio por cuadruplicado, cada uno con una orientación y unas sombras determinadas.

Después para la obtención de cada una de las calificaciones energéticas de cada experimento, en cada uno de estos cuatro archivos, se tendrán que seleccionar en el programa, los datos específicos de cada experimento.

Resumen de los datos procesados por el programa "CERMA" han sido los siguientes:

- Parámetros procesados:

- Fachadas exteriores: 124 uds.
- Fachadas medianeras 6 uds.
- Cubiertas: 14 uds.
- Suelos: 10 uds.
- Huecos de fachada: 3 uds. (40 grupos de huecos-104 huecos totales).
- Servicios ACS: 1 uds.
- Servicios refr+calef: 2 uds.

Se procesan un total de 157 envoltentes por cada escenario, obteniendo 157 resultados de transmitancias térmicas

- Experimentos procesados por fases:

- Experimentos Viables Fase 1º:

- Escenarios: 4 uds.
- Estrategias: 28 uds.
- Experimentos: 112 uds.

- Experimentos Fase 2º:

- Escenarios: 4 uds.
- Estrategias: 12 uds.
- Experimentos: 48 uds.

- Experimentos Fase 3º:

- Escenarios: 4 uds.
- Estrategias: 6 uds.
- Experimentos: 24 uds.

- Experimentos Fase 4º:

- Escenarios: 4 uds.
- Estrategias: 6 uds.
- Experimentos: 24 uds.

En total se procesan entre las cuatro fases 208 experimentos, de los que se obtienen 208 resultados de sus respectivas calificaciones energéticas.

Uno de los resultados iniciales que se obtienen del programa, son las transmitancias térmicas de cada una de las fachadas exteriores y medianeras, cubiertas, suelos, y de cada uno de los grupos de huecos creados.

Cada uno de los resultados, de las transmitancias de cada envolvente, han sido incluidos en las listas de parámetro de estrategias, así como en los cuadros de estrategias de cada una de las fases.

De esta forma, ante la descripción de cada envolvente del edificio, se puede ver que transmitancia han obtenido, al igual que en cada estrategia, cuales son las transmitancias de cada uno de los parámetros que la componen.

Esto facilita enormemente la comprensión de las capacidades térmicas de dicha envolvente o de una estrategia, y facilita el avance del presente trabajo cuando se descartan y selecciona cada parámetro para proseguir de una forma más selectiva en cada fase.

Es por esta razón, que no se han querido duplicar datos de transmitancias térmicas y mostrarlos en un capítulo de resultados.

Finalmente se obtienen las calificaciones energéticas de cada uno de los experimentos procesados.

Los resultados de las calificaciones energéticas se presentan en el capítulo “2.10 RESULTADO DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS”, en donde se muestra un cuadro por fase de las diferentes calificaciones energéticas y sus valores, de cada uno de los experimentos procesados.

Igualmente en este mismo capítulo se dispone, una copia de cada una de las fichas que muestra el programa “CERMA”, en la pestaña de resultados, en donde se muestran los siguientes resultados:

- La calificación energética más probable de emisiones totales obtenida con su valor de emisiones totales de CO<sub>2</sub> en kg/m<sup>2</sup>.
- La demanda sensible en kWh/m<sup>2</sup>, de calefacción, refrigeración, bruta de ACS, con la calificación en calefacción y refrigeración.
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> en kg/m<sup>2</sup> y calificaciones energéticas independientes en cada servicio de calefacción, refrigeración y ACS.

## 2.11 RESULTADOS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

Los resultados de las calificaciones energéticas se exponen por cada una de las fases creadas.

### 2.11.1 CUADROS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS POR FASES

Los cuadros de las calificaciones energéticas obtenidas de cada una de las fases se encuentran en el “TOMO II, ANEXOS”, en el subcapítulo 2.11.1 A.

### 2.11.2 FICHAS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS POR FASES

En este subcapítulo se muestran la impresión de pantalla de todos los resultados que muestra el programa “CERMA” a través de la pestaña resultados.

Las fichas que se han impresionado están subdivididas por cada una de las fases que se han aplicado en el análisis.

Se muestran las fichas de todas las fases menos la fase 1<sup>o</sup> de experimentos viables, debido a que ya se exponen los resultados en el punto “2.11.1 CUADROS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS POR FASES”, siendo estos los más extensos en número, pero también los menos relevantes o de menos calificación energética de todos los procesados.

Es por ello que tan solo se muestran las fichas de las calificaciones energéticas de las fases 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup>.

#### 2.11.2.1 FICHAS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 2<sup>o</sup>

Las fichas de las calificaciones energéticas de las fases 2<sup>o</sup> se muestran en el “TOMO II, ANEXOS”, en el subcapítulo 2.11.2.1 A.

#### 2.11.2.2 FICHAS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 3<sup>o</sup>

Las fichas de las calificaciones energéticas de las fases 3<sup>o</sup> se muestran en el “TOMO II, ANEXOS”, en el subcapítulo 2.11.2.2 A.

#### 2.11.2.3 FICHAS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 4<sup>o</sup>

Las fichas de las calificaciones energéticas de las fases 4<sup>o</sup> se muestran en el “TOMO II, ANEXOS”, en el subcapítulo 2.11.2.3 A.

## 2.12 CALCULOS ECONÓMICOS

Los precios, mediciones y presupuestos que se realizan en el presente trabajo, están relacionados con los materiales más relevantes térmicamente en este análisis de los diferentes edificios que se han planteado en el mismo.

Es por ello, que no se realizan presupuestos completos del edificio, sino que siendo los aislantes de las envolventes, tipos de entrevigados en forjados, características de los huecos y los aislamientos de puente térmicos, los materiales de mayor importancia entre un comportamiento térmico u otro, así como la obtención de una calificación energética, este análisis se centra en estos materiales, puesto que la diferencia de importe, están marcadas por la utilización de uno u otro elemento.

La obtención de precios, de los elementos determinantes de este trabajo, se realiza a través de la “BASE DE DATOS COMUNIDAD VALENCIANA, IVE 2012”

El importe de cada elemento, ya sea aislante, entrevigado, carpinterías y vidrios, es del material con mano de obra y costes directos complementarios, sin costes indirectos e IVA.

Como existen algunas divergencias entre la base de datos del programa "CERMA", a la base de datos del "IVE", en relación a que, algunas conductividades térmicas de la base de datos "CERMA", no coinciden exactamente con las contenidas en el "IVE", se ha intentado que los materiales elegidos en el "IVE" sean los más similares a los que se utilizaron en el programa "CERMA".

Aun habiendo alguna diferencia, estas son mínimas, y para el análisis económico y las conclusiones finales que se obtendrán en base a la diferencias de importes que representan una calificación u otra, no son de gran relevancia.

### 2.12.1 PRECIOS

Los precios elegidos se presentan por el tipo de envolvente, huecos y puentes térmicos, realizando inicialmente una breve descripción de los materiales utilizados en el programa "CERMA".

#### -Fachadas exteriores y medianeras:

Relación de aislantes utilizados en el trabajo:

- PUR, proyección con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK de 4 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK de 4 y 8 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK de 4 y 8 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 y 8 cm.
- XPS, expandido con hidrofluorcarbonos HFC de  $\lambda$ : 0.025 W/mK de 4, 8 y 10 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.050 W/mK de 4 y 8 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 4 y 8 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4, 8, 10 y 16 cm.

De todos los aislantes expuestos anteriormente, se muestran tan solo los precios que se precisan para realizar los presupuestos de los experimentos que se seleccionan para el establecimiento del análisis y las conclusiones económicas.

Precios de aislamientos, BDC, IVE 2012:

**ENTF10bb m<sup>2</sup> Aisl fach PUR proy 0.028 W/mK e 40 mm 12.02 €**

Aislamiento térmico exterior en cámaras de aire ventiladas, con espuma rígida de poliuretano de 45 kg/m<sup>3</sup> de densidad proyectada in situ, con una conductividad térmica de 0.028 W/mK y 40 mm de espesor medio.

**ENTF.3bcg m<sup>2</sup> Aisl fach EPS 0.045 e 40 mm 7.41 €**

Aislamiento térmico por interior de fachadas, en trasdosados con poliestireno expandido (EPS), de 40 mm de espesor, con una conductividad térmica de 0.045 W/mK y resistencia térmica de 0.95 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase E, con marcado CE, para aplicación, código de designación EPS-EN-13163-T2-L2-W2-S2-P4-DS(N)2-BS50-MU30a70, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

**ENTF.3bgd m<sup>2</sup> Aisl fach EPS 0.036 e 80 mm 16.78 €**

Aislamiento térmico por interior de fachadas, en trasdosados con poliestireno expandido (EPS), de 80 mm con una conductividad térmica de 0.036 W/mK y resistencia térmica de 2.20 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase E, con marcado CE, para aplicación en fachadas, código de

designación EPS-EN-13163-T2-L2-W2-S2-P4-DS(N)2-BS50-MU30a70, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

**ENTF.2cfa m<sup>2</sup> Aisl fach XPS 0.028 e 100 mm 28.51 €**

Aislamiento térmico por el exterior de fachadas con cámara de aire ventilada con poliestireno extruido (XPS), de 100 mm de espesor, mecanizado lateral machihembrado y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0.028 W/mK y resistencia térmica de 3.60 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase E, con marcado CE, código de designación XPS-EN-13164-T1-CS(10/Y)200-DS(T+)-DS(TH)-DLT(2)5-Tr100-FT1, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

**ENTF.2cda m<sup>2</sup> Aisl fach XPS 0.028 e 60 mm 18.48 €**

Aislamiento térmico por el exterior de fachadas con cámara de aire ventilada con poliestireno extruido (XPS), de 60 mm de espesor, mecanizado lateral machihembrado y superficie lisa, con una conductividad térmica de 0.028 W/mK y resistencia térmica de 2.15 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase E, con marcado CE, código de designación XPS-EN-13164-T1-CS(10/Y)200-DS(T+)-DS(TH)-DLT(2)5-Tr100-FT1, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

**ENTF.3baba m<sup>2</sup> MW 0.032 e 40 mm intermedio/muros doble 10.56 €**

Aislamiento térmico intermedio en muros de doble hoja de fábrica con lana mineral (MW), de 40 mm de espesor, sin revestimiento, conductividad térmica de 0.032 W/mK y resistencia térmica de 1.25 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase A1, para aplicación en fachadas como aislante intermedio en muros de doble hoja de fábrica, código de designación MW-EN-13162-T3-WS-M1-AW0,70-AFr5 según norma UNE-EN-13162, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

**ENTF.1bahb m<sup>2</sup> MW 0.034 e 80 mm inter /sob perfilería 16.02 €**

Aislamiento térmico interior en trasdosados autoportantes sobre perfiles con lana mineral (MW), de 80 mm de espesor, sin revestimiento, conductividad térmica de 0.034 W/mK y resistencia térmica de 2.35 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase A1, para aplicación en fachadas como aislante interior en trasdosados autoportantes sobre perfiles, código de designación MW-EN-13162-T3-WS-M1-AW0,70-AFr5 según norma UNE-EN-13162, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

**ENTF.3baia m<sup>2</sup> MW 0.032 e 100 mm interior/sob perfilería 17.26 €**

Aislamiento térmico interior en trasdosados autoportantes sobre perfiles lana mineral (MW), de 100 mm de espesor, sin revestimiento, conductividad térmica de 0.032 W/mK y resistencia térmica de 3.10 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase A1, para aplicación en fachadas como aislante interior en trasdosados autoportantes sobre perfiles, código de designación MW-EN-13162-T3-WS-M1-AW0,90-AFr5 según norma UNE-EN-13162, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

-Cubiertas:

Relación de aislantes utilizados en el trabajo:

- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 6 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 6 cm.
- XPS, expandido con dióxido de carbono CO<sub>2</sub> de  $\lambda$ : 0.034 W/mK de 6 cm.

De los aislantes expuestos, se muestran tan solo los precios que se precisan para realizar los presupuestos de los experimentos que se seleccionan para el establecimiento del análisis y las conclusiones económicas.

Precios de aislamientos, BDC, IVE 2012:

**ENTQ.4adb m<sup>2</sup> Aisl cub MW 0.040 e 60 mm** **23.20 €**

Aislamiento térmico en cubiertas planas transitables con lana mineral (MW) de 60 mm de espesor, sin revestimiento, conductividad térmica de 0.040 W/mK y resistencia térmica de 1,45 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase A2-s1,d0, código de designación MW-EN-13162-T5 CS(10/Y)60-PL(5)50-CP5-WS-SD20, según norma UNE-EN-13162:2002, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

**ENTQ.1faa-MDF m<sup>2</sup> Aisl cub MW 0.034 e 60 mm** **19.77 €**

Aislamiento térmico en cubiertas planas transitables con lana mineral (MW) de 60 mm de espesor, sin revestimiento, conductividad térmica de 0.034 W/mK y resistencia térmica de 1,87 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase A2-s1,d0, código de designación MW-EN-13162-T5 CS(10/Y)60-PL(5)50-CP5-WS-SD20, según norma UNE-EN-13162:2002, incluso parte proporcional de elementos de sujeción y corte de aislante.

A continuación se muestran los entrevigados utilizados en este trabajo.

- FU, Entrevigado de hormigón, canto 25 y 30 cm.
- FU, Entrevigado cerámico, canto 25 cm.
- FU, Entrevigado EPS, mecanizado enrasado, canto 25 y 30 cm

De los entrevigados expuestos, se muestran tan solo los precios que se precisan para realizar los presupuestos de los experimentos que se seleccionan para el establecimiento del análisis y las conclusiones económicas.

Precios de aislamientos, BDC, IVE 2012:

**PEHB.1bj-MDF m<sup>2</sup> fdo Bovedilla H e fdo/e70 59x30 cm** **10.22 €**

Bovedilla de hormigón de dimensiones 59x30 cm (largoxalto) y ancho 20 cm, intereje de forjado de 70 cm.

**PEHB.3aaea-MDF m<sup>2</sup>fdo Bovedilla EPS E mec 300mm** **18.67 €**

Bovedilla de poliestireno expandido enrasada y mecanizada de 300 mm de canto, para forjado con viguetas de hormigón.

- Suelos:

Relación de aislantes utilizados en el trabajo:

- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 3 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 6 cm.

De los suelos expuestos, se muestran tan solo los precios que se precisan para realizar los presupuestos de los experimentos que se seleccionan para el establecimiento del análisis y las conclusiones económicas.

Precios de aislamientos, BDC, IVE 2012:

**ENTS.1aba m<sup>2</sup> Aisl suelo MW 0.032 e 20 mm** **3.05 €**

Aislamiento termoacústico en suelos bajo pavimentos con lana mineral (MW) de 20 mm de espesor, sin revestimiento, conductividad térmica de 0.032 W/mK y resistencia térmica de 0.60 m<sup>2</sup>K/W, reacción al fuego euroclase A2-s1,d0, código de designación MW-EN-13162-T5-CS(10/Y)0.5-CP5-MU1, cubierto por un film plástico de polietileno, incluso limpieza del soporte y corte.

El precio de los entrevigados en suelo es idéntico al precio de los mismos elementos en cubierta, por lo que los precios son los mismos y se encuentran en el apartado de cubiertas.

-Huecos:

A continuación se describen los tres tipos de huecos aplicados en este trabajo:

Huecos 1:

- Vidrios: dobles 4-6-4 mm.
- Transmitancia vidrio, "U": 3,30 W/m<sup>2</sup>K
- Factor solar: 0.75 tanto por uno.
  
- Marco: Metálico sin rotura de puente térmico,
- Transmitancia marco, "U": 5,70 W/m<sup>2</sup>K
- Frac. de marco:10%.
  
- Permeabilidad: 50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP de 100 Pa.
  
- Cajas de persiana: Todos los huecos con cajas de persiana excepto los huecos de Cocina, sin aislamiento. y estancos.
- Transmitancia caja persiana, "U": 3,50 W/m<sup>2</sup>K
- Infiltración: 0 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP: 100 Pa.

Huecos 2:

- Vidrios: dobles bajo emisivo < 0.03, 4-15-4 mm.
- Transmitancia vidrio, "U": 1,40 W/m<sup>2</sup>K
- Factor solar: 0.70 tanto por uno.
  
- Marco: Carpintería PVC tres cámaras,
- Transmitancia marco, "U": 1,80 W/m<sup>2</sup>K
- Frac. de marco:10%.
  
- Permeabilidad: 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP de 100 Pa.
  
- Cajas de persiana: Todos los huecos con cajas de persiana excepto los huecos de Cocina, 4 cm de aislamiento. y estancos.
- Transmitancia caja persiana, "U": 0,80 W/m<sup>2</sup>K
- Infiltración: 0 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP: 100 Pa.

Huecos 3:

- Vidrios: dobles bajo emisivo 0.1-0.2, 4-9-4 mm.
- Transmitancia vidrio, "U": 2,30 W/m<sup>2</sup>K
- Factor solar: 0.70 tanto por uno.
  
- Marco: Metálico con rotura de puente térmico
- Transmitancia marco, "U": 4,00 W/m<sup>2</sup>K
- Frac. de marco:10%.
  
- Permeabilidad: 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP de 100 Pa.

- Cajas de persiana: Todos los huecos con cajas de persiana excepto los huecos de Cocina, 4 cm de aislamiento. y estancos.

-Transmitancia caja persiana, "U": 0,80 W/m<sup>2</sup>K

- Infiltración: 0 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> con una DP: 100 Pa.

Precios de vidrios, BDC, IVE 2012:

**EFAD.1aaa m<sup>2</sup> db acris inc 4-6-4 44.07 €**

Doble acristalamiento aislante térmico formado por dos vidrios simples monolíticos incoloros de 4 mm y 4 mm, con una cámara intermedia de aire deshidratado de 6 mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente, con factor solar g:0.70-0.75 y transmitancia térmica U:3.3W/m<sup>2</sup>K, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos.

**EFAD.7cada m<sup>2</sup> db acris inc 4-15-4be<0.03 67.95€**

Doble acristalamiento formado por un vidrio de baja emisividad (<0.03) de 4 mm de espesor, cámara intermedia de aire deshidratado de 15 mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio monolítico incoloro de 4 mm de espesor, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos.

**EFAD.7aaba m<sup>2</sup> db acris inc 4-9-4be<0.1-0.2 50.61€**

Doble acristalamiento formado por un vidrio de baja emisividad (0.1-0.2) de 4 mm de espesor, cámara de aire deshidratado de 9 mm con perfil separador de aluminio sellada perimetralmente y un vidrio monolítico incoloro de 4 mm de espesor, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, incluso sellado en frío con silicona y colocación de junquillos.

Precios de carpinterías en ventanas, BDC, IVE 2012:

**EFTL.7heea ud Vent crra 2hj 105x105 158.45€**

Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras, con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 18 mm, recibida sobre precerco de aluminio para un hueco de obra de 105x105 mm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 mm y a menos de 25 cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 122208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

**EFTL.10geea ud Vent crra 2hj 105x105 377.27€**

Ventana de dos hojas correderas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras, con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26 mm, recibida sobre precerco de aluminio para un hueco de obra de 105x105 mm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 mm y a menos de 25 cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 122208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210

**EFTL.12geea ud Vent crra 2hj 105x105****435.40€**

Ventana corredera compuesta por dos hojas , con capialzado sistema monoblock, guías de persiana y lamas de aluminio incorporados, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras, con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26 mm, recibida sobre precerco de aluminio para un hueco de obra de 105x105 mm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 mm y a menos de 25 cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 122208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Precios de carpinterías en puertas, BDC, IVE 2012:

**EFTL.7chla ud Prta crra 2hj 150x210****294.53€**

Puerta balconera corredera de dos hojas correderas, realizada con perfiles de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras, con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 18 mm, recibida sobre precerco de aluminio para un hueco de obra de 150x210 mm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 mm y a menos de 25 cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 122208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

**EFTL.10chla ud Prta crra 2hj 150x210****639.76€**

Puerta balconera corredera de dos hojas correderas, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras, con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26 mm, recibida sobre precerco de aluminio para un hueco de obra de 150x210 mm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 mm y a menos de 25 cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 122208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

**EFTL.12chla ud Prta crra 2hj 150x210****805.87€**

Ventana corredera compuesta por dos hojas , con capialzado sistema monoblock, guías de persiana y lamas de aluminio incorporados, realizada con perfiles con rotura de puente térmico de aluminio anodizado de 15 micras con sello de calidad Ewaa-Euras, con canal europeo, junta de estanqueidad interior, sellante en esquinas del cerco y accesorios que garanticen su correcto funcionamiento, acabada en color natural para recibir acristalamiento de hasta 26 mm, recibida sobre precerco de aluminio para un hueco de obra de 150x210 mm mediante patillas de anclaje dispuestas cada 50 mm y a menos de 25 cm de las esquinas tomadas con mortero de cemento, incluso replanteo, colocación, aplomado y nivelado, montaje y regulación, sellado perimetral mediante silicona y limpieza según NTE-FCL, con clasificación a la permeabilidad al aire según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua según UNE-EN 122208 y clasificación a la resistencia a la carga del viento según UNE-EN 12210.

Para las carpinterías de ventanas se ha escogido el precio de una ventana tipo de aproximadamente  $1 \text{ m}^2$ , ( $1.05 \times 1.05 \text{ m}$ ).

Para las carpinterías de puertas se ha escogido el precio de una puerta tipo de aproximadamente  $3.15 \text{ m}^2$ , con  $1.50 \text{ m}$  de anchura y  $2.10 \text{ m}$  de altura.

Se toma esta decisión, debido a la poca diferencia que existe entre calcular un presupuesto de carpintería por tipo o por  $\text{m}^2$ , entendiéndose que la diferencia que supone un tipo de cálculo u otro, no infiere un gran cambio en los análisis y conclusiones que se obtendrán.

Las carpinterías seleccionadas para el programa "CERMA", expuestas anteriormente, son diferentes a las que se han tomado de la base de datos del IVE, por no coincidir exactamente.

Concretamente no coinciden las carpinterías correspondientes al tipo de huecos 2 y 3.

Aun así, el criterio inicial con el que se seleccionaron en el "CERMA", fue elegir unas carpinterías sin rotura de puente térmico, (H1), unas segundas con los mejores valores de rotura de puentes térmicos, (H2), y unas terceras con rotura de puente térmico básico, (H3).

Como en la base de datos del IVE, no se muestran en las carpinterías, las transmitancias de estas, para valorar la calidad de la carpintería en relación a la seleccionada para el programa "CERMA", se decide elegir en los dos casos de carpinterías con rotura de puente térmico, una carpintería con rotura de puente térmico, en el caso de "HUECOS 3", y una carpintería con rotura de puente térmico monoblock para "HUECOS 2".

#### -Puentes térmicos:

##### - Puentes térmicos 1º:

- Encuentro forjado: Frente de forjado no aislado.
- Pilares: Pilar no aislado
- Encuentro jambas ventana: Cerramiento conforma la jamba al doblar la hoja exterior.

##### - Puentes térmicos 2º:

- Encuentro forjado: Frente de forjado aislado continuo.
- Pilares: Pilar aislado exteriormente.
- Encuentro jambas ventana: Cerramiento constante hasta línea de jamba.

##### - Puentes térmicos 3º:

- Encuentro forjado: Frente de forjado aislado.
- Pilares: Pilar aislado exteriormente.
- Encuentro jambas ventana: Cerramiento constante hasta línea de jamba.

Los tres tipos de puentes térmicos contienen los siguientes datos comunes de forjado y dimensiones de pilares.

- Espesor de cada forjado:  $30 \text{ cm}$ .
- Pilares anchura:  $40 \text{ cm}$
- Pilares altura: la estimada por "CERMA".

Para el aislamiento de los elementos que hacen que los puentes térmicos sean de un valor u otro, se selecciona espuma de poliuretano proyectada de  $4 \text{ cm}$  de espesor, para todos ellos.

Precios de carpinterías en puertas, BDC, IVE 2012:

**ENTF10bb m<sup>2</sup> Aisl fach PUR proy 0.028 W/mK e 40 mm 12.02 €**

Aislamiento térmico exterior en cámaras de aire ventiladas, con espuma rígida de poliuretano de 45 kg/m<sup>3</sup> de densidad proyectada in situ, con una conductividad térmica de 0.028 W/mK y 40 mm de espesor medio.

### 2.12.2 MEDICIONES

Las mediciones que se realizan son únicamente las necesarias para el análisis y conclusiones económicas de los aspectos más importantes de las diferentes fases que se han creado para el presente trabajo.

Por lo tanto tan solo se precisaran las siguientes mediciones:

- M<sup>2</sup> cuadrados de fachadas, cubierta y suelo, así como de los huecos de fachada, para ver las posibles diferencias de presupuesto entre diferentes envolventes por el tipo de aislante seleccionado, y diferencias entre entrevigados de forjado.

- M<sup>2</sup> de huecos de ventana y puertas, para el cálculo de los diferentes presupuestos según el tipo de vidrio y carpintería escogido, según los tres tipos que se crearon.

- M<sup>2</sup> de frente de forjado y pilares, para el cálculo de lo que presupone la aplicación de un aislamiento en estos elementos, para reducir los valores de los puentes térmicos del edificio.

A continuación se describen las mediciones referenciadas anteriormente:

- M <sup>2</sup> Fachada exterior:	943.56 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Fachada medianera:	432.00 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Cubierta:	340.10 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Suelo:	337.00 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Huecos:	277.81 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Aislamiento fachada ext.:	665.75 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Aislamiento fachada med.:	432.00 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Carpintería en puertas:	90.05 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Carpintería en ventanas:	181.47 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Vidrios:	271.52 m <sup>2</sup>
- M <sup>2</sup> Aislamiento PTES TER:	276.87 m <sup>2</sup> , (162.99 m <sup>2</sup> fdo -113.88 m <sup>2</sup> pilares)

### 2.12.3 PRESUPUESTOS

Los presupuestos que se realizan en este subcapítulo, son los que se han previsto como más interesantes para un posterior análisis y la obtención de conclusiones finales.

Los presupuestos se presentan por fase y experimentos.

Para poder comparar los experimentos, todos los seleccionados tendrán orientación norte, "E1", siendo esta, de la más desfavorable.

Ya que todos los experimentos que se seleccionan tienen la misma orientación, la elección de estos depende de la estrategia que compone dicho experimento.

Solo se calcula dentro de cada experimento, y en consecuencia cada estrategia, los materiales que cambian de una fase a otra en los experimentos seleccionados, siendo estos materiales los aislantes en fachadas exteriores, medianeras, cubiertas, suelos, entrevigados de forjado, vidrios, carpinterías y aislamientos en frentes de forjados y pilares, relacionados con la variación de los valores de puentes térmicos.

El importe de cada material está compuesto por el precio del material, más el de la mano de obra y los costes directos complementarios, CDC, sin incluir los costes indirectos, CI, IVA, gastos generales, GG, y beneficio industrial, BI.

El calcular en envolventes solo el importe del aislamiento, es debido a que todas las envolventes creadas tienen una similar inercia térmica, siendo el material que le confiere la diferencia entre un comportamiento térmico u otro, el aislamiento.

De esta forma cuando se compare el importe de una fachada, suelo, cubierta, carpinterías, vidrios, aislamiento por puentes térmicos, y entrevigados, o un edificio tipo completo creado como un experimento, de una fase a otra fase, se verá tan solo la diferencia de importes que suponen los elementos mencionados anteriormente, puesto que el resto de materiales que componen los experimentos no han variado.

De por sí, este aspecto es el que interesa en este trabajo en los subcapítulos de análisis y conclusiones, puesto que el importe total de los presupuestos, que supondrían cada uno de los edificios tipos que se han creado, no es relevante, sino la diferencia de importe debida las mejoras en cada edificio tipo para conseguir un mejor comportamiento térmico.

#### -Experimentos Fase Viable 1º

Los parámetros fijos que se seleccionan para calcular su presupuesto, corresponderán a los de las estrategias seleccionadas y que componen los experimentos seleccionados en la orientación norte más desfavorable.

Los experimentos seleccionados de esta fase son:

S2-E1, S5-E1, S10-E1, S85B-E1, S89-E1.

Las estrategias correspondientes a dichos experimentos son:

S2, S5, S10, S85B, S89.

El cuadro inicial de estrategias de esta fase, se muestra para iniciar los presupuestos de cada uno de los parámetros fijos que componen las estrategias que se seleccionan.

### CUADRO INICIAL DE ESTRATEGIAS FASE VIABLE 1º

<u>PARÁMETROS</u>	<u>U:W/ m<sup>2</sup>K</u>	<u>COMPOSICIÓN RESUMIDA</u>
FACHADAS EXT.		FACHADAS EXTERIORES VARIABLES, T2, T5, T10, T34B, T85B, T89
MEDIANERA T1	0,52	Enl Y 1,5cm+ LH7+ MW 0,031W/mK 4cm+ LH7+ enl Y 1,5cm
HUECOS H1	3,54	Vidrios 4/6/4+marco met. s/rotura pte térmico+permeabilidad 50m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> +s/elem. fijos-H cocina+caja pers. s/aisl., estanca-Hcocina
CUBIERTA C.1.3A	0,49	Bal. cr 0,6cm+mto cto2,4cm+ verm perl 4cm+ PVC 0,1cm+ MW 0,04 W/mK 6cm+ LDPE 0,2cm+HML 10cm+FU entr. horm 30cm+Y 1,5cm
SUELO SNHO1.3A	0,57	Bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+MW 0,031 W/mK 4cm+ FU c/ entreligado de hormigón 30cm+ Y 1,5cm
EQUIPOS		15 uds. Eq. ACS. Caldera-gas nat.-s/acumulación,Pn: 24kW, 90% rend.+15 uds Eq. Refrig.+calefac.compres. multizona condc+bom calor

Siguientemente se presentan los presupuestos realizados de cada parámetro de estrategia variable y fijo:

#### Presupuesto Parámetro Variable (Fda Ext.)

<u>- Parámetro Fachada ext T2:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.65 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: EPS 0,046W/mK 4 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	7,41 €/m <sup>2</sup> :	6.991,78 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T5:</u>			
U: 0.35 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: EPS 0,037W/mK 8 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	16,78 €/m <sup>2</sup> :	15.832,94 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T10:</u>			
U: 0.21 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 10 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	28,51 €/m <sup>2</sup> :	26.900,89 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T85B:</u>			
U: 0.16 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 6 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	18,48 €/m <sup>2</sup> :	17.436,99 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 10 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	17,26 €/m <sup>2</sup> :	<u>16.285,84 euros</u>
			33.722,83 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T89:</u>			
U: 0.21 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: PUR 0,032W/mK 4 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	12,02 €/m <sup>2</sup> :	11.341,59 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 10 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	17,26 €/m <sup>2</sup> :	<u>16.285,84 euros</u>
			27.627,43 euros

### Presupuesto Parámetros Fijos

<u>- Parámetro Medianería T1:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.52 W/m <sup>2</sup> K Aislamiento: MW 0,031W/mK 4 cm :	432,00 m <sup>2</sup>	x 10,56 €/m <sup>2</sup> :	4.561,92 euros
<u>- Parámetro Cubierta C1-3A:</u>			
U: 0.49 W/m <sup>2</sup> K Aislamiento: MW 0,040W/mK 6 cm :	340,10 m <sup>2</sup>	x 23,20 €/m <sup>2</sup> :	7.890,32 euros
<u>- Parámetro Suelo SNHO1.3A:</u>			
U: 0.57 W/m <sup>2</sup> K Aislamiento: MW 0,031W/mK 4 cm :	337,00 m <sup>2</sup>	x 6,10 €/m <sup>2</sup> :	2.055,70 euros
<u>- Parámetro HUECOS 1:</u>			
U global hueco: 3.54 W/m <sup>2</sup> K Vidrios dobles 4-6-4 mm :	271,52 m <sup>2</sup>	x 44,07 €/m <sup>2</sup> :	11.965,89 euros
Carp. Met. Puertas s/RPT :	90,05 m <sup>2</sup>	x 93,50 €/m <sup>2</sup> :	8.419,82 euros
Carp. Met. Ventanas s/RPT :	181,47 m <sup>2</sup>	x 144,05 €/m <sup>2</sup> :	<u>26.140,75 euros</u>
			46.526,46 euros

### Presupuesto entrevigados de hormigón

<u>- Cubierta c/Bovedilla Hormigón:</u>	<u>Sup fido m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
Bovedilla H 70int.-59x30 cm:	340,10 m <sup>2</sup>	x 10,22 €/m <sup>2</sup> fido :	3.475,82 euros
<u>- Suelo c/Bovedilla Hormigón:</u>			
Bovedilla H 70int.-59x30 cm:	337,00 m <sup>2</sup>	x 10,22 €/m <sup>2</sup> fido :	3.444,14 euros

### Presupuesto Puentes térmicos

<u>- Puentes térmicos 1:</u>			
Correspondientes a todas las fachadas exteriores, menos "Ligeras Trasventiladas". No hay aplicación de aislante para reducción de PTE TERM.:			0,00 euros
<u>- Puentes térmicos 2:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
Fachadas Ligeras Trasventiladas Aislamiento: PUR 0,032W/mK 4 cm :	276,87 m <sup>2</sup>	x 12,02 €/m <sup>2</sup> :	3.327,97 euros

## -Experimentos Fase 2º

Los experimentos seleccionados de esta fase son:

S10-E1, S34B-E1, S85B-E1, S89-E1.

Las estrategias correspondientes a dichos experimentos son:

S10, S34B, S85B, S89.

### CUADRO INICIAL DE ESTRATEGIAS FASE 2º

<u>PARÁMETROS</u>	<u>U:W/ m²K</u>	<u>COMPOSICIÓN RESUMIDA</u>
FACHADAS EXT.		FACHADAS EXTERIORES VARIABLES, T10, T34B, T85B, T89.
MEDIANERA T5	0,17	2PYL 1,3cm+MW 0,031W/mK 8cm+CA 5cm+MW 0,031W/mK 8cm+2PYL 1,3cm.
HUECOS HI	3,54	Vidrios 4/6/4+marco met. s/rotura pte térmico+permeabilidad 50m³/hm² +s/elem. fijos-H cocina+caja pers. s/aisl., estanca-Hcocina.
CUBIERTA C.1.4B	0,29	Bal. cr 0,6cm+mto cto2,4cm+ verm perl 4cm+ PVC 0,1cm+ MW 0,031 W/mK 6cm+ LDPE 0,2cm+HML 10cm+FU, EPS 30cm+Y 1,5cm.
SUELO SNHO1.1D	0,30	Bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+MW 0,031 W/mK 6cm+ FU, EPS 30cm+Y 1,5cm.
EQUIPOS		15 uds. Eq. ACS. Caldera-gas nat.-s/acumulación,Pn: 24kW, 90% rend.+15 uds Eq. Refrig.+calefac.compres. multizona condc+bom calor.

Siguientemente se presentan los presupuestos realizados de cada parámetro de estrategia variable y fijo:

### Presupuesto Parámetro Variable (Fda Ext.)

<u>- Parámetro Fachada ext T10: :</u>	<u>Sup m²</u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.21 W/m²K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 10 cm :	943,56 m² x	28,51 €/m² :	26.900,89 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T34B:</u>			
U: 0.18 W/m²K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 6 cm :	943,56 m² x	18,48 €/m² :	17.436,99 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 8 cm :	943,56 m² x	16,02 €/m² :	<u>15.115,83 euros</u>
			32.552,82 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T85B:</u>			
U: 0.16 W/m²K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 6 cm :	943,56 m² x	18,48 €/m² :	17.436,99 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 10 cm :	943,56 m² x	17,26 €/m² :	<u>16.285,84 euros</u>
			33.711,83 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T89B:</u>			
U: 0.21 W/m²K			
Aislamiento: PUR 0,032W/mK 4 cm :	943,56 m² x	12,02 €/m² :	11.341,59 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 10 cm :	943,56 m² x	17,26 €/m² :	<u>16.285,84 euros</u>
			27.627,43 euros



### Presupuesto Parámetros Fijos

<u>- Parámetro Medianería T5:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.17 W/m <sup>2</sup> K Aislamiento: MW 0,031W/mK 8 cm :	864,00 m <sup>2</sup> x	16,02 €/m <sup>2</sup> :	13.841,28 euros
<u>- Parámetro Cubierta C1-4B:</u>			
U: 0.29 W/m <sup>2</sup> K Aislamiento: MW 0,031W/mK 6 cm :	340,10 m <sup>2</sup> x	19,77 €/m <sup>2</sup> :	6.723,78 euros
<u>- Parámetro Suelo SNHO1.1D:</u>			
U: 0.30 W/m <sup>2</sup> K Aislamiento: MW 0,031W/mK 6 cm :	337,00 m <sup>2</sup> x	9,15 €/m <sup>2</sup> :	3.083,55 euros
<u>- Parámetro HUECOS 1:</u>			
U global hueco: 3.54 W/m <sup>2</sup> K Vidrios dobles 4-6-4 mm :	271,52 m <sup>2</sup> x	44,07 €/m <sup>2</sup> :	11.965,89 euros
Carp. Met. Puertas s/RPT :	90,05 m <sup>2</sup> x	93,50 €/m <sup>2</sup> :	8.419,82 euros
Carp. Met. Ventanas s/RPT :	181,47 m <sup>2</sup> x	144,05 €/m <sup>2</sup> :	<u>26.140,75 euros</u>
			46.526,46 euros

### Presupuesto entrevigados de hormigón

<u>- Cubierta c/Bovedilla EPS:</u>	<u>Sup fido m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
Bovedilla EPS E mec 30cm:	340,10 m <sup>2</sup> x	18,67 €/m <sup>2</sup> fido :	6.349,67 euros
<u>- Suelo c/Bovedilla EPS:</u>			
Bovedilla EPS E mec 30cm:	337,00 m <sup>2</sup> x	18,67 €/m <sup>2</sup> fido :	6.291,79 euros

### Presupuesto Puentes térmicos

<u>- Puentes térmicos 1:</u>			
Correspondientes a todas las fachadas exteriores, menos "Ligeras Trasventiladas". No hay aplicación de aislante para reducción de PTE TERM.:			0,00 euros
<u>- Puentes térmicos 2:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
Fachadas Ligeras Trasventiladas Aislamiento: PUR 0,032W/mK 4 cm :	276,87 m <sup>2</sup> x	12,02 €/m <sup>2</sup> :	3.327,97 euros

### -Experimentos Fase 3º

Los experimentos seleccionados de esta fase son:

S34B-E1, S85B-E1.

Las estrategias correspondientes a dichos experimentos son:

S34B, S85B.

### CUADRO INICIAL DE ESTRATEGIAS FASE 3º

<u>PARÁMETROS</u>	<u>U:W/ m<sup>2</sup>K</u>	<u>COMPOSICIÓN RESUMIDA</u>
FACHADAS EXT.		FACHADAS EXTERIORES VARIABLES, T34B, T85B.
MEDIANERA T5	0,17	2PYL 1,3cm+MW 0,031W/mK 8cm+CA 5cm+MW 0,031W/mK 8cm+2PYL 1,3cm
HUECOS H2	1,44	Vidrios baj emis4/15/4+marco met. c/RPT+permeabilidad 27m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> +s/elem. fijos-H cocina+caja pers. c/aisl. 4cm, estancia-Hcocina
CUBIERTA C.1.4B	0,29	Bal. cr 0,6cm+mto cto2,4cm+ verm perl 4cm+ PVC 0,1cm+ MW 0,031 W/mK 6cm+ LDPE 0,2cm+HML 10cm+FU, EPS 30cm+Y 1,5cm
SUELO SNHO1.1D	0,30	Bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+MW 0,031 W/mK 6cm+ FU, EPS 30cm+Y 1,5cm
EQUIPOS		15 uds. Eq. ACS. Caldera-gas nat.-s/acumulación,Pn: 24kW, 90% rend.+15 uds Eq. Refrig.+calefac.compres. multizona condc+bom calor.

Siguientemente se presentan los presupuestos realizados de cada parámetro de estrategia variable y fijo:

### Presupuesto Parámetro Variable (Fda Ext.)

<u>- Parámetro Fachada ext T34B: :</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.18 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 6 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	18,48 €/m <sup>2</sup> :	17.436,99 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 8 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	16,02 €/m <sup>2</sup> :	15.115,83 euros
			32.552,82 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T85B:</u>			
U: 0.16 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 6 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	18,48 €/m <sup>2</sup> :	17.436,99 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 10 cm :	943,56 m <sup>2</sup> x	17,26 €/m <sup>2</sup> :	16.285,84 euros
			33.722,83 euros

### Presupuesto Parámetros Fijos

<u>- Parámetro Medianería T5:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.17 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: MW 0,031W/mK 8 cm :	864,00 m <sup>2</sup> x	16,02 €/m <sup>2</sup> :	13.841,28 euros
<u>- Parámetro Cubierta C1-4B:</u>			
U: 0.29 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: MW 0,031W/mK 6 cm :	340,10 m <sup>2</sup> x	19,77 €/m <sup>2</sup> :	6.723,78 euros



<u>- Parámetro Suelo SNHO1.1D:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.30 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: MW 0,031W/mK 6 cm :	337,00 m <sup>2</sup> x	9,15 €/m <sup>2</sup> :	3.083,55 euros
<u>- Parámetro HUECOS 2:</u>			
U global hueco: 1.44 W/m <sup>2</sup> K			
Vidrios d. be <0.03, 4-15-4 mm :	271,52 m <sup>2</sup> x	67,95 €/m <sup>2</sup> :	18.449,78 euros
Carp. Met. Puertas c/RPT :	90,05 m <sup>2</sup> x	255,83 €/m <sup>2</sup> :	23.037,49 euros
Carp. Met. Ventanas c/RPT :	181,47 m <sup>2</sup> x	395,82 €/m <sup>2</sup> :	<u>71.829,45 euros</u>
			113.316,72 euros

#### Presupuesto entrevigados de hormigón

<u>- Cubierta c/Bovedilla EPS:</u>	<u>Sup fijo m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
Bovedilla EPS E mec 30cm:	340,10 m <sup>2</sup> x	18,67 €/m <sup>2</sup> fijo :	6.349,67 euros
<u>- Suelo c/Bovedilla EPS:</u>			
Bovedilla EPS E mec 30cm:	337,00 m <sup>2</sup> x	18,67 €/m <sup>2</sup> fijo :	6.291,79 euros

#### Presupuesto Puentes térmicos

<u>- Puentes térmicos 1:</u>			
Correspondientes a todas las fachadas exteriores, menos "Ligeras Trasventiladas".			
No hay aplicación de aislante para reducción de PTE TERM.:			0,00 euros
<u>- Puentes térmicos 2:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
Fachadas Ligeras Trasventiladas			
Aislamiento: PUR 0,032W/mK 4 cm :	276,87 m <sup>2</sup> x	12,02 €/m <sup>2</sup> :	3.327,97 euros

### -Experimentos Fase 4º

Los experimentos seleccionados de esta fase son:

S34B-E1, S85B-E1.

Las estrategias correspondientes a dichos experimentos son:

S34B, S85B.

### CUADRO INICIAL DE ESTRATEGIAS FASE 4º

<u>PARÁMETROS</u>	<u>U:W/ m²K</u>	<u>COMPOSICIÓN RESUMIDA</u>
FACHADAS EXT.		FACHADAS EXTERIORES VARIABLES, T34B, T85B.
MEDIANERA T5	0,17	2PYL 1,3cm+MW 0,031W/mK 8cm+CA 5cm+MW 0,031W/mK 8cm+2PYL 1,3cm
HUECOS H3	2,47	Vidrios baj emis4/9/4+marco met. c/RPT+permeabilidad 27m³/hm² +s/elem. fijos-H cocina+caja pers. c/aisl. 4cm, estancia-Hcocina
CUBIERTA C.1.4B	0,29	Bal. cr 0,6cm+mto cto2,4cm+ verm perl 4cm+ PVC 0,1cm+ MW 0,031 W/mK 6cm+ LDPE 0,2cm+HML 10cm+FU, EPS 30cm+Y 1,5cm
SUELO SNHO1.1D	0,30	Bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+MW 0,031 W/mK 6cm+ FU, EPS 30cm+Y 1,5cm
EQUIPOS		15 uds. Eq. ACS. Caldera-gas nat.-s/acumulación,Pn: 24kW, 90% rend.+15 uds Eq. Refrig.+calefac.compres. multizona condc+bom calor.

Siguientemente se presentan los presupuestos realizados de cada parámetro de estrategia variable y fijo:

### Presupuesto Parámetro Variable (Fda Ext.)

<u>- Parámetro Fachada ext T34B: :</u>	<u>Sup m²</u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.18 W/m²K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 6 cm :	943,56 m² x	18,48 €/m²:	17.436,99 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 8 cm :	943,56 m² x	16,02 €/m²:	15.115,83 euros
			32.552,82 euros
<u>- Parámetro Fachada ext T85B:</u>			
U: 0.16 W/m²K			
Aislamiento: XPS 0,025W/mK 6 cm :	943,56 m² x	18,48 €/m²:	17.436,99 euros
Aislamiento: MW 0,031W/mK 10 cm :	943,56 m² x	17,26 €/m²:	16.285,84 euros
			33.722,83 euros

### Presupuesto Parámetros Fijos

<u>- Parámetro Medianería T5:</u>	<u>Sup m²</u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.17 W/m²K			
Aislamiento: MW 0,031W/mK 8 cm :	864,00 m² x	16,02 €/m²:	13.841,28 euros
<u>- Parámetro Cubierta C1-4B:</u>			
U: 0.29 W/m²K			
Aislamiento: MW 0,031W/mK 6 cm :	340,10 m² x	19,77 €/m²:	6.723,78 euros



<u>- Parámetro Suelo SNHO1.1D: :</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
U: 0.30 W/m <sup>2</sup> K			
Aislamiento: MW 0,031W/mK 6 cm :	337,00 m <sup>2</sup> x	9,15 €/m <sup>2</sup> :	3.083,55 euros
<u>- Parámetro HUECOS 3:</u>			
U global hueco: 2.47 W/m <sup>2</sup> K			
Vidrios d. be 0.1-0.2, 4-9-4 mm :	271,52 m <sup>2</sup> x	50,61 €/m <sup>2</sup> :	13.741,63 euros
Carp. Met. Puertas c/RPT :	90,05 m <sup>2</sup> x	203,10 €/m <sup>2</sup> :	18.289,16 euros
Carp. Met. Ventanas c/RPT :	181,47 m <sup>2</sup> x	342,97 €/m <sup>2</sup> :	<u>62.238,77 euros</u>
			94.269,56 euros

#### Presupuesto entrevigados de hormigón

<u>- Cubierta c/Bovedilla EPS:</u>	<u>Sup fido m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
Bovedilla EPS E mec 30cm:	340,10 m <sup>2</sup> x	18,67 €/m <sup>2</sup> fido :	6.349,67 euros
<u>- Suelo c/Bovedilla EPS:</u>			
Bovedilla EPS E mec 30cm:	337,00 m <sup>2</sup> x	18,67 €/m <sup>2</sup> fido :	6.291,79 euros

#### Presupuesto Puentes térmicos

<u>- Puentes térmicos 2º Y 3º:</u>	<u>Sup m<sup>2</sup></u>	<u>Precio</u>	<u>Importe</u>
Todas las fachadas			
Aislamiento: PUR 0,032W/mK 4 cm :	276,87 m <sup>2</sup> x	12,02 €/m <sup>2</sup> :	3.327,97 euros

## 2.13 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados ha sido clasificado por resultados de transmitancias, calificaciones energéticas y resultados económicos, pudiéndose analizar independientemente de una forma más exhaustiva y concreta cada uno de ellos, para obtener unas mejores conclusiones tras un análisis más riguroso.

Para analizar los valores de transmitancias obtenidos, se ha subdividido el análisis por envolventes, para estudiar cada una independientemente.

Las calificaciones energéticas son analizadas en otro subcapítulo posterior a este, en cada una de las fases que se han procesado.

### 2.13.1 ANÁLISIS DE TRANSMITANCIAS

Las transmitancias térmicas obtenidas se estudian y analizan por cada una de las envolventes que se han creado en el trabajo como parámetros.

Se ha creído muy interesante analizar cómo se comporta térmicamente, cada fachada exterior, medianera, cubierta, suelo y huecos, dependiendo de qué materiales las conforman, sus características, número de hojas, etc., así como que valores se obtienen, y como variarían en cada una de ellas, a medida que son sometidas a variaciones en su composición.

A continuación se procede al análisis de cada una de las envolventes y huecos.

#### 2.13.1.1 ENVOLVENTE FACHADA EXTERIOR

Para iniciar el análisis de las fachadas exteriores creadas, y de sus resultados de transmitancias térmicas obtenidas, se comienza con un breve recordatorio de la composición y los materiales más importantes que están implicados y que afectan de una manera relevante a los resultados.

Como se explicó anteriormente en esta memoria, las diferentes fachadas de este análisis, han sido creadas con un criterio similar, estableciéndose cada tipo de fachada con unas hojas exteriores principales que les daban nombre, conteniendo todas un aislante interior, una posible cámara de aire o no, y una hoja interior de tabiquería seca o húmeda.

A continuación y como recordatorio, se describen abreviadamente las partes más relevantes de las fachadas creadas:

- Fachadas LCV: LCV+Enf cto Int+CA(si/no)+Aisl+LHD7-EnIY ó Estr Pladur.
- Fachadas LH3: Enf cto+LH3+Enf cto int+CA.(si/no)+Aisl+LHD7-EnIY ó Estr Pladur.
- Fachadas Muro carga LP: Enf cto+Mc(2 ó 1+½ pie), LP+EnIY ó (si/no Estr Pladur).
- Fachadas BH: Enf cto+BH+Enf cto int+CA.(si/no)+Aisl+LHD7-EnIY ó Estr Pladur.
- Fachadas PHA: PHA+Aisl+CA(si/no)+LHD7+EnIY ó Estr Pladur.
- Fachadas FL: Comp Al+CA.+Aisl+Estr Pladur.

Los aislantes empleados en los diferentes tipos de fachadas han sido los siguientes:

- PUR, proyección con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, de  $\lambda$ : 0.032 W/mK de 4 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.046 W/mK de 4 y 8 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.037 W/mK de 4 y 8 cm.
- EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 y 8 cm.
- XPS, expandido con hidrofluorcarbonos HFC de  $\lambda$ : 0.025 w/mk de 4, 8 y 10 cm.

- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.050 W/mK de 4 y 8 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.040 W/mK de 4 y 8 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 4, 8, 10 y 16 cm.

Las cámaras de aire que incluyen las diversas fachadas son las siguientes:

- CA 5 cm sin ventilar.
- CA 5 cm ligeramente ventilada.
- Sin CA.

Tras este breve repaso de las diferentes tipologías de fachadas con las que se ha trabajado, sus aislantes, cámaras de aire y hojas interiores, se procede a la presentación de una serie de cuadros comparativos que ayudaran a establecer el inicio del análisis.

En primer lugar se realiza un resumen, en el que se muestran por tipología de fachada, entre que valores se encuentran las transmitancias obtenidas de cada tipo de fachada.

<b>TRANSMITANCIAS POR TIPO DE FACHADA</b>			
<b>TIPO DE FACHADA</b>		<b>TRANSMITANCIA</b>	<b>Nº FACHADAS PROCESADAS</b>
<b>HOJA PRINC. EXT</b>	<b>HOJA PRINC. INTER.</b>	<b>U: W/m<sup>2</sup>K</b>	
LCV	LHD7	0,65 a 0,22	13 FACHADAS
	ESTR. PLADUR	0,72 a 0,18	13 FACHADAS
LH3	LHD7	0,60 a 0,22	11 FACHADAS
	ESTR. PLADUR	0,66 a 0,17	13 FACHADAS
P CZA+LH3	LHD7	0,48 a 0,22	5 FACHADAS
M CARGA 2 PIES		1,15 a 0,24	5 FACHADAS
M CARGA 1+1/2 PIE		1,41 a 0,25	5 FACHADAS
BLOQUE	LHD7	0,61 a 0,22	11 FACHADAS
	ESTR. PLADUR	0,68 a 0,16	18 FACHADAS
HORMIGÓN PREF.	LHD7	0,68 a 0,23	11 FACHADAS
	ESTR. PLADUR	0,39 a 0,15	13 FACHADAS
LIGERA TRASVENT.		0,28 a 0,15	6 FACHADAS
		<b>TOTAL FACHADAS</b>	<b>124 FACHADAS</b>

Con los resultados de las transmitancias obtenidos, de cada fachada dentro de su tipología, se observa que estos son similares, tanto en valores máximos como en mínimos, a excepción de las fachadas de muros de carga en sus valores máximos de transmitancias.

Según el valor máximo de transmitancia térmica que marca el CTE-HE1 de 1,07 w/m<sup>2</sup>k, para muros de fachada, en la zona climática B3 (Valencia), todas las fachadas creadas para este trabajo cumplirían este requisito, menos dos fachadas de tipología "Muro de carga de fábrica de ladrillo perforado".

A continuación, se analiza el porqué del incumplimiento de la norma en este tipo de fachadas.

Las dos fachadas que incumplen la norma son las siguientes:

Tipo	Designación abreviada	"U" Fda.
-FT41:	Mto cto 2 cm+2 Pies LP+Y1,5 cm	U:1,15 W/m <sup>2</sup> K
-FT46:	Mto cto 2 cm+1+½ Pie LP+Y1,5 cm	U:1,41 W/m <sup>2</sup> K

Son dos fachadas muy características de la tipología de muros de carga, siendo el tipo de fachadas más habitual construido hasta nuestra era contemporánea.

La FT 41 está formada por 48 cm de espesor de ladrillo perforado, más el mortero, y la FT 46 por 36 cm de fábrica, más mortero.

La diferencia de transmitancias en un espesor de 12 cm de ladrillo perforado, que es la diferencia existente entre una fachada de 2 pies de espesor con una de 1+½ Pie, es la siguiente:

$$- FT41 - FT46, (2 \text{ Pies LP} - 1+½ \text{ Pie LP}): \quad U: 1,15 - 1,41: 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Las dos fachadas obtienen una transmitancia por encima de la permitida por la norma, debido a que ninguna de las dos contiene aislante alguno. En el momento que se les aplica un mínimo aislamiento, sus transmitancias bajan considerablemente, manteniéndose dentro del valor máximo de transmitancias para muros de fachada, tal y como indica la norma.

Tipo	Designación abreviada	"U" Fda.
-FT42:	Mto cto 2 cm+2 Pies LP+ XPS, $\lambda: 0.025 \text{ W/mK}$ 4 cm+Y1,5 cm	U:0,38 W/m <sup>2</sup> K
-FT47:	Mto cto 2 cm+1+½ Pie LP+XPS, $\lambda: 0.025 \text{ W/mK}$ 4 cm+Y1,5 cm	U:0,40 W/m <sup>2</sup> K

Como se puede ver en las fachadas FT42 y 47, estas son las mismas que las fachadas FT 41 y 46 anteriores, con la aplicación de 4 cm de aislamiento de conductividad térmica 0,025 W/mK.

Las reducciones obtenidas aplicando este mínimo aislamiento son las siguientes:

$$- FT41 - FT42, (2 \text{ Pies LP}): \quad \Delta U: 1,15 - 0,38: 0,77 \text{ W/m}^2\text{K}; (4 \text{ cm de AISL}, \lambda: 0.025 \text{ W/mK})$$

$$- FT46 - FT47, (1+½ \text{ Pie LP}): \quad \Delta U: 1,41 - 0,40: 1,01 \text{ W/m}^2\text{K}; (4 \text{ cm de AISL}, \lambda: 0.025 \text{ W/mK})$$

En definitiva y tras todo este análisis, se podría concluir exponiendo que, 12 cm de fábrica de ladrillo perforado, hacen que el valor de transmitancia en estas fachadas tenga una diferencia de 0.26 W/m<sup>2</sup>k a favor o en contra, mientras que la aplicación de tan solo 4 cm de aislamiento, hace que los valores de las transmitancias se reduzcan entre una horquilla de 1,01 a 0,77 w/m<sup>2</sup>k.

Por lo que se puede deducir que realmente, lo que hará que una fachada se comporte mejor térmicamente, teniendo una transmitancia térmica media o baja, dependerá más de que aislamiento contenga, de su conductividad térmica y espesor, que la mayor o menor inercia de la fachada por los materiales de sus diferentes hojas.

Dando por finalizado el análisis de las fachadas de muros de carga que incumplían la norma, y siguiendo analizando del cuadro anterior se puede deducir que:

Como las distintas tipologías de fachadas se han creado con el mismo criterio, al utilizar un aislamiento interior de igual valor de conductividad térmica, como de espesor, para todos los tipos de fachadas, siendo las transmitancias obtenidas similares, este aspecto da a entender que la

inercia del resto de hojas de cada una de las fachadas es similar, con valores de conductividad térmica similares.

Es decir, ante fachadas de diferentes tipologías, las cuales tienen una inercia similar y conductividades térmicas similares, la hoja que marca la diferencia entre un valor  $u$  otro de transmitancia térmica en todas estas fachadas, será la del aislamiento, dependiendo de un mayor o menor valor en relación a su conductividad térmica y su espesor.

Este análisis conduce a que una fachada de LCV con un aislante determinado, tiene una transmitancia igual o similar a otra fachada, por ejemplo de LH3, BH, o PHA, etc., de similares hojas, siempre que la conductancia térmica del aislante y su espesor sean iguales.

Si se crea un cuadro comparativo de cada una de las tipologías de fachada exterior del trabajo, relacionadas por el aislante aplicado se podrán ver estas características mucho mejor.

Por lo tanto se crean dos cuadros, en donde se muestran las transmitancias obtenidas de cada tipología de fachada por el tipo de aislante aplicado, siendo el primer cuadro de fachadas con tabiquería interior húmeda y un segundo de tabiquería seca.

### CUADRO COMPARATIVO DE TRANSMITANCIAS

COMPARATIVO DE TRANSMITANCIAS POR TIPO DE FACHADA HÚMEDA Y AISLAMIENTO							
AISLAMIENTO		TRANSMITANCIAS FACHADAS $U:W/m^2K$					
TIPO AISLANTE	ESPESOR	LCV	LH3	MC 2P	MC 1+½P	BLOQUE	H. PREF.
EPS, $\lambda: 0,046 W/mK$	4 cm	0,65	<b>0,60</b>			0,61	<b>0,68</b>
EPS, $\lambda: 0,046 W/mK$	8 cm	0,42	<b>0,39</b>			0,40	<b>0,43</b>
EPS, $\lambda: 0,037 W/mK$	4 cm	0,57	0,53			0,54	0,60
EPS, $\lambda: 0,037 W/mK$	8 cm	0,35	0,34			0,34	0,36
PUR, $\lambda: 0,032 W/mK$	4 cm	0,52	0,49			0,50	0,54
EPS, $\lambda: 0,029 W/mK$	4 cm	0,49	0,46			0,47	0,51
EPS, $\lambda: 0,029 W/mK$	8 cm	0,29	0,28			0,28	0,30
XPS, $\lambda: 0,025 W/mK$	4 cm	0,44	<b>0,42</b>	0,38	0,40	0,42	<b>0,46</b>
XPS, $\lambda: 0,025 W/mK$	8 cm	0,26	<b>0,25</b>	0,24	0,25	0,25	<b>0,26</b>
XPS, $\lambda: 0,025 W/mK$	10 cm	0,21	0,21			0,21	0,22

En este cuadro se muestran todos los aislantes aplicados en cada tipo de fachadas, con sus valores de conductividad térmica y sus espesores.

A través de este cuadro comparativo se pueden deducir las siguientes ideas:

Se puede ver que la transmitancia que se obtiene en cada una de las diferentes fachadas, tiene una variación mínima, de una a otra con el mismo aislante y espesor.

Dicha variación esta comprendía entre  $0.08 W/m^2K$  y  $0.01 W/m^2K$ , no afectando en manera alguna a las calificaciones energéticas que se obtengan cuando se apliquen estas fachadas, sean de una tipología u otra.

La variación de la transmitancia, de un tipo de fachada u otro es tan mínima, cuando se aplica un mismo aislante, debido a que el resto de hojas de cada tipo de fachada tienen una masa restante con una conductividad térmica de sus materiales similar.

Por lo que en consecuencia, en este tipo de fachadas con estructuras similares, el valor mayor o menor de la transmitancia térmica de la misma, dependerá únicamente del tipo de aislamiento que contenga y su espesor.

Las variaciones de transmitancia entre todas las fachadas por aislante son las siguientes:

AISLAMIENTO		DIFER MAX TRANSM ENTRE TIPOLOGIAS DE FDA	
TIPO AISLANTE	ESPEJOR		
EPS, $\lambda$ : 0,046 w/mk	4 cm	0,08	W/m <sup>2</sup> K
EPS, $\lambda$ : 0,046 w/mk	8 cm	0,04	W/m <sup>2</sup> K
EPS, $\lambda$ : 0,037 w/mk	4 cm	0,07	W/m <sup>2</sup> K
EPS, $\lambda$ : 0,037 w/mk	8 cm	0,02	W/m <sup>2</sup> K
PUR, $\lambda$ : 0,032 w/mk	4 cm	0.05	W/m <sup>2</sup> K
EPS, $\lambda$ : 0,029 w/mk	4 cm	0,05	W/m <sup>2</sup> K
EPS, $\lambda$ : 0,029 w/mk	8 cm	0,02	W/m <sup>2</sup> K
XPS, $\lambda$ : 0,025 w/mk	4 cm	0,08	W/m <sup>2</sup> K
XPS, $\lambda$ : 0,025 w/mk	8 cm	0,02	W/m <sup>2</sup> K
XPS, $\lambda$ : 0,025 w/mk	10 cm	0,01	W/m <sup>2</sup> K

Las conductividades térmicas con las que se han trabajado han variado desde una máxima de  $\lambda$ : 0,046 W/mK a una mínima de  $\lambda$ : 0,025 W/mK.

La diferencia de transmitancias obtenidas entre aislantes con las conductividades térmicas indicadas anteriormente, para 4 cm de espesor está entre 0,22 y 0,18 W/m<sup>2</sup>K, y para 8 cm entre 0,17 y 0,14 W/m<sup>2</sup>K

#### TRANSMITANCIAS POR AISLANTE Y ESP. 4 CM

AISLAMIENTO		U: W/m <sup>2</sup> K			
TIPO AISLANTE	ESPEJOR	LCV	LH3	BLOQUE	PHA
EPS, $\lambda$ : 0,046 w/mk	4 cm	0,65	0,60	0,61	<b>0,68</b>
EPS, $\lambda$ : 0,037 w/mk	4 cm	0,57	0,53	0,54	0,60
PUR, $\lambda$ : 0,032 w/mk	4 cm	0,52	0,49	0,50	0,54
EPS, $\lambda$ : 0,029 w/mk	4 cm	0,49	0,46	0,47	0,51
XPS, $\lambda$ : 0,025 w/mk	4 cm	0,44	<b>0,42</b>	<b>0,42</b>	0,46

Hasta un espesor de 4 cm, el cual es corriente y habitual en construcción, y contabilizando todas las tipologías de fachada, se puede conseguir una fachada con un transmitancia entre  $0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$  y  $0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$  de valores máximos y mínimos respectivamente.

#### TRANSMITANCIAS POR AISLANTE Y ESP. 8 CM

AISLAMIENTO		U: $\text{W/m}^2\text{K}$			
TIPO AISLANTE	ESPELOR	LCV	LH3	BLOQUE	PHA
EPS, $\lambda$ : 0,046 $\text{W/mK}$	8 cm	0,42	0,39	0,40	<b>0,43</b>
EPS, $\lambda$ : 0,037 $\text{W/mK}$	8 cm	0,35	0,34	0,34	0,36
EPS, $\lambda$ : 0,029 $\text{W/mK}$	8 cm	0,29	0,28	0,28	0,30
XPS, $\lambda$ : 0,025 $\text{W/mK}$	8 cm	0,26	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	0,26

Hasta un espesor de 8 cm, y contabilizando todas las tipologías de fachada, se puede conseguir una fachada con un transmitancia entre  $0,43 \text{ w/m}^2\text{k}$  y  $0,25 \text{ w/m}^2\text{k}$  de valores máximos y mínimos respectivamente.

#### TRANSMITANCIAS POR AISLANTE Y ESP. 10 CM

AISLAMIENTO		U: $\text{W/m}^2\text{K}$			
TIPO AISLANTE	ESPELOR	LCV	LH3	BLOQUE	PHA
EPS, $\lambda$ : 0,025 $\text{W/mK}$	10 cm	0,21	0,21	0,21	0,22

A partir de los 8 cm de aislamiento, la reducción del valor de la transmitancia se ve igualmente reducida, llegando tan solo hasta  $0,21 \text{ w/m}^2\text{k}$  con aislamientos de 10 cm.

Finalmente se concluye que, la mínima transmitancia térmica "U" obtenida en fachadas con hojas interiores húmedas, es la que contienen 10 cm de aislamiento, con una conductividad térmica de  $0,025 \text{ w/mk}$ .

A continuación se muestra un segundo cuadro comparativo, de transmitancias por tipo de fachada y aislamiento, con hoja interior seca con estructura de pladur:

### CUADRO COMPARATIVO DE TRANSMITANCIAS

COMPARATIVO DE TRANSMITANCIAS POR FACHADA SECA Y AISLAMIENTO							
AISLAMIENTO		TRANSMITANCIAS FACHADAS U:W/m <sup>2</sup> K					
TIPO AISLANTE	ESP. Total	LCV	LH3	Mc 2P	Mc 1+½P	BLOQUE	H. PREF.
MW, λ: 0,050 W/mK de 4cm	4 cm	0,72	0,66			0,68	
MW, λ: 0,050 W/mK de 8 cm	8 cm	0,46	0,43			0,44	
MW, λ: 0,040 W/mK de 4 cm	4 cm	0,64	0,59			0,61	
MW, λ: 0,040 W/mK de 8 cm	8 cm	0,39	0,38			0,38	
MW, λ: 0,031 W/mK de 4 cm	4 cm	0,53	0,50			0,51	
MW, λ: 0,031 W/mK de 8 cm	8 cm	0,32	0,30	0,28	0,30	0,31	
MW, λ: 0,031 W/mK de 10 cm	10 cm	0,26	0,25	0,24	0,25	0,26	
MW, λ: 0,031 W/mK de 8cm + XPS, λ: 0,025 W/mK de 4 cm	12 cm	0,22	0,21			0,21	0,21
MW, λ: 0,031 W/mK de 8cm + XPS, λ: 0,025 W/mK de 6 cm	14 cm	0,19	0,18			0,18	0,18
MW, λ: 0,031 W/mK de 10 cm + XPS, λ: 0,025 W/mK de 4 cm	14 cm						0,19
MW, λ: 0,031 W/mK de 10 cm + XPS, λ: 0,025 W/mK de 6 cm	16 cm	0,17	0,16				0,16
MW, λ: 0,031 W/mK de 16 cm	16 cm					0,18	
MW, λ: 0,031 W/mK de 16 cm + XPS, λ: 0,025 W/mK de 4 cm	20 cm					0,19	
MW, λ: 0,031 W/mK de 16 cm + XPS, λ: 0,025 W/mK de 6 cm	22 cm					0,16	

En este cuadro se pueden ver los diferentes tipos de aislamientos aplicados a cada tipología de fachadas con sus espesores totales.

En este cuadro no se muestran, para no complicar el mismo, las combinaciones de aislamientos con PUR, proyección con CO<sub>2</sub>, celda cerrada, que existen en las fachadas prefabricadas de hormigón armado y en las fachadas ligeras trasventiladas.

Más adelante en el análisis, se mostrara un cuadro solo con dichas combinaciones de aislantes que contengan el poliuretano proyectado como aislamiento, en las fachadas prefabricadas de hormigón armado y trasventiladas ligeras.

En primer lugar se observa, que los resultados de las transmitancias térmicas de cada tipo de cada tipo de fachada, con el mismo aislamiento y espesor, son muy similares en cada una de ellas y que la diferencia es mínima, al igual que ocurría en el cuadro anterior de fachadas con hoja interior húmeda.

Si comparamos los valores de las transmitancias de cada tipo de fachadas en los aislamientos de 4 y 8 cm, y los contrastamos con los obtenidos en el cuadro anterior, se puede ver que realmente el utilizar una hoja interior de LH7 o estructura de pladur no es necesariamente relevante para los valores obtenidos.

Por lo que utilizar un cerramiento de fachada interiormente con tabiquería seca o húmeda es indiferente., si se aplica un aislante de similar conductividad térmica y con el mismo espesor.

En las fachadas anteriores, con hoja interior húmeda, en la que se había empleado un aislante de espesor máximo de 10 cm, se habían obtenido valores mínimos de transmitancia térmica de  $0.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ , y en las fachadas con hoja interior seca sobre una media de  $0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ , sin embargo aplicando espesores superiores a 10 cm, como se ha realizado en la fachada de fábrica de bloque, llegando hasta un espesor de 22 cm, la reducción del valor de la transmitancia es de  $0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

FACHADA DE BLOQUE		
AISLAMIENTO		U:W/m <sup>2</sup> K
TIPO AISLANTE	ESP. Total	
MW, $\lambda$ : 0,031 W/mK de 4 cm	4 cm	0,51
MW, $\lambda$ : 0,031 W/mK de 8 cm	8 cm	0,31
MW, $\lambda$ : 0,031 W/mK de 10 cm	10 cm	0,26
MW, $\lambda$ : 0,031 W/mK de 8cm + XPS, $\lambda$ : 0,025 W/mK de 4 cm	12 cm	0,21
MW, $\lambda$ : 0,031 W/mK de 8cm + XPS, $\lambda$ : 0,025 W/mK de 6 cm	14 cm	0,18
MW, $\lambda$ : 0,031 W/mK de 16 cm	16 cm	0,18
MW, $\lambda$ : 0,031 W/mK de 16 cm + XPS, $\lambda$ : 0,025 W/mK de 4 cm	20 cm	0,19
MW, $\lambda$ : 0,031 W/mK de 16 cm + XPS, $\lambda$ : 0,025 W/mK de 6 cm	22 cm	0,16

En base a lo expuesto anteriormente, del cuadro segundo de transmitancias, se ha extraído este cuadro sobre la fachada de bloque con estructura de pladur, de la cual, se han cogido los valores de las transmitancias que se obtienen para los aislamientos de menor conductividad aplicada, yendo de 4 cm a 22 cm.

Como se puede ver, para obtener transmitancias en una fachada menores de 0,25 o 0,26  $\text{W/m}^2\text{K}$ , se tiene que llegar a espesores por encima de 10 cm.

Cuando se analicen las calificaciones energéticas obtenidas se podrá saber si una aplicación de más de 10 cm de aislante afecta realmente a la calificación energética, o a partir de que espesores se obtienen mejoras que valgan la pena.

A continuación se expone un cuadro comparativo de las fachadas con tabiquería interior seca, de la fachada prefabricada de hormigón y ligera trasventilada, con combinaciones de aislamiento de poliuretano proyectado.

COMPARATIVO DE TRANS. POR FDA SECA Y AISL.			
AISLAMIENTO		U:W/m <sup>2</sup> K	
TIPO AISLANTE	ESP. Total	H. PREF.	LIGERA
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,050 W/mK de 4cm	8 cm	0,39	
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,050 W/mK de 8cm	12 cm	0,30	
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,050 W/mK de 10cm	14 cm		0,28
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,050 W/mK de 16cm	20 cm		0,21
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,040 W/mK de 4cm	8 cm	0,37	
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,040 W/mK de 8cm	12 cm	0,27	
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,040 W/mK de 10cm	14 cm		0,25
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,040 W/mK de 16cm	20 cm		0,18
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,031 W/mK de 4cm	8 cm	0,33	
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,031 W/mK de 8cm	12 cm	0,23	
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,031 W/mK de 10cm	14 cm	0,15	
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,031 W/mK de 10cm	14 cm		0,21
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,031 W/mK de 16cm	20 cm	0,20	
PUR, λ: 0,032 W/mK de 4 cm + MW, λ: 0,031 W/mK de 16cm	20 cm		0,15

Mientras que la conductividad térmica y el espesor del poliuretano proyectado es el mismo siempre, lo que ha ido cambiando son los valores del aislamiento interior de lana mineral de estas dos fachadas.

En esta tabla se puede ver, que aunque con diferentes combinaciones de aislamientos y diferentes conductividades térmicas entre ellos, al final, aislamientos con idénticos espesores totales dan valores de transmitancias en fachadas muy similares.

En este caso, estas dos fachadas con espuma de poliuretano y lana mineral, atendiendo simplemente al espesor total del aislamiento, los valores de sus transmitancias están comprendidos entre:

8 cm esp aislamiento: 0,39 – 0,33 W/m<sup>2</sup>K  
12 cm esp aislamiento: 0,30 – 0,23 W/m<sup>2</sup>K  
14 cm esp aislamiento: 0,28 – 0,15 W/m<sup>2</sup>K  
20 cm esp aislamiento: 0,21 – 0,15 W/m<sup>2</sup>K

Estableciendo que las estructuras utilizadas en tabiquería seca más habituales son las de 48 mm, 70 mm y 100 mm, con sus respectivos espesores de aislantes, en estas fachadas con una estructura de 70 mm se alcanzaría una transmitancia mínima de 0.23 W/m<sup>2</sup>K, mientras que con una estructura de 100 mm sería de 0.15 W/m<sup>2</sup>K.

Puesto que las fachadas trasventiladas en muchos casos utilizan una estructura de tabiquería seca, tipo pladur de 100 mm, con un aislante de 100 mm y una proyección de poliuretano exterior de unos 4 cm, esta fachada alcanza un muy buen valor de transmitancia térmica.

En la fachada de fábrica de ladrillo triple hueco, se crean 5 fachadas con aislamientos de 4,8 y 10 cm, de espesor, con la variante de colocar en la cara exterior del LH3, una piedra caliza de dureza media de 2 cm de espesor, para ver que variación térmica supondría este elemento sobre el conjunto del elemento constructivo. Las transmitancias obtenidas de estas fachadas son muy similares no variando apenas. Ello es debido a que la conductividad térmica de este elemento no es representativa como para variar el resultado final de la transmitancia de la fachada, además de que la inercia de la fachada al aplicar este nuevo elemento no ha variado prácticamente.

La mayoría de las fachadas de fábrica de bloque han sido creadas con un bloque de hormigón de 15 cm de profundidad, (BH15), sin embargo se crean 5 fachadas, (FT 68B, C, D, E, F), con bloques diferentes, y con las mismas hojas restantes, así como el tipo de aislante con la misma conductividad térmica y espesor, (MW 0,031 W/mK de 16 cm).

Los diferentes bloques utilizados, con los resultados de las transmitancias de fachada obtenidos, son los siguientes:

- FT 68A: mto cto 1.5cm+**BH-15cm**+mto cto 1.5 cm+MW0.031 W/mK 16cm+4PYL  
U: 0,17 W/m<sup>2</sup>K
- FT 68B: mto cto 1.5cm+**BH-20cm**+mto cto 1.5 cm+MW0.031 W/mK 16cm+4PYL  
U: 0,17 W/m<sup>2</sup>K
- FT 68C: mto cto 1.5cm+**BH-25cm**+mto cto 1.5 cm+MW0.031 W/mK 16cm+4PYL  
U: 0,16 W/m<sup>2</sup>K
- FT 68D: mto cto 1.5cm+**BH-25cm**+mto cto 1.5 cm+MW0.031 W/mK 16cm+4PYL  
U: 0,16 W/m<sup>2</sup>K
- FT 68E: mto cto 1.5cm+**BC-24cm**+mto cto 1.5 cm+MW0.031 W/mK 16cm+4PYL  
U: 0,16 W/m<sup>2</sup>K

- FT 68F: mto cto 1.5cm+**BCmto aisl-24cm**+mto cto 1.5 cm+MW0.031 W/mK 16cm+4PYL  
U: 0,16 Wm<sup>2</sup>K

Con estos resultados se puede afirmar, que el utilizar un bloque diferente al de hormigón de 15 cm, incrementándolo en 20 cm, o con uno aligerado de 25cm, o aligerado macizo de 25 cm, o con un bloque cerámico de 24 cm, o con un bloque cerámico con mortero aislante de 24 cm, es indiferente, puesto que las transmitancias obtenidas de las fachadas en los que están integrados son prácticamente las mismas.

Sobre la aplicación de cámaras de aire sin ventilar, o ligeramente ventiladas, al igual que su no aplicación, los datos que se han obtenido muestran lo siguiente:

La diferencia de transmitancias entre dos fachadas idénticas, una de ellas con cámara de aire sin ventilar de 5 cm de espesor y otra cámara ligeramente ventilada del mismo espesor, es de 0.01 W/m<sup>2</sup>K.

Lo que supone, que térmicamente, el que una cámara sea sin ventilar o ligeramente ventilada, no afecta significativamente al valor de su transmitancia térmica.

La diferencia de transmitancias entre dos fachadas idénticas, una de ellas con cámara de aire sin ventilar de 5 cm de espesor y otra sin cámara de aire, es de 0.01 W/m<sup>2</sup>K.

Este dato muestra que, el que una fachada conste de cámara de aire o no, no es un factor demasiado importante, puesto que la transmitancia térmica entre las dos fachadas es prácticamente la misma.

La disposición de las capas de los materiales que configuran una fachada, es decir la situación de las hojas de la fachada, es indiferente para la obtención de su transmitancia térmica.

En las estructuras de tabiquería seca, tipo pladur, la diferencia en colocar en una misma cara 2 o 4 placas de cierre de 15 o 13 mm, es indiferente, puesto que un tabique con 2 placas de cierre, contra otro con 4, obtiene el mismo valor de transmitancia térmica.

Este análisis muestra que, entre ejecutar un tabique de pladur de 150 mm con una estructura única y dos placas de yeso laminado de cierre a cada lado, y el realizarlo con la suma de una estructura de 100 mm más otra de 50 mm, en la que se instalarían dos placas más intermedias entre una y otra, el valor de la transmitancia entre la estructura única y la doble es el mismo.

Si se aplicase sobre este análisis, el borrador sobre el documento básico DB-HE, "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, en el que se marca como valor máximo de transmitancia térmica para muros de fachada, en zona climática B3-Valencia de 0,82 W/m<sup>2</sup>K, todas las fachadas exteriores creadas estarían dentro de la norma, menos las de muro de carga de ladrillo perforado, sin ningún tipo de aislamiento, las cuales ya se encontraban fuera de la norma actual.

### 2.13.1.2 ENVOLVENTE FACHADA MEDIANERA

Para realizar el análisis de las fachadas medianeras se recuerda la composición y los materiales más importantes que las componen.

A continuación se describen abreviadamente las partes más relevantes de las fachadas medianeras creadas:

-Medianera T1: Enl Y1,5 cm, LH7, EPS 0,029 W/mK 4 cm, LH7, enl Y1,5 cm

-Medianera T2: Enl Y1,5 cm, LH7, EPS 0,029 W/mK 8 cm, LH7, enl Y1,5 cm

-Medianera T3: Enl Y1,5 cm, LH3-10, EPS 0,029 W/mK 4 cm, LH3-10, enl Y1,5 cm

-Medianera T4: Enl Y1,5 cm, LH3-10, EPS 0,029 W/mK 8 cm, LH3-10, enl Y1,5 cm.

-Medianera T5: 2 PYL1,3 cm, MW 0.031 W/mK 8,0 cm, CA 5 cm, MW 0.031 W/mK 8,0 cm, 2 PYL1,3 cm.

-Medianera T6: 2 PYL1,3 cm, MW 0.031 W/mK 10,0 cm, CA 5cm, MW 0.031 W/mK 8,0 cm, 2 PYL1,3 cm.

Los aislantes empleados en estos diferentes tipos de fachadas han sido los siguientes:

-EPS, poliestireno expandido de  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 y 8 cm.

-MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0.031 W/mK de 8 y10 cm.

Las cámaras de aire que incluyen las fachadas medianeras son las siguientes:

-CA 5 cm sin ventilar.

-Sin CA.

En primer lugar se muestra un cuadro en donde se incluyen los valores obtenidos de transmitancias de cada una de las seis medianeras.

TRANSMITANCIAS POR TIPO DE MEDIANERA		
TIPO DE MEDIANERA	TRANSMITANCIA	Nº MEDIANERAS PROCESADAS
	U: W/m <sup>2</sup> K	
MEDIANERA T1	0,52	1
MEDIANERA T2	0,31	1
MEDIANERA T3	0,48	1
MEDIANERA T4	0,30	1
MEDIANERA T5	0,17	1
MEDIANERA T6	0,14	1
	<b>TOTAL MEDIANERAS</b>	<b>6 MEDIANERAS</b>

Según el valor máximo de transmitancia térmica que marca el CTE-HE1 de 1.07 W/m<sup>2</sup>K, para medianeras, en la zona climática B3 (Valencia), todas las medianeras creadas en este análisis están dentro de la norma, siendo el valor máximo el de la medianera T1, con una transmitancia de 0.52 W/m<sup>2</sup>K.

Todos los análisis, en relación a las fachadas exteriores del subcapítulo anterior, sobre que ante una inercia similar o igual en elementos constructivos, lo que marca el valor térmico del elemento es la conductividad térmica del aislante y su espesor, es completamente extrapolable a este tipo de elemento constructivo.

En las medianeras creadas con tabiquería húmeda con una  $\lambda$ : 0.029 W/mK de 4 cm se han obtenido transmitancias entre 0, 52 y 0,48 W/m<sup>2</sup>K, mientras que con 8 cm de espesor los valores han sido de 0.31 y 0.30 W/m<sup>2</sup>K.

Esto muestra que para este tipo de elementos es muy poco relevante el tipo y espesor de ladrillo que se utilice, en este caso tabicón del 7 o del 10, puesto que la masa entre un tipo y otro es muy similar, y lo realmente importante es la conductividad térmica del aislante y su espesor.

Si se hace una comparativa entre una fachada exterior con similar masa e igual espesor de aislamiento independientemente de su conductividad, con una medianera, se podrá ver que los resultados de transmitancias térmicas son similares, en base al espesor del aislante.

Si se compara, por ejemplo, las medianeras creadas en este análisis con una fachada exterior cualquiera, se podrá ver este aspecto.

-FDA Medianera T1-T3, con AISL de 4 cm.	U: 0,52 - 0,48 W/m <sup>2</sup> K
-FDA Medianera T2-T4, con AISL de 8 cm.	U: 0,31 - 0,30 W/m <sup>2</sup> K
-FDA Medianera T5, con AISL de 16 cm.	U: 0,17 W/m <sup>2</sup> K
-FDA Medianera T6, con AISL de 20 cm.	U: 0,14 W/m <sup>2</sup> K
-FDA ext. BH, con AISL de 4 cm.	U: 0,47 W/m <sup>2</sup> K
-FDA ext. BH, con AISL de 8 cm.	U: 0,28 W/m <sup>2</sup> K
-FDA ext. BH, con AISL de 16 cm.	U: 0,18 W/m <sup>2</sup> K
-FDA ext. BH, con AISL de 20 cm.	U: 0,19 W/m <sup>2</sup> K

En las medianeras creadas con tabiquería seca, se han llegado a transmitancias mínimas de 0,17 y 0,14 W/m<sup>2</sup>K, con dobles estructuras autoportantes de 70 mm en un primer caso y de 100 mm en un segundo.

Se podría estimar que con una doble estructura de 70 mm se consigue una muy buena transmitancia térmica en la medianera, no siendo la estructura excesiva, por lo que ante espesores similares entre una estructura húmeda y una seca, los resultados térmicos de la tabiquería de pladur indudablemente son mejores sobre la húmeda.

En las medianeras el uso de cámara de aire entre las dos estructuras es de poca importancia puesto que su aportación térmica es muy baja, con lo que el realizar la cámara o no, no aporta una gran mejora térmica.

Si se aplicase sobre este análisis, el borrador sobre el documento básico DB-HE, "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, en el que se marca como valor máximo de transmitancia térmica, para medianeras en zona climática B3-Valencia, de 0,82 W/m<sup>2</sup>K, todas las medianeras creadas estarían dentro de la norma.

### 2.13.1.3 ENVOLVENTE CUBIERTA

Se inicia el análisis de envoltente de cubierta con una breve descripción de la composición y los materiales más importantes que están implicados y que afecta de una manera importante a los resultados.

A continuación y como recordatorio se describen abreviadamente las cubiertas creadas para el trabajo:

#### -Cubiertas Planas:

-Cubierta C1.3: bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+verm perl 4cm+PVC 0,1cm+MW 0,04 W/mK 6cm+LDPE 0,2cm +HLig 10cm+ FU-Bvd hrm. 25cm+Y1,5cm

-Cubierta C1.2: bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+verm perl 4cm+PVC 0,1cm+ MW 0,04

W/mK 6cm+LDPE 0,2cm +HLig 10cm+FU-Bvd ceram. 25cm+Y1,5cm

-Cubierta C1.1: bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+verm perl 4cm+PVC 0,1cm+MW 0,04  
W/mK 6cm+LDPE 0,2cm +HLig 10cm+ FU-Bvd EPS. 25cm+Y1,5cm

-Cubierta C1.4: bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+verm perl 4cm+PVC 0,1cm+MW 0,04  
W/mK 6cm+LDPE 0,2cm +HLig 10cm+ FU-Bvd EPS.30 cm+Y1,5cm

-Cubierta C1.4-A: bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+verm perl 4cm+PVC 0,1cm+MW  
0,031 W/mK 6cm+LDPE 0,2cm+Hlig 10cm+Bov. EPS25cm+Y1,5cm

-Cubierta C1.4-B: bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+verm perl 4cm+PVC 0,1cm+MW  
0,031 W/mK 6cm+LDPE 0,2cm+Hlig 10cm+Bov. EPS30cm+Y1,5cm

-Cubierta C1.8: bal. cr 0,6cm+mto cto2,4 cm+verm perl 4cm+ PVC 0,1cm+MW 0,031  
W/mK 6cm+LDPE 0,2cm +Hlig 10cm+Losa HA 25cm+Y1,5cm

-Cubierta C1.8-A: bal. cr 0,6cm+mto cto2,4cm+verm perl 4cm+PVC 0,1cm+MW  
0,031 W/mK 6cm+LDPE 0,2cm +Hlig 10cm+Losa HA30cm+Y1,5cm

#### -Cubiertas Inclinas:

-Cubierta C12.3: teja arc coc 2cm+betun fieltro 1mm+bal cer 3 cm+CA vent 5cm+  
XPS 0,034 W/mK 6cm+FU-Bvd hrm. 25cm+Y1,5cm

-Cubierta C12.3B: teja arc coc 2cm+betun fieltro 1mm+mto cto 2.4cm+XPS 0,034  
W/mK 6cm+FU-Bvd hrm. 25cm+Y1,5cm

-Cubierta C12.2: teja arc coc 2cm+betun fieltro 1mm+bal cer 3 cm+CA vent 5cm+  
XPS 0,034 W/mK 6cm+ FU-Bov. cer. 25cm+Y1,5cm

-Cubierta C12.2: teja arc coc 2cm+betun fieltro 1mm+bal cer 3 cm+CA vent 5cm+  
XPS 0,034 W/mK 6cm+ Bov. EPS 25cm+Y1,5cm

-Cubierta C12.4: teja arc coc 2cm+betun fieltro 1mm+bal cer 3cm+ CA vent 5cm+  
XPS 0,034 W/mK 6cm+ Losa HA 25cm+Y1,5cm

Los aislantes empleados en estos diferentes tipos de cubiertas han sido los siguientes:

-MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0,040 W/mK de 6 cm.

-MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0,031 W/mK de 6 cm.

-XPS, expandido con dióxido de carbono CO<sub>2</sub> de  $\lambda$ : 0.034 W/mK de 6 cm.

Los tipos de forjados y entrevigados utilizados en las diferentes cubiertas son los siguientes:

-FU entrevigado de hormigón-canto 250 y 300 mm.

-FU entrevigado de cerámico-canto 250 mm.

-FU entrevigado de EPS mecanizado enrasado-canto 250 y 300 mm.

-Losa hormigón armado 2300<d<2500-canto 250 y 300 mm.

Las cámaras de aire que incluyen las diversas cubiertas son las siguientes:

-Sin CA.

-CA 5 cm ligeramente ventilada.

Tras esta recapitulación sobre las cubiertas creadas y sus composiciones, se inicia el análisis sobre ellas.

A continuación se muestra un cuadro comparativo sobre las cubiertas planas creadas, en el que se muestra el tipo de forjado y entrevigado, relacionados con el aislamiento utilizado y las transmitancias que se han obtenido.

TRANSMITANCIAS POR TIPO DE CUBIERTA PLANA			
TIPO DE CUBIERTA PLANA		TRANSMITANCIA	Nº CUBIERTAS PROCESADAS
FJDO+ENTREVIGADO	AISLAMIENTO	U: W/m <sup>2</sup> K	
FU-BVD HRM 25 cm	MW 0,040 W/mK DE 6 cm	0,50	1
FU-BVD CRM 25 cm	MW 0,040 W/mK DE 6 cm	0,48	1
FU-BVD EPS 25 cm	MW 0,040 W/mK DE 6 cm	0,36	1
FU-BVD HRM 30 cm	MW 0,040 W/mK DE 6 cm	0,49	1
FU-BVD EPS 30 cm	MW 0,040 W/mK DE 6 cm	0,33	1
FU-BVD EPS 25 cm	MW 0,031 W/mK DE 6 cm	0,30	1
FU-BVD EPS 30 cm	MW 0,031 W/mK DE 6 cm	0,29	1
LOSA HA 25 cm	MW 0,031 W/mK DE 6 cm	0,52	1
LOSA HA 30 cm	MW 0,031 W/mK DE 6 cm	0,51	1
<b>TOTAL CUBIERTAS</b>			<b>9 CUBIERTAS</b>

Según el valor máximo de transmitancia térmica que marca el CTE-HE1 de 0,59 W/m<sup>2</sup>K, para cubiertas, en la zona climática B3 (Valencia), todas las cubiertas creadas para este trabajo cumplirían este requisito.

Se puede ver que los resultados de las transmitancias térmicas, entre un entrevigado de bovedilla de hormigón, bovedilla cerámica y EPS, (espuma de poliestireno expandido), con un mismo canto de 25 cm y un mismo aislamiento de MW 0,040 W/mK de 6 cm, varían, siendo el forjado que peor se comporta térmicamente el de bovedilla de hormigón, similar el de bovedilla cerámica y el mejor el de entrevigado EPS.

Se puede establecer que un forjado unidireccional con entrevigado, ya sea de bovedilla de hormigón o cerámica, obtienen valores similares de transmitancias térmicas, mientras que un forjado unidireccional con un entrevigado EPS, es el mejor de los tres, antes una elección de que entrevigado se comporta mejor térmicamente.

El aumentar el canto de un forjado de 25 a 30 cm, con un entrevigado de bovedilla de hormigón, afecta tan solo en 0.01 W/m<sup>2</sup>K, y con entrevigado EPS, la diferencia es de en 0.03 W/m<sup>2</sup>K en su transmitancia térmica.

Con este dato se puede deducir, que el aumento de espesor de un forjado de 25 a 30 cm no afecta considerablemente a su comportamiento térmico, ya que no baja prácticamente el valor de su transmitancia térmica.

El utilizar en una cubierta un aislamiento medio de  $\lambda$ : 0,040 W/mK o bajo de  $\lambda$ : 0,031 W/mK, tan solo hace variar el resultado de la transmitancia térmica del forjado en 0,03 W/m<sup>2</sup>K.

Entre la elección de un forjado unidireccional de entrevigado de bovedilla de hormigón o cerámica y un forjado de losa de hormigón armado, con cantos de 25 y 30 cm, térmicamente hablando es prácticamente indiferente, puesto que los forjados unidireccionales mencionados tienen una transmitancia térmica entre 0,48 y 0,50 W/m<sup>2</sup>K, y el forjado de losa de hormigón tiene valores de 0,52 y 0,51 W/m<sup>2</sup>K

En este tipo de cubiertas se llega a obtener una transmitancia térmica de 0.29 W/m<sup>2</sup>K, en forjados con entrevigado de EPS y aislamiento de 6 cm, por lo que se puede estimar, que este sería el mejor forjado de los que se han creado con este tipo de entrevigado, y que con 6 cm de aislamiento, un espesor no descabellado para una cubierta, y no excesivo, se consigue un buen comportamiento térmico.

Como se verá más adelante, el bajar la transmitancia térmica hasta valores de alrededor 0.29 W/m<sup>2</sup>K, en una cubierta, aumentando el espesor del aislamiento por encima de los 6 cm, no afectará demasiado al resultado de la calificación energética del edificio.

A continuación se muestra un cuadro comparativo sobre las cubiertas inclinadas creadas, en el que se muestra el tipo de forjado y entrevigado, relacionados con el aislamiento utilizado y las transmitancias que se han obtenido.

<b>TRANSMITANCIAS POR TIPO DE CUBIERTA INCLINADA</b>			
<b>TIPO DE CUBIERTA INCLINADA</b>		<b>TRANSMITANCIA</b>	<b>Nº CUBIERTAS PROCESADAS</b>
<b>FJDO+ENTREVIGADO</b>	<b>AISLAMIENTO</b>	<b>U: W/m<sup>2</sup>K</b>	
FU-BVD HRM 25 cm	XPS 0,034 W/mK DE 6 cm	0,45	1
FU-BVD CRM 25 cm	XPS 0,034 W/mK DE 6 cm	0,43	1
FU-BVD EPS 25 cm	XPS 0,034 W/mK DE 6 cm	0,33	1
LOSA HA 25 cm	XPS 0,034 W/mK DE 6 cm	0,46	1
FU-BVD HRM 25 cm S/CA	XPS 0,034 W/mK DE 6 cm	0,47	1
		<b>TOTAL CUBIERTAS</b>	<b>5 CUBIERTAS</b>

Como se puede ver, la diferencia de resultados de las transmitancias térmicas entre una cubierta plana transitable y una cubierta inclinada, con un mismo tipo de forjado, y aislamiento del mismo espesor y conductividad térmica es muy similar.

Para considerar este aspecto, extrapolamos de los cuadros de cubierta plana e inclinadas, tres cubiertas idénticas en ambos casos, para ver las diferencias de transmitancias térmicas entre una tipología u otra.

-Cubierta plana:

- FU-bvd hrm 25 cm MW 0,040 W/mK de 6 cm U: 0.50 W/m<sup>2</sup>K
- FU-bvd crm 25 cm MW 0,040 W/mK de 6 cm U: 0.48 W/m<sup>2</sup>K
- FU-bvd EPS 25 cm MW 0,040 W/mK de 6 cm U: 0.36 W/m<sup>2</sup>K

#### -Cubierta inclinada:

- FU-bvd hrm 25 cm XPS 0,034 W/mK de 6 cm U: 0,45 W/m<sup>2</sup>K
- FU-bvd crm 25 cm XPS 0,034 W/mK de 6 cm U: 0.43 W/m<sup>2</sup>K
- FU-bvd EPS 25 cm XPS 0,034 W/mK de 6 cm U: 0.33 W/m<sup>2</sup>K

Sabiendo que aunque estamos comparando dos tipos de cubiertas, y sus aislamientos tienen conductividades térmicas diferentes, sus transmitancias térmicas son muy similares.

Aun así, podemos averiguar según el cuadro comparativo de cubiertas planas, que la diferencia de transmitancia obtenida entre una cubierta con un aislante del mismo espesor de  $\lambda$ : 0,040 W/mK y 0,031 W/mK es de U: 0,04 W/m<sup>2</sup>K.

Con este dato, las transmitancias obtenidas tanto de cubiertas planas como inclinadas creadas, con el mismo tipo de forjado, entrevigado y espesor del aislamiento, son prácticamente iguales, debido a que el resto de capas de cada tipo de cubierta tienen inercias similares.

Por este motivo se deduce que entre las cubiertas creadas, normalmente será de poca relevancia la elección de una cubierta inclinada u horizontal por su comportamiento térmico y el valor de su transmitancia, siempre que ambas posean el mismo tipo de forjado, entrevigado y aislamiento con conductividad térmica similar e igual espesor.

La utilización o no, de una cámara de 5 cm ligeramente ventilada en cubiertas, no afecta prácticamente a las transmitancias térmicas obtenidas, entre una cubierta que la contenga contra otra que no, siendo esta diferencia de 0,02 W/m<sup>2</sup>K.

Por lo tanto la utilización o no de cámaras de aire ligeramente ventiladas en cubiertas no mejora el comportamiento térmico de una cubierta, y por lo tanto no mejora su calificación energética.

Si se aplicase sobre este análisis, el borrador sobre el documento básico DB-HE, "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, en el que se marca como valor máximo de transmitancia térmica, para cubiertas en zona climática B3-Valencia, de 0,45 W/m<sup>2</sup>K, no todas las cubiertas cumplirían este requisito.

Las cubiertas que no cumplirían este valor mínimo serían las que contienen forjado unidireccional con entrevigado de bovedilla de hormigón y cerámica, y losa de hormigón armado con un aislamiento de conductividad térmica media de 0.04 W/mK de 6 cm de espesor.

Según lo expuesto anteriormente, sobre las cubiertas creadas con aislantes de 6 cm, se tendrían que emplear estos, con conductancias térmicas bajas de al menos 0.031 W/mK, y tan solo estarían dentro del valor máximo de la norma, los forjados de mayor conductividad térmica pero con entrevigado EPS.

#### 2.13.1.4 ENVOLVENTE SUELOS

Se realiza el análisis de envolvente de suelos, comenzando con una breve descripción de la composición y los materiales implicados en la envolvente.

A continuación y como recordatorio se describen abreviadamente los suelos creados para el análisis:

-Suelo SNHO 1.3: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,040 W/mK 3 cm+ FU de hormigón de 25cm+Y1,5cm

-Suelo SNHO 1.2: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,040 W/mK 3 cm+ FU cerámico de 25cm+Y1,5cm



- Suelo SNHO 1.1: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,040 W/mK 3 cm+ FU EPS mecanizado enrasado de 25cm+Y1,5cm
- Suelo SNHO 1.1A: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,040 W/mK 3 cm+ FU EPS mecanizado enrasado de 30cm+Y1,5cm
- Suelo SNHO 1.1B: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,031 W/mK 4 cm+ FU EPS mecanizado enrasado de 25cm+Y1,5cm
- Suelo SNHO 1.1C: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,031 W/mK 4 cm+ FU EPS mecanizado enrasado de 30cm+Y1,5cm
- Suelo SNHO 1.1D: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,031 W/mK 6 cm+ FU EPS mecanizado enrasado de 30cm+Y1,5cm
- Suelo LHA-1: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,031 W/mK 4 cm+ Losa HA de 25cm+Y1,5cm
- Suelo LHA-2: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,031 W/mK 4 cm+ Losa HA de 30cm+Y1,5cm
- Suelo SNHO 1.3A: bal. cr 0,6 cm+mto cto 2,4cm+MW 0,031 W/mK 4 cm+ FU de hormigón de 25cm+Y1,5cm

Los aislantes empleados en los diferentes tipos de suelos han sido los siguientes:

- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0,040 W/mK de 3 cm.
- MW, lana mineral de  $\lambda$ : 0,031 W/mK de 4 y 6 cm.

Los tipos de forjados y entrevigados utilizados en los diferentes suelos son los siguientes:

- FU entrevigado de hormigón-canto 250 y 300 mm.
- FU entrevigado de cerámico-canto 250 mm.
- FU entrevigado de EPS mecanizado enrasado-canto 250 y 300 mm.
- Losa hormigón armado  $2300 < d < 2500$ -canto 250 y 300 mm.

Tras la revisión sobre los suelos creados y sus composiciones, de inicia el análisis sobre estos.

A continuación se muestra un cuadro comparativo sobre las suelos creados, en el que se muestra el tipo de forjado y entrevigado, relacionados con el aislamiento utilizado y las transmitancias que se han obtenido.

TRANSMITANCIAS POR TIPO DE SUELO			
TIPO DE SUELO		TRANSMITANCIA	Nº SUELOS PROCESADOS
FJDO+ENTREVIGADO	AISLAMIENTO	U: W/m <sup>2</sup> K	
FU-BVD HRM 25 cm	MW 0,040 W/mK DE 3 cm	0,87	1
FU-BVD CRM 25 cm	MW 0,040 W/mK DE 3 cm	0,80	1
FU-BVD EPS 25 cm	MW 0,040 W/mK DE 3 cm	0,51	1
FU-BVD EPS 30 cm	MW 0,040 W/mK DE 3 cm	0,47	1
FU-BVD HRM 30 cm	MW 0,031 W/mK DE 4 cm	0,57	1
FU-BVD EPS 25 cm	MW 0,031 W/mK DE 4 cm	0,40	1
FU-BVD EPS 30 cm	MW 0,031 W/mK DE 4 cm	0,37	1
FU-BVD EPS 30 cm	MW 0,031 W/mK DE 6 cm	0,30	1
LOSA HA 25 cm	MW 0,031 W/mK DE 4 cm	0,61	1
LOSA HA 30 cm	MW 0,031 W/mK DE 4 cm	0,60	1
<b>TOTAL SUELOS</b>			<b>10 SUELOS</b>

Según el valor máximo de transmitancia térmica que marca el CTE-HE1 de 0,68 W/m<sup>2</sup>K, para suelos, en la zona climática B3 (Valencia), no todos los suelos creados para este trabajo cumplirían este requisito.

Los suelos compuestos por forjados unidireccionales con 3 cm de aislamiento, estarían por encima del valor máximo que marca la norma.

Los suelos con forjado unidireccional y entrevigado de EPS, ya cumplirían con tan solo 3 cm de espesor de aislamiento.

Por los datos del cuadro comparativo se podría establecer que, para cumplir el límite establecido por el CTE-HE1, se precisa un aislamiento de al menos 4 cm de espesor en forjados unidireccionales con entrevigado de hormigón y cerámicos, y en losas de hormigón armado.

Puesto que la envolvente de suelos y cubiertas tienen en común el tipo de forjado y su entrevigado junto con los aislamientos aplicados, y el resto de hojas que diferencia una tipología de cubierta o suelo no afectan térmicamente de gran manera a un elemento constructivo u otro, todos los análisis que se hicieron en el subcapítulo anterior sobre forjados de cubierta, sirven igualmente en este subcapítulo de suelos.

Para finalizar el análisis estableceremos que, la transmitancia mínima obtenida ha sido de 0,30 W/m<sup>2</sup>K con forjado unidireccional y entrevigado EPS de 30 cm, y un aislamiento de forjado de 6 cm de espesor.

Por este punto se puede establecer que para bajar de 0.30 W/m<sup>2</sup>K, al menos se precisa un aislamiento de 6 cm, mientras que con un aislamiento de 4 cm con entrevigados de EPS de 25 y 30 cm se obtienen unas transmitancias de 40 y 37 W/m<sup>2</sup>K.

Si se aplicase sobre este análisis, el borrador sobre el documento básico DB-HE, "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, en el que se marca como valor máximo de

transmitancia térmica, para suelos en zona climática B3-Valencia, de  $0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ , no todas las cubiertas cumplirían este requisito.

Mientras que un forjado unidireccional de 25 o 30 cm, con un entrevigado EPS con 3 cm de aislamiento cumpliría la nueva norma, el resto de forjados unidireccionales con entrevigado de hormigón y cerámico, y losas de hormigón, precisarían de un aislante con un espesor mínimo de 4 cm.

#### 2.13.1.5 HUECOS DE FACHADA

Los huecos de fachada creados para el presente análisis han sido tres los cuales se muestran abreviadamente como recordatorio.

##### ✓ Huecos H1:

La tipología está formada por vidrios dobles 4-6-4 mm, con marcos metálicos sin rotura de puente térmico, con una transmitancia global del hueco de  $U: 3,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ , sin elementos fijos en huecos, salvo en los huecos de cocina, con cajas de persiana en todos los huecos menos en los huecos de cocina, estancas sin infiltración, y con una permeabilidad de  $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  con  $dP: 100 \text{ Pa}$ .

Huecos H1: vidrios 4/6/4+marc met. s/rotura pto térmico, permeabilidad  $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ +s/elem fijo -Hcocina+caja persiana estanca,- Hcocina.

##### ✓ Huecos H2:

La tipología de hueco está formada por vidrios dobles de baja emisividad, 4-15-4 mm, con marcos de PVC con tres cámaras, sin elementos fijos en huecos, salvo en los huecos de cocina, con cajas de persiana en todos los huecos, menos en los huecos de cocina, con 4 cm de aislamiento y estancos sin infiltración, con una permeabilidad de  $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  con  $dP: 100 \text{ Pa}$ .

Huecos H2: vidrios baja emis.4/15/4+marc PVC 3 cámaras, permeabilidad  $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ +s/elem fijo, -H cocina+caja persiana 4cm aisl y estanca,-H cocina.

##### ✓ Huecos H3:

La tipología de hueco seleccionada está formada por vidrios dobles de baja emisividad, 4-9-4 mm, con marco metálico con rotura de puente térmico 4-12 mm, sin elementos fijos en huecos, salvo en los huecos de cocina, con cajas de persiana en todos los huecos menos en los huecos de cocina, con 4 cm de aislamiento y estancos sin infiltración, con una permeabilidad de  $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$  con  $dP: 100 \text{ Pa}$ .

Huecos H3: vidrios baja emis.4/9/4+marc metá c/rot, pte térm, permeabilidad  $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ +s/elem fijo, -H cocina+caja persiana 4cm aisl y estanca, -H cocina.

A continuación se muestran un cuadro comparativo de las tres tipologías de huecos creadas para en este análisis, en donde se muestran todos los valores obtenidos por el programa "CERMA", tras el procesado de datos, de las transmitancias térmicas de los vidrios, carpinterías y cajones de persianas elegidos, y globales de huecos.

TIPO DE HUECOS						
TIPO	CARPINTERIAS		TRANSMIT	FACTOR SOLAR VIDRIO	GLOBAL HUECO	
			U: W/m <sup>2</sup> K	TANTO POR UNO	U:W/m <sup>2</sup> K	FACTOR SOLAR HUECO
HUECOS H1	VIDRIO	DOBLE 4-6-4	3,30	0,75	3,54	0,69
	MARCO	METAL S/ ROT. PTE TERM	5,70	PEMEABILIDAD m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> c/ΔP: 100Pa		
	PERSIANA	SIN AISL. - ESTANCA	3,50	50		
HUECOS H2	VIDRIO	DOBLE 4-15-4 BAJO EMSIVO <0,03	1,40	0,70	1,44	0,64
	MARCO	PVC 3 CÁMARAS	1,80	PEMEABILIDAD m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> c/ΔP: 100Pa		
	PERSIANA	4 cm AISL. - ESTANCA	0,80	27		
HUECOS H3	VIDRIO	DOBLE 4-9-4 BAJO EMSIVO 0,1-0,2	2,30	0,70	2,47	0,64
	MARCO	METAL C/ ROT. PTE TERMICO 4-12 mm	4,00	PEMEABILIDAD m <sup>3</sup> /Hm <sup>2</sup> c/ΔP: 100Pa		
	PERSIANA	4 cm AISL. - ESTANCA	0,80	27		

En relación a los datos globales de un hueco, el tipo de hueco H1, contiene con vidrios dobles, aplicando el más bajo, con un marco sin rotura de puente térmico, lo que da una transmitancia de 3,50 W/m<sup>2</sup>K y un factor solar de 0,69 en tanto por uno.

Estos datos son los peores que se pueden obtener de la base de datos "CERMA", de un hueco con vidrios dobles.

En la tipología de Huecos H2 se han obtenido los mejores huecos posibles según la base de datos, con un vidrio doble de baja emisividad, menor de 0,03 de 4-15-4 mm, obteniendo la menor transmitancia térmica de un vidrio en la base de datos de "CERMA" con 1,40 W/m<sup>2</sup>K, con un factor solar del vidrio de 0,70 en tanto por uno

Con vidrios de mayor espesor no se consigue una mayor transmitancia térmica siendo el límite 4-15-4 mm.

El marco aplicado es igualmente el de menor transmitancia térmica, siendo esta de 1,80 W/m<sup>2</sup>K.

La transmitancia global de un hueco con el mejor acristalamiento y el mejor marco es de 1,44 W/m<sup>2</sup>K y un factor solar del hueco de 0.64 tanto por uno.

La transmitancia térmica de un hueco sin aislamiento es de 3,50 W/m<sup>2</sup>K, con 2 cm de aislamiento de 1,30 W/m<sup>2</sup>K, y con 4 cm de aislamiento de 0,80 W/m<sup>2</sup>K.

En huecos con vidrios corrientes, el conjunto del hueco tiene una permeabilidad de 50 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> c/ΔP de 100Pa, mientras que cuando al hueco se aplica un vidrio de baja emisividad la permeabilidad se reduce a 27 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> c/ΔP de 100Pa.

El factor solar de un vidrio con vidrios dobles corrientes sería de 0.75 tanto por uno, mientras que con vidrios de baja emisividad se reduce hasta un valor de 0.70 en tanto por uno.

## 2.13.2 ANÁLISIS DE CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

Los análisis sobre las calificaciones energéticas se realizan por cada uno de las fases de experimentos que se han realizado, siendo estas la fase viable 1º, fase 2º, 3 y 4º.

### 2.13.2.1 ANÁLISIS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE VIABLE 1º

En esta fase se han procesado 28 experimentos por orientación, con un total de 112 experimentos.

Las fachadas exteriores que componen estos experimentos tienen unas transmitancias térmicas entre 0.65 y 0.15 W/m<sup>2</sup>K.

La fachada medianera tiene una transmitancia de 0.52 W/m<sup>2</sup>K, siendo una medianería corriente.

La cubierta tiene una transmitancia de 0.49 W/m<sup>2</sup>K, siendo igualmente una cubierta corriente.

El suelo consta de una transmitancia de 0.57 W/m<sup>2</sup>K, igualmente corriente y habitual.

Los huecos de estos experimentos muestran una transmitancia global del hueco de 3,54 W/m<sup>2</sup>K y un factor solar del hueco de 0.69 tanto por uno, obtenidos estos datos mediante un vidrio doble de 4/6/4 mm, un marco metálico sin rotura de puente térmico y una caja de persiana sin aislamiento y estanca.

Los equipos tienen 15 uds. de caldera de gas natural, sin acumulador con PN: 24 kW y 90% rendimiento. y 15 uds. de equipo de calefacción+refrigeración de compresión multizona por conductos con bomba de calor.

Los puentes térmicos establecidos son los adoptados en el programa "CERMA", con características constructivas de forjado no aislado, pilares no aislados, y el cerramiento conforma la jamba al doblar la hoja exterior en la mayoría de experimentos.

Tan solo en los experimentos, los cuales constan de una fachada exterior ligera trasventilada, los puentes térmicos han sido modificados teniendo un forjado aislado continuo, con pilares aislados exteriormente y cerramiento constante hasta la línea de jamba.

En esta fase y con los experimentos elegidos, se pretendía ver que calificaciones energéticas se obtenían en un edificio, con unos huecos de los más corrientes, al igual que su medianería, cubierta y suelo, con frentes de forjado y pilares sin aislar, con una serie de fachadas exteriores que han variado desde unas transmitancias térmicas altas hasta otras bajas.

Según los resultados de calificaciones energéticas obtenidas se pueden establecer los siguientes análisis:

Todas las calificaciones energéticas obtenidas, en cualquiera de las cuatro orientaciones E1, E2, E3 y E4, e indistintamente de cuál era el tipo de fachada que contenía el experimento han sido del tipo "D"

A continuación se muestra un cuadro resumido por orientaciones y experimentos agrupados, de las calificaciones energéticas obtenidas junto con las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada experimento.

Se han realizado en este cuadro tres agrupaciones por transmitancias térmicas de la fachada exterior aplicada en cada experimento, estableciendo un grupo de transmitancias altas, uno de intermedias y otro de bajas.

La última fila representa los valores de transmitancias de las fachadas ligeras trasventiladas, que están procesadas con otros puentes térmicos.

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS DE EXPERIMENTOS VIABLES FASE 1º								
TRASMIT. FACHADA	ESCENARIOS							
	E1		E2		E3		E4	
	VLC NORTE		VLC SUR		VLC ESTE		VLC OESTE	
U: W/m <sup>2</sup> K	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>
0,65-0,57	<b>D</b>	<b>17,1-16,7</b>	<b>D</b>	<b>16,4-16,1</b>	<b>D</b>	<b>17,1-16,8</b>	<b>D</b>	<b>16,5-16,2</b>
0,46-0,35	<b>D</b>	<b>16,3-15,8</b>	<b>D</b>	<b>15,6-15,1</b>	<b>D</b>	<b>15,9-15,4</b>	<b>D</b>	<b>15,7-15,3</b>
0,26-0,22	<b>D</b>	<b>15,4-15,3</b>	<b>D</b>	<b>14,3-14,1</b>	<b>D</b>	<b>15,0-14,9</b>	<b>D</b>	<b>14,9-14,7</b>
0,21-0,15	<b>D</b>	<b>13,2-12,9</b>	<b>D</b>	<b>11,8-11,5</b>	<b>D</b>	<b>11,9-11,6</b>	<b>D</b>	<b>11,9-11,6</b>

Se obtienen iguales calificaciones energéticas en experimentos con transmitancia de fachada alta que baja, aunque las emisiones de CO<sub>2</sub> son diferentes.

Los experimentos de transmitancias de fachada más bajas de 0.21 y 0.15 W/m<sup>2</sup>K, son los de las fachadas ligeras trasventiladas, las cuales tienen el frente de forjado aislado continuo, con pilares aislados exteriormente y cerramiento constante hasta la línea de jamba, por lo que tienen unos puentes térmicos mejores.

Los valores de emisiones de CO<sub>2</sub>, en orientación E1, (norte) y E3, (este), son similares, siendo los más altos, mientras que los de la orientación E2, (sur), y E4, (oeste), son los más bajos y similares igualmente.

A medida que los valores de las transmitancias térmicas, de cada una de las fachadas exteriores se reducen, las emisiones de CO<sub>2</sub> también se reducen, y como consecuencia se puede llegar a una calificación energética mejor. Este aspecto de llegar a una calificación energética mejor no ocurre estrictamente en esta fase, pero si sucede en otras.

A continuación se crea un cuadro comparativo en el que se muestran los valores de las fichas de calificación energética que emite el programa "CERMA", en donde compararemos los datos obtenidos en un escenario E1 NORTE, por elegir uno cualquiera, del experimento S2-E1, con una transmitancia térmica de la fachada de 0.65 W/m<sup>2</sup>K, contra el experimento S9-E1, en el que la fachada exterior contiene un transmitancia de 0,26 W/m<sup>2</sup>K.

Así de esta forma se podrá analizar la variación de los valores de demanda y emisiones.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA				
EXPERIMENTO	DEMANDA SENSIBLE kW/m <sup>2</sup>			CAL ENER
S2-E1	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
"U" FDA:	E39,2	D15,8	12,5	D17,1
0,65 W/m <sup>2</sup> K	EMISIONES CO2 kg/m <sup>2</sup>			
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
	E11,1	E4,7	A1,2	
CARGA INTERNA		33,61%		
VENTILACIÓN	32,29%	2,91%		
OPACOS	36,28%	26,92%		
SEMITRANSP	11,53%	34,63%		
PTS TERMICOS	19,90%	1,93%		

EMISIONES TOTALES			CALIF ENER
EXPERIMENTO	CARGA INTERNA	9,30%	D17,1
S2-E1	VENTILACIÓN	21,86%	
"U" FDA:	OPACOS	31,10%	
0,65 W/m <sup>2</sup> K	SEMITRANSP	17,10%	
	PTS TERMICOS	13,51%	
	ACS	7,14%	
EMISIONES kgCO2/m <sup>2</sup>	CALEFACCIÓN	65,19%	
	REFRIFERACIÓN	27,67%	
	ACS	7,14%	

En primer lugar se ve que hay una mayor demanda sensible en calefacción que en refrigeración, siendo la de calefacción de 39,2 kW/m<sup>2</sup>, la de refrigeración de 15,8 kW/m<sup>2</sup> y la de ACS de 12,5 kW/m<sup>2</sup>

Esto conlleva a que, contra mayor sea la demanda, mayor será el consumo de los equipos que abastecen dicha demanda, con lo que las emisiones de CO2 en calefacción, refrigeración o ACS serán mayores, siendo mayor la emisión total.

Como la demanda sensible en calefacción en este caso es mayor, las emisiones también lo serán, siendo de 11,1 CO2 kg/m<sup>2</sup> en calefacción, 4,7 CO2 kg/m<sup>2</sup> en refrigeración y 1,7 CO2 kg/m<sup>2</sup> en ACS.

La suma de las tres emisiones de los diferentes equipos proporciona la emisión total, siendo de 11,1 CO2 kg/m<sup>2</sup> y obteniéndose una calificación energética con dicha emisión de "D".

- Emisiones de Calefacción:

Si analizamos los porcentajes de emisiones en calefacción y refrigeración, se podrá saber de dónde viene cada emisión y si en su caso es mejorable o no.

La mayor de las emisiones de calefacción es la de los cerramientos opacos, es decir los muros de fachada con un 36,28%.

Este alto resultado es lógico y es debido a una alta transmitancia en la envolvente de fachada elegida en este experimento.

El porcentaje de opacos sí que se podría mejorar con una envolvente con menor transmitancia térmica.

El segundo porcentaje mayor es de la ventilación, siendo de un 32,29%.

Este porcentaje, debido a las instalaciones del edificio elegidas, es inamovible y no puede ser modificado puesto que el número de renovaciones de aire en  $m^3/h$ , que se han calculado en el programa "CERMA", son las que marca el CTE-HS3.

Sí que se podría reducir al 50% el número de renovaciones con una instalación de recuperación de calor, pero probablemente el coste de dicha instalación sería mayor que el coste de ahorro de energía que supondría, por lo que no se tiene en cuenta en este análisis.

Por último queda un porcentaje de puentes térmicos de 19,90% y de semitransparentes del 11.53%.

El porcentaje de emisiones de puentes térmicos es mejorable, puesto que se han utilizado en esta fase de experimentos, los peores valores de puentes térmicos del programa "CERMA".

El porcentaje de semitransparentes, refiriéndose a las emisiones por las pérdidas ejercidas a través de los huecos es igualmente mejorable puesto que las transmitancias globales de los huecos eran muy altas, y el factor solar el mayor con relación a otras fases.

#### - Emisiones de refrigeración:

La mayor emisión en refrigeración, es la de carga interna con un 33.61%.

En segundo lugar le siguen las emisiones de semitransparentes con 34.63% y opacos con 26,92%, y por último las emisiones de ventilación con un 2.91% y puentes térmicos con un 1.93%.

#### - Comparación entre emisiones de refrigeración:

Las emisiones de ventilación son mucho mayores en calefacción que en refrigeración siendo las primeras de 32.29% y las segundas de 2.91%.

Las emisiones de opacos son altas aunque mayores en calefacción con un 36.28% que en refrigeración con un 26.92%.

Las emisiones de semitransparentes son mayores en refrigeración con un 34,63% en comparación con las de calefacción con un 11.53%.

Las emisiones por puentes térmicos son altas en calefacción con un 19.90%, mientras que en refrigeración son bajas con un 1.93%.

En general las emisiones son altas tanto en refrigeración como en calefacción en opacos y semitransparentes, algo obvio puesto que la envolvente de fachada y los huecos tienen en este experimento transmitancias altas.

Las emisiones por ventilación en calefacción son muy altas respecto a las de refrigeración.

Las emisiones por puente térmicos son muy altas en calefacción respecto a refrigeración.

- Emissiones totales:

Las mayores emisiones son opacos con un 31,10%, seguidas de las de ventilación con un 21,86%, en tercer lugar las semitransparentes con un 17,10%, y por último los puente térmicos con 13,51%, y el ACS con 7,14%.

De los datos expuestos en los dos cuadros anteriores podemos decir que del total de las emisiones del CO<sub>2</sub> la mayor parte es en calefacción con un 65,19%, superior al de refrigeración con un 27,67 %, mientras que el ACS tan solo es de un 7.14%.

-Deducciones de los datos de demanda y emisiones:

La demanda sensible de calefacción siempre será mayor que la de refrigeración.

Esto es debido, a que, en los patrones de consumo que utiliza el programa "CERMA" para los cálculos de la demanda de los 12 meses de que consta el año, establece 8 meses de invierno, y 4 meses de verano, al igual que el horario de consumo en invierno es de todo el día, mientras que en verano solo es por la tarde.

Este patrón hace que las horas de demanda que se establecen en invierno sean mayores que las de verano, por lo que el consumo es mayor en invierno que en verano.

He de ahí que las emisiones sean mayores siempre en invierno que en verano.

Esto explica que siempre haya una mayor emisión de CO<sub>2</sub> en calefacción que en refrigeración.

Las emisiones por carga interna en refrigeración siempre serán mayores que en calefacción.

Las mayores emisiones por carga interna son en refrigeración, debidas a que en verano a la temperatura establecida en interior del edificio se le suman las aportaciones de instalaciones, equipos y personas, mientras que este valor en invierno resta.

Las emisiones de ventilación siempre serán mayores en calefacción que en refrigeración, puesto que la temperatura media en el exterior en Valencia es de 8°C y la considerada para el interior de un edificio de 21°C, con un gradiente térmico de 13°C, mientras que en verano la temperatura media en el exterior es de 30°C y la interior establecida de 25°C, con un gradiente de 5°C.

Comparando los dos valores la diferencia es de más del 50%.

Por lo que las emisiones por ventilación en calefacción, serán mayores que en refrigeración por un mayor consumo de los equipos.

Las emisiones debidas a puentes térmicos, normalmente serán mayores en calefacción que en refrigeración, puesto que la diferencia de temperatura del elemento constructivo, fuera y dentro del edificio siempre será mayor en invierno que en verano, debido a un mayor gradiente térmico que salvar en invierno.

El valor de las emisiones por semitransparentes habitualmente será mayor en refrigeración que en calefacción, debido a que en verano hay una mayor radiación solar que en invierno, sumando en verano y restando en invierno la radiación que atraviese el vidrio.

Esto hace que la temperatura del interior aumente, teniendo que consumirse más energía para alcanzar la temperatura interior de climatización, y consecuentemente hay una mayor emisión de CO<sub>2</sub>.

Si se empleasen vidrios de baja emisividad, estos dejarían pasar una menor cantidad de radiación, bajando de esta manera el valor de emisiones por refrigeración, pero en contraposición subirían los valores de emisiones por calefacción.

Debido a las circunstancias expuestas en cualquier tipo de edificio, sea la orientación que tenga, contenga unas mejores o peores envolventes, huecos y puentes térmicos, normalmente habrá una mayor emisión de CO<sub>2</sub> por calefacción que por refrigeración.

Seguidamente se muestra el segundo cuadro comparativo del experimento S2-E1, en el que el valor de la transmitancia térmica de la envolvente de fachada es mucho menor que en el anterior, siendo de 0.26 W/m<sup>2</sup>K, con la misma orientación del edificio en E1 NORTE.

De esa forma y tras expuesto los valores del experimento anterior, se podrá ver en que se mejora realmente el edificio modificando solo la envolvente de fachada, con una transmitancia obtenida mucho más baja y mejor que en el anterior experimento.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA				
EXPERIMENTO	DEMANDA SENSIBLE kW/m <sup>2</sup>			CAL ENER
S9-E1	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
"U" FDA:	D32,4	D14,9	12,5	D15,4
0,26 W/m <sup>2</sup> K	EMISIONES CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup>			
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
	D9,7	E4,5	A1,2	
CARGA INTERNA		38,21%		
VENTILACIÓN	38,50%	3,20%		
OPACOS	23,86%	16,82%		
SEMITRANSP	13,91%	39,45%		
PTS TERMICOS	23,73%	2,20%		

EMISIONES TOTALES			CALIF ENER
EXPERIMENTO	CARGA INTERNA	11,27%	D15,4
S9-E1	VENTILACIÓN	25,08%	
"U" FDA:	OPACOS	19,91%	
0,26 W/m <sup>2</sup> K	SEMITRANSP	20,34%	
	PTS TERMICOS	15,50%	
	ACS	7,90%	
EMISIONES kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	CALEFACCIÓN	62,60%	
	REFRIFERACIÓN	29,50%	
	ACS	7,90%	

Al contener este experimento una envolvente de fachada con una menor transmitancia térmica, la demanda sensible de calefacción y refrigeración se ve reducida, lo que conlleva a que las emisiones por calefacción y refrigeración se reduzcan igualmente y se consiga una menor

emisión total de CO<sub>2</sub> que podría llevar a una mejor calificación energética, aunque en este caso la reducción no es suficiente para variar la calificación.

La demanda de ACS al igual que las emisiones por este equipo, no varían de un experimento a otro.

Si observamos los porcentajes de emisiones totales por cada elemento, podremos ver que al tener un edificio con una envolvente de fachada mucho mejor, el porcentaje de opacos con respecto al experimento anterior se reduce, lo cual era lógico.

Los demás porcentajes totales de emisiones por los demás elementos siguen siendo similares, puesto que no se ha modificado ningún elemento más en el edificio de un experimento a otro.

Al reducir las emisiones por elementos opacos, la mayor emisión de CO<sub>2</sub> en este experimento es la de semitransparentes, puesto que los huecos no han sido modificados y siguen conteniendo igualmente una transmitancia alta como en el experimento anterior,

En resumen entre las emisiones con una envolvente con una transmitancia de 0.65 W/m<sup>2</sup>K y una segunda con una transmitancia de 0.26 W/m<sup>2</sup>K, se han reducido las emisiones totales en 1.7 kg de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup>.

Las emisiones por calefacción siguen siendo las más altas, seguidas de las de refrigeración y en menor cantidad ACS, igual que en el experimento anterior, aunque cada una de ellas individualmente es más baja que la del experimento anterior como es lógico.

En los dos experimentos S2-E1 y S9-E1 se ha abastecido la demanda sensible de calefacción y refrigeración con equipos de idéntica potencia.

Puesto que las emisiones de CO<sub>2</sub>, dependen del consumo de los equipos, debido a la potencia de los mismos y el número de renovaciones, y sabiendo que el consumo de los equipos depende del comportamiento térmico de los elementos opacos, semitransparentes, puentes térmicos, como el número de renovaciones es fijo en este análisis, una mayor o menor emisión de CO<sub>2</sub>, en estos dos casos y ante un igual consumo de los equipos, depende solamente de la transmitancia del elemento opaco.

Para ver qué diferencias hay entre el comportamiento del edificio ante una orientación u otra, se elige un experimento con una de sus dos fachadas exteriores orientada al norte, contra el mismo experimento pero con una de sus dos fachadas exteriores orientada al sur.

El experimento elegido para la comparación es el S9-E1, el cual tiene una envolvente de fachada de transmitancia de 0.26 W/m<sup>2</sup>K, y una fachada en orientación norte, y el experimento S9-E2, con envolvente de igual transmitancia y una de sus dos fachadas exteriores orientada al sur.

De esta manera se puede ver, que variaciones hay de comportamiento de un mismo edificio con solo esta variante.

El cuadro del experimento S9-E1 ya se expuso anteriormente y ahora se muestra el cuadro del experimento S9-E2.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA				
EXPERIMENTO	DEMANDA SENSIBLE kW/m <sup>2</sup>			CAL ENER
S9-E2	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
"U" FDA:	D29,4	D13,9	12,5	D14,3
0,26 W/m <sup>2</sup> K	EMISIONES CO2 kg/m <sup>2</sup>			
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
	D8,8	D4,2	A1,2	
CARGA INTERNA		43,56%		
VENTILACIÓN	39,41%	3,77%		
OPACOS	23,47%	19,53%		
SEMITRANSP	12,68%	30,64%		
PTS TERMICOS	24,44%	2,51%		

EMISIONES TOTALES			CALIF ENER
EXPERIMENTO	CARGA INTERNA	12,90%	D14,3
S9-E2	VENTILACIÓN	25,05%	
"U" FDA:	OPACOS	20,30%	
0,26 W/m <sup>2</sup> K	SEMITRANSP	16,92%	
	PTS TERMICOS	15,86%	
	ACS	8,52%	
EMISIONES kgCO2/m <sup>2</sup>	CALEFACCIÓN	61,36%	
	REFRIFERACIÓN	29,62%	
	ACS	8,52%	

Comparando los dos edificios con orientaciones diferentes, tal y como se ha explicado anteriormente, el de orientación sur, S9-E2, obtiene una igual calificación energética del tipo "D", pero con una menor emisión de kg de CO2 por m<sup>2</sup>.

Mirando los datos de la demanda sensible de este experimento se puede observar que es menor tanto en calefacción como en refrigeración, manteniéndose igual en ACS.

A una menor demanda se puede llegar a precisar un equipo de menor potencia, lo que ocurre en este caso, pasando de unas potencias en los servicio del experimento orientado al norte de 11 equipos de 9/6.8/3/9/3 kW y 4 equipos de 10/7.5/3.3/10/3.3 kW en el experimento S9-E1, a otras de 11 equipos de 8/6/2.7/8/2.7 kW y 4 equipos de 9/6.8/3/9/3 kW.

Al tener unos equipos de menor potencia se reducen las emisiones producidas por estos, para abastecer una menor demanda que en el caso anterior.

La reducción de emisiones totales de un experimento a otro es de 1.1 kg de CO2 por m<sup>2</sup>.

Si comparamos las emisiones por porcentajes en cada uno de los elementos, entre un experimento orientado al norte y otro al sur, son sensiblemente iguales las emisiones por carga interna, ventilación, opacos, puentes térmicos y ACS, teniendo en consideración tan solo una menor emisión por semitransparentes en donde en orientación norte se encontraba en un 30,34% y en orientación sur se reduce hasta un 16.92%.

Contabilizando las diferencias de las emisiones en porcentaje por calefacción, refrigeración y ACS, en orientación sur son sensiblemente menores, pero las proporciones se mantienen igual que en orientación norte, siendo las mayores emisiones en calefacción, reduciéndose a la mitad en refrigeración y mínimas en ACS.

Ante estos resultados se puede considerar que, ante dos edificios iguales uno de ellos con orientación norte y otro con orientación sur, con las características expresas con las que se han procesado los datos de los experimentos en esta fase viable 1º, las mayores emisiones se dan en calefacción y en refrigeración suelen representar la mitad.

Según los datos de emisiones y calificaciones energéticas obtenidas en estos experimentos, y viendo que los datos de calificaciones energéticas de los experimento con orientación norte, son similares a los de orientación este, y que lo de orientación sur son similares a los de orientación oeste, se puede exponer que en las cuatro orientaciones y con las características específicas de esta fase, las emisiones en calefacción siempre son mayores que en refrigeración.

#### 2.13.2.2 ANÁLISIS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 2º

En esta fase se han procesado 12 experimentos por orientación, con un total de 48 experimentos.

Las fachadas exteriores que componen estos experimentos tienen unas transmitancias térmicas entre 0.28 y 0.15 W/m<sup>2</sup>K.

La fachada medianera tiene una transmitancia de 0.17 W/m<sup>2</sup>K, siendo la mejor medianera creada.

La cubierta tiene una transmitancia de 0.29 W/m<sup>2</sup>K, siendo la mejor cubierta creada.

El suelo consta de una transmitancia de 0.30 W/m<sup>2</sup>K, siendo el mejor suelo creado.

Los huecos de estos experimentos son los mismos que los de la fase anterior, no habiendo ningún cambio.

Tienen una transmitancia global de hueco de 3.54 W/m<sup>2</sup>K y un factor solar de hueco de 0.69 tanto por uno, obtenidos estos datos mediante un vidrio doble de 4/6/4 mm, un marco metálico sin rotura de puente térmico y una caja de persiana sin aislamiento y estanca.

Los equipos son los mismos que los de la fase anterior.

Constan de 15 uds. de caldera de gas natural, sin acumulador con PN: 24 kW y 90% rendimiento y 15 uds. de equipo de calefacción+refrigeración de compresión multizona por conductos con bomba de calor.

Los puentes térmicos establecidos son los mismos que los de la fase anterior.

Son los adoptados en el programa "CERMA", con características constructivas de forjado no aislado, pilares no aislados, y el cerramiento conforma la jamba al doblar la hoja exterior en la mayoría de experimentos.

Tan solo en los experimentos, los cuales constan de una fachada exterior ligera trasventilada, los puentes térmicos han sido modificados teniendo un forjado aislado continuo, con pilares aislados exteriormente y cerramiento constante hasta la línea de jamba.

En esta fase lo que se pretendía era ver que comportamiento térmico tendrían los diferentes experimentos creados, modificando sobre la fase anterior, tan solo las envolventes de cubierta, suelos y medianera, manteniendo los puentes térmicos, y los huecos, y seleccionando de las envolventes de fachada exterior, ya tan solo las que obtuvieron menor transmitancia térmica de cada tipología, tanto con hoja interior de tabiquería húmeda como seca.

Según los resultados de calificaciones energéticas obtenidas se pueden establecer los siguientes análisis:

Todas las calificaciones energéticas obtenidas, en cualquiera de las cuatro orientaciones E1, E2, E3 y E4, e indistintamente de cuál era el tipo de fachada que contenía el experimento han sido del tipo "D", menos una calificación "C" en el experimento S92-E2.

A continuación se muestra un cuadro resumido por orientaciones y experimentos, de las calificaciones energéticas obtenidas junto con las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada experimento.

En este cuadro, de todos los experimentos procesados se han elegido tan solo cuatro de ellos, siendo los más representativos.

Se ha escogido el de mayor y menor valor de transmitancia térmica de fachada de envolventes que no son del tipo ligera trasventilada, mientras que los otros dos experimentos restantes son los pertenecientes a este tipo.

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS EXPERIMENTOS FASE 2°								
TRASMIT. FACHADA	ESCENARIOS							
	E1		E2		E3		E4	
	VLC NORTE		VLC SUR		VLC ESTE		VLC OESTE	
U: W/m <sup>2</sup> K	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>
0,25	<b>D</b>	<b>14,8</b>	<b>D</b>	<b>13,7</b>	<b>D</b>	<b>14,5</b>	<b>D</b>	<b>13,8</b>
0,16	<b>D</b>	<b>14,4</b>	<b>D</b>	<b>13,3</b>	<b>D</b>	<b>14,1</b>	<b>D</b>	<b>13,4</b>
0,21-0,15	<b>D</b>	<b>12,6-12,3</b>	<b>D-C</b>	<b>11,2-10,8</b>	<b>D</b>	<b>11,3-11,0</b>	<b>D</b>	<b>11,3-11,0</b>

A continuación vamos a comparar este cuadro resumen con los mismos experimentos de la fase anterior para ver cómo han variado los valores de las emisiones y las calificaciones energéticas, mejorando en esta fase las envolventes de medianera, cubierta y suelos.

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS EXPERIMENTOS VIABLES FASE 1°								
TRASMIT. FACHADA	ESCENARIOS							
	E1		E2		E3		E4	
	VLC NORTE		VLC SUR		VLC ESTE		VLC OESTE	
U: W/m <sup>2</sup> K	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>
0,25	<b>D</b>	<b>15,4</b>	<b>D</b>	<b>14,3</b>	<b>D</b>	<b>15,0</b>	<b>D</b>	<b>14,8</b>
0,16	<b>D</b>	<b>15,0</b>	<b>D</b>	<b>13,9</b>	<b>D</b>	<b>14,6</b>	<b>D</b>	<b>14,4</b>
0,21-0,15	<b>D</b>	<b>13,2-12,9</b>	<b>D</b>	<b>11,8-11,5</b>	<b>D</b>	<b>11,9-11,6</b>	<b>D</b>	<b>11,9-11,6</b>

Como se puede comprobar, en los experimentos con transmitancias de fachada de 0,25 y 0,16 W/m<sup>2</sup>K, (no correspondientes a ligera trasventilada), las calificaciones energéticas de una fase a otra, mejorando las envolventes citadas anteriormente, no han sido mejoradas y se mantiene la misma calificación para todos los experimentos.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> si que han mejorado, pero muy poco en general, siendo tan solo la reducción máxima de emisiones de 0.6 kg/m<sup>2</sup>. Valor correspondiente a fachada ligera trasventilada, con orientación sur E2.

Lo mismo ocurre con los experimentos de fachada ligera trasventilada, con transmitancias de 0,21 y 0,15 kg/m<sup>2</sup>.

Sin embargo en este tipo de fachadas, y en la orientación sur esa reducción de 0,6 kg/m<sup>2</sup>, ha servido para obtener una calificación energética superior.

Finalmente se podría decir que la mejora de las envolventes de un edificio, hasta llegar a unas transmitancias bajas, no hace que se obtenga una calificación energética mejor, con unos huecos con valores altos de transmitancias térmicas, factor solar y puentes térmicos igualmente altos.

En el caso de las dos fachadas ligeras en las que tienen unos puentes térmicos de menor valor, por tener el frente de forjado aislado, junto con los pilares exteriormente, y cerramiento constante hasta la línea de jamba, al tener unos valores de emisión más bajos que los otros experimentos, y estar cerca del límite de emisiones que marcan el paso de una calificación térmica a otra, ha obtenido en un caso una calificación superior.

Al mejorar la calidad de las envolventes de un edificio, solo se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>, y en una cantidad muy pequeña, que no compensa inicialmente el coste de la mejora de las envolventes.

Para ver que realmente, de una fase anterior a esta solo hemos mejorado el porcentaje de opacos y que las demás emisiones siguen igual, elegimos de esta fase el experimento S48-E1 con una transmitancia de fachada de 0,25 W/m<sup>2</sup>K, comparándolo con el experimento de la fase anterior S9-E1 de transmitancia de fachada 0,26 W/m<sup>2</sup>K.

Experimento S9-E1, fase viable 1º

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA				
EXPERIMENTO	DEMANDA SENSIBLE kW/m <sup>2</sup>			CAL ENER
S9-E1	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
"U" FDA:	D32,4	D14,9	12,5	D15,4
0,26 W/m <sup>2</sup> K	EMISIONES CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup>			
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
	D9,7	E4,5	A1,2	
CARGA INTERNA		38,21%		
VENTILACIÓN	38,50%	3,20%		
OPACOS	23,86%	16,82%		
SEMITRANSP	13,91%	39,45%		
PTS TERMICOS	23,73%	2,20%		

EMISIONES TOTALES			CALIF ENER
EXPERIMENTO	CARGA INTERNA	11,27%	D15,4
S9-E1	VENTILACIÓN	25,08%	
"U" FDA:	OPACOS	19,91%	
0,26 W/m <sup>2</sup> K	SEMITRANSP	20,34%	
	PTS TERMICOS	15,50%	
	ACS	7,90%	
EMISIONES kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	CALEFACCIÓN	62,60%	
	REFRIFERACIÓN	29,50%	
	ACS	7,90%	

Experimento S48-E1, fase 2º

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA				
EXPERIMENTO	DEMANDA SENSIBLE kW/m <sup>2</sup>			CAL ENER
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
<b>S48-E1</b>				<b>D14,8</b>
"U" FDA:	D30,3	D14,3	12,5	
0,25 W/m <sup>2</sup> K	EMISIONES CO2 kg/m <sup>2</sup>			
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
	D9,2	D4,4	A1,2	
<b>CARGA INTERNA</b>		39,60%		
<b>VENTILACIÓN</b>	40,70%	3,45%		
<b>OPACOS</b>	19,39%	13,75%		
<b>SEMITRANSP</b>	14,83%	40,92%		
<b>PTS TERMICOS</b>	25,80%	2,80%		

EMISIONES TOTALES			CALIF ENER
EXPERIMENTO	CARGA INTERNA	11,87%	<b>D14,8</b>
<b>S48-E1</b>	VENTILACIÓN	26,19%	
"U" FDA:	OPACOS	16,10%	
0,25 W/m <sup>2</sup> K	SEMITRANSP	21,44%	
	PTS TERMICOS	16,18%	
	ACS	8,22%	
EMISIONES kgCO2/m <sup>2</sup>	CALEFACCIÓN	61,80%	
	REFRIFERACIÓN	29,98%	
	ACS	8,22%	

Comparando los dos experimentos con la variación de la mejora de sus envolventes, se han reducido sensiblemente las emisiones totales de un experimento a otro debido a la reducción de las emisiones en elementos opacos.

En total se han reducido de 19,91% al 16,10%.

Las demás emisiones tanto en calefacción como en refrigeración siguen siendo prácticamente las mismas.

### 2.13.2.3 ANÁLISIS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 3º

En esta fase se han procesado 6 experimentos por orientación, con un total de 24 experimentos.

Las fachadas exteriores que componen estos experimentos tienen unas transmitancias térmicas entre 0.24 y 0.15 W/m<sup>2</sup>K.

Las envolventes de medianera, cubierta y suelo son las mismas que en la fase anterior, y ya de por sí, son las que han obtenido las menores transmitancias térmicas de todas las creadas en cada caso.

La fachada medianera tiene una transmitancia de 0.17 W/m<sup>2</sup>K.

La cubierta tiene una transmitancia de 0.29 W/m<sup>2</sup>K.

El suelo consta de una transmitancia de 0.30 W/m<sup>2</sup>K.

En esta fase se modificaban los huecos, creando los mejores que se podían obtener de la base de datos del programa "CERMA"

Los huecos de esta fase tienen una transmitancia global de hueco de 1,44 W/m<sup>2</sup>K y un factor solar de hueco de 0.64 tanto por uno, obtenidos estos datos mediante un vidrio doble de baja emisividad < 0.03 y 4/15/4 mm, un marco de PVC de tres cámaras y una caja de persiana con 4 cm de aislamiento y estanca.

Los equipos son los mismos que los de la fase anterior.

Constan de 15 uds. de caldera de gas natural, sin acumulador con PN: 24 kW y 90% rendimiento y 15 uds. de equipo de calefacción+refrigeración de compresión multizona por conductos con bomba de calor.

Los puentes térmicos establecidos son los mismos que los de la fase anterior.

Son los adoptados en el programa "CERMA", con características constructivas de forjado no aislado, pilares no aislados, y el cerramiento conforma la jamba al doblar la hoja exterior en la mayoría de experimentos.

Tan solo en los experimentos, los cuales constan de una fachada exterior ligera trasventilada, los puentes térmicos han sido modificados teniendo un forjado aislado continuo, con pilares aislados exteriormente y cerramiento constante hasta la línea de jamba.

En esta fase lo que se pretendía era ver que comportamientos térmicos tendrían los diferentes experimentos creados, disponiendo de las mejores envolventes de cubierta, suelo, y medianera, como en la fase anterior, eligiendo en esta fase tan solo ya las mejores envolventes de fachadas exterior, independientemente de si sus hojas interiores son de tabiquería húmeda o seca, manteniendo los mismos puentes térmicos, pero mejorando los huecos de los experimentos con los mejores que se podían obtener de la base de datos de la aplicación informática.

Según los resultados de calificaciones energéticas obtenidas se pueden establecer los siguientes análisis:

Todas las calificaciones energéticas obtenidas, en cualquiera de las cuatro orientaciones E1, E2, E3 y E4, e indistintamente de cuál era el tipo de fachada que contenía el experimento, han sido del tipo "C", menos una calificación "D" en el experimento S43-E1.

A continuación puesto que en esta fase se han procesado un menor número de experimentos, se muestra en el cuadro todas las calificaciones energéticas obtenidas.

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS EXPERIMENTOS FASE 3º								
TRASMIT. FACHADA	ESCENARIOS							
	E1		E2		E3		E4	
	VLC NORTE		VLC SUR		VLC ESTE		VLC OESTE	
U: W/m <sup>2</sup> K	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>
0,17	<b>C</b>	<b>10,9</b>	<b>C</b>	<b>8,4</b>	<b>C</b>	<b>10,1</b>	<b>C</b>	<b>8,6</b>
0,18	<b>C</b>	<b>10,9</b>	<b>C</b>	<b>8,4</b>	<b>C</b>	<b>10,1</b>	<b>C</b>	<b>8,6</b>
0,24	<b>D</b>	<b>11,7</b>	<b>C</b>	<b>9,2</b>	<b>C</b>	<b>10,4</b>	<b>C</b>	<b>9,8</b>
0,18	<b>C</b>	<b>10,9</b>	<b>C</b>	<b>8,4</b>	<b>C</b>	<b>10,1</b>	<b>C</b>	<b>8,6</b>
0,16	<b>C</b>	<b>10,9</b>	<b>C</b>	<b>8,4</b>	<b>C</b>	<b>10,0</b>	<b>C</b>	<b>8,6</b>
0,15	<b>C</b>	<b>8,7</b>	<b>C</b>	<b>7,5</b>	<b>C</b>	<b>8,1</b>	<b>C</b>	<b>7,7</b>

En esta fase, aparte de tener en la anterior ya las mejores envolventes que se han creado en el proceso de este trabajo, se mejoran los huecos hasta el mayor nivel que ha permitido la base de datos del programa "CERMA", con lo que la mejora tanto en la obtención de las calificaciones energéticas como en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> se constata que ha sido considerable.

Como se puede ver, todos los experimentos procesados han obtenido una calificación Tipo "C" menos el experimento con mayor transmitancia térmica en fachada y en la orientación norte.

La única opción posible que quedaría sobre estos experimentos para mejorar sus emisiones y calificación energética, sería la de mejorar los puentes térmicos con los que se han procesado los datos.

Dicha mejora no se realiza en este trabajo, entendiendo que los huecos creados, ya de por sí son excesivamente buenos, y no utilizados corrientemente, así que llegar a saber cuál sería la mejor calificación posible mejorando los puentes térmicos sobre una mejora de carpinterías algo irreal, no representa un gran valor en este tipo de análisis.

En esta fase igualmente, los menores valores de emisión de CO<sub>2</sub>, siguen siendo los de la fachada ligera trasventilada, que es la que tiene en el cuadro comparativo 0,15 W/m<sup>2</sup>K de transmitancia térmica.

Sabiendo que en este experimento, que por el tipo de fachada, trasventilada ligera, contiene unos puentes térmicos mejorados, con aislamiento continuo del frente de forjado, aislamiento exterior de pilares, y cerramiento constante hasta línea de jamba, se puede manifestar que dicho experimento es el mejor que se puede podía procesar con el edificio dado y las envolventes de fachada, cubierta, y suelos creadas.

Con lo expuesto anteriormente, la mejor calificación energética que se obtiene en esta fase es la del tipo "C", con una emisión de CO<sub>2</sub> entre 8,7 a 7,5 W/m<sup>2</sup>K, en cualquiera de las cuatro orientaciones dadas.

En esta fase específica, con los mejores envolventes creadas, así como los mejores huecos, la mejora de los puentes térmicos, no supone una mejora en la calificación energética, aunque sí una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Sobre la mejora en los huecos realizada en esta fase, cabe mencionar, que en la fase anterior el tipo de vidrio utilizado en los huecos de doble 4-6-4 mm, con un factor solar de 0,75 en tanto por uno.

En esta fase se ha utilizado un vidrio de emisividad baja < 0,03 4-15-4 mm, con un factor solar de 0,70 tanto por uno.

Con un vidrio sin baja emisividad, la radiación solar que atraviesa el mismo es mayor que uno de baja emisividad como el de esta fase.

Por lo que con un vidrio sin baja emisividad, perjudica en verano, pero ayuda en invierno, al consumo y emisiones de CO<sub>2</sub>, mientras que con un vidrio de baja emisividad ocurre al contrario.

Para ver como se han reducido las emisiones por elementos semitransparentes, y el conjunto total de los datos obtenidos en estos experimentos, se muestran los datos del experimento S43-E1, con una transmitancia en fachada de 0,24 W/m<sup>2</sup>K, que se compara con el experimento de la anterior fase 2º S48-E1, con transmitancia de fachada de 0,25 W/m<sup>2</sup>K, siendo estas casi idénticas.

Experimento S48-E1, fase 2º

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA				
EXPERIMENTO	DEMANDA SENSIBLE kW/m <sup>2</sup>			CAL ENER
S48-E1	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
"U" FDA:	D30,3	D14,3	12,5	D14,8
0,25 W/m <sup>2</sup> K	EMISIONES CO <sub>2</sub> kg/m <sup>2</sup>			
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
	D9,2	D4,4	A1,2	
CARGA INTERNA		39,60%		
VENTILACIÓN	40,70%	3,45%		
OPACOS	19,39%	13,75%		
SEMITRANSP	14,83%	40,92%		
PTS TERMICOS	25,08%	2,28%		

EMISIONES TOTALES			CALIF ENER
EXPERIMENTO	CARGA INTERNA		D14,8
S48-E1	VENTILACIÓN	11,87%	
"U" FDA:	OPACOS	26,19%	
0,25 W/m <sup>2</sup> K	SEMITRANSP	16,10%	
	PTS TERMICOS	21,44%	
	ACS	16,18%	
EMISIONES kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	CALEFACCIÓN	8,22%	
	REFRIFERACIÓN	61,80%	
	ACS	29,98%	
		8,22%	

Experimento S43-E1, fase 3º

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA				
EXPERIMENTO	DEMANDA SENSIBLE kW/m <sup>2</sup>			CAL ENER
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
<b>S43-E1</b>				<b>D11,7</b>
"U" FDA:	C16,3	D15,4	12,5	
0,24 W/m <sup>2</sup> K	EMISIONES CO2 kg/m <sup>2</sup>			
	CALEFACCIÓN	REFRIGERACIÓN	BRUTA ACS	
	C5,6	E4,9	A1,2	
<b>CARGA INTERNA</b>		41,72%		
<b>VENTILACIÓN</b>	47,12%	2,83%		
<b>OPACOS</b>	22,19%	13,36%		
<b>SEMITRANSP</b>	3,21%	40,37%		
<b>PTS TERMICOS</b>	26,67%	1,72%		

EMISIONES TOTALES			CALIF ENERG
EXPERIMENTO	CARGA INTERNA	11,45%	<b>D11,7</b>
<b>S43-E1</b>	VENTILACIÓN	23,69%	
"U" FDA:	OPACOS	19,86%	
0,24 W/m <sup>2</sup> K	SEMITRANSP	18,42%	
	PTS TERMICOS	13,46%	
	ACS	10,42%	
EMISIONES kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	CALEFACCIÓN	47,76%	
	REFRIFERACIÓN	41,82%	
	ACS	10,42%	

Se constata que del experimento S48-E1 de la anterior fase al S43-E1 de esta fase 3º las emisiones en calefacción por semitransparentes se han reducido de un 14,83% a un 3,21%, siendo una reducción muy considerable.

En porcentajes totales de emisión de CO<sub>2</sub>, se reduce de la anterior fase 2º a la fase 3º de un 21,44% en emisiones por semitransparentes a un 18,42%.

#### 2.13.2.4 ANÁLISIS CALIFICACIONES ENERGÉTICAS FASE 4º

En esta fase se han procesado 6 experimentos por orientación, con un total de 24 experimentos.

Las fachadas exteriores que componen estos experimentos son las mismas que las de la fase anterior F3º, teniendo unas transmitancias térmicas comprendidas entre 0.24 y 0.15 W/m<sup>2</sup>K.

Las envolventes de medianera, cubierta y suelo son las mismas que en la fase anterior, y ya de por sí, son las que han obtenido las menores transmitancias térmicas de todas las creadas en cada caso.

La fachada medianera tiene una transmitancia de 0.17 W/m<sup>2</sup>K.

La cubierta tiene una transmitancia de 0.29 W/m<sup>2</sup>K.

El suelo consta de una transmitancia de 0.30 W/m<sup>2</sup>K.

En esta fase se modificaban los huecos. Mientras que en la fase Viable 1º y la fase 2º, los huecos eran los de peores valores, y en la fase 3º los de mejores valores y comportamiento térmico, en esta fase los huecos creados se obtienen pensando en tener unos valores intermedios entre las dos primeras fases y la anterior.

Los huecos de esta fase tienen una transmitancia global de hueco de 2,47 W/m<sup>2</sup>K y un factor solar de hueco de 0,64 tanto por uno, obtenidos estos datos mediante un vidrio doble de baja emisividad 0.1-0.2 y 4/9/4 mm, un marco metálico con rotura de puente térmico de 4-12 mm y una caja de persiana con 4 cm de aislamiento y estanca.

Los equipos son los mismos que los de la fase anterior.

Constan de 15 uds. de caldera de gas natural, sin acumulador con PN: 24 kW y 90% rendimiento. y 15 uds. de equipo de calefacción+refrigeración de compresión multizona por conductos con bomba de calor.

Los puentes térmicos en esta fase, de todos aquellos experimentos que no contienen una fachada del tipo ligera trasventilada se mejoran, aislando el frente de forjado, y los pilares por la parte exterior, y con un cerramiento constante hasta la línea de jamba.

El experimento, el cual consta de una fachada exterior ligera trasventilada, sigue teniendo los puentes térmicos de un forjado aislado continuo, con pilares aislados exteriormente y cerramiento constante hasta la línea de jamba.

En esta fase lo que se pretendía era ver que comportamiento térmico tendrían los diferentes experimentos creados, con las mejores envolventes creadas, tanto de fachada exterior de cada tipología, medianeras, cubierta y suelos, con unos huecos con un comportamiento térmico intermedio, sobre todos los anteriores experimentos, y por último mejorando los puentes térmicos del edificio para ver cuál sería el nuevo comportamiento global del mismo.

Según los resultados de calificaciones energéticas obtenidas, se pueden establecer los siguientes análisis:

1º Todas las calificaciones energéticas obtenidas, en cualquiera de las cuatro orientaciones E1, E2, E3 y E4, e indistintamente de cuál era el tipo de fachada que contenía el experimento han sido del tipo "C".

A continuación se muestran los resultados de las calificaciones energéticas de todos los experimentos procesados en esta fase junto con los de la fase anterior para ver las variaciones en las emisiones de CO2 entre una fase y otra.

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS EXPERIMENTOS FASE 4º								
TRASMIT. FACHADA	ESCENARIOS							
	E1		E2		E3		E4	
	VLC NORTE		VLC SUR		VLC ESTE		VLC OESTE	
U: W/m <sup>2</sup> K	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>
0,17	C	9,9	C	7,4	C	8,4	C	8,1
0,18	C	9,9	C	7,5	C	8,5	C	8,1
0,24	C	10,2	C	8,1	C	8,7	C	8,3
0,18	C	9,9	C	7,5	C	8,5	C	8,1
0,16	C	9,9	C	7,4	C	8,4	C	8,0
0,15	C	9,7	C	7,2	C	8,2	C	7,8

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS EXPERIMENTOS FASE 3º								
TRASMIT. FACHADA	ESCENARIOS							
	E1		E2		E3		E4	
	VLC NORTE		VLC SUR		VLC ESTE		VLC OESTE	
U: W/m <sup>2</sup> K	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>	CALIFIC.	CO <sub>2</sub> :kg/m <sup>2</sup>
0,17	C	10,9	C	8,4	C	10,1	C	8,6
0,18	C	10,9	C	8,4	C	10,1	C	8,6
0,24	D	11,7	C	9,2	C	10,4	C	9,8
0,18	C	10,9	C	8,4	C	10,1	C	8,6
0,16	C	10,9	C	8,4	C	10,0	C	8,6
0,15	C	8,7	C	7,5	C	8,1	C	7,7

Comparando los resultados entre la fase 3 y la fase 4º no varían las calificaciones energéticas, salvo en un caso, y hay una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Por último se puede establecer que con unos experimentos con un mínimo de mejora en los valores de sus huecos, además de una mejora sobre sus puentes térmicos, se obtendrán unas menores emisiones de CO<sub>2</sub> que con experimentos con los mejores huecos posibles, pero si mejorar los puentes térmicos del edificio.

### 2.13.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se realiza por cada una de las fases de experimentos de que consta el presente trabajo.

De esta manera dentro de cada fase, si se requiere, se pueden comparar los diferentes presupuestos creados dentro de la misma, o bien analizar los presupuestos comparables entre una fase u otra, según convenga al análisis.

Todos los experimentos seleccionados tienen una orientación norte, "E1", por lo cual, lo realmente relevante del análisis será la estrategia de cada experimento que se analice.

#### 2.13.3.1 ANÁLISIS ECONÓMICO FASE VIABLE 1º

En esta fase los experimentos seleccionados para análisis en la misma fase o entre otras son:

S2-E1, S5-E1, S10-E1, S85B-E1, S89-E1.

Las estrategias correspondientes a dichos experimentos son:

S2, S5, S10, S34, S85, S89.

A continuación se presenta un cuadro comparativo en donde se muestran, el tipo de fachada exterior en los experimentos seleccionados, con el aislante que contiene, su espesor, las transmitancias térmicas de envolventes y huecos, el importe de coste, tan solo del aislante que contiene la fachada, el consumo de energía eléctrica final en kWh/año y el precio de la energía eléctrica final por año, junto con la calificación energética obtenida del experimento, y el valor de las emisiones correspondiente de CO<sub>2</sub> en kg/m<sup>2</sup> año.

En este cuadro se están comparando edificios completamente iguales, salvo en el tipo de envolvente de fachada exterior, cuya diferencia es el tipo de aislante y espesor utilizados.

Los importes presentados son costes directos, CD, del material, M, con mano de obra, MO y costes directos complementarios, CDC, sin coste indirecto, CI, e IVA.

El precio del kW/h que se utiliza para la obtención del precio de energía eléctrica, en euros/año de cada experimento, es de 0,150938 €/kWh, (s/BOE nº 313 29/12/2012), al cual no se le aplica para este cálculo el termino de potencia, equipos de medida, impuesto eléctrico, e IVA.

Los datos del consumo de energía eléctrica final se obtienen del procesado de datos del programa "CERMA"

FASE VIABLE 1º									
CUADRO COMPARATIVO DE FDAS EXT. POR IMPORTE DE AISL, CONS. Y PRECIO ENER. Y CALIF. ENER.									
EXPER.	FDA	AISLAMIENTO		TRANS FDA	IMP. TOTAL	CONS. ENER	PRECIO ENER	CALIF ENER	
		TIPO AISLANTE	ESP.	U: W/m <sup>2</sup> K	EUROS	kWh/AÑO	EUROS/AÑO	CLF	CO <sub>2</sub> : kg/m <sup>2</sup> año
S2-E1	FDA T2	EPS, λ: 0,046 W/mK	4 cm	0,65	6.991,78	24.487,15	3.696,04	D	17,1
S5-E1	FDA T5	EPS, λ: 0,037 W/mK	8 cm	0,35	15.832,94	21.771,38	3.286,13	D	15,8
S10-E1	FDA T10	EPS, λ: 0,025 W/mK	10 cm	0,21	26.900,89	20.504,85	3.094,96	D	15,2
S85B-E1	FDA T85B	XPS, λ: 0,025 W/mK MW, λ: 0,031 W/mK	16 cm	0,16	33.722,83	20.053,69	3.026,86	D	15,0
<b>TRANSM. TÉRMICAS "U": MEDIANERA: 0,52W/m<sup>2</sup>K - HUECOS: 3,54W/m<sup>2</sup>k - CUBIERTA: 0,49W/m<sup>2</sup>k - SUELO: 0,57W/m<sup>2</sup>k</b>									

Todos los experimentos seleccionados obtuvieron una calificación "D" con emisiones entre 15,0 y 17,1 kg/m<sup>2</sup> año.

Sin embargo las fachadas que componen cada experimento, al contener diferentes tipos de aislamiento, con diferentes precios, representan presupuestos que van desde un importe de 6.991,78 € al mayor de 33.722,83 €.

Dividiendo el importe total de cada experimento, (edificio tipo), entre las 15 viviendas del inmueble, se obtiene la repercusión por vivienda que supone el aislante y su colocación en los diferentes tipos de fachadas, en un mismo tipo de edificio.

-S2-E1/FDA T2	6.991,78€/ : 466,12 €/viv.
- S5-E1/FDA T5	15.832,94€/ : 1.055,53 €/viv.
- S10-E1/FDA T10	26.900,89€/ : 1.793,39 €/viv.
- S85B-E1/FDA T85B	33.722,83€/ : 2.248,19 €/viv.

Estas serían las repercusiones por vivienda en fachada por el tipo aislamiento instalado.

Como se puede ver en esta fase de experimentos, el intentar mejorar la envolvente de fachada, cuando las demás envolventes contienen valores de transmitancias bajos, y con unas carpinterías y vidrios de baja calidad, la repercusión económica que supone tal mejora, no hace que la calificación energética sea mejor o que las emisiones se reduzcan considerablemente.

El experimento S89-E1 pertenece a una fachada trasventilada ligera, conteniendo aislamiento en frente de forjado y pilares, por este motivo la repercusión del coste sobre vivienda será mayor al ser la suma de lo que representa el importe del aislamiento de fachada junto con el aislamiento por puentes térmicos.

- S89-E1 coste aislamiento fachada:	27.627,43 €
- S89-E1 coste aislamiento PTE TER:	<u>3.327,97 €</u>
	30.955,40 €

La repercusión por vivienda será de 30.955,40 € / 15 vivi: 2.063,69 € / viv.

TIEMPO DE MORTIZACIÓN DE LA DIFERENCIA DE COSTE TOTAL DE MATERIALES, ENTRE DIFERENTES EXPERIMENTOS EN FASE VIABLE 1º, SOBRE EL AHORRO EN EUROS, DE LA ENERGIA CONSUMIDA EN UN AÑO.

AHORRO CONSUMO Y COSTE ENRGÉTICO SOBRE INVERSIÓN EN AISL - TIEMPO DE AMORTIZACIÓN - VAN							
EXP S2,S5,S10,S85B-E1		DIFERENCIA	REPERCUSIÓN	AHORRO		TIEMPO AMORTIZ	VAN 50 AÑOS
FACHADAS		IMP. TOTAL	VIVIENDAS	CONS. ENER	PRECIO ENER		
		EUROS	15 VIV.	kWh/AÑO	EUROS/AÑO	AÑO	>0 =0 <0
S2-E1/FDA T2	S5-E1/FDA T5	<b>8.841,16</b>	589,41	<b>-2.715,77</b>	<b>-409,91</b>	21,57	<b>&gt;0 a 26</b>
	S10-E1/FDA T10	<b>19.909,11</b>	1.327,27	<b>-3.982,31</b>	<b>-601,08</b>	33,12	<b>&lt;0</b>
	S85B-E1/FDA T85B	<b>26.731,05</b>	1.782,07	<b>-4.433,46</b>	<b>-669,18</b>	39,95	<b>&lt;0</b>

En el cuadro anterior se muestra la diferencia de importe total que supone la inversión en aislamiento sobre los experimentos S5-E1, S10-E1 y S85B-E1, respecto al experimento inicial S2-E1.

Igualmente se muestra el ahorro en consumo de energía que supondrían dichas inversiones y como consecuencia el ahorro en el precio de la misma en euros al año.

La amortización resultante de la división del sobre coste del aislamiento entre el ahorro de energía obtenido en euros al año, tiene como resultado unos plazos de amortización de 21,57, 33,12 y 39,95 años.

RENTABILIDAD DEL DINERO INVERTIDO QUE SUPONE LA MEJORA DE MATERIAL EN RELACIÓN AL AHORRO QUE REPRESENTA, RESPECTO A UNA INVERSIÓN BANCARIA

Para establecer si es rentable en un plazo de 50 años, la inversión de dinero que supone el sobrecoste de material en diferentes envolventes de fachada exterior en fase viable 1º, sobre el ahorro de dinero que representa dicha inversión, respecto a la rentabilidad que se obtendría de dicho desembolso en un depósito bancario, se calcula el "VAN", Valor Actual Neto.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1 + K)^t} - I_0$$

Dónde:

VAN: Valor actual neto.

Vt: Representa los flujos de caja en cada periodo t. (409,91 - 601,08 - 669,18 €/año)

I<sub>0</sub>: Es el valor de desembolso inicial de la inversión. (8.841,16 - 19.909,11 - 26.731,05 € Totales).

n: Es el número de periodos considerado. (50 años).

K: El tipo de interés. (3%).

Si:

VAN > 0: Ganancias, (Aceptable).

VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).

VAN = 0: Pérdidas y ganancias=0

EXP S2-E1 - S5-E1

$$VAN = \sum_{t=1}^n -8.841,16 + \frac{409,91}{(1 + 0.03)} + \frac{409,91}{(1 + 0.03)^2} + \dots + \frac{409,91}{(1 + 0.03)^{50}}$$

$$VAN = 1.705,73 \text{ €}$$

**VAN > 0: Ganancias, (Aceptable).**

El resultado representa que el mantener el dinero del desembolso inicial durante 50 años en un banco a plazo fijo con un interés del 3%, es menos rentable que el ahorro en dinero que supone la instalación de un tipo de material u otro en el edificio tipo estudiado a partir de 26 años.

La rentabilidad del desembolso inicial se hace efectiva a partir de 26 años

EXP S2-E1 – S10-E1

$$VAN = \sum_{T=1}^n -19.909,11 + \frac{601,08}{(1 + 0.03)} + \frac{601,08}{(1 + 0.03)^2} + \dots + \frac{601,08}{(1 + 0.03)^{50}}$$

$$VAN = -4.443,46 \text{ €}$$

**VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).**

El resultado representa que el mantener el dinero del desembolso inicial durante 50 años en un banco a plazo fijo con un interés del 3%, es más rentable que el ahorro en dinero que supone la instalación de un tipo de material u otro en el edificio tipo estudiado.

EXP S2-E1 – S85B-E1

$$VAN = \sum_{T=1}^n -26.731,05 + \frac{669,18}{(1 + 0.03)} + \frac{669,18}{(1 + 0.03)^2} + \dots + \frac{669,18}{(1 + 0.03)^{50}}$$

$$VAN = -9.513,31 \text{ €}$$

**VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).**

El resultado representa que el mantener el dinero del desembolso inicial durante 50 años en un banco a plazo fijo con un interés del 3%, es más rentable que el ahorro en dinero que supone la instalación de un tipo de material u otro en el edificio tipo estudiado.

2.13.3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO FASE 2º

En la fase 2º los experimentos seleccionados para análisis en la misma fase o con otras fases son:

S10-E1, S34B-E1, S85B-E1, S89-E1.

Las estrategias correspondientes a dichos experimentos son:

S10, S34B, S85B, S89.

En esta fase de experimentos se mejoraban, las envolventes de medianería, cubierta y suelo, manteniendo el mismo tipo de huecos y puentes térmicos que en la fase anterior.

Ya que las envolventes de fachada exterior son las mismas que en la fase anterior, el análisis en esta fase se centra en la repercusión económica que supone la mejora de las envolventes de medianería, cubierta y suelo.

A continuación se presentan dos cuadros diferentes del experimento S10-E1 en fase viable 1º y en fase 2º en donde se muestra importe del coste total del aislamiento en las envolventes de medianería, cubierta y suelo, el importe del entrevigado utilizado, las transmitancias térmicas de las envolventes, así como con el consumo de energía en kWh/año, el precio de la energía consumida en euros/año y el plazo de amortización de dicha energía respecto al coste total del aislamiento de las envolventes utilizadas y los entrevigados.

Los importes son costes directos, CD del material, M, con mano de obra, MO, y costes directos complementarios, CDC, sin costes indirectos, CI, e IVA.

El precio del kW/h que se utiliza para la obtención del precio de energía eléctrica, en euros/año de cada cuadro, es de 0,150938 €/kWh, (s/BOE nº 313 29/12/2012), al cual no se le aplica para este cálculo el término de potencia, equipos de medida, impuesto eléctrico, e IVA.

Los datos del consumo de energía eléctrica final se obtienen del procesado de datos del programa "CERMA"

CUADRO IMPORTES AISL EN ENVOLVENTES-ENTREVI, CON CONSUMO Y PRECIO ENER. EN EXPERIMENTO "S10-E1" - FASE VIABLE 1º							
ENVOLVENTES	AISLAMIENTO	TRANS ENV	IMP. TOTAL	CONS. ENER	PRECIO ENER		
	TIPO AISLANTE	U: W/m <sup>2</sup> K	EUROS	kWh/AÑO	EUROS/AÑO		
MEDIANERA T1	MW, λ: 0,031 W/mK	0,52	4.561,92				
CUBIERTA C1-3A	MW,λ: 0,040 W/mK	0,49	7.890,32				
SUELO SNHO1,3A	MW,λ: 0,031 W/mK	0,57	2.055,70				
	<b>TIPO ENTREVIGADO</b>						
ENTREV CUB	Bov H 70in-59x30		3.475,82				
ENTREV SUELO	Bov H 70in-59x31		3.444,14				
	<b>FDA EXT. T10</b>	0,21					
	<b>HUECOS 1</b>	3,54					
	<b>TOTAL</b>		<b>21.427,90</b>			<b>20.504,85</b>	<b>3.094,96</b>

CUADRO IMPORTES AISL EN ENVOLVENTES-ENTREVI, CON CONSUMO Y PRECIO ENER. EN EXPERIMENTO "S10-E1" - FASE 2º							
ENVOLVENTES	AISLAMIENTO	TRANS ENV	IMP. TOTAL	CONS. ENER	PRECIO ENER		
	TIPO AISLANTE	U: W/m <sup>2</sup> K	EUROS	kWh/AÑO	EUROS/AÑO		
MEDIANERA T5	MW, λ: 0,031 W/mK	0,17	13.841,28				
CUBIERTA C1-4B	MW,λ: 0,031 W/mK	0,29	6.723,78				
SUELO SNHO1,1D	MW,λ: 0,031 W/mK	0,30	3.083,55				
	<b>TIPO ENTREVIGADO</b>						
ENTREV CUB	EPS E. mec		6.349,67				
ENTREV SUELO	EPS E. mec		6.291,79				
	<b>FDA EXT. T10</b>	0,21					
	<b>HUECOS 1</b>	3,54					
	<b>TOTAL</b>		<b>36.290,07</b>			<b>19.384,85</b>	<b>2.925,91</b>

#### ANÁLISIS SOBRE IMPORTE TOTAL DE AISLANTES Y ENTREVIGADOS, EN FASE VIABLE 1º Y FASE 2º

Según los dos cuadros anteriores, la diferencia entre los que supone el utilizar en este tipo de experimentos, los aislamientos que se designan para las envolventes mostradas y entrevigado, es de 36.290,07 € - 21.427,90 € = 14.862,17 euros

Esta diferencia de importe repercute sobre cada una de las 15 viviendas del edificio en: 14.862,17 € / 15 viv: 990,81 euros.

Este dato constata que la mejora de estas envolventes, no repercute en exceso en el coste de cada una de las viviendas.

Para ver si entre un experimento de la fase viable 1º y el mismo en la fase 2º, la calificación energética ha mejorado reduciéndose las emisiones de CO<sub>2</sub>, todo ello debido a las mejoras citadas, se compara el experimento S10-E1 de la fase viable 1º, con el S10-E1 de la fase 2º.

- Experimento S10-E1 Fase Viable 1º: Calificación Energética "D" con 15,2 kg/m<sup>2</sup>año CO<sub>2</sub>
- Experimento S10-E1 Fase 2º: Calificación Energética "D" con 14,7 kg/m<sup>2</sup>año CO<sub>2</sub>

Como se puede ver en la comparación de estos dos experimentos, las mejoras en las envolventes de medianería, cubierta y suelos no han servido para mejorar la calificación energética, ni para reducir considerablemente las emisiones, debido a que aunque todas las envolventes del edificio contienen unos valores bajos en transmitancias térmicas, las carpinterías y los vidrios del mismo son de baja calidad, con un mal comportamiento térmico.

El experimento S89-E1, correspondiente a una fachada ligera trasventilada, que tiene aislamiento en frentes de forjado y caras exteriores de pilares, tampoco ha obtenido una mejor calificación energética siendo del tipo "D".

Por lo tanto se podría decir, que todo el dinero invertido en un edificio mejorando todas sus envolventes, de fachada exterior, medianera, cubierta y suelos, así como la mejora de puentes térmicos por aislamiento de frentes de forjado y caras exteriores de pilares de fachada, será en vano y no mejorara de una forma importante su comportamiento térmico, si dispone de unas carpinterías y vidrios de baja calidad con altos valores de transmitancia térmica y factor solar.

#### TIEMPO DE MORTIZACIÓN DE LA DIFERENCIA DE COSTE TOTAL DE MATERIALES, ENTRE FASE VIABLE 1º Y FASE 2º, SOBRE EL AHORRO EN EUROS, DE LA ENERGIA CONSUMIDA EN UN AÑO.

Analizando el experimento de los cuadros anteriores S10-E1, viendo los consumos de energía eléctrica final de los equipos en kWh/año y las emisiones de CO<sub>2</sub> en kg/año, en fase viable 1º y fase 2º, se puede ver la diferencia de consumo de energía eléctrica final y emisiones entre dos edificios iguales, con la misma orientación, pero uno de ellos con envolventes de medianería, cubierta, y suelo corrientes, (fase viable 1º), con respecto a otro con las mismas envolventes mejoradas y con transmitancias térmicas bajas, (fase 2º).

<u>-FASE V.1º - EXP. S10-E1:</u>	20.504,8 kWh/año	Consumo ener. eléc. final anual
	17.915,0 kgCO <sub>2</sub> /año	Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales
<u>-FASE 2º - EXP. S10-E1:</u>	19.384,8 kWh/año	Consumo ener. eléc. final anual
	17.272,0 kg CO <sub>2</sub> /año	Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales

La diferencia de consumo de energía eléctrica final anual entre el mismo experimento en la fase viable 1º y la fase 2º es de: 20.504,8 kWh/año - 19.384,8 kWh/año: 1.120,0 kWh/año.

La diferencia de emisiones entre el mismo experimento en la fase viable 1º y la fase 2º es de: 17.915,0 kgCO<sub>2</sub>/año – 17.272,0 kgCO<sub>2</sub>/año. 643,0 kgCO<sub>2</sub>/año.

Si se multiplica dicha diferencia de consumo de energía eléctrica final al año por el precio de mercado del kWh, se obtiene el precio por año que supone tal diferencia.

El precio del kW/h que se utiliza para el cálculo es 0,150938 €/kWh, (s/BOE nº 313 29/12/2012), al cual no se le aplica para este cálculo el termino de potencia, equipos de medida, impuesto eléctrico, e IVA.

El sobrecoste obtenido por la diferencia de consumo de energía eléctrica final de un mismo edificio en fase viable 1º y fase 2º es de:

FV1º /EXP.S10-E1 – F2º /EXP.S10-E1: 1.120,0 kWh/año x 0,150938 €/kWh: 169,10 €/año.

La diferencia de coste económico entre los experimentos anteriores, es la diferencia de presupuestos entre envolventes de medianería, cubierta y suelo del experimento anterior de la fase viable 1º a la fase 2º.

El coste diferencial de materiales entre las envolventes citadas en fase viable 1º y fase 2º es de 14.862,17 €

Dividiendo el coste diferencial de materiales que supone un edificio con un tipo de envolventes de medianería, cubierta y suelo u otro, entre el ahorro de energía eléctrica final en euros/año se obtiene el plazo de amortización de dicha inversión en años.

El tiempo de amortización de la inversión en aislamiento en medianera, cubierta, suelo junto con entrevigados es de: 14.862,17 € / 169,10 €/año: 87,89 años

Con este dato se puede decir que el sobre coste que supone el tener un edificio con unas envolventes de medianera, cubierta y suelo mayor calidad térmica, sobre otro de una calidad mediana, en relación al ahorro en de la energía consumida que se obtiene, precisa de un plazo de amortización de 87,89 años, con los datos con los que se realiza el cálculo.

#### RENTABILIDAD DEL DINERO INVERTIDO QUE SUPONE LA MEJORA DE MATERIAL EN RELACIÓN AL AHORRO QUE REPRESENTA, RESPECTO A UNA INVERSIÓN BANCARIA

Para establecer si es rentable en un plazo de 50 años, la inversión de dinero que supone el sobre coste de material de las envolventes de medianería, cubierta y suelo, entre fase viable 1º y fase 2º, sobre el ahorro de dinero que representa dicha inversión, respecto a la rentabilidad que se obtendría de dicho desembolso en un depósito bancario, se calcula el "VAN", Valor Actual Neto.

$$VAN = \sum_{T=1}^n \frac{Vt}{(1 + K)^t} - I_0$$

Dónde:

VAN: Valor actual neto.

Vt: Representa los flujos de caja en cada periodo t. (169,10 €/año)

I<sub>0</sub>: Es el valor de desembolso inicial de la inversión. (14.862,17 € Totales).

n: Es el número de periodos considerado. (50 años).

K: El tipo de interés. (3%).

Si:

VAN > 0: Ganancias, (Aceptable).

VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).

VAN = 0: Pérdidas y ganancias=0

$$VAN = \sum_{T=1}^n -14.862,17 + \frac{169,1}{(1 + 0.03)} + \frac{169,1}{(1 + 0.03)^2} + \dots + \frac{169,1}{(1 + 0.03)^{50}}$$

$$VAN = -10.511,27 €$$

### VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).

El resultado representa que el mantener el dinero del desembolso inicial durante 50 años en un banco a plazo fijo con un interés del 3%, es más rentable que el ahorro en dinero que supone la instalación de un tipo de material u otro en el edificio tipo estudiado.

#### 2.13.3.3 ANÁLISIS ECONÓMICO FASE 3º

En la fase 3º los experimentos seleccionados para análisis en esta fase o con otras fases son:

S34B-E1, S85B-E1.

Las estrategias correspondientes a dichos experimentos son:

S34B, S85B.

En esta 3º fase de experimentos se mejoraban, los vidrios y carpinterías de huecos sobre la fase anterior, eligiendo los vidrios de menor emisividad y carpinterías con rotura de puente térmico, con los valores más bajos de transmitancias que se obtuvieron de la base de datos.

Las envolventes de medianería, cubierta, suelo, así como las de fachada exterior son las mismas que en la fase anterior.

Por lo tanto en esta fase, la única diferencia sobre la anterior está relacionada únicamente con los vidrios y carpinterías de huecos.

A continuación se presentan dos cuadros diferentes del experimento S34B-E1 en fase 2º y 3º, en donde se muestra el importe del coste total de carpinterías y vidrios del edificio, las transmitancias térmicas de las envolventes y huecos, así como con el consumo de energía en kWh/año, el precio de la energía consumida en euros/año y el plazo de amortización de dicha energía respecto al coste total de vidrios y carpinterías.

El presupuesto de huecos mostrados en los dos cuadros, si que representa el importe de coste total en vidrios y carpinterías de la totalidad del edificio, en estas fases.

Los importes son costes directos, CD, del material, M, con mano de obra, MO, y costes directos complementarios, CDC, sin costes indirectos, CI, e IVA.

El precio del kW/h que se utiliza para la obtención del precio de energía eléctrica, en euros/año de cada cuadro, es de 0,150938 €/kWh, (s/BOE nº 313 29/12/2012), al cual no se le aplica para este cálculo el termino de potencia, equipos de medida, impuesto eléctrico, e IVA.

Los datos del consumo de energía eléctrica final se obtienen del procesado de datos del programa "CERMA"

<b>CUADRO VIDRIOS Y CARPINTERIAS - HUECOS 1, EXPERIMENTO S34B-E1, FASE 2º</b>					
FADA EXT U: 0,18 w/m2h - MEDIANERA U:0,17 w/m2h - CUBIERTA: U:0,29 w/m2h - SUELO: :0,30 w/m2h					
ELEMENTO	TIPO	TRANSMIT.	IMP. TOTAL	CONS. ENER	PRECIO ENER
		U: W/m2K	EUROS	kWh/AÑO	EUROS/AÑO
VIDRIO DOBLE	4-6-4mm	3,54	11.965,89		
CARPINT. PUERTA	METALICA. S/RPT		8.419,82		
CARPINT. VENTANA	METALICA S/RPT		26.140,75		
<b>TOTAL</b>			<b>46.526,46</b>	<b>19.113,70</b>	<b>2.885,00</b>

CUADRO VIDRIOS Y CARPINTERIAS - HUECOS 2, EXPERIMENTO S34B-E1, FASE 3º					
FADA EXT U: 0,18 w/m2h - MEDIANERA U:0,17 w/m2h - CUBIERTA: U:0,29 w/m2h - SUELO: :0,30 w/m2h					
ELEMENTO	TIPO	TRANSMIT.	IMP. TOTAL	CONS. ENER	PRECIO ENER
		U: W/m2K	EUROS	kWh/AÑO	EUROS/AÑO
VIDRIO DOBLE	Be<0,03/4-15-4mm	1,44	18.449,78		
CARPINT. PUERTA	METALICA. S/RPT		23.037,49		
CARPINT. VENTANA	METALICA S/RPT		71.829,45		
<b>TOTAL</b>			<b>113.316,72</b>	<b>12.855,20</b>	<b>1.940,30</b>

### ANÁLISIS SOBRE IMPORTE TOTAL DE CARPINTÍAS Y VÍDRIOS EN FASE 2º Y 3º

Según los dos cuadros anteriores, la diferencia de importe que supone el utilizar un tipo de carpintería u otra es de 113.316,72 € - 46.526,46 € = 66.790,26 euros

Esta diferencia de importe tiene una repercusión sobre cada una de las 15 viviendas del edificio de: 66.790,26 € / 15 viv: 4.452,68 euros.

La mejora de las características de los materiales de huecos de fachada, ha supuesto de la fase anterior a esta, una mejor calificación energética pasando de una calificación "D" a una "C"

### TIEMPO DE MORTIZACIÓN DE LA DIFERENCIA DE COSTE TOTAL DE HUECOS, ENTRE FASE 2º Y 3º, SOBRE EL AHORRO EN EUROS, DE LA ENERGÍA CONSUMIDA EN UN AÑO.

Analizando el experimento S34B-E1, obteniendo los consumos de energía eléctrica final de los equipos en kWh/año y las emisiones de CO<sub>2</sub> en kg/año, en fase 2º y fase 3º, se podrá ver la diferencia de consumo de energía eléctrica final y emisiones entre dos edificios iguales, con la misma orientación, pero uno de ellos con unos vidrios y carpinterías con una baja calidad, (exp F2º), contra el mismo edificio con huecos formados por materiales de altísima calidad.

Estos datos se obtienen del procesado de datos en el programa "CERMA"

<u>-FASE 2º - EXP. S34B-E1:</u>	19.113,7 kWh/año	Consumo ener. eléc. final anual
	17.123,0 kgCO <sub>2</sub> /año	Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales
<u>-FASE 3º - EXP. S34B-E1:</u>	12.855,2 kWh/año	Consumo ener. eléc. final anual
	12.893,0 kg CO <sub>2</sub> /año	Emisiones de CO <sub>2</sub> anuales

La diferencia de consumo de energía eléctrica final anual entre el mismo experimento en la fase 2º y la fase 3º es de: 19.113,7 kWh/año - 12.855,2 kWh/año: 6.258,5 kWh/año.

La diferencia de emisiones entre el mismo experimento en la fase 2º y la fase 3º es de: 17.123,0 kgCO<sub>2</sub>/año - 12.893,0 kgCO<sub>2</sub>/año. 4.230,0 kgCO<sub>2</sub>/año.

Si se multiplica dicha diferencia de consumo de energía eléctrica final al año por el precio de mercado del kWh, se obtiene el precio por año que supone tal diferencia.

El precio del kWh que se utiliza para el cálculo es 0,150938 €/kWh, (s/BOE nº 313 29/12/2012), al cual no se le aplica para este cálculo el término de potencia, equipos de medida, impuesto eléctrico, e IVA.

El sobrecoste obtenido por la diferencia de consumo de energía eléctrica final de un mismo edificio en fase 2º y fase 3º es de:

$$F2^\circ / \text{EXP. S34B-E1} - F3^\circ / \text{EXP. S34B-E1}: 6.258,5 \text{ kWh/año} \times 0,150938 \text{ €/kWh}: 944,6 \text{ €/año}$$

La diferencia de coste económico entre los experimentos anteriores, es la diferencia de presupuestos entre las carpinterías y vidrios del experimento anterior de la fase 2º a la fase 3º.

El coste diferencial de materiales entre huecos en fase 2º y fase 3º es de 66.790,26 €

Dividiendo el coste diferencial de materiales que supone un edificio con un tipo de huecos u otro, entre el ahorro de energía en euros/año se obtiene el plazo de amortización de dicha inversión en años.

Tiempo de amortización de la inversión en huecos: 66.790,26 € / 944,6 €/año: 70,71 años

Con este dato se puede decir que el sobre coste que supone el tener un edificio con unos huecos de la mayor calidad térmica, sobre otro de baja calidad, precisa de un plazo de amortización de 70,71 años, con los datos con los que se realiza el cálculo.

#### RENTABILIDAD DEL DINERO INVERTIDO QUE SUPONE LA MEJORA DE MATERIAL EN RELACIÓN AL AHORRO QUE REPRESENTA, RESPECTO A UNA INVERSIÓN BANCARIA

Para establecer si es rentable en un plazo de 50 años, la inversión de dinero que supone el sobrecoste de material de los vidrios y carpinterías, entre fase 2º y fase 3º, sobre el ahorro de dinero que representa dicha inversión, respecto a la rentabilidad que se obtendría de dicho desembolso en un depósito bancario, se calcula el "VAN", Valor Actual Neto.

$$VAN = \sum_{T=1}^n \frac{Vt}{(1 + K)^t} - I_0$$

Dónde:

VAN: Valor actual neto.

Vt: Representa los flujos de caja en cada periodo t. (944,60 €/año)

I<sub>0</sub>: Es el valor de desembolso inicial de la inversión. (66.790,26 € Totales).

n: Es el número de periodos considerado. (50 años).

K: El tipo de interés. (3%).

Si:

VAN > 0: Ganancias, (Aceptable).

VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).

VAN = 0: Pérdidas y ganancias=0

$$VAN = \sum_{T=1}^n -66.790,26 + \frac{944,60}{(1 + 0.03)} + \frac{944,60}{(1 + 0.03)^2} + \dots + \frac{944,60}{(1 + 0.03)^{50}}$$

$$VAN = -42.485,92 \text{ €}$$

**VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).**

El resultado representa que el mantener el dinero del desembolso inicial durante 50 años en un banco a plazo fijo con un interés del 3%, es más rentable que el ahorro en dinero que supone la instalación de un tipo de material u otro en el edificio tipo estudiado.

### 2.13.3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO FASE 4º

En la fase 4º los experimentos elegidos para análisis en esta fase o entre otras fases son:  
S34B-E1, S85B-E1.

Las estrategias correspondientes a dichos experimentos son:

S34B, S85B.

En esta 4º fase de experimentos se mantenía los mismos tipos de envolventes de fachada exterior, medianera, cubierta y suelo, mejorando sobre las anteriores fases, los valores de puentes térmicos por medio del aislamiento de frentes de forjado, y pilares de fachada, al mismo tiempo que se elegían para los huecos, vidrios de baja emisividad de 0.1-0.2, 4-9-4 mm y carpinterías con rotura de puente térmico de 4-12 mm.

Los vidrios y carpinterías de esta fase, tienen valores intermedios de transmitancia térmica entre los aplicados a la 1º fase y la 3º fase, siendo unos huecos intermedios entre dichas fases, pero con vidrios de baja emisividad y marcos con rotura de puente térmico.

A continuación se presentan dos cuadros diferentes, del experimento S34B-E1 en fase 2º y 4º, en donde se muestra el importe del coste total de carpinterías y vidrios del edificio, las transmitancias térmicas de las envolventes y huecos, así como con el consumo de energía en kWh/año, el precio de la energía consumida en euros/año y el plazo de amortización de dicha energía respecto al coste total de vidrios y carpinterías.

El presupuesto de huecos mostrados en los dos cuadros, si que representa el importe de coste total en vidrios y carpinterías de la totalidad del edificio, en estas fases.

Los importes son costes directos, CD del material, M, con mano de obra, MO, y costes directos complementarios, CDC, sin costes indirectos, CI, e IVA.

El precio del kW/h que se utiliza para la obtención del precio de energía eléctrica, en euros/año de cada cuadro, es de 0,150938 €/kWh, (s/BOE nº 313 29/12/2012), al cual no se le aplica para este cálculo el termino de potencia, equipos de medida, impuesto eléctrico, e IVA.

Los datos del consumo de energía eléctrica final se obtienen del procesado de datos del programa "CERMA"

CUADRO VIDRIOS Y CARPINTERIAS - HUECOS 1, EXPERIMENTO S34B-E1, FASE 2º					
FADA EXT U: 0,18 w/m2h - MEDIANERA U:0,17 w/m2h - CUBIERTA: U:0,29 w/m2h - SUELO: :0,30 w/m2h					
ELEMENTO	TIPO	TRANSMIT.	IMP. TOTAL	CONS. ENER	PRECIO ENER
		U: W/m2K	EUROS	kwh/AÑO	EUROS/AÑO
VIDRIO DOBLE	4-6-4mm	3,54	11.965,89		
CARPINT. PUERTA	METALICA. S/RPT		8.419,82		
CARPINT. VENTANA	METALICA S/RPT		26.140,75		
<b>TOTAL</b>			<b>46.526,46</b>	<b>19.113,70</b>	<b>2.885,00</b>

CUADRO VIDRIOS Y CARPINTERIAS - HUECOS 2, EXPERIMENTO S34B-E1, FASE 4º					
FADA EXT U: 0,18 w/m2h - MEDIANERA U:0,17 w/m2h - CUBIERTA: U:0,29 w/m2h - SUELO: :0,30 w/m2h					
ELEMENTO	TIPO	TRANSMIT.	IMP. TOTAL	CONS. ENER	PRECIO ENER
		U: W/m2K	EUROS	kWh/AÑO	EUROS/AÑO
VIDRIO DOBLE	Be<0,03/4-15-4mm	2,47	13.741,63		
CARPINT. PUERTA	METALICA. S/RPT		18.289,16		
CARPINT. VENTANA	METALICA S/RPT		62.238,77		
<b>TOTAL</b>			<b>94.269,56</b>	<b>11.389,50</b>	<b>1.719,10</b>

### ANÁLISIS SOBRE IMPORTE TOTAL DE CARPINTERÍAS, VÍDRIOS Y PTE TERM. EN FASE 2º Y 4º

Según los dos cuadros anteriores, la diferencia de importe que supone el utilizar un tipo de carpintería u otra es de 94.269,56 € - 46.526,46 € = 47.743,10 euros

Esta diferencia de importe tiene una repercusión sobre cada una de las 15 viviendas del edificio de 47.743,10 € / 15 viv: 3.182,87 euros.

La mejora de las características de los materiales de huecos de fachada, ha supuesto de la fase 2º a esta, una mejor calificación energética pasando de una calificación "D" a una "C"

La mejora de los puentes térmicos mediante el aislamiento de frentes de forjado y pilares, supone un importe considerando el precio del material, mano de obra y equipos, ya que este presupuesto no se da en todos los experimentos no compensando así los valores citados anteriormente.

PUNTES TERMICOS - Aislamiento PUR 0.032 W/mK 4 cm: 3.327,97 €

Sumando el sobre coste de los huecos con el del aislamiento para reducción de puentes térmicos, se obtiene el importe del coste total que suponen estas mejoras de la fase 4º sobre la fase 2º.

**SOBRE COSTE MEJORAS EN HUECOS Y PTE TERMICOS ENTRE FASE 2º Y 4º**

Sobre coste huecos	47.743,10 €
Sobre coste aisl. Pte Ter.	<u>3.327,97 €</u>
Sobre coste total	51.071,07 €

Dicho sobre coste repercute en cada una de las 15 viviendas en:

REPERCUSIÓN POR VIVIENDA: 51.071,07 € / 15 viv: 3.404,74 €

Por lo tanto la mejora de la calificación energética de un experimento en fase 2º a otro en fase 4º, supone para cada vivienda un incremento de coste de 3.404,74 euros.

### TIEMPO DE MORTIZACIÓN DE LA DIFERENCIA DE COSTE TOTAL DE HUECOS, ENTRE FASE 2º Y 4º, SOBRE EL AHORRO EN EUROS, DE LA ENERGÍA CONSUMIDA EN UN AÑO.

Analizando el experimento S34B-E1, obteniendo los consumos de energía eléctrica final de los equipos en kWh/año, y las emisiones de CO2 en kg/año, en fase 2º y fase 4º, se podrá ver la diferencia de consumo de energía final y emisiones entre dos edificios iguales, con la misma orientación, pero uno de ellos con unos vidrios y carpinterías con una baja calidad, (exp F2º), contra el mismo edificio con huecos formados por materiales de mayor calidad y con la mejora de puentes térmicos.

Estos datos se obtienen del procesado de datos en el programa "CERMA"

-FASE 2º - EXP. S34B-E1:	19.113,7 kWh/año	Consumo ener. eléc. final anual
	17.123,0 kgCO2/año	Emisiones de CO2 anuales
<u>-FASE 4º - EXP. S34B-E1:</u>	11.389,5 kWh/año	Consumo ener. eléc. final anual
	11.718,0 kg CO2/año	Emisiones de CO2 anuales

La diferencia de consumo de energía eléctrica final anual entre el mismo experimento en la fase 2º y la fase 4º es de: 19.113,7 kWh/año – 11.389,5 kWh/año: 7.724,2 kWh/año.

La diferencia de emisiones entre el mismo experimento en la fase 2º y la fase 4º es de: 17.123,0 kgCO2/año - 11.718,0 kg CO2/año: 5.405,0 kgCO2/año.

Si se multiplica dicha diferencia de consumo de energía eléctrica final al año por el precio de mercado del kWh, se obtiene el precio por año que supone tal diferencia.

El precio del kW/h que se utiliza para el cálculo es 0,150938 €/kWh, (s/BOE nº 313 29-12-2012), al cual no se le aplica para este cálculo el termino de potencia, equipos de medida, impuesto eléctrico, e IVA.

El coste obtenido por la diferencia de consumo de energía eléctrica final de un mismo edificio en fase 2º y fase 4º, es de:

$$F2^\circ / \text{EXP.S34B-E1} - F4^\circ / \text{EXP.S34B-E1}: 7.724,2 \text{ kWh/año} \times 0,150938 \text{ €/kWh}: 1.165,90 \text{ €/año}$$

La diferencia de coste económico entre los experimentos anteriores, es la diferencia de presupuestos entre las carpinterías, vidrios y puentes térmicos del experimento de la fase 2º a la fase 4º.

El coste diferencial de materiales entre huecos y puentes térmicos entre fase 2º y fase 4º es de 51.071,07 €

Dividiendo el coste diferencial de materiales de una fase 2 a fase 4º, entre el ahorro de energía en euros/año se obtiene el plazo de amortización de dicha inversión.

Tiempo de amortización de la inversión en huecos: 51.071,07 € / 1.165,9 €/año: 43,80 años

Con este dato se puede decir que el sobrecoste que supone el tener un edificio con unos huecos de la mejor calidad térmica y con puentes térmicos mejorados, sobre otro con huecos de baja calidad y sin aislamiento en puentes térmicos, precisa de un plazo de amortización de 43,80 años, con los datos con los que se realiza los cálculos.

#### RENTABILIDAD DEL DINERO INVERTIDO QUE SUPONE LA MEJORA DE MATERIAL EN RELACIÓN AL AHORRO QUE REPRESENTA, RESPECTO A UNA INVERSIÓN BANCARIA

Para establecer si es rentable en un plazo de 50 años la inversión de dinero que supone el sobrecoste de material de vidrios, carpinterías y aislamientos por puentes térmicos, entre fase 2º y fase 4º, sobre el ahorro de dinero que representa dicha inversión, respecto a la rentabilidad que se obtendría de dicho desembolso en un depósito bancario, se calcula el "VAN", Valor Actual Neto.

$$VAN = \sum_{T=1}^n \frac{Vt}{(1 + K)^t} - I_0$$



Dónde:

VAN: Valor actual neto.

Vt: Representa los flujos de caja en cada periodo t. (1.165,90 €/año)

I<sub>0</sub>: Es el valor de desembolso inicial de la inversión. (51.071,07 € Totales).

n: Es el número de periodos considerado. (50 años).

K: El tipo de interés. (3%).

Si:

VAN > 0: Ganancias, (Aceptable).

VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).

VAN = 0: Pérdidas y ganancias=0

$$VAN = \sum_{T=1}^n -51.071,07 + \frac{1.165,90}{(1 + 0.03)} + \frac{1.165,90}{(1 + 0.03)^2} + \dots + \frac{1.165,90}{(1 + 0.03)^{50}}$$

$$VAN = -21.072,74 \text{ €}$$

**VAN < 0: Perdidas, (Rechazable).**

El resultado representa que el mantener el dinero del desembolso inicial durante 50 años en un banco a plazo fijo con un interés del 3%, es más rentable que el ahorro en dinero que supone la instalación de un tipo de material u otro en el edificio tipo estudiado.

## 2.14 CONCLUSIONES FINALES

Las conclusiones finales se agrupan y realizan en tres grupos diferentes, siendo estos el de las conclusiones que se obtienen por las transmitancias térmicas obtenidas de cada envolvente introducida en el programa "CERMA", así como las calificaciones de cada experimento procesado, y por último las conclusiones económicas más relevantes de este análisis.

### 2.14.1 CONCLUSIONES POR TRANSMITANCIAS TÉRMICAS

Independientemente de la tipología de una fachada, si entre estas se tiene una estructura similar de hojas, y un mismo tipo de aislamiento, con la misma conductividad térmica y mismo espesor, el resultado de las diferentes transmitancias térmicas en cada una de las tipologías de fachadas, serán muy similares y las diferencias no tendrán consecuencias en la obtención de una u otra calificación térmica.

El material principal, consecuencia de obtener en una fachada, una determinada transmitancia u otra, será el aislante empleado y dependerá tan solo del valor de su conductividad térmica y su espesor.

Un aislante en una fachada, es el material que más influye en su transmitancia térmica, debido a que el resto de la masa de los materiales que componen dicha fachada, tiene un similar valor de conductividad térmica respecto a otros materiales de otro tipo de fachada con similares hojas.

La inercia térmica de las diferentes fachadas compuestas es similar, dependiendo su transmitancia de la conductividad del aislante térmico y de su espesor.

Un aislante de fachada con conductividad térmica alta, proporcionara a la fachada un valor de transmitancia térmica alta y calificación energética baja, entendiendo como la más alta la designada por la letra "A" y la más baja por la letra "F".

Contra mayor sea el espesor de un aislamiento de una fachada, menor será la transmitancia térmica de la misma, y mejor su calificación energética.

Las diferencias entre una fachada de hoja interior húmeda y otra de estructura interior seca, tipo pladur, con un aislante de igual conductividad térmica y mismo espesor, serán mínimas obteniendo los dos valores similares de transmitancias térmicas, y similares calificaciones energéticas.

El aporte exterior a una fachada de un revestimiento de piedra, como en algunos casos de este análisis, no supone una variación significativa en la transmitancia resultante de la fachada con respecto a otra sin este elemento.

El utilizar diferentes fábricas de bloques tal como BH15 cm, BH20 cm, BH aligerado 25cm, BH aligerado macizo 25cm, BC 24 cm, BC mto. aislante 24 cm, en fachadas con el resto de hojas idénticas y con un mismo aislamiento con igual conductividad térmica y espesor, no afecta a los resultados de sus transmitancias térmicas, puesto que son prácticamente idénticos con una variación máxima de  $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

La diferencia entre los valores obtenidos de transmitancias térmicas, entre dos fachadas iguales, una con cámara de aire sin ventilar y otras con cámara de aire ligeramente ventilada es de  $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

La diferencia entre los valores obtenidos de transmitancias térmicas, entre dos fachadas iguales, una con cámara de aire, ya sea sin ventilar o ligeramente ventilada, y otra sin cámara es de  $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Por lo tanto el que una fachada contenga una cámara de aire, no aporta una gran diferencia en su transmitancia térmica, con lo que no influye para obtener una mejor calificación térmica.

Los valores de transmitancias fachadas de tabiquería seca con una estructura única u otra formada por dos que hagan el mismo espesor de aislamiento, pero que contengan dos placas más de yeso laminado entre una estructura y otra, no afecta en ningún caso a los valores obtenidos de las dos transmitancias térmicas puesto que serían el mismo.

En definitiva dos placas de yeso laminado de más en una estructura de pladur no mejora la transmitancia térmica del tabique.

En fachadas medianeras el tipo de ladrillo utilizado, en relación a su espesor es poco relevante en relación al valor de la transmitancia térmica de la medianería, dependiendo esta principalmente de la conductividad térmica del aislamiento y su espesor.

Entre la elección de una cubierta u otra, según tengan un entrevigado de bovedilla de hormigón, bovedilla cerámica o forjado de losa de hormigón, ya sean los tres tipos de forjados de 25 o 30 cm, es indiferente térmicamente puesto que sus correspondientes transmitancias térmicas son muy similares, habiendo una diferencia de  $0.03 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

El aumento del canto de un forjado de cubierta, sea cual sea el tipo de forjado unidireccional con diferentes entrevigados o bidireccional de losa de hormigón, no afecta a su comportamiento térmico puesto que la diferencia de transmitancias de uno a otro es insignificante.

Las diferencias de transmitancias, de forjados de cubierta, de 25 a 30 cm de canto, en forjados unidireccionales de entrevigado de bovedilla de hormigón, y cerámica o forjados de losa de hormigón armado es de  $0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Las diferencias de transmitancias de forjados unidireccionales de cubierta con entrevigado de EPS, de 25 y 30 cm son de  $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

En cubiertas, los mejores resultados de transmitancias térmicas y por lo tanto un mejor comportamiento térmico en un forjado, son aquellos que contienen un entrevigado de EPS, poliestireno expandido, frente a los forjado unidireccionales de entrevigado de hormigón, cerámico o losas de hormigón armado.

Las cubiertas con forjados unidireccionales de entrevigados EPS y aislamientos de 6 cm de espesor llegan a obtener unas transmitancias térmicas entre  $0,33$  y  $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$  con aislamientos de conductancias térmicas media y baja de  $0,040$  y  $0.031 \text{ W/mK}$ .

La utilización o no de cámaras de aire ligeramente ventiladas de 5 cm en cubiertas, no mejora el comportamiento térmico de las mismas puesto que la diferencia de transmitancias térmicas entre una y otra son muy pequeños.

La diferencias de transmitancias entre una cubierta con cámara de aire de 5 cm contra otra cubierta sin esta es de  $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

La elección de una cubierta plana u otra inclinada, es indiferente, respecto a su comportamiento térmico y el valor de su transmitancia, siempre que ambas posean el mismo tipo de forjado, entrevigado y aislamiento con conductividad térmica similar e igual espesor.

Para cumplir el límite establecido por el CTE-HE1, en suelos de  $0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$  se precisa un aislamiento de al menos 4 cm de espesor, para forjados unidireccionales con entrevigado de hormigón o cerámico y losas de HA, mientras que en forjados unidireccionales con entrevigado de EPS es suficiente 3 cm de espesor en el aislante.

Las envolventes de suelos y cubiertas, que tengan en común el tipo de forjado, su entrevigado, y el mismo aislamiento, tendrán valores de transmitancia térmica muy similares,

puesto que el resto de hojas que conforman cada una de las dos tipologías, ya sea forjado de cubierta o de suelo no representan ningún cambio en el comportamiento de cualquiera de ellos.

Para cumplir el nuevo borrador sobre el documento básico DB-HE, "Ahorro de Energía" del Código Técnico de la Edificación, en el que se marca como valor máximo para suelos en zona climática B3-Valencia,  $0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$ , se precisaría en forjado unidireccionales de 25 o 30 cm, al menos que fuera de entrevigado EPS, para ser aislado con aislamiento de 3 cm, mientras que el resto de forjados unidireccionales con entrevigado de hormigón y cerámico, y losas de hormigón precisarían de un aislante con un espesor mínimo de 4 cm.

Los huecos con carpinterías con vidrios dobles corrientes tienen una permeabilidad de  $50 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \text{ c}/\Delta\text{P}$  de 100Pa, mientras que huecos con carpintería con vidrios de baja emisividad reducen su permeabilidad hasta  $27 \text{ m}^3/\text{hm}^2 \text{ c}/\Delta\text{P}$  de 100Pa.

Los vidrios corrientes dobles tienen un factor solar de 0.75 en tanto por uno, mientras que en vidrios de baja emisividad este valor se reduce hasta un 0.70 tanto por uno.

A partir de un vidrio doble de baja emisividad de 4-15-4 mm, no se llega a reducir más su transmitancia térmica.

En cajas de persiana sin aislamiento la transmitancia térmica de estas sin aislamiento es de  $3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ , con 2 cm de aislamiento es de  $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ , y con 4 cm de aislamiento de  $0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

En cajas de persiana sin aislamiento, la reducción de la transmitancia térmica del hueco con 2 cm de aislamiento es de  $2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$  y con 4 cm es de  $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , teniendo el cajón sin aislar una transmitancia inicial de  $3,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### 2.14.2 CONCLUSIONES POR CALIFICACIONES ENERGÉTICAS

En el comportamiento térmico de un edificio, en relación a cómo se comportará este según su orientación, lo más importante no será si tiene orientación norte, sur, este u oeste, si no en cada una estas, que orientación recae realmente sobre cada una de las fachadas exteriores del mismo.

Es decir, sobre que fachada exterior realmente recae el norte, el sur, el este y el oeste, independientemente de la orientación global del edificio.

Dependiendo de la orientación que recaiga sobre cada fachada exterior, se tendrá un mayor o menor consumo de energía y consecuentemente unas mayores o menores emisiones de  $\text{CO}_2$ .

En los experimentos realizados, los edificios en los que sobre una de sus fachadas recae la orientación sur, obtienen emisiones de  $\text{CO}_2$  y calificaciones energéticas muy similares, a edificios en los que, sobre una de sus fachadas recae la orientación oeste, siendo estos dos edificios iguales.

En los experimentos realizados, los edificios en los que sobre una de sus fachadas recae la orientación norte, obtienen emisiones de  $\text{CO}_2$  y calificaciones energéticas muy similares, a edificios en los que, sobre una de sus fachadas recae la orientación oeste, siendo estos dos edificios iguales.

Ante las dos conclusiones anteriores se puede constatar que:

Aquella orientación de las cuatro aplicadas al edificio, que haga recaer la orientación norte o este, sobre una de las dos fachadas exteriores, tendrá peor comportamiento térmico, que otra orientación del edificio que haga recaer la orientación sur u oeste en una de sus dos fachadas exteriores.

Este peor comportamiento térmico provoca una mayor emisión total de  $\text{CO}_2$ .

Igualmente la orientación de las cuatro aplicadas al edificio, que haga recaer la orientación sur u oeste sobre una de las dos fachadas exteriores, tendrá mejor comportamiento térmico, que

otra orientación del edificio que haga recaer la orientación norte o este en una de sus fachadas exteriores.

Este mejor comportamiento térmico provoca una menor emisión total de CO<sub>2</sub>.

Un edificio sometido a diferentes orientaciones, obtendrá el mismo tipo de calificación energética, puesto que la diferencia de emisiones de CO<sub>2</sub>, entre una orientación norte, sur, este u oeste son pequeñas y no llegan a ser suficientes para que varíe el tipo de calificación energética.

En todos los experimentos en edificios con transmitancias de fachada 0,65 a 0,16 W/m<sup>2</sup>K, medianera 0,52 W/m<sup>2</sup>K, cubiertas 0,49 W/m<sup>2</sup>K, y suelos 0,57 W/m<sup>2</sup>K, con huecos con transmitancias y factor solar altos, (3,54 w/m<sup>2</sup>k y 0,69 tanto por uno), y puentes térmicos sin frente de forjado y pilares aislados, se ha obtenido la misma calificación energética, indiferentemente de su orientación, siendo esta del tipo "D"

La máxima diferencia de emisiones de CO<sub>2</sub>, de los experimentos anteriores, con el mismo tipo de edificio en las cuatro orientaciones, ha sido entre la orientación norte y sur, con una diferencia de emisiones entre 0,6 a 1,2 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Si se toma como referencia para los porcentajes de emisiones, el valor de la emisión de la calificación del tipo "E" con 17,7 kg CO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup> como el 100% de emisiones, la máxima diferencia de emisiones anterior de 0,6 a 1,2 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>., representaría una diferencia de 3,38% al 6,78%.

El mismo edificio mejorando los valores de transmitancias en, medianera 0,17 w/m<sup>2</sup>k, cubiertas 0,29 W/m<sup>2</sup>K, y suelos 0,30 W/m<sup>2</sup>K, con idénticos valores de huecos, (3,54 W/m<sup>2</sup>K y 0,69 tanto por uno), e idénticos puentes térmicos, obtiene el mismo tipo de calificación "D", con una diferencia máxima de emisiones de CO<sub>2</sub> entre orientación norte y sur de 0,3 a 0,4 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Tomando como referencia para los porcentajes de emisiones, el valor de la emisión de la calificación del tipo "E" con 17,7 kg CO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup> como el 100% de emisiones, la máxima diferencia de emisiones anterior de 0,3 a 0,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>., representaría una diferencia de 1,69 y 2,26%.

El mismo edificio con los mismos valores de transmitancias en envolventes, medianera 0,17 W/m<sup>2</sup>K, cubiertas 0,29 W/m<sup>2</sup>K, y suelos 0,30 W/m<sup>2</sup>K, pero mejorando los valores de huecos, (1,44-2,47 W/m<sup>2</sup>K y 0,64 tanto por uno), y puentes térmicos mejorados mediante el aislamiento de frente de forjado y pilares exteriores, obtiene una calificación superior del tipo "C", con una diferencia máxima de emisiones de CO<sub>2</sub> entre orientación norte y sur de 1,2 a 2,5 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Tomando como referencia para los porcentajes de emisiones, el valor de la emisión de la calificación del tipo "E" con 17,7 kg CO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup> como el 100% de emisiones, la máxima diferencia de emisiones anterior de 1,2 a 2,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>., representaría una diferencia de 6,78 y 14,12%.

La demanda sensible de calefacción en un edificio, siempre será mayor en calefacción que en refrigeración, independientemente de la orientación del edificio y de la calidad de sus envolventes, huecos y puentes térmicos.

Al ser la demanda sensible siempre mayor en calefacción que en refrigeración, el consumo será mayor, y las emisiones de CO<sub>2</sub> igualmente serán mayores en calefacción que en refrigeración, independientemente de orientaciones, calidades de envolventes, huecos y puentes térmicos, estableciendo esta conclusión en la ciudad de Valencia y con consumo de energía eléctrica.

Esto es debido a los patrones de consumo que se establecen para los cálculos, (LIDER+VyP), en los que 8 meses del año son de invierno y 4 meses son de verano, habiendo un consumo establecido en invierno durante todo el día y en verano tan solo durante las horas de tarde.

Es por esta cuestión, que la demanda establecida por dichos patrones establece una mayor demanda en invierno que en verano, con lo que el consumo y las emisiones en calefacción son mayores, que el consumo y las emisiones en refrigeración.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> de un edificio dependen del consumo de energía de los equipos elegidos y del combustible que utilizan para abastecerse dichos equipos, así como del número de renovaciones del aire.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> dependientes del consumo de energía de los equipos, y consecuentemente de la potencia de estos, depende de las pérdidas de energía por elementos opacos, por elementos semitransparente y por puentes térmicos.

Las emisiones de la ventilación dependen del número de renovaciones.

Para poder reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de un edificio, y conseguir una mejor calificación energética, solo se puede actuar sobre las emisiones por elementos opacos, semitransparentes y puentes térmicos, puesto que sobre las emisiones por carga interna y ventilación no se puede actuar siendo fijas. (Sí que se pueden reducir las emisiones por ventilación, reduciendo las renovaciones de aire al 50%, por medio de un recuperador de calor, pero dicha instalación no se tiene en cuenta en esta conclusión y no se puede introducir dichos datos en el programa).

Si se mejora en un edificio tan solo sus envolventes, reduciendo el valor de sus transmitancias térmicas, tan solo se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> por elementos opacos, manteniéndose el resto iguales.

Este aspecto ocurriría igualmente en elementos semitransparentes o puentes térmicos, si solo mejoramos los valores de estos aspectos.

Según esta premisa, ante un edificio con huecos con transmitancias altas, al igual que factor solar, y puentes térmicos en los que el frente de forjado y pilares no se encuentran aislados, por mucho que se mejoren las transmitancias de sus envolventes, no se consiguen calificaciones energéticas superiores al tipo "D".

En los experimentos de 2º fase, con transmitancias en fachada exterior de 0,16 W/m<sup>2</sup>K, medianería de 0,17 W/m<sup>2</sup>K, cubierta de 0,29 W/m<sup>2</sup>K, y suelo de 0,30 W/m<sup>2</sup>K, con forjado y pilares sin aislar, y con huecos de transmitancia 3,54 W/m<sup>2</sup>K y factor solar 0.69 tanto por uno, la calificaciones energéticas obtenidas han sido "D" con emisiones de CO<sub>2</sub> entre 15,2 y 14,2 kg/m<sup>2</sup>, en las cuatro orientaciones a las que se ha sometido el edificio.

Finalmente, no se mejora en un edificio su calificación energética, mejorando tan solo la transmitancia térmica sus envolventes, si los huecos del edificio tienen valores de transmitancias altas y factor solar alto, con puentes térmicos en los que el frente de forjado y pilares no están aislados.

Ante un edificio con transmitancias bajas en sus envolventes, huecos con transmitancias y factor solar alto, pero mejorando los puentes térmicos mediante el aislamiento continuo de forjado y aislamiento de pilares exteriormente, no se llega a superar en la mayoría de los casos la calificación energética "D"

En los experimentos de 2º fase, con transmitancias en fachada exterior de 0,16 W/m<sup>2</sup>K, medianería de 0,17 W/m<sup>2</sup>K, cubierta de 0,29 W/m<sup>2</sup>K, y suelo de 0,30 W/m<sup>2</sup>K, con frente de forjado con aislamiento continuo, pilares aislados exteriormente, y con huecos de transmitancia 3,54 W/m<sup>2</sup>K y factor solar 0.69 tanto por uno, las calificaciones energéticas obtenidas han sido del tipo "D" en todos los casos menos en uno, teniendo emisiones de CO<sub>2</sub> entre 11,0 y 12,3 kg/m<sup>2</sup>, obteniendo un único caso, en orientación sur, una calificación tipo "C" con una emisión de 10,8 kg/m<sup>2</sup>.

Entre los tipos de edificios expuestos en las dos conclusiones anteriores, en donde las diferencias entre unos u otros, es la mejora de los puentes térmicos mediante el aislamiento

continuo de frente de forjado, aislamiento de pilares exteriormente, y cerramiento constante hasta línea de jamba, la diferencia de emisiones de CO<sub>2</sub> está comprendida entre 4,2 y 1,9 kg/m<sup>2</sup>.

Por lo tanto se podría establecer que ante dos edificios idénticos con buenas envolventes en fachada cubierta y suelo, conteniendo unos malos valores en huecos, pero mejorando sus puentes térmicos, se puede llegar a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> entre un 23,72% y un 10,73%, tomando como referencia para los porcentajes de emisiones, el valor de la emisión de la calificación del tipo "E" con 17,7 kg CO<sub>2</sub>/ m<sup>2</sup> como el 100% de emisiones.

La mayor reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del paso de una calificación tipo "D" a otra superior tipo "C", supone una reducción del 37,85 %, por lo que para pasar de una calificación a otra, la reducción del consumo, así como las emisiones de CO<sub>2</sub> de un edificio, se tienen que disminuir considerablemente.

Por mucho que en un edificio se mejoren las envolventes de fachada exterior, medianería, cubierta, y suelo, no se obtendrá una menor cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> y una mejor calificación energética, si no se mejoran los valores de huecos y los puentes térmicos.

En los edificios que contengan buenas envolventes en fachada exterior, medianería cubierta, y suelos, con valores de transmitancias bajas, si se mejoran los puentes térmicos y los valores de los huecos se consigue una menor emisión de CO<sub>2</sub> y posiblemente una mejor calificación energética pasando del tipo "D" al tipo "C".

A medida que en un edificio se mejoren las envolventes, huecos y puentes térmicos, como se irán reduciendo las pérdidas por, elementos opacos, semitransparentes y puentes térmicos, se tendrá como consecuencia la disminución del consumo de los equipos que abastecen la demanda, y con ello la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Una mayor demanda de energía, implica un mayor consumo de esta, y por consiguiente una mayor potencia de equipos con una mayor emisión de CO<sub>2</sub>.

Si se reduce la demanda de energía, se reducirá el consumo, con lo que se precisaran equipos de menor potencia y las emisiones de CO<sub>2</sub> serán menores.

Los tres factores principales sobre los que se puede actuar para reducir el consumo en un edificio, son las envolventes del mismo, los huecos y sus puentes térmicos.

Mejorando tan solo en un edificio las envolventes del mismo, por norma general no se conseguirá una calificación del tipo "C".

Los dos factores más importantes de un edificio para reducir el consumo de energía, y en consecuencia sus emisiones de CO<sub>2</sub>, son la mejora en huecos y puentes térmicos, sobre la mejora de las envolventes de fachada exterior, medianera, cubierta y suelo.

Es por ello que muchas veces se pretende intentar mejorar al máximo las envolventes de un edificio, cuando una mejora considerable consistiría en mejorar el tipo de huecos y los puentes térmicos.

En todos los experimentos procesados, con el tipo de edificio seleccionado para el estudio, y aplicándole transmitancias mínimas en fachada exterior de 0,15 W/m<sup>2</sup>K, en medianería de 0,17 W/m<sup>2</sup>K, en cubierta de 0,29 W/m<sup>2</sup>K, y en suelo de 0,30 W/m<sup>2</sup>K, con unos valores de huecos de 1,44 0,30 W/m<sup>2</sup>K y 0,64 de factor solar en tanto por uno, y con unos puentes térmicos con frente de forjado y pilares aislados y cerramiento constante hasta línea de jamba, no se ha llegado a superar la calificación tipo "C", con unas emisiones entre 7,7 y 10,9 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Entendiendo que en este trabajo, la única mejora mayor posible sería el reducir todavía más los puentes térmicos, y aunque ese tipo de experimentos no se han llevado a cabo, se puede estimar que conseguir una calificación energética del tipo "B", es casi imposible e inviable.

### 2.14.3 CONCLUSIONES ECONÓMICAS

La repercusión económica que supone el mejorar la fachada de un edificio por medio de aislantes de menor transmitancia térmica y mayor espesor, con la intención de mejorar el comportamiento térmico, es un sobre coste que no representa un gran beneficio sobre el edificio, si el resto de envolventes de medianeras, cubierta y suelos, carpinterías y vidrios, así como puentes térmicos, son de baja calidad y aportan un mal comportamiento térmico en su conjunto.

En edificios en los que se intenta mejorar la envolvente de fachada, cuando las demás envolventes contienen valores de transmitancia bajos, con huecos compuestos por vidrios y carpinterías de baja calidad, la repercusión económica que supone dicha mejora, no hace que la calificación energética del edificio sea mejor o que las emisiones de CO<sub>2</sub> se reduzcan considerablemente.

El sobre coste que representa, en el edificio estudiado, la mejora de los aislamientos de sus envolventes, para obtener unas transmitancias bajas, no es alto siendo la repercusión por vivienda admisible.

En condiciones generales el sobre coste que representa la mejora de los valores de puentes térmicos en un edificio, mediante el aislamiento de frentes de forjado y caras de pilares aisladas exteriormente, es bajo del mismo modo que la repercusión por vivienda.

En los casos en los que la mejora de puentes térmicos en un edificio mediante el aislamiento de frentes de forjado y pilares, sea un modo efectivo para mejorar la calificación energética del edificio, así como de reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub>, la repercusión del coste total sobre cada vivienda sería bajo y admisible.

En condiciones generales la repercusión económica que supone la mejora de todas las envolventes de un edificio, de fachada exterior, medianera, cubierta, y suelo, mediante aislamientos de conductividades térmicas bajas y mayores espesores, para la obtención de transmitancias con valores bajos, no supone un gran sobre coste, siendo este admisible por vivienda.

La inversión de dinero en un edificio para mejorar todas sus envolventes, de fachada exterior, medianera, cubierta, suelos, así como la mejora de puentes térmicos por aislamiento de frentes de forjado y caras exteriores de pilares de fachada, será en vano, no mejorando de una forma considerable su comportamiento térmico, si dispone de unas carpinterías y vidrios de baja calidad con altos valores de transmitancia térmica y factor solar.

Por norma general, para la obtención de una calificación energética tipo "C" en un edificio, aparte de contener este unas envolventes de fachada, medianera, cubierta y suelo, con baja transmitancia térmica, el edificio deberá contener huecos formados por vidrios de baja emisividad y carpinterías con rotura de puente térmico.

En un edificio con el mismo tipo de huecos y aislamientos por puentes térmicos, el sobre coste que supone la mejora de las envolventes de medianería, cubierta y suelo, con valores de transmitancias térmicas medianos sobre las mismas envolventes con valores de transmitancia térmica bajos, en relación al ahorro de energía eléctrica que supondrían estos materiales debido al menor consumo de los equipos que climatizan el edificio, es muy alto, y en el caso del edificio analizado en este trabajo, el plazo de amortización de dicho sobre coste ha resultado ser de 88 años.

En un edificio con envolventes que dispongan de transmitancias térmicas bajas, el sobre coste que representa la utilización vidrios y carpinterías de altísima calidad, en relación al ahorro de energía eléctrica que supondrían estos materiales debido al menor consumo de los equipos que climatizan el edificio, es muy alto, y en el caso del edificio analizado en este trabajo, el plazo de amortización de dicho sobre coste ha resultado ser de 71 años

En un edificio con envolventes que dispongan de transmitancias térmicas bajas, el sobrecoste que representa la utilización de aislamientos en puentes térmicos y vidrios de baja emisividad 0.1-0.2, 4-9-4 mm con carpinterías con rotura de puente térmico, en relación al ahorro de energía eléctrica que supondrían estos materiales debido al menor consumo de los equipos que climatizan el edificio, es alto, y en el caso del edificio analizado en este trabajo, el plazo de amortización de dicho sobrecoste ha resultado ser de 44 años.

Por norma general ante un edificio con buenas envolventes en fachadas, medianeras, cubierta y suelos, se obtendrán mejores calificaciones energéticas y menores emisiones de CO<sub>2</sub>, mejorando los puentes térmicos del edificio, junto con la mejora de huecos formado con materiales de buena calidad, con vidrios de baja emisividad y carpinterías con rotura de puente térmico, que tan solo mejorando los vidrios y carpinterías sin los puentes térmicos, aunque los huecos estén formados por materiales de altísima calidad y con un buenísimo comportamiento térmico.

Por norma general, al precio actual de mercado de la energía eléctrica, el sobrecoste que supone la mejora de los huecos de un edificio por medio de vidrios de baja emisividad y carpinterías con rotura de puentes térmicos, sobre el ahorro de energía que se obtiene por un menor consumo de los equipos que climatizan un edificio, tiene un plazo de amortización alto.

La rentabilidad del dinero desembolsado inicialmente, por el sobrecoste que supone la mejora de los materiales de envolvente de medianería, cubierta y suelo, entre un edificio tipo con envolventes con valores de transmitancia térmica normales de 0,52, 0,49 y 0,57 W/m<sup>2</sup>h respectivamente, contra otro de transmitancias térmicas bajas de 0,17, 0,29, 0,30 W/m<sup>2</sup>h, respecto al ahorro de dinero que representa dicha inversión producida por el ahorro de energía obtenido durante un plazo de 50 años, no resulta rentable económicamente, en comparación con la rentabilidad que supondría el mantener el dinero desembolsado en un depósito bancario a un plazo de 50 años con un interés del 3%.

La rentabilidad del dinero desembolsado inicialmente, por el sobrecoste que supone la mejora de los materiales de vidrios y carpinterías, entre un edificio con vidrios dobles 4-6-4 mm y carpinterías metálicas sin RPT, contra otro con vidrios de baja emisividad <0.03, 4-15-4 mm y carpinterías con RPT., respecto al ahorro de dinero que representa dicha inversión producida por el ahorro de energía obtenido durante un plazo de 50 años, no resulta rentable económicamente, en comparación con la rentabilidad que supondría el mantener el dinero desembolsado en un depósito bancario a un plazo de 50 años con un interés del 3%.

La rentabilidad del dinero desembolsado inicialmente, por el sobrecoste que supone la mejora de los materiales de vidrios, carpinterías y aislamientos de PTE. TERM, entre un edificio con vidrios dobles 4-6-4 mm, carpinterías metálicas sin RPT, y sin aisl. por PTE TERM, contra otro con vidrios de baja emisividad 0.1-0.2, 4-9-4 mm, carpinterías con RPT y aislamiento de PTE TERM, mediante aislamiento de frentes de forjado y pilares de fachada., respecto al ahorro de dinero que representa dicha inversión producida por el ahorro de energía obtenido durante un plazo de 50 años, no resulta rentable económicamente, en comparación con la rentabilidad que supondría el mantener el dinero en un depósito bancario a un plazo de 50 años con un interés del 3%.

Finalizado el trabajo del “ANÁLISIS SOBRE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UN EDIFICIO”, se concluye el mismo indicando, que todos los objetivos que se habían planteado en un inicio han sido satisfechos en su totalidad, obteniendo en su desarrollo un análisis y conclusiones finales que han rebelado todas las cuestiones de interés que había suscitado el planteamiento del presente trabajo.

Este trabajo en un futuro, podría ser ampliado bajo un nuevo planteamiento sobre los edificios tipo que se han creado, realizando el procesado de datos con el programa “CERMA” en otra ciudad de características climatológicas diferentes a la de Valencia.



### 3. PLANOS

#### 3.1 PLANOS DESCRIPTIVOS DEL PROYECTO

3.1.1 P0-DISTRIBUCIÓN CON SÓTANO Y SEMISOTANO

3.1.2 P1-DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA Y 1º

3.1.3 P2-DISTRIBUCIÓN PLANTA 2º Y 3º

3.1.4 P3-DISTRIBUCIÓN CUBIERTA Y CASETONES

3.1.5 S1- SECCIÓN A-A´

3.1.6 S2-SECCIÓN B-B´

3.1.7 A1-ALZADOS



## 3.2 PLANOS DE SITUACIÓN

### 3.2.1 SE1-SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO



En Valencia, a 10 de Febrero del 2013

José María Layunta Villarroya