

## ÍNDICE GENERAL

Índice general .....	1
Memoria .....	6
1 Introducción .....	7
1.1 Objeto .....	7
1.2 Localización .....	7
2 Procedimiento de calificación y certificación de eficiencia energética ...	7
2.1 Objeto .....	7
2.2 Ámbito de aplicación .....	8
3 Datos técnicos del edificio .....	8
3.1 Sistema envolvente .....	9
3.1.1 Cerramientos exteriores .....	9
3.2 Sistema de compartimentación .....	13
3.2.1 Particiones verticales .....	13
3.2.2 Forjado entre pisos .....	14
3.2.3 Huecos verticales interiores .....	17
3.3 Materiales .....	17
3.4 Puentes térmicos .....	19
4 Aplicación del DB HE-1: Limitación de la demanda energética ....	19
4.1 Método de cálculo (opción simplificada) .....	20
4.1.1 Verificación transmitancia térmica ( $U < U_{max}$ ) .....	23
4.1.2 Verificación transmitancia térmica media ( $U < U_{LIM}$ ) .....	24

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

4.1.3 Verificación factor solar de huecos ( $F_{\text{solar}} < F_{\text{solar límite}}$ ) ....	24
4.1.4 Verificación permeabilidad al aire de carpinterías .....	25
4.1.5 Verificación de condensaciones superficiales ( $f_{\text{RSI}} > f_{\text{RSmin}}$ ) ...	25
4.1.6 Verificación de condensaciones intersticiales .....	26
4.2 Método de cálculo (opción general) .....	28
Cálculos .....	31
5 Proceso de cálculo de la demanda energética .....	32
5.1 Caso 1 .....	33
5.1.1 Opción simplificada .....	34
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	42
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	46
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	50
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor... 51	
5.1.5.1 Suelo radiante .....	51
5.2 Caso 2 .....	57
5.1.1 Opción simplificada .....	59
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	62
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	63
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	64
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor... 65	
5.3 Caso 3 .....	66
5.1.1 Opción simplificada .....	66
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	69

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	70
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	71
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor...	72
5.4 Caso 4 .....	73
5.1.1 Opción simplificada .....	73
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	76
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	77
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	78
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor...	79
5.5 Caso 5 .....	80
5.1.1 Opción simplificada .....	80
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	83
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	84
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	85
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor...	86
5.6 Caso 6 .....	87
5.1.1 Opción simplificada .....	87
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	90
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	91
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	92
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor...	93
5.7 Caso 7 .....	94
5.1.1 Opción simplificada .....	94

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

5.1.2 Opción general (LIDER) .....	97
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	98
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	99
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor...100	
5.8 Caso 8 .....	101
5.1.1 Opción simplificada .....	101
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	104
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	105
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	106
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor...107	
5.9 Caso 9 .....	108
5.1.1 Opción simplificada .....	108
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	112
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	113
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	113
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor...114	
5.10 Caso 10 .....	115
5.1.1 Opción simplificada .....	115
5.1.2 Opción general (LIDER) .....	119
5.1.3 Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	120
5.1.4 Sistema mixto con caldera de glp .....	120
5.1.5 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor.. 121	

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

6	Análisis de los resultados obtenidos .....	122
6.1	Opción general (LIDER) .....	125
5.1.3	Sistema mixto con caldera de gasóleo .....	126
5.1.4	Sistema mixto con caldera de glp .....	127
5.1.5	Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor .....	128
	Estudio económico .....	130
7	Coste de materiales .....	132
7.1	Sustitución de aislamientos .....	132
7.2	Sustitución de ventanas .....	132
7.3	Sustitución de calderas .....	132
8	Coste de las instalaciones .....	133
8.1	Sistema mixto con caldera de GLP's .....	133
8.2	Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor ....	134
	Conclusiones .....	143
	Bibliografía .....	146
	Anexo Planos .....	149

# Memoria

## 1 Introducción

### ➤ 1.1 Objeto

El presente proyecto tiene como objetivo realizar un estudio de eficiencia energética de una vivienda ya construida; para ello primeramente se ha comprobado el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en su documento básico de ahorro de energía; para posteriormente determinar la calificación energética de la misma. Se analizarán aquellos elementos que definen dicha calificación y por tanto poder ser capaces de mejorar dicha eficiencia modificando los elementos necesarios para ello.

### ➤ 1.2 Localización

La casa se encuentra situada en la localidad de Comillas (Cantabria), sus coordenadas geográficas son 43.4º latitud norte, 4.3º longitud oeste y 23 metros de altura, por tanto, zona C1 tomando como referencia el CTE.

## 2 Procedimiento de calificación y certificación de eficiencia energética

### ➤ 2.1 Objeto

Aproximadamente, el 30% del consumo de energía primaria es debido a los edificios, y por ello las normativas europeas han intentado incidir sobre el consumo energético de las construcciones, en este caso creando una herramienta similar a la ya empleada en el caso de los electrodomésticos.

Dichas normativas obligan a clasificar las nuevas construcciones con una etiqueta que informe a los compradores del grado de eficiencia del edificio. Se trata de que cada edificio disponga de una etiqueta con su calificación energética (de la A, que correspondería a los edificios más eficientes, a la G, los edificios menos eficientes) y en la que se incluya su consumo estimado de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas.

El objetivo principal, por tanto, sería incentivar a los promotores a construir edificios más eficientes y animar a la rehabilitación de edificios para que consumieran menos energía. La certificación energética quiere ser una evaluación cuantitativa y objetiva del comportamiento energético del edificio, que debe ser presentada de forma comprensible al usuario. Para realizar esa evaluación del edificio, se ha establecido una metodología de cálculo, y para hacer llegar los resultados al usuario, una etiqueta tipo.

### ➤ 2.2 *Ámbito de aplicación*

La Directiva Europea 2002/91/CE tiene como objetivo fomentar la eficiencia energética de los edificios y obliga a todos los estados miembros, entre otras cosas, a que todo edificio, tanto si se vende como si se alquila, vaya acompañado de un Certificado de eficiencia energética. Esta directiva en el estado español no se ha transpuesto hasta el año 2007, mediante la aprobación del Código Técnico de la Edificación (CTE), la realización de modificaciones al Reglamento de Instalaciones Térmicas de edificios (RITE), y el Real Decreto 47/2007, de 19 de enero, que define la aplicación de una certificación energética.

Este decreto entró en vigor el 30 de abril de 2007, será de aplicación voluntaria hasta el 31 de octubre de 2007, mientras que a partir de entonces su cumplimiento será obligatorio. En el decreto, la directiva se transpone de manera parcial, ya que todavía no se incluye la certificación energética de los edificios existentes, cuyo procedimiento se aprobó en enero de 2009.

### **3 Datos técnicos del edificio**

El edificio es de tipo plurifamiliar, consta de una planta baja destinada a locales comerciales y dos viviendas, todas las plantas tienen las mismas dimensiones que en total suman una superficie construida de 450 m<sup>2</sup>, de los cuales 310 m<sup>2</sup> son útiles.

En el edificio hay espacios no calefactados que se corresponden con el local comercial nº2, las escaleras y un espacio destinado a trastero, situado en la planta bajo cubierta; el resto de espacios se encuentran calefactados.

### ➤ 3.1 Sistema envolvente

#### ➤ 3.1.1 Cerramientos exteriores

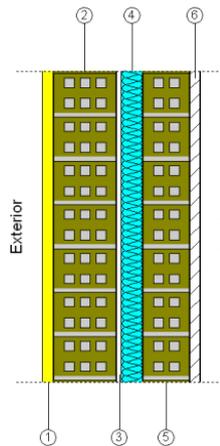
#### ➤ Fachadas

- Fachadas tipo 1: Muros de cerramiento Superficie total 229 m<sup>2</sup>

Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	2 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	12 cm
3 - Cámara de aire ligeramente ventilada	1 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4 cm
5 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	9 cm
6 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2 cm
Espesor total:	30 cm
Limitación de demanda energética U <sub>m</sub> :	0.55 W/m <sup>2</sup> K

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

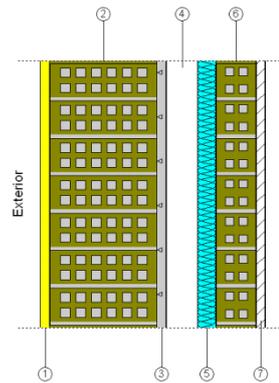


- Fachada tipo 2: Muros de carga Superficie del cerramiento 51m<sup>2</sup>

Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2 cm
2 - 1 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	24 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2 cm
4 - Cámara de aire ligeramente ventilada	7 cm
5 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4 cm
6 - Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	9 cm
7 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2 cm
Espesor total:	50 cm
Limitación de demanda energética U <sub>m</sub> :	0.43 W/m <sup>2</sup> K

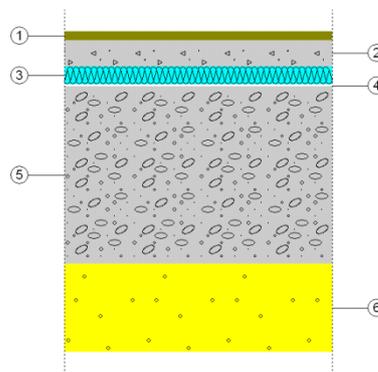
# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana



## ➤ Suelos

- Forjado Sanitario o solera

Superficie total 96m<sup>2</sup>



Listado de capas:

1 - Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	6 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[m <sup>2</sup> K]]	4 cm
4 - Cloruro de polivinilo [PVC]	0.5 cm
5 - Hormigón armado 2300 < d < 2500	40 cm
6 - Arena y grava [1700 < d < 2200]	20 cm
Espesor total:	72.5 cm
Limitación de demanda energética U <sub>s</sub> :	0.48 W/m <sup>2</sup> K

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

(Para una solera apoyada, con longitud característica  $B' = 5.3 \text{ m}$ )

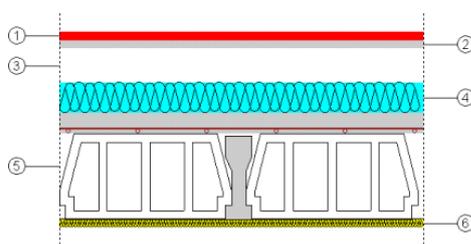
Solera con banda de aislamiento perimetral (ancho 1.0 m y resistencia térmica:  $1.22 \text{ m}^2\text{K/W}$ )

### ➤ *Cubierta*

- Tejado

Revestimiento exterior y forjado

Superficie total  $111\text{m}^2$



Listado de capas:

1 - Teja de arcilla cocida	2 cm
2 - Cloruro de polivinilo [PVC]	2 cm
3 - Cámara de aire	8 cm
4 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	7 cm
5 - Forjado unidireccional (Elemento resistente)	25 cm
6 - PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. impermeable a gases [ 0.025 W/[mK]]	2 cm

Espesor total: 46 cm

Limitación de demanda energética: U<sub>c</sub> refrigeración: 0.31 W/m<sup>2</sup>K  
U<sub>c</sub> calefacción: 0.33 W/m<sup>2</sup>K

### ➤ *Huecos verticales*

Ventanas						
Acristalamiento	M <sub>M</sub>	U <sub>Marco</sub>	FM	Pa	C <sub>M</sub>	U <sub>Hueco</sub>
Tipo 1(x2)	Tipo 1	4.91	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.12
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.50	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.62

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Ventanas						
Acristalamiento	M <sub>M</sub>	U <sub>Marco</sub>	FM	Pa	C <sub>M</sub>	U <sub>Hueco</sub>
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.22	Clase 2	Oscuro (0.80)	2.90
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.38	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.30
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.44	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.48
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.12
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.39	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.33
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19
Tipo 1(x2)	Tipo 1	4.91	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.12
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.44	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.48
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.35	Clase 2	Claro (0.40)	3.22
Tipo 1(x2)	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.12
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.39	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.33
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19

Abreviaturas utilizadas	
M <sub>M</sub>	Material del marco
U <sub>Marco</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> K)
FM	Fracción de marco
Pa	Permeabilidad al aire de la carpintería
C <sub>M</sub>	Color del marco (absortividad)
U <sub>Hueco</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> K)

- Tipo 1: doble acristalamiento, factor solar del vidrio (fsv) de **0.78** y transmitancia térmica (U<sub>vidrio</sub>) de 2.01 Kcal/hm<sup>2</sup>°C.

Puertas	
Tipo	U <sub>Puerta</sub> (W/m <sup>2</sup> K)
tipo 1 (x3)	2.00
tipo 2	2.00

- Tipo 1: dimensiones de 70x203 cm  
 ➤ Tipo 2: dimensiones de 80x203 cm

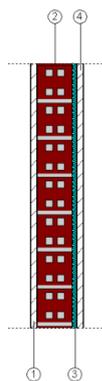
### ➤ 3.2 Sistema de compartimentación

#### ➤ 3.2.1 Particiones verticales

#### Tabiquería

- Tabiques colindantes con el hueco de la escalera      Superficie total 84m<sup>2</sup>

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana



Listado de capas:

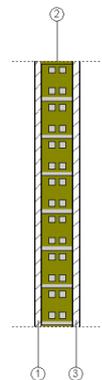
1 - Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	1.5 cm
2 - Tabicón de LH doble Gran Formato $60 \text{ mm} < E < 90 \text{ mm}$	8 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [ $0.037 \text{ W}/[\text{mK}]$ ]	1 cm
4 - Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	1.5 cm

Espesor total: 12 cm

Limitación de demanda energética  $U_m$ :  $1.05 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

- Tabiques interiores

Superficie total  $116 \text{ m}^2$



Listado de capas:

1 - Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	1.5 cm
2 - Tabicón de LH doble [ $60 \text{ mm} < E < 90 \text{ mm}$ ]	7 cm
3 - Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	1.5 cm

Espesor total: 10 cm

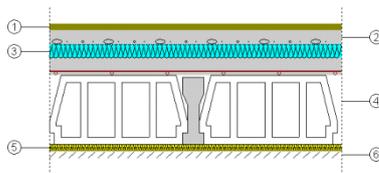
Limitación de demanda energética  $U_m$ :  $2.11 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

### ➤ 3.2.2 Forjados entre pisos

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

- Forjado, suelo de madera

Superficie total 125 m<sup>2</sup>



Listado de capas:

- |   |       |
|---|-------|
| 1 - Conífera de peso medio 435 < d < 520  | 2 cm  |
| 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido<br>1000 < d < 1250 | 4 cm  |
| 3 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]  | 4 cm  |
| 4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente)  | 25 cm |
| 5 - PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [ 2 cm<br>0.03 W/[mK]]       |       |
| 6 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300  | 2 cm  |

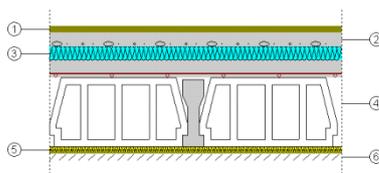
Espesor total: 39 cm

Limitación de demanda energética U refrigeración: 0.42 W/m<sup>2</sup>K

U calefacción: 0.4 W/m<sup>2</sup>K

- Forjado, aseos

Superficie total 21m<sup>2</sup>



Listado de capas:

- |   |       |
|---|-------|
| 1 - Azulejo cerámico  | 2 cm  |
| 2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido<br>1000 < d < 1250 | 4 cm  |
| 3 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]  | 4 cm  |
| 4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente)  | 25 cm |
| 5 - PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [ 2 cm<br>0.03 W/[mK]]       |       |

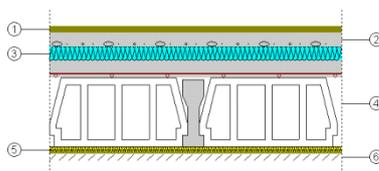
## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

6 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2 cm
Espesor total:	39 cm
Limitación de demanda energética	U refrigeración: 0.45 W/m <sup>2</sup> K U calefacción: 0.42 W/m <sup>2</sup> K

- Forjado, suelo de gres

Superficie total 26m<sup>2</sup>

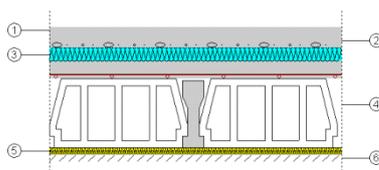


Listado de capas:

1 - Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	4 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4 cm
4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente)	25 cm
5 - PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [ 0.03 W/[mK]]	2 cm
6 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2 cm
Espesor total:	39 cm
Limitación de demanda energética	Uc refrigeración: 0.45 W/m <sup>2</sup> K Uc calefacción: 0.42 W/m <sup>2</sup> K

- Forjado, altillo

Superficie total 96m<sup>2</sup>



Listado de capas:

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$	2 cm
2 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido $1000 < d < 1250$	4 cm
3 - EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4 cm
4 - Forjado unidireccional (Elemento resistente)	25 cm
5 - PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [ 0.03 W/[mK]]	2 cm
6 - Enlucido de yeso $1000 < d < 1300$	2 cm
<b>Espesor total:</b>	<b>39 cm</b>
<b>Limitación de demanda energética</b>	<b>Uc refrigeración: 0.44 W/m<sup>2</sup>K</b>
	<b>Uc calefacción: 0.42 W/m<sup>2</sup>K</b>

### ➤ 3.2.3 Huecos verticales interiores

<b>Puertas</b>	
Tipo	U <sub>Puerta</sub> (W/m <sup>2</sup> K)
tipo 1 (x19)	2.00

### ➤ 3.3 Materiales

<b>Capas</b>						
Material	e	ρ	λ	RT	Cp	μ
1 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	24	1000	0.512	0.469	1000	10
1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	12	900	0.512	0.234	1000	10
Arena y grava [1700 < d < 2200]	20	1450	2	0.1	1050	50
Azulejo cerámico	2	2300	1.3	0.0154	840	1000000
Cloruro de polivinilo [PVC]	0.5	1390	0.17	0.0294	900	50000
Cloruro de polivinilo [PVC]	2	1390	0.17	0.118	900	50000
Conífera de peso medio 435 < d < 520	2	480	0.15	0.133	1600	20
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	1.5	1150	0.57	0.0263	1000	6
Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2	1150	0.57	0.0351	1000	6

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

<b>Capas</b>						
Material	e	$\rho$	$\lambda$	RT	Cp	$\mu$
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	1	30	0.0375	0.267	1000	20
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	4	30	0.0375	1.07	1000	20
EPS Poliestireno Expandido [ 0.037 W/[mK]]	7	30	0.0375	1.87	1000	20
Forjado unidireccional 20+5 cm (Bovedilla de hormigón)	25	1327.33	1.32	0.19	1000	80
Gres(sílice) 2200 < d < 2590	2	2395	2.3	0.0087	1000	30
Hormigón armado 2300 < d < 2500	40	2400	2.3	0.174	1000	80
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2	1125	0.55	0.0364	1000	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	4	1125	0.55	0.0727	1000	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	6	1125	0.55	0.109	1000	10
Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	2	1525	0.8	0.025	1000	10
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. impermeable a gases [ 0.025 W/[mK]]	2	45	0.025	0.8	1000	1000000
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [ 0.03 W/[mK]]	2	45	0.03	0.667	1000	60
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	7	930	0.432	0.162	1000	10
Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	9	930	0.432	0.208	1000	10
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	8	630	0.212	0.377	1000	10
Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	9	630	0.212	0.425	1000	10
Teja de arcilla cocida	2	2000	1	0.02	800	30
Abreviaturas utilizadas						
e	Espesor (cm)		RT	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> K/W)		
$\rho$	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		Cp	Calor específico (J/kgK)		
$\lambda$	Conductividad (W/mK)		$\mu$	Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua		

<b>Marcos</b>	
Material	$U_{\text{Marco}}$
Tipo 1	4.91
Abreviaturas utilizadas	
$U_{\text{Marco}}$	Coefficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> K)

## ➤ 3.4 Puentes térmicos

Puentes térmicos lineales		
Nombre	$\psi$	$F_{Rsi}$
Fachada en esquina vertical saliente	0.08	0.82
Unión de solera con pared exterior	0.14	0.74
Forjado entre pisos	0.41	0.75
Ventana en fachada	0.00	0.00
Ventana en fachada	0.43	0.58
Ventana en fachada	0.39	0.70
Abreviaturas utilizadas		
$\psi$	Transmitancia lineal (W/mK)	$F_{Rsi}$ Factor de temperatura de la superficie interior

## 4 Aplicación del DB HE-1: Limitación de la demanda energética

El Código Técnico de la edificación ofrece dos opciones posibles en lo que al estudio de la demanda energética se refiere.

Por un lado, la opción simplificada, la cual se basa en el control indirecto de la demanda energética del edificio limitando los parámetros característicos de sus cerramientos y particiones interiores que definen la envolvente térmica y por otro lado, la opción general, basada en la evolución de la demanda energética de los edificios comparando la del edificio objeto de estudio con un edificio de referencia. La opción general debe verificarse mediante el programa informático LIDER (Limitación de la Demanda Energética).

Para el estudio de la demanda energética de la vivienda del presente proyecto se aplicara la opción general, según la cual se deberá comprobar que:

- Las demandas energéticas de la envolvente térmica del edificio objeto son inferiores a las del edificio de referencia para régimen de calefacción (la refrigeración en nuestro caso no es necesaria).

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

- La humedad relativa media mensual en la superficie interior sea inferior al 80% para controlar las condensaciones superficiales. Además, se comprobará que la humedad acumulada en cada capa del cerramiento se seca a lo largo de un año, y que la máxima condensación acumulada en un mes no sea mayor que el valor admisible para cada material aislante.
- Cumplimiento de las limitaciones de permeabilidad al aire de las carpinterías de los huecos.

### ➤ 4.1 Método de cálculo (opción simplificada)

Mediante la opción simplificada se cumplen los objetivos del DB HE 1, realizando un procedimiento indirecto para establecer valores límite. Esta es la opción más inmediata para la verificación del cumplimiento de la normativa, basada en el criterio de que la envolvente edificatoria debe cumplir unos valores límite sin que sea posible la compensación de dichos valores.

Para aplicar la opción simplificada, se deben cumplir las condiciones siguientes:

- Superficie de huecos en cada fachada menor al 60%.
- Superficie que ocupan lucernarios en cubierta menor al 5%.
- Se aplicara esta opción a los cerramientos nuevos para los casos de rehabilitación.

Asimismo, se deberán cumplir diversos objetivos para verificar el cumplimiento de la opción simplificada. Los objetivos a cumplir son evitar el riesgo de condensaciones superficiales, limitar la demanda energética y controlar la condensaciones intersticiales.

A continuación, se realiza un cuadro resumen de los objetivos y verificaciones a realizar.

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Objetivo	Verificación	Opción simplificada
Limitar la demanda energética	$U < U_{\text{maximo}}$ (Tabla 2.1)	Debe verificarse
	$U_{\text{medio}} < U_{\text{limite}}$ (Tabla 2.2)	Debe verificarse
	$F_{\text{solar}} < F_{\text{solar;limite}}$ (Tabla 2.2)	Debe verificarse
	Permeabilidad < Permeabilidad limite (Artículo 2.3)	Debe verificarse
	Demanda proyecto < Demanda referencia	No se calcula la demanda, se limita de forma indirecta
Evitar riesgo condensaciones superficiales	$f_{\text{Rsi;proy}} > f_{\text{Rsi;limite}}$ (Tabla 3.2)	Debe verificarse
Control condensaciones intersticiales	Cantidad Evaporada > Cantidad Condensada Artículo 3.2.3.2	Debe verificarse

Tabla 2.3 Verificaciones para la Opción simplificada

El DB HE 1 (Limitación de la demanda energética) define la envolvente térmica como el conjunto de cerramientos que separan:

- a) los espacios habitables del exterior.
- b) los espacios habitables de los no habitables.

Asimismo, quedan definidos como espacios habitables los recintos interiores destinados al uso de personas en los que la densidad de ocupación y el tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Los siguientes recintos se consideran habitables:

- a) Habitaciones y estancias en edificios residenciales.
- b) Aulas, bibliotecas, despachos, salas de espera, 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.

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

- 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 uso asimilable a los anteriores.

Quedan definidos como espacios no habitables aquellos recintos interiores no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, solo exige unas condiciones adecuadas de salubridad. Se incluyen en esta clasificación los garajes, trasteros, cámaras técnicas y desvanes no acondicionados así como sus zonas comunes.

Por tanto, y según las definiciones anteriores, los cerramientos exteriores no son los únicos que forman la envolvente térmica del edificio, ya que los cerramientos interiores pueden formar parte de ella debiéndose considerar por tanto en el cálculo.

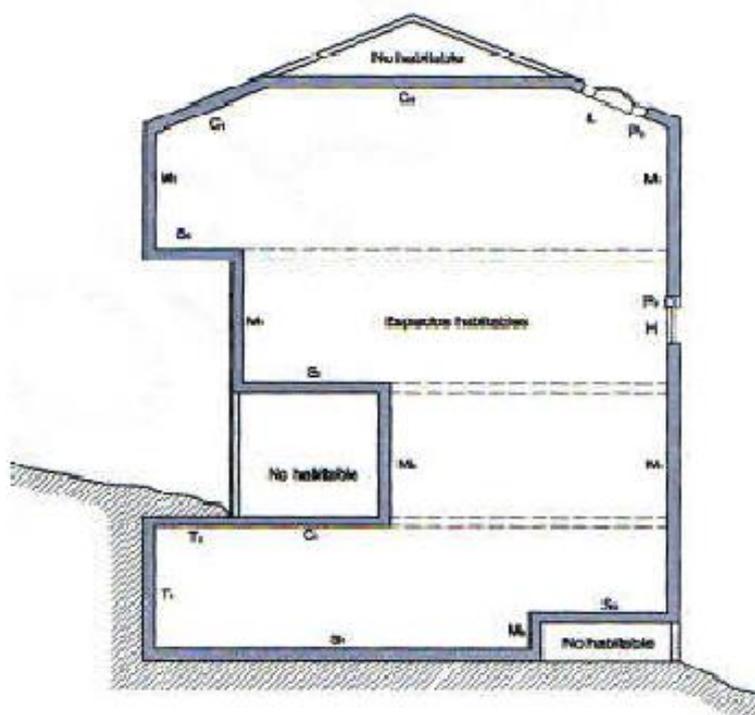


Figura 3.2 esquema de envolvente térmica de un edificio

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

En nuestro caso, se diferenciarían entre los siguientes procesos de cálculo:

- 1- Cerramientos en contacto con el aire exterior.
- 2- Cerramientos en contacto con el terreno.

### ➤ 4.1.1 Verificación transmitancia térmica ( $U < U_{\text{máx}}$ )

Los coeficientes de trasmisión térmica de los cerramientos de la vivienda que forman la envolvente térmica deben ser comparados con los valores que la normativa exige en la siguiente tabla. Los valores de la tabla que se muestra a continuación están clasificados en función de la zonificación climática.

Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla 2.1 en función de la zona climática en la que se ubique el edificio.

Tabla 2.1 Transmitancia térmica máxima de *cerramientos y particiones interiores* de la envolvente térmica

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(1)</sup> y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos <sup>(2)</sup>	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas <sup>(3)</sup>	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Se incluyen las losas o soleras enterradas a una profundidad no mayor de 0,5 m

<sup>(2)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de cámaras sanitarias, se consideran como suelos

<sup>(3)</sup> Las particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como en el caso de desvanes no habitables, se consideran como cubiertas

En edificios de viviendas, las *particiones interiores* que limitan las *unidades de uso* con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas, tendrán cada una de ellas una transmitancia no superior a 1,2 W/m<sup>2</sup>K.

### ➤ 4.1.2 Verificación transmitancia térmica media ( $U < U_{LIM}$ )

La normativa aporta una tabla, en la que en función de la zona climática y de los cerramientos y particiones interiores que forman la vivienda, se ofrecen unos valores máximos de transmitancia térmica media. Estos valores de transmitancia térmica media se deben cumplir por los cerramientos.

La tabla que se tiene en cuenta en el presente proyecto, es la que equivale a la zona climática C1, la cual, se muestra a continuación:

<b>Zona Climática C1</b>
--------------------------

**Transmitancia límite de muros de fachada y**

**Cerramientos en contacto con el terreno  $U_{lim}: 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**Transmitancia límite de suelos  $U_{lim}: 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**Transmitancia límite de cubiertas  $U_{lim}: 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$**

**Factor solar modificado límite de lucernarios  $F_{lim}: 0,37$**

% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim} \text{ W/m}^2\text{K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
					Carga interna baja			Carga interna alta		
	N	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	4,3 (4,4)	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	3,9 (4,1)	-	-	-	0,56	-	0,60
de 41 a 50	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	3,6 (3,8)	-	-	-	0,47	-	0,52
de 51 a 60	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	3,5 (3,6)	-	-	-	0,42	-	0,46

### ➤ 4.1.3 Verificación factor solar de huecos ( $F_{solar} < F_{solar \text{ límite}}$ )

En la opción simplificada, debe verificarse el cumplimiento del factor solar de huecos, entendiendo como tal la cantidad de energía que atraviesa un cerramiento al recibir esta la radiación solar sobre la superficie del hueco.

Como se puede apreciar en la tabla aportada por la normativa sobre los valores límite de transmitancia para espacios con baja carga interna

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

(viviendas), no se exigen valores algunos para verificar el factor solar de huecos.

### ➤ 4.1.4 Verificación permeabilidad al aire de carpinterías

Con la finalidad de evitar la infiltración de aire provocada por una falta de estanqueidad de las carpinterías y que esto provoque un aumento de la demanda energética se impone una estanqueidad mínima de las carpinterías, la cual va en función de la zona climática.

En el caso de la zona climática de la vivienda del presente proyecto (C) se exige una permeabilidad máxima de 27 m<sup>3</sup>/h m<sup>2</sup> bajo una presión de 100 Pa. Dicha exigencia únicamente se garantiza mediante carpinterías de clase 2, 3 y 4.

### ➤ 4.1.5 Verificación de condensaciones superficiales ( $f_{RSI} > f_{RSmin}$ )

Para verificar el riesgo de formación de moho en los cerramientos, se debe conocer la higrometría de los locales a estudiar, entendiendo como higrometría el equilibrio entre producción de vapor y renovación de aire.

Según la normativa, en la vivienda objeto del presente proyecto, se considera una clase de higrometría 3, equivalente a una temperatura y humedad relativa interior de 20 °C y 55% respectivamente. En la tabla 3.2 que ofrece la normativa (ver tabla siguiente) y atendiendo a la clase higrométrica anteriormente citada y a la zona climática, se obtiene el factor mínimo de temperatura superficial.

**Tabla 3.2 Factor de temperatura de la superficie interior mínimo  $f_{RSmin}$**

Categoría del espacio	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Clase de higrometría 5	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90
Clase de higrometría 4	0.66	0.66	0.69	0.75	0.78
Clase de higrometría 3 o inferior a 3	0,50	0.52	0.56	0.61	0.64

El factor de temperatura superficial interior con el que se debe realizar la comparación se obtiene a través de la expresión siguiente:

$$F_{RSI} = 1 - U * 0.25$$

Como se aprecia, el factor de temperatura de la superficie interior de los cerramientos, partición interior o puentes térmicos integrados en los cerramientos se calcula en función de su transmitancia térmica.

### ➤ 4.1.6 Verificación condensaciones intersticiales

Por otro lado, e independientemente a la verificación de la existencia o inexistencia de condensaciones superficiales, se debe verificar que no existe la posibilidad de producirse condensaciones intersticiales en alguno de los puntos del cerramiento.

El procedimiento para la comprobación de la formación de condensaciones intersticiales se basa en la comparación entre la presión de vapor y la presión de vapor de saturación que existe en cada punto intermedio de un cerramiento formado por diferentes capas, para las condiciones interiores y exteriores correspondientes al mes de enero y especificadas en el apartado G.1 del CTE-DB-HE1.

Para comprobar que no se produzcan condensaciones intersticiales se debe verificar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación. Todo esto requiere efectuar un cálculo mensual de la cantidad condensada o evaporada, en función de las condiciones de temperatura y humedad, siendo los datos más desfavorables los del mes de enero como norma general.

Para cada cerramiento objeto se calculará, según el apartado G.2.2 del CTE:

- Distribución de temperaturas en cada punto del cerramiento.
- Distribución de la presión de vapor de saturación para las temperaturas anteriormente calculadas.
- Distribución de presiones de vapor en cada punto del cerramiento.

## 1 distribución de temperaturas

La distribución de temperaturas a lo largo del espesor de un cerramiento formado por varias capas, depende de las temperaturas del aire en el exterior e interior y las resistencias térmicas de cada una de las capas así como de las superficiales. La temperatura en cada punto se obtiene en relación a la del punto anterior y la transmisión total del cerramiento, siguiendo la siguiente expresión:

$$q = (T_i - T_e) / R_t$$

$T_i$  = temperatura interior

$T_e$  = temperatura exterior

$R_t$  = resistencia total del cerramiento ( $R_t = R_{si} + R$  cada material +  $R_{se}$ )

$R_{si}$  = la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior.

$R_{se}$  = la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior.

$$T_1 = T_i - q * R_{si}; T_2 = T_1 - q * R_1; T_3 = T_2 - q * R_2; \dots \dots \dots;$$

$$T_n = T_{n-1} - q * R_{se}$$

## 2 Distribución de la presión de vapor de saturación para las temperaturas anteriormente calculadas.

La distribución de la presión de saturación en cada punto del cerramiento se obtiene de forma directa aplicando la siguiente función y cogiendo la temperatura calculada anteriormente para cada punto. Por tanto, teniendo en cuenta que los valores deberían dar por encima de los 0 °C, se aplicaría la siguiente fórmula:

$$P_{sat} = 610.5 * e^{(17.269 * \frac{\theta}{237.3 + \theta})}$$

## 3 Distribución de presiones de vapor

De la misma forma que se ha procedido para obtener la distribución de temperaturas en todos los puntos del cerramiento, se ejecuta el cálculo de la distribución de presiones de vapor a lo largo del espesor de los

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

cerramientos. Dicho cálculo se realiza en función de las presiones de vapor del aire en el exterior, interior y la difusión al vapor de agua de cada una de las capas que forman el cerramiento. La expresión para obtener el valor de difusión del vapor de agua en cada capa es la siguiente:

$$Sd_n = e_n * \mu_n$$

$\mu_n$ = es el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua de cada capa

$e_n$ = es el espesor de la capa n [m].

Tras obtener el valor de difusión al vapor de agua de cada capa, se debe obtener el coeficiente de difusión de presión de vapor del cerramiento siguiendo la siguiente expresión:

$$p = \frac{(P_i - P_e)}{Sd_t}$$

$P_i$  = presión interior en Pascales.

$P_e$  = presión exterior en Pascales.

$Sd_t$  = difusión total del cerramiento ( $Sd_t = Sd_1 + Sd_2 + \dots + Sd_n$ )

### ➤ 4.2 Método de cálculo (opción general)

Tal y como sucede con la opción simplificada, al aplicar la opción general, que es la que se ha realizado en el presente proyecto, se exigen unas verificaciones a fin de cumplir unos objetivos concretos definidos en el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación los cuales son idénticos para las dos opciones. La única diferencia se basa en que si bien la limitación de la demanda energética se realiza mediante un método indirecto en la opción simplificada, en el caso de la opción general se debe ejecutar un cálculo de la demanda energética para obtener la limitación.

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

A continuación se adjunta un cuadro resumen comparando los requisitos necesarios para cumplir las opciones simplificada y general de la normativa.

Objetivo	Verificación	Opción Simplificada	Opción General
Limitar la demanda energética	$U < U_{\text{máximo}}$	Debe verificarse	Debe verificarse
	$U_{\text{medio}} < U_{\text{límite}}$	Debe verificarse	Valores para el edificio de referencia
	$F_s < F_{\text{slim}}$	Debe verificarse	Valores para el edificio de referencia
	Permeabilidad < Permeabilidad límite	Debe verificarse	Debe verificarse
	Demanda proyecto < Demanda referencia	No se calcula la demanda se limita de forma indirecta	Debe verificarse
Evitar riesgo condensaciones superficiales	$f_{R_{si;proy}} > f_{R_{si;limite}}$	Debe verificarse	Debe verificarse
Control condensaciones intersticiales	Cantidad Evaporada > Cantidad Condensada Artículo	Debe verificarse	Debe verificarse

Mediante la opción general presentada se establece la limitación de la demanda energética del edificio, realizando un proceso en el que se deben comparar las demandas energéticas estimadas de dos edificios, la del edificio objeto, tal y como se ha proyectado y el edificio de referencia.

El edificio de referencia ha de ser idéntico al edificio objeto en cuanto a forma, tamaño, zonificación interior y uso en cada zona. Únicamente se diferencia del edificio objeto en cuanto a las calidades constructivas, ya que

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

éstas, en el edificio de referencia, deberán cumplir con la opción simplificada descrita anteriormente.

Debido a la complejidad del cálculo que supone asumir esta opción, la demanda energética se calcula mediante el programa informático LIDER, que es el programa oficial y tiene la consideración de Documento Reconocido del CTE.

# Cálculos

### 5 Proceso de cálculo de la demanda energética

En el presente proyecto se han estudiado diferentes tipologías de disposición de los aislamientos en el edificio combinados con diferentes sistemas de calefacción; los cuales pasamos a detallar, a modo de resumen, antes de mostrar los resultados de demanda energética obtenidos.

Los casos de aislamiento estudiados son los siguientes:

- *Caso 1*: es el estado en el que se encuentra actualmente la casa.
- *Caso 2*: mejoramos la calidad del aislamiento en la cara norte de la casa.
- *Caso 3*: mejoramos la calidad del aislamiento en la cara sur de la casa.
- *Caso 4*: mejoramos la calidad del aislamiento en la cara este de la casa.
- *Caso 5*: mejoramos la calidad del aislamiento en la cara oeste de la casa.
- *Caso 6*: es el equivalente al caso 1, pero con cristales en las ventanas de menor factor solar que en el caso mencionado.
- *Caso 7*: es el equivalente al caso 2, pero con los mismos cristales que en el caso 6.
- *Caso 8*: es el equivalente al caso 3, pero con los mismos cristales que en el caso 6.
- *Caso 9*: es el equivalente al caso 4, pero con los mismos cristales que en el caso 6.
- *Caso 10*: es el equivalente al caso 5, pero con los mismos cristales que en el caso 6.

Por otro lado, para cada uno de los 10 casos se estudian tres modos diferentes de abastecimiento para la calefacción y el ACS:

- Opción 1: abastecimiento mediante caldera de gasóleo.
- Opción 2: abastecimiento mediante caldera de GLP's.
- Opción 3: abastecimiento mediante bomba de calor aire-agua.

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

### • 5.1 Caso 1

En este caso se han utilizado todos los materiales descritos con anterioridad con la salvedad que hemos utilizado un acristalamiento doble con las siguientes características:

<b>Ventanas</b>								
Acristalamiento	M <sub>M</sub>	U <sub>Marco</sub>	FM	Pa	C <sub>M</sub>	U <sub>Hueco</sub>	F <sub>S</sub>	F <sub>H</sub>
Tipo 1 (x2)	Tipo 1	4.91	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.12	1.00	0.62
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.50	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.62	0.39	0.19
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.22	Clase 2	Oscuro (0.80)	2.90	1.00	0.67
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.38	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.30	0.61	0.35
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.44	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.48	0.76	0.40
Tipo1	Tipo 1	4.91	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.12	1.00	0.62
Tipo1	Tipo 1	4.91	0.39	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.33	1.00	0.56
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19	0.51	0.31
Tipo1	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19	0.51	0.31
Tipo1 (x2)	Tipo 1	4.91	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.12	0.61	0.38
Tipo1	Tipo 1	4.91	0.44	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.48	0.61	0.32
Tipo1	Tipo 1	4.91	0.35	Clase 2	Claro (0.40)	3.22	1.00	0.56
Tipo 1 (x2)	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19	0.76	0.46
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19	0.86	0.52
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.12	0.61	0.38
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.39	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.33	1.00	0.56
Tipo 1	Tipo 1	4.91	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	3.19	1.00	0.60

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Ventanas								
Acristalamiento	M <sub>M</sub>	U <sub>Marco</sub>	FM	Pa	C <sub>M</sub>	U <sub>Hueco</sub>	F <sub>S</sub>	F <sub>H</sub>
Abreviaturas utilizadas								
M <sub>M</sub>	Material del marco			U <sub>Hueco</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> K)			
U <sub>Marco</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> K)			F <sub>S</sub>	Factor de sombra			
FM	Fracción de marco			F <sub>H</sub>	Factor solar modificado			
Pa	Permeabilidad al aire de la carpintería							
C <sub>M</sub>	Color del marco (absortividad)							

- Tipo 1: doble acristalamiento (4-6-4), factor solar del vidrio (fsv) de **0.82** y transmitancia térmica (U<sub>vidrio</sub>) de 2.01 Kcal/hm<sup>2</sup>°C.

Los cálculos realizados mediante la opción simplificada se muestran en la siguiente ficha obtenida del CTE.

### 5.1.1 Opción Simplificada

<b>ZONA CLIMÁTICA C1</b>	Zona de baja carga interna <input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna <input type="checkbox"/>
--------------------------	--	---

#### Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

Muros (U <sub>Mm</sub> ) y (U <sub>Tm</sub> )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
<b>N</b>	Fachada tipo 2	24.83	0.43	10.66	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.30 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 1	26.58	0.55	14.65	
<b>E</b>	Fachada tipo 1	62.43	0.55	34.41	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 34.41 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>O</b>	Fachada tipo 1	45.32	0.55	24.98	$\Sigma A = 62.33 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.28 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 2	17.01	0.43	7.30	
<b>S</b>	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cmr}$ $F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

Huecos ( $U_{Hm}$ $F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados	
E	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.43$
	Tipo2	0.72	3.48	0.32	2.51	0.23	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.52	5.74	0.94	
O	Tipo 1	0.96	3.30	0.35	3.17	0.34	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.72 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.38$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.40	2.51	0.29	
	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
S	Tipo 1	0.48	3.62	0.19	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.86 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.37$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo2	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.46	11.48	1.66	

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx(proyecto)}}^{(1)}$ $U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	$0.61 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	$0.47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Suelos	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.65 \text{ W/m}^2\text{K}$
Cubiertas	$0.47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	$3.62 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Medianerías	<input type="text"/> $\leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>	$1.05 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$
--	--

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{\text{Mm}}^{(4)}$	$U_{\text{Mlim}}^{(5)}$	$U_{\text{Hm}}^{(4)}$	$U_{\text{Hlim}}^{(5)}$	$F_{\text{Hm}}^{(4)}$	$F_{\text{Hlim}}^{(5)}$
N	$0.49 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.12 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$4.20 \text{ W/m}^2\text{K}$		
E	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.22 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>
O	$0.52 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.21 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>
S	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.22 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>
SE	<input type="text"/>	$\leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>
SO	<input type="text"/>	$\leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>

Cerr. contacto terreno	Suelos	Cubiertas y lucernarios	Lucernarios
$U_{\text{TM}}^{(4)}$ $U_{\text{Mlim}}^{(5)}$	$U_{\text{SM}}^{(4)}$ $U_{\text{Slim}}^{(5)}$	$U_{\text{Cm}}^{(4)}$ $U_{\text{Clim}}^{(5)}$	$F_{\text{LM}}^{(4)}$ $F_{\text{Llim}}^{(5)}$
<input type="text"/> $\leq 0.73$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 0.37$

- $U_{\text{máx(proyecto)}}$  corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en el proyecto.
- (2)  $U_{\text{máx}}$  corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.
- En edificios de viviendas,  $U_{\text{máx(proyecto)}}$  de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.
- Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.
- Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.44	1028.35	1041.76	1046.45	1100.09	1160.43	1168.48
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.84	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

Mediante las tablas anteriores hemos comprobado que se cumple con los requisitos mínimos establecidos en el DB HE 1 del CTE (opción simplificada). Pasamos ahora a mostrar los resultados obtenidos al aplicar la opción general, para los cuales hemos utilizado el programa **LIDER**.

En dicha aplicación informática se deberá describir el edificio a estudiar, introduciendo su geometría, sus características constructivas y operacionales, además de la zona climática, orientación, higrometría, etc. Estos datos se han introducido en la siguiente pantalla:

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

**Zonificación climática**

Zona: C1  
Localidad: Localidad\_ZonaC1  
Latitud: 43.30  
Altitud: 23.00

**Orientación del edificio**

Ángulo: 90.00 °

**Tipo edificio**

Vivienda unifamiliar  
 Vivienda en bloque  
 Edificio sector terciario, pequeño o mediano

**Clase por defecto de los espacios habitables**

Tipo de Uso: Residencial

Condiciones higrometría

Clase 3 o inferior  
 Clase 4  
 Clase 5

Número de renovaciones hora requerido: 1.0

**Datos del Proyecto**

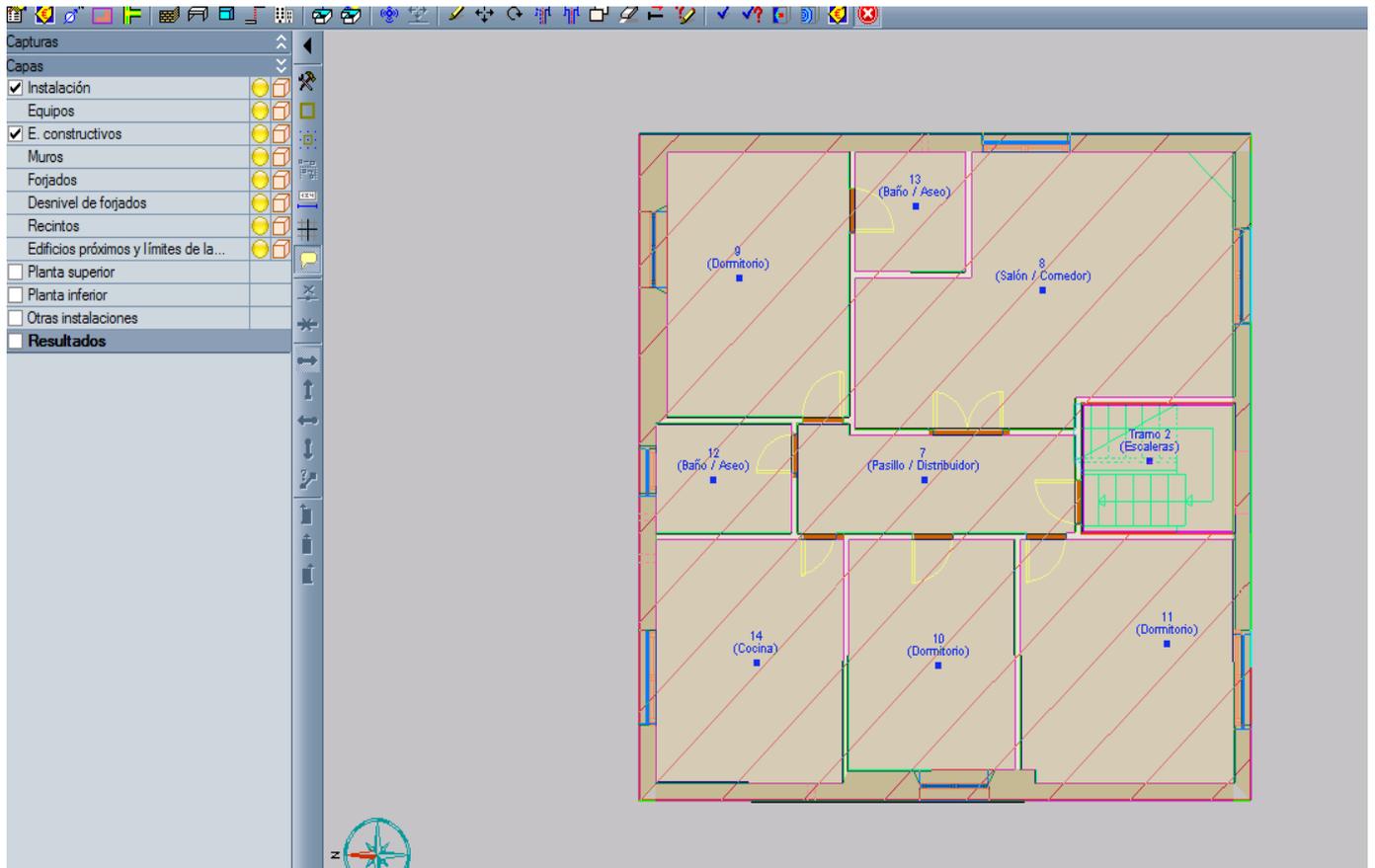
Nombre del proyecto: Calificación energética de mi casa (PFC)  
Comunidad: Cantabria  
Localidad: Comillas  
Dirección:

**Datos del Autor**

Nombre: Luis Rodríguez Celis  
Empresa o Institución: Luis Rodríguez Celis  
E-mail:  
Teléfono: (null)

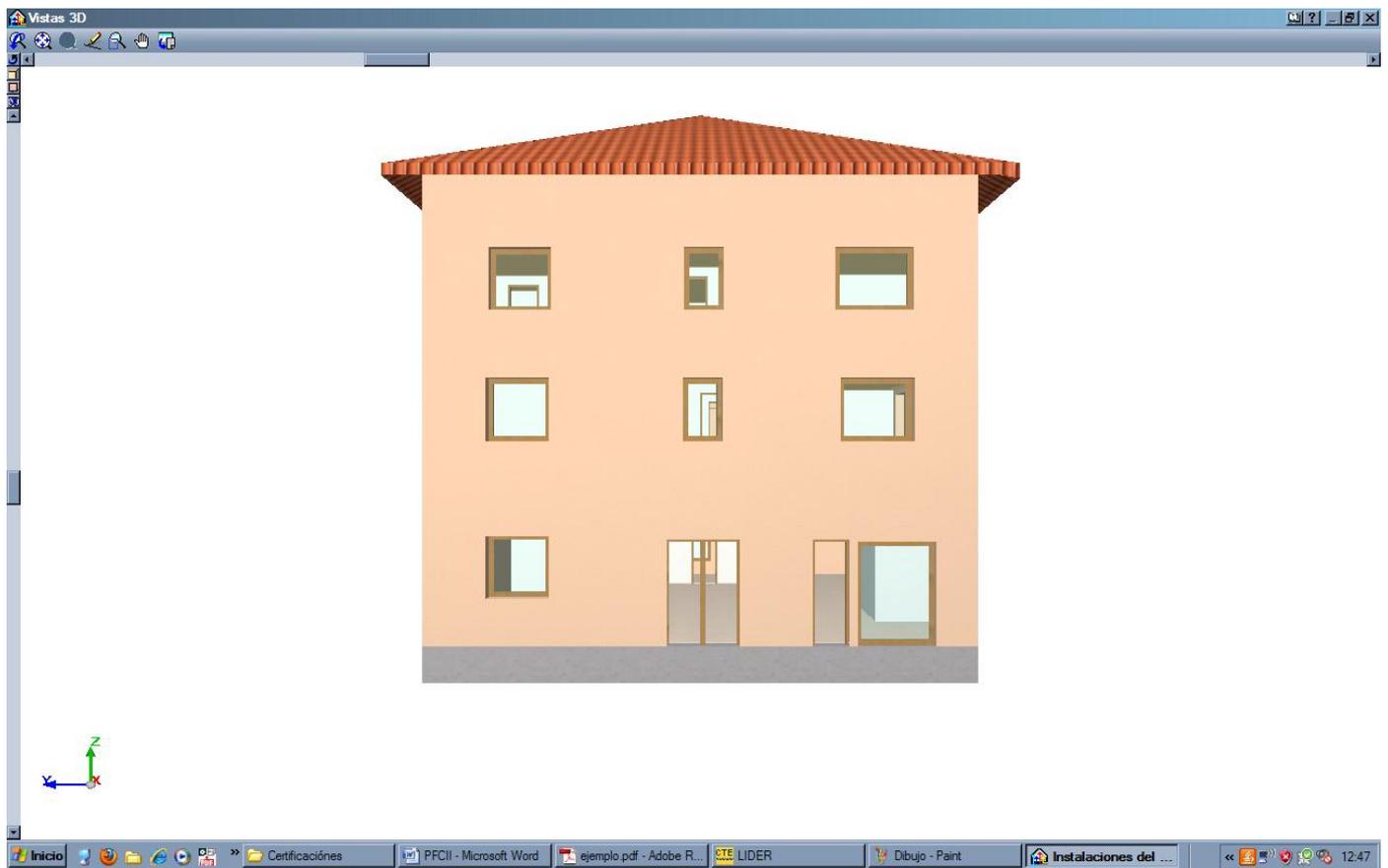
Una vez definidos estos campos nos disponemos a construir el edificio planta por planta. La definición del edificio se ha hecho con el programa **CYPE 2012**. La elaboración de las plantas de la casa en este programa tiene el siguiente aspecto:

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana



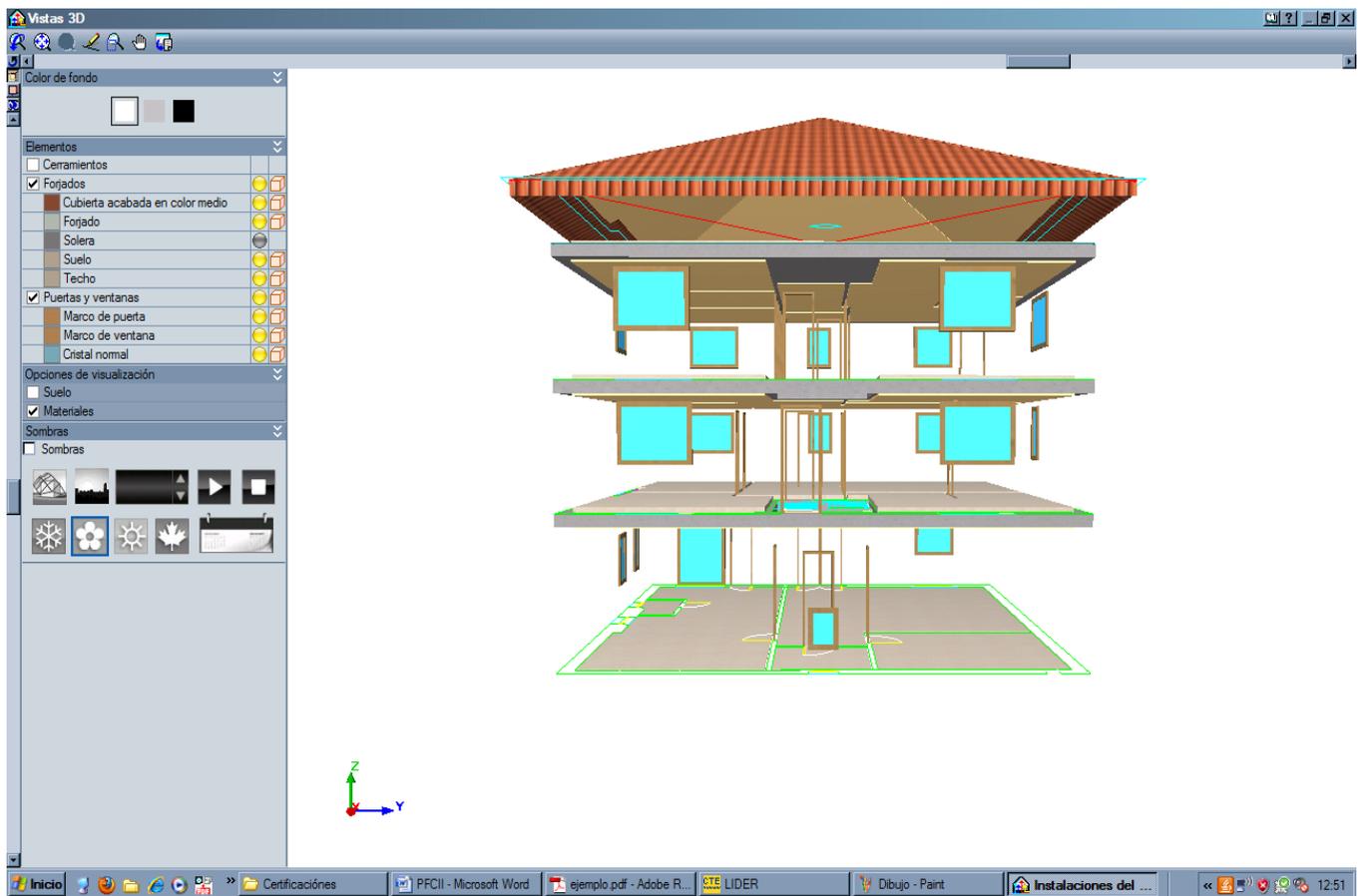
Para la confección de la casa nos hemos ayudado de los planos hechos en **AutoCad** (adjuntados en el anexo planos del proyecto). El aspecto final presentado por la casa en su cara norte (entrada a los locales comerciales) con el programa CYPE es el siguiente:

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana



Su aspecto por la cara sur (entrada a las viviendas) eliminando los cerramientos para poder observar con claridad su distribución interior, así como los forjados, es la siguiente:

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana



Una vez construido el edificio con el CYPE, lo exportamos al LIDER; una vez finaliza los cálculos, el programa ofrece una ventana con los resultados obtenidos en porcentaje y en un diagrama de barras. En el caso que el proyecto no cumpliera algunos de los requisitos mínimos, aparecería un cuadro informativo, citando los incumplimientos detectados, así como el elemento en el que se está dando dicho incumplimiento.

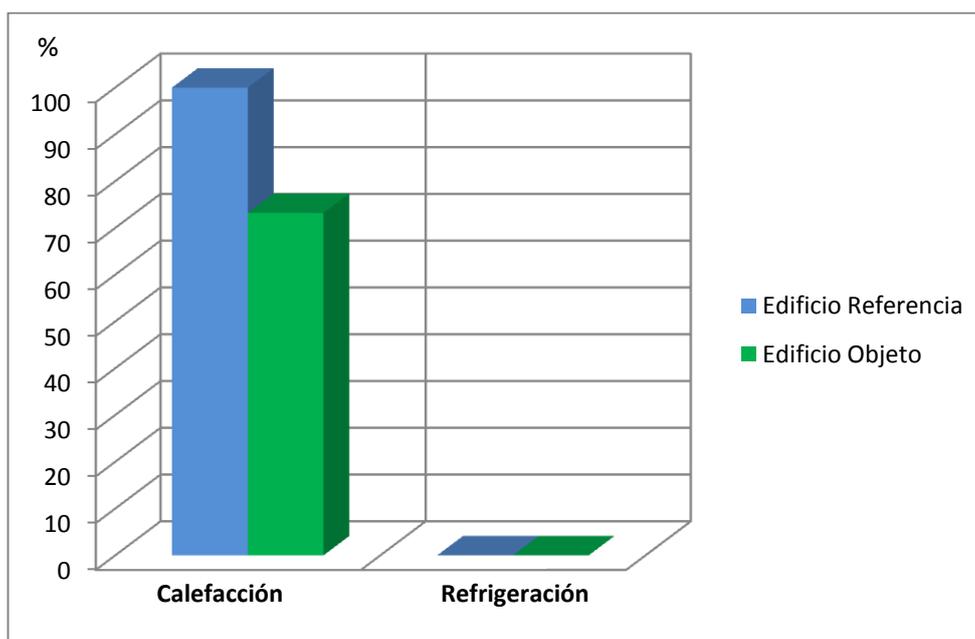
En nuestro caso (ver figura siguiente) se cumplen los requisitos mínimos establecidos en el Documento Básico de Ahorro de Energía, por lo que el programa ha continuado efectuando las verificaciones de demanda del edificio en proyecto y comparándola con el edificio de referencia.

## 5.1.2 Opción General (LIDER)

### 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	73.2	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0



**Demandas de energía. Fuente: programa LIDER**

Se debe decir, que la aplicación informática LIDER da como resultado el porcentaje que representa la demanda del edificio proyectado en relación al de referencia y no la Demanda del edificio Proyecto y el de Referencia. Asimismo, expone los valores en porcentaje, que representa la calefacción y la refrigeración, en relación al total (siendo el total un 100%).

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cuando la demanda de calefacción y la de refrigeración del edificio en proyecto son inferiores a la del edificio de referencia, como es nuestro caso, quiere decir que el edificio estudiado cumple con la reglamentación.

### Resultados por espacios

En la tabla que se muestra a continuación se muestran los resultados por espacios distribuyéndolos desde los que están situados a menor cota hasta los de las cotas superiores. En dicha tabla se indican los siguientes datos:

- ✓ Espacios: se hallan los espacios habitables, desde el que tiene menor cota, hasta el de mayor, indicados mediante su nombre.
- ✓ m<sup>2</sup>: se indica la superficie de cada uno de los espacios.
- ✓ n<sup>o</sup> de espacios iguales: muestra la veces que se repite dicho espacio.
- ✓ % de máx.: indica el porcentaje del máximo valor hallado entre todos los espacios, tanto para calefacción como refrigeración. El espacio con mayor demanda aparece con el numero 100; el resto con el porcentaje respecto al valor máximo. Dicha columna ayuda a localizar los espacios que mayor contribución tienen a la demanda.
- ✓ % de ref.: indica el porcentaje de la demanda respecto a la de referencia. Un valor superior a 100 indica una demanda superior a la de referencia.

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	58.2	63	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	48.2	61.4	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	69.9	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	62.8	62.6	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	68.4	64.4	0	0
P02_E01_5	16.1	1	54.4	73.6	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	46.6	71	0	0
P02_E03_6	8.8	1	16.4	79.4	0	0
P02_E04_3	10.5	1	34.6	70	0	0
P02_E05_2	17.3	1	38.5	65.9	0	0

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

P02_E06_1	14.6	1	37.7	65.4	0	0
P02_E07_4	4.4	1	57.6	71.7	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	36.5	50.6	0	0
P03_E01_14	14.7	1	58	91.2	0	0
P03_E02_12	4.9	1	63.2	107.1	0	0
P03_E03_9	17.3	1	55.2	93.6	0	0
P03_E04_7	8.9	1	25.4	136.7	0	0
P03_E05_10	12.4	1	38.7	91.6	0	0
P03_E06_8	26.4	1	43	96.7	0	0
P03_E07_13	4.7	1	51.6	90.6	0	0
P03_E08_11	17.4	1	45.2	96.6	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	48.1	103.5	0	0

Definición de espacios:

### Locales

P01_E01_Local_2	—————>	Local 2
P01_E02_Local_1	—————>	Local 1
P01_E03_Local_2_1	—————>	Aseo local 2
P01_E04_Local_1_1	—————>	Sala Local 1
P01_E05_Local_1_2	—————>	Aseo Local 1

### Vivienda 1

P02_E01_5	—————>	Cocina
P02_E02_vivienda	—————>	Salón/Comedor
P02_E03_6	—————>	Pasillo/Distribuidor
P02_E04_3	—————>	Baño/Aseo 3
P02_E05_2	—————>	Dormitorio 2
P02_E06_1	—————>	Dormitorio 1
P02_E07_4	—————>	Baño/Aseo 4
P02_E08_Tramo_1	—————>	Escaleras Tramo 1

### Vivienda 2

P03_E01_14	—————→	Cocina
P03_E02_12	—————→	Baño/Aseo 12
P03_E03_9	—————→	Dormitorio 9
P03_E04_7	—————→	Pasillo/Distribuidor
P03_E05_10	—————→	Dormitorio
P03_E06_8	—————→	Salón/Comedor
P03_E07_13	—————→	Baño/Aseo 13
P03_E08_11	—————→	Dormitorio 11
P03_E09_Tramo_2	—————→	Escaleras Tramo 2

Una vez realizado el estudio mediante LIDER pasaremos a realizar el estudio mediante **CALENER VYP** en el cual introduciremos el sistema de calefacción y agua caliente sanitaria, por lo que dicho análisis se realizará en base al apartado dos del código técnico de la edificación, es decir en base al rendimiento de las instalaciones térmicas.

El programa establece la demanda de ACS en función de los litros diarios por día y metro cuadrado de área habitable cubierta, que correspondería a todos aquellos espacios que hemos considerado previamente habitables. También determina las temperaturas de uso y de red del agua en función de la zona climática donde se ubique nuestro edificio; de manera que en nuestro caso tenemos los siguientes valores:

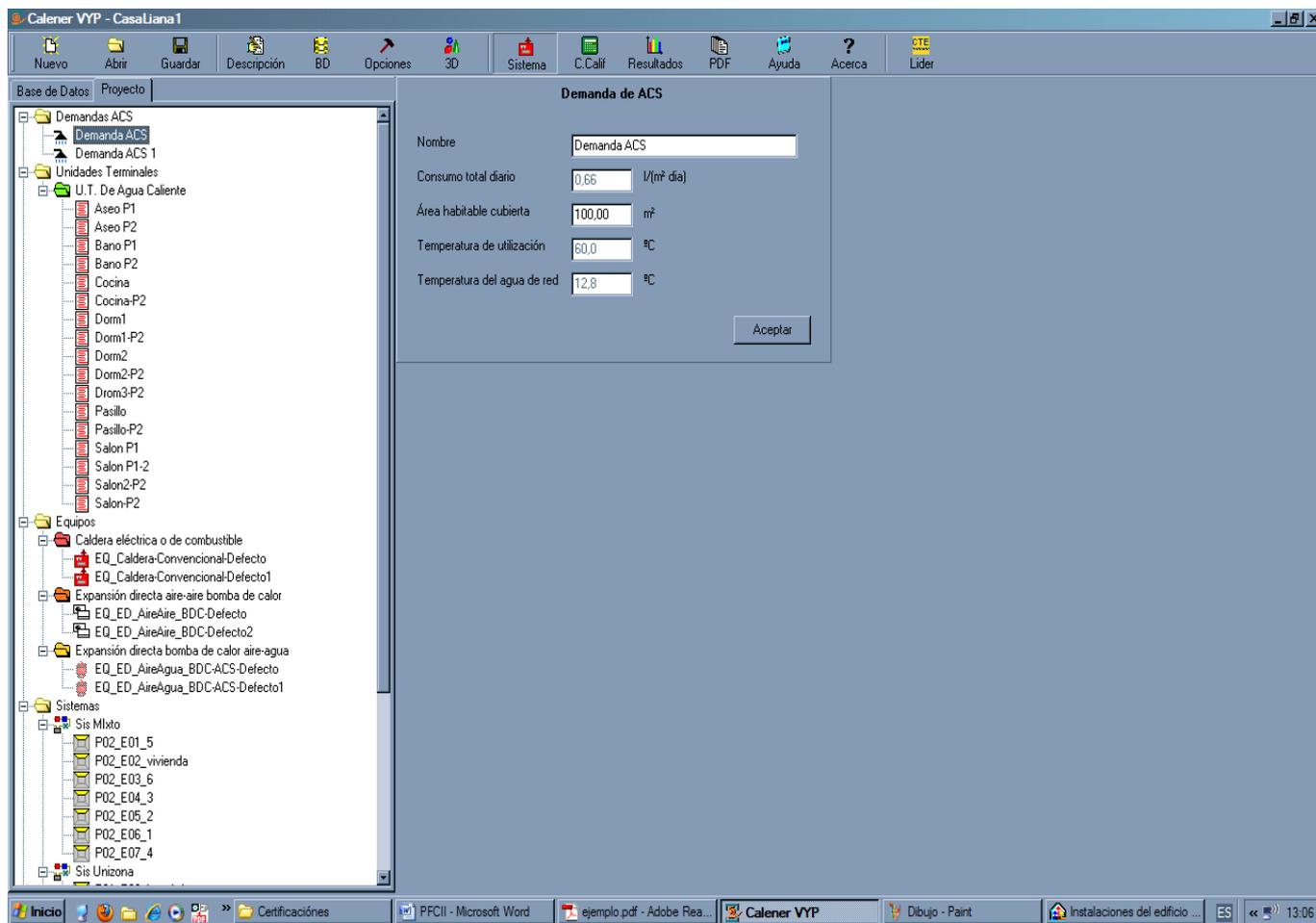
- Consumo total diario: 0.66 l/(m<sup>2</sup>día)
- Temperatura de utilización: 60 °C
- Temperatura del agua de red: 12.8 °C

En el presente proyecto se han estudiado dos sistemas distintos para cubrir la demanda de calefacción y ACS de las dos viviendas; por un lado se ha definido un sistema mixto de radiadores con caldera de combustible,

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

dentro del cual se han analizado dos tipos de combustibles, que son el gasóleo y los GLPs, ambos combustibles cubrirán por separado tanto la demanda de calefacción como la de ACS en sus respectivos casos; mientras que por otro lado se ha estudiado un sistema de calefacción multizona por suelo radiante con bomba de calor. Para cubrir la demanda de calefacción del local comercial calefactado se han definido dos sistemas compactos unizona de aire.

La definición de los sistemas implementados se realiza en una pantalla del programa como la siguiente, donde podemos ver la definición del sistema que, a continuación, de la misma se define.



### Sistema mixto con caldera de gasóleo

#### *Equipos incluidos:*

- Unidades terminales de agua caliente (radiadores).

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

- Caldera.

Se distribuyen las siguientes unidades terminales de agua con sus respectivas capacidades nominales:

### Vivienda 1

Aseo: 0.4 kW

Baño: 0.8 kW

Dormitorio 1: 1.3 kW

Dormitorio 2: 1.3 kW

Cocina: 0.9 kW

Pasillo: 0.8 kW

Salón: dos equipos de 0.8 kW cada uno

### Vivienda 2

Aseo: 0.4 kW

Baño: 0.4 kW

Dormitorio 1: 1kW

Dormitorio 2: 1.3 kW

Dormitorio 3: 0.8 kW

Cocina: 0.9 kW

Pasillo: 0.6 kW

Salón: dos equipos de 0.9 kW cada uno

La caldera utilizada es una caldera con una potencia nominal de 25 kW con un rendimiento del 88%.

### Sistema unizona

*Equipos incluidos:*

- Equipo de expansión directa aire-aire

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

Para climatizar el local de oficinas se ha optado por dos equipos compactos aire-aire de 5 kW de potencia nominal para calefacción y refrigeración con un caudal de impulsión nominal de 1500 m<sup>3</sup>/h cada uno.

Una vez definida la demanda de ACS, los sistemas y equipos utilizados, así como la asignación de las unidades terminales a sus espacios calefactados correspondientes podemos iniciar el motor de cálculo de la aplicación para obtener la calificación energética del caso 1 con los sistemas definidos arriba. Para ello, calcula la demanda energética del edificio en las condiciones estándar requeridas por la certificación energética, es por este motivo que LIDER está vinculado a CALENER VYP, ya que se ha de generar el edificio de referencia nuevamente y calcular la demanda del citado edificio de referencia. Esto sucede porque el programa tras simular el comportamiento del sistema de acondicionamiento del edificio objeto y el cálculo de la calificación, muestra los resultados comparando el edificio objeto y el de referencia.

### **Resultados**

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
<6.0 A						
6,0-9,8 B						
9,8-15,2 C						
15,2-23,4 D						
>23,4 E			23,6 E			26,9 E
F						
G						
Demanda calefacción	D	53,5	17004,9	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	20,9	6643,0	E	23,4	7437,7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	B	2,7	858,2	D	3,5	1112,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7501,2			8550,1

### Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	72,2	22947,6	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	90,0	28609,4	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	23,6	7501,2	26,9	8550,1

En la gráfica de resultados se indican las demandas de calefacción y refrigeración, en kWh/m<sup>2</sup> y en kWh/año correspondientes al edificio objeto y al de referencia. También figuran las demandas de calefacción y refrigeración, los consumos de energía primaria y final del edificio objeto y de referencia. Por último aparecen las emisiones totales de CO<sub>2</sub> debidas a las instalaciones realizadas.

En este caso el edificio estudiado obtiene calificación energética E con unas emisiones de 23.6 Kg de CO<sub>2</sub> por cada metro cuadrado.

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Pasamos ahora a mostrar los resultados para los diferentes casos estudiados.

### Sistema mixto con caldera de glp

Este sistema es idéntico al anterior, sólo se cambia el tipo de combustible utilizado por la caldera.

### Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<6.0 A						
6.0-9.8 B						
9.8-15.2 C						
15.2-23.4 D			21.5 D			
>23.4 E						26.9 E
F						
G						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53.5	17004.9	E	73.0	23202.9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	19.2	6102.7	E	23.4	7437.7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2.3	731.1	D	3.5	1112.5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6833.7			8550.1

#### Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	72,2	22947,6	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	90,0	28609,4	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,5	6833,7	26,9	8550,1

En este caso el edificio estudiado obtiene calificación energética D con unas emisiones de 21.5 Kg de CO<sub>2</sub> por cada metro cuadrado.

### Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

La norma europea EN 1264 establece el procedimiento de cálculo de las instalaciones de suelo radiante. De forma práctica se han elaborado, en base a las indicaciones de la norma, los siguientes gráficos adjuntos, que permiten determinar el cálculo de la instalación.

Fijamos la temperatura ambiente de confort en 20°C, así como también, el salto térmico en 10°C y el paso entre tubos (c/c) en 20 cm.

#### *Equipos incluidos:*

- Bomba de calor
- Unidades terminales de agua caliente (suelo radiante)

### **5.1.3 Suelo radiante**

Situamos el colector, uno por vivienda, en la zona del pasillo de ambas viviendas, por ubicar éste en una zona centrada, con lo cual conseguimos de partida un primer equilibrado de los circuitos conectados.

Dicho lo cual, determinamos las longitudes de tubo de los diferentes circuitos conectados, uno por cada estancia de la vivienda, excepto el propio pasillo donde hemos ubicado el colector.

$$L = \frac{A}{e} + 2 * l$$

Donde:

A = área a calefactar cubierta por el circuito (m<sup>2</sup>)

e = distancia entre tubos (m)

l = distancia entre el colector y el área a calefactar

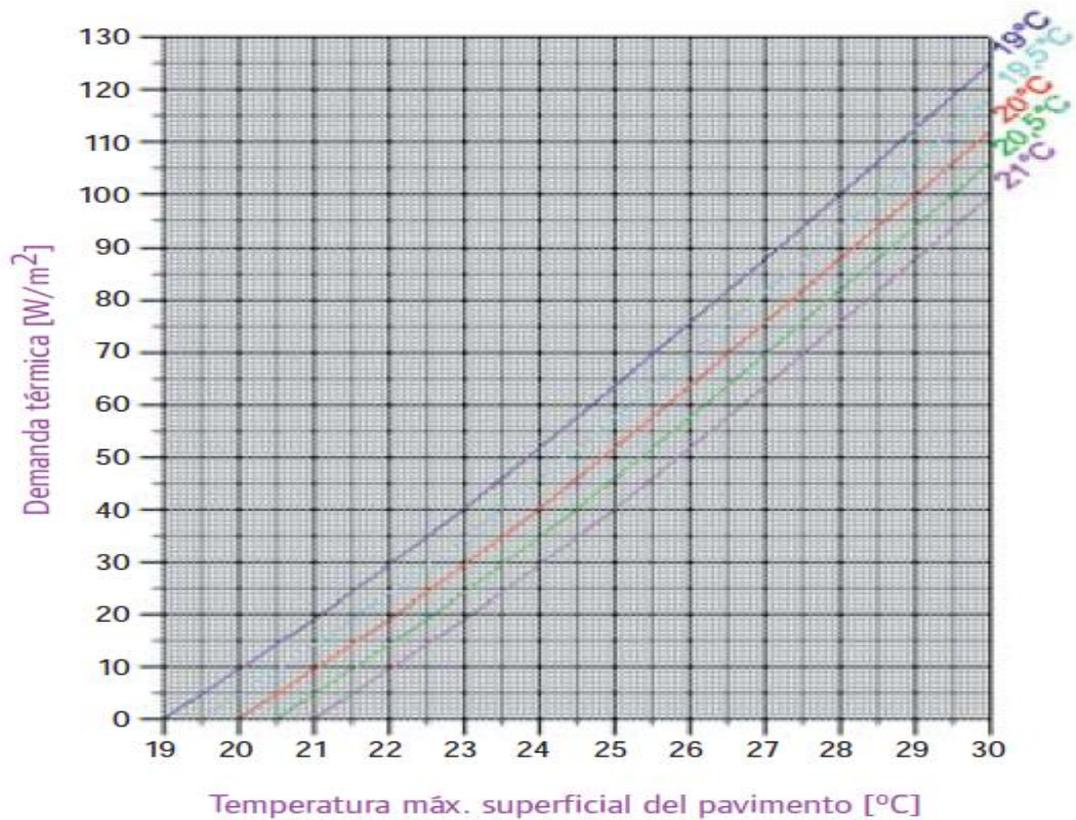
## Vivienda 1

Circuito 1.1 (Dormitorio 1)	→	101.5 m
Circuito 1.2 (Baño)	→	62.3 m
Circuito 1.3 (Salón)	→	113.6 m
Circuito 1.4 (Cocina)	→	82.7 m
Circuito 1.5 (Dormitorio 2)	→	98.8 m

## Vivienda 2

Circuito 2.1 (Salón)	→	133 m
Circuito 2.2 (Dormitorio 1)	→	71 m
Circuito 2.3 (Baño)	→	31 m
Circuito 2.4 (Cocina)	→	72.9 m
Circuito 2.5 (Dormitorio 3)	→	61.6 m
Circuito 2.6 (Dormitorio 2)	→	79.3 m

Conociendo las demandas térmicas definidas arriba y determinando la temperatura de confort en 20°C determinamos la temperatura máxima del pavimento con la ayuda de la siguiente gráfica; considerando c/c 20 cm y salto térmico de 10°C.



Fuente: Manual Técnico Uponor

## Vivienda 1

Circuito	Q (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>s</sub> (°C)
C1.1	93	20	28.5
C1.2	81	20	27.4
C1.3	81.6	20	27.6
C1.4	62.9	20	25.9
C1.5	77.8	20	27.3

## Vivienda 2

Circuito	Q (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>s</sub> (°C)
C2.1	77.4	20	27.2
C2.2	83.1	20	27.7
C2.3	98.5	20	28.8
C2.4	63.8	20	26
C2.5	85.6	20	27.8
C2.6	90.9	20	28.2

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Mediante los valores conocidos de la temperatura de confort “ $T_i$ ”, la demanda térmica (Q) y el paso entre tubos se puede establecer el valor máximo de la temperatura de impulsión del agua, a través de la siguiente expresión:

$$\Delta Th = \frac{T_v - T_R}{\ln \left\{ \frac{T_v - T_a}{T_R - T_a} \right\}}$$

Donde:

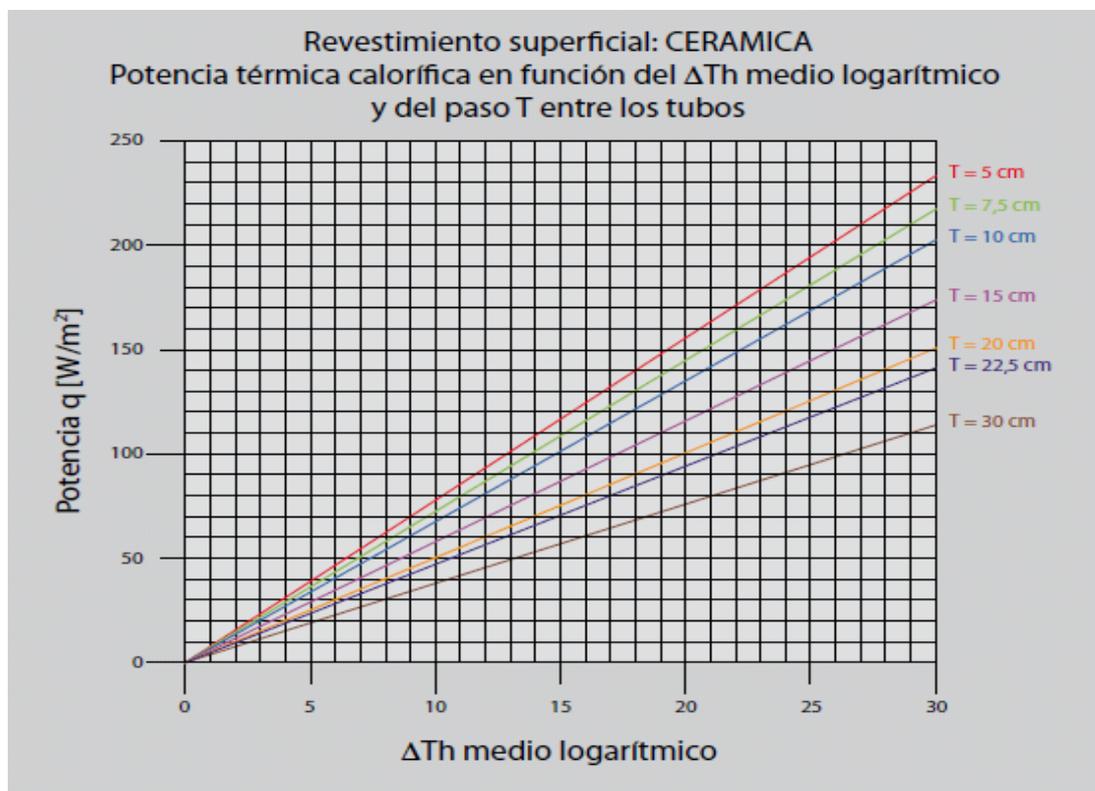
$T_v$  = Temperatura del agua de ida en °C

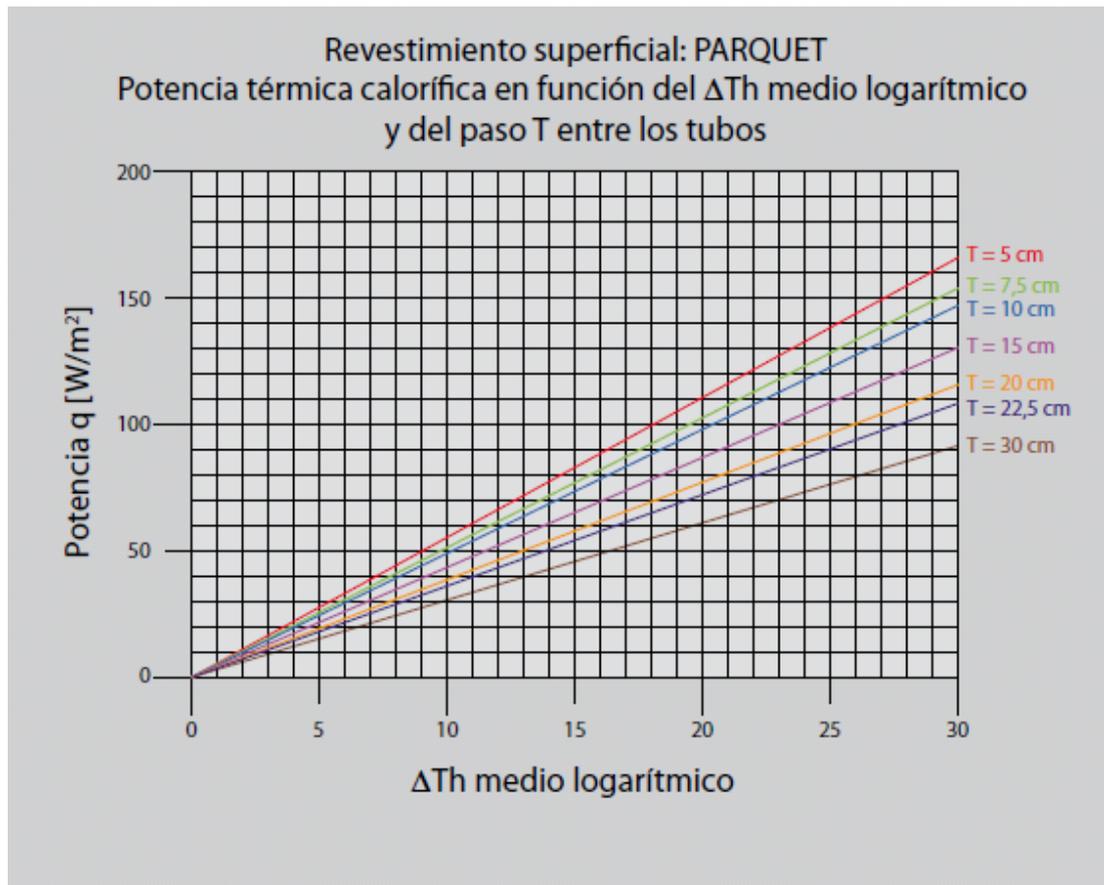
$T_a$  = Temperatura ambiente en °C

$T_R$  = Temperatura del agua de retorno en °C

Hallamos el valor aprox. del incremento de temperatura media logarítmica con la ayuda de las siguientes gráficas:

Fuente: Manual técnico Uponor





Fuente: Manual técnico Uponor

De manera que obtenemos los siguientes resultados:

## Vivienda 1

Circuito	Q (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>s</sub> (°C)	$\Delta T_h$	T <sub>v</sub> (°C)
C1.1	93	20	28.5	24	49.3
C1.2	81	20	27.4	16	41.5
C1.3	81.6	20	27.6	21.1	46.5
C1.4	62.9	20	25.9	12.2	37.9
C1.5	77.8	20	27.3	20	45.4

Por tanto, la temperatura de impulsión del sistema para la vivienda uno es de 49.3°C y la de retorno de 39.3°C.

### Vivienda 2

Circuito	Q (W/m <sup>2</sup> )	T <sub>i</sub> (°C)	T <sub>s</sub> (°C)	ΔT <sub>h</sub>	T <sub>v</sub> (°C)
C1.1	77.4	20	27.2	19.9	45.3
C1.2	83.1	20	27.7	21.5	46.9
C1.3	98.5	20	28.8	19.8	45.2
C1.4	63.8	20	26	12.3	38
C1.5	85.6	20	27.8	22	47.4
C1.6	90.9	20	28.2	23.5	48.9

Por tanto la temperatura de impulsión del sistema para la vivienda dos es de 48.9°C y la de retorno de 38.9°C.

A la hora de simular este sistema en Calener VYP se ha tenido en cuenta que al área calefactada por cada circuito hay que sumarle el área del pasillo calefactado en el tramo hasta el colector.

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53,5	17004,9	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	23,2	7374,1	E	23,4	7437,7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1,2	381,4	D	3,5	1112,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7755,5			8550,1

### Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	48,3	15358,7	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	96,2	30581,3	120,4	38289,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	24,4	7755,5	26,9	8550,1

A tenor de los resultados comprobamos que con la bomba de calor se obtiene la misma calificación energética que utilizando una caldera de gasoil, incluso a pesar de obtener la misma calificación sus emisiones de CO<sub>2</sub> son ligeramente superiores a las de ésta. Por tanto, se puede afirmar a día de hoy, que es el peor sistema de los estudiados en cuanto a eficiencia energética se refiere.

### • 5.1.2 Caso 2

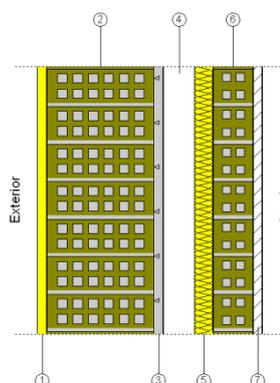
Este caso es similar al anterior, en él se ha modificado el aislamiento del cerramiento de la cara norte del edificio, mejorando la transmitancia térmica del cerramiento; quedando de la siguiente manera:

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Muros de carga:

Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2 cm
2 - 1 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	24 cm
3 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1000 < d < 1250	2 cm
4 - Cámara de aire ligeramente ventilada	7 cm
5 - PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. impermeable a gases [ 0.025 W/[mK]]	4 cm
6 - Tabicón de LH doble Gran Formato 60 mm < E < 90 mm	9 cm
7 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2 cm
Espesor total:	50 cm
Limitación de demanda energética	0.35 W/m <sup>2</sup> K



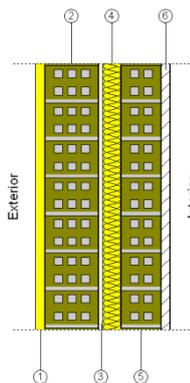
Muros de cerramiento:

Listado de capas:

1 - Mortero de cemento o cal para albañilería y para revoco/enlucido 1450 < d < 1600	2 cm
2 - 1/2 pie LP métrico o catalán 80 mm < G < 100 mm	12 cm
3 - Cámara de aire ligeramente ventilada	1 cm

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

4 - PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable gases [ 0.027 W/[mK]]	4 cm
5 - Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	9 cm
6 - Enlucido de yeso 1000 < d < 1300	2 cm
Espesor total:	30 cm
Limitación de demanda energética	0.45 W/m <sup>2</sup> K



### Opción Simplificada

**ZONA CLIMÁTICA C1** Zona de baja carga interna  Zona de alta carga interna

### Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

<b>Muros (U<sub>Mm</sub>) y (U<sub>Tm</sub>)</b>					
<b>Tipos</b>		<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
<b>N</b>	Fachada tipo 2	24.83	0.35	8.67	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 20.59 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.40 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 4	26.58	0.45	11.92	
<b>E</b>	Fachada tipo 1	62.43	0.55	34.41	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 34.41 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>O</b>	Fachada tipo 1	45.32	0.55	24.98	$\Sigma A = 62.33 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.28 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 3	17.01	0.43	7.30	
<b>S</b>	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

<b>Suelos (<math>U_{sm}</math>)</b>				
<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

<b>Cubiertas y lucernarios (<math>U_{cm}, F_{lm}</math>)</b>				
<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

<b>Huecos (<math>U_{hm}, F_{hm}</math>)</b>					
<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>	
<b>N</b>	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U</b>	<b>F</b>	<b>A · U</b>	<b>A · F (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Resultados</b>	
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.71 \text{ m}^2$ $U_{hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.43$
	Tipo2	0.72	3.48	0.32	2.51	0.23	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.52	5.74	0.94	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.35	3.17	0.34	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.72 \text{ m}^2$ $U_{hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.38$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.40	2.51	0.29	
	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.19	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.86 \text{ m}^2$ $U_{hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.37$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo2	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.46	11.48	1.66	

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx(proyecto)}}^{(1)}$ $U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	$0.61 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	$0.47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Suelos	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.65 \text{ W/m}^2\text{K}$
Cubiertas	$0.47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	$3.62 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Medianerías	<input type="text"/> $\leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>Particiones interiores (edificios de viviendas)<sup>(3)</sup></b>	
	$1.05 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{\text{Mm}}^{(4)}$	$U_{\text{Mlim}}^{(5)}$	$U_{\text{Hm}}^{(4)}$	$U_{\text{Hlim}}^{(5)}$	$F_{\text{Hm}}^{(4)}$	$F_{\text{Hlim}}^{(5)}$
N	$0.40 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.12 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$4.20 \text{ W/m}^2\text{K}$		
E	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.22 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>
O	$0.52 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.21 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>
S	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.22 \text{ W/m}^2\text{K} \leq$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>
SE	<input type="text"/>	$\leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>
SO	<input type="text"/>	$\leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/>	$\leq$ <input type="text"/>

Cerr. contacto terreno	Suelos	Cubiertas y lucernarios	Lucernarios
$U_{\text{TM}}^{(4)}$ $U_{\text{Mlim}}^{(5)}$	$U_{\text{SM}}^{(4)}$ $U_{\text{Slim}}^{(5)}$	$U_{\text{Cm}}^{(4)}$ $U_{\text{Clim}}^{(5)}$	$F_{\text{LM}}^{(4)}$ $F_{\text{Llim}}^{(5)}$
<input type="text"/> $\leq 0.73$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$ $\text{W/m}^2\text{K}$	$\leq 0.37$

## Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{\text{Rsi}} \geq f_{\text{Rmin}}$		$P_n \leq P_{\text{sat},n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada tipo 1	$f_{\text{Rsi}}$	0.86	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{\text{Rmin}}$	0.28	$P_{\text{sat},n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 2	$f_{\text{Rsi}}$	0.91	$P_n$	854.03	854.05	854.05	854.05	1168.47	1168.47	1168.48
	$f_{\text{Rmin}}$	0.28	$P_{\text{sat},n}$	1225.23	1370.78	1382.69	1413.20	2047.17	2252.41	2270.15
Tipo 4	$f_{\text{Rsi}}$	0.89	$P_n$	867.05	945.17	945.82	1102.07	1160.66	1168.48	
	$f_{\text{Rmin}}$	0.28	$P_{\text{sat},n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

<b>Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos</b>										
<b>Tipos</b>	<b>C. superficiales</b>		<b>C. intersticiales</b>							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$0.86$	$P_n \leq P_{sat,n}$	<b>Capa 1</b>	<b>Capa 2</b>	<b>Capa 3</b>	<b>Capa 4</b>	<b>Capa 5</b>	<b>Capa 6</b>	<b>Capa 7</b>
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	871.89	979.04	979.93	1194.24	1274.61	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.91	$P_n$	854.03	854.06	854.06	854.06	1285.31	1285.32	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1225.23	1370.78	1382.69	1413.20	2047.17	2252.41	2270.15
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.84	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

## Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>		
	72.5	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>		
	100	0

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	57.5	62.2	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	47.4	60.2	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	69.8	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	62.8	62.6	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	68.4	64.3	0	0
P02_E01_5	16.1	1	53.1	71.9	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	44.8	68.2	0	0
P02_E03_6	8.8	1	16.3	79	0	0

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

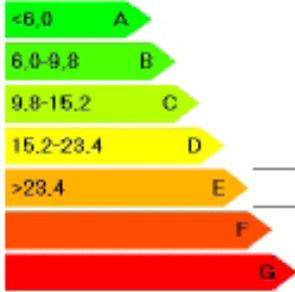
P02_E04_3	10.5	1	34.5	69.8	0	0
P02_E05_2	17.3	1	38.5	65.8	0	0
P02_E06_1	14.6	1	37.7	65.3	0	0
P02_E07_4	4.4	1	57.7	71.7	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	36.5	50.6	0	0
P03_E01_14	14.7	1	57.5	90.3	0	0
P03_E02_12	4.9	1	63.3	107.3	0	0
P03_E03_9	17.3	1	53.9	91.4	0	0
P03_E04_7	8.9	1	25.6	137.5	0	0
P03_E05_10	12.4	1	38.9	91.9	0	0
P03_E06_8	26.4	1	43.2	97.1	0	0
P03_E07_13	4.7	1	51.7	90.8	0	0
P03_E08_11	17.4	1	45.4	96.9	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	48.4	104	0	0

### Certificación Energética

Sistema mixto con caldera de gasóleo

### **Resultados**

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
						
						
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	52,9	16814,2	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	E	20,7	6579,5	E	23,4	7437,7
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	B	2,7	858,2	D	3,5	1112,5
Emisiones CO2 totales			7437,7			8550,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,7	22790,4	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,3	28390,8	120,4	38269,0
Emisiones CO2 (kgCO2)	23,4	7437,7	26,9	8550,1

Sistema mixto con caldera de glp

### Resultados



# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
		24.2 E			26.9 E	
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52.9	16814.2	E	73.0	23202.9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	23.0	7310.5	E	23.4	7437.7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1.2	381.4	D	3.5	1112.5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7691.9			8550.1

## Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	48,1	15273,4	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	95,7	30423,4	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	24,2	7691,9	26,9	8550,1

### • 5.3 Caso 3

Este caso es similar al anterior, en él se ha modificado el aislamiento del cerramiento de la cara sur del edificio de la misma manera que se hizo con la cara norte del caso anterior.

#### Opción Simplificada

ZONA CLIMÁTICA C1 Zona de baja carga interna  Zona de alta carga interna

#### Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
<b>N</b>	Fachada tipo 3	24.83	0.43	10.66	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.30 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 1	26.58	0.55	14.65	
<b>E</b>	Fachada tipo 1	62.43	0.55	34.41	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 34.41 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>O</b>	Fachada tipo 1	45.32	0.55	24.98	$\Sigma A = 62.32 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.28 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 3	17.01	0.43	7.30	
<b>S</b>	Fachada tipo 4	58.91	0.45	26.43	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 26.43 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.45 \text{ W/m}^2\text{K}$
					$U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}$ , $F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

Huecos ( $U_{Hm}$ , $F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
<b>N</b>	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.43$
	Tipo2	0.72	3.48	0.32	2.51	0.23	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.52	5.74	0.94	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.35	3.17	0.34	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.72 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.38$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.40	2.51	0.29	
	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.19	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.86 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.37$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo2	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.46	11.48	1.66	

### Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{m}á\text{x}(\text{proyecto})}^{(1)}$	$U_{\text{m}á\text{x}}^{(2)}$
Muros de fachada	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.61 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Suelos	0.48 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.65 W/m <sup>2</sup> K
Cubiertas	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.53 W/m <sup>2</sup> K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	3.62 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K
Medianerías		≤ 1.00 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>		1.05 W/m <sup>2</sup> K ≤ 1.20 W/m <sup>2</sup> K

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.49 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.12 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.20 W/m <sup>2</sup> K		
E	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
O	0.52 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.21 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
S	0.45 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SE		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SO		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cerr. terreno	contacto	Suelos	Cubiertas y lucernarios	Lucernarios
$U_{TM}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{SM}^{(4)}$ $U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$ $U_{Clim}^{(5)}$	$F_{LM}^{(4)}$ $F_{Llim}^{(5)}$
$\leq 0.73$ W/m <sup>2</sup> K		0.48 W/m <sup>2</sup> K $\leq$ 0.5 W/m <sup>2</sup> K	0.33 W/m <sup>2</sup> K $\leq$ 0.41 W/m <sup>2</sup> K	$\leq 0.37$

### Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.44	1028.35	1041.76	1046.45	1100.09	1160.43	1168.48
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.05	945.17	945.82	1102.07	1160.66	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	871.89	979.04	979.93	1194.24	1274.61	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.84	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

### Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	72	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	57.3	62	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	48.2	61.3	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	69.8	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	60.1	59.9	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	64.1	60.3	0	0
P02_E01_5	16.1	1	54.4	73.6	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	46.6	71	0	0
P02_E03_6	8.8	1	16.3	79	0	0
P02_E04_3	10.5	1	34.5	69.9	0	0
P02_E05_2	17.3	1	37.2	63.5	0	0
P02_E06_1	14.6	1	36.1	62.7	0	0
P02_E07_4	4.4	1	57.4	71.5	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	35	48.6	0	0
P03_E01_14	14.7	1	58	91.1	0	0
P03_E02_12	4.9	1	63.1	107	0	0
P03_E03_9	17.3	1	53.5	94.4	0	0
P03_E04_7	8.9	1	25.3	136.4	0	0
P03_E05_10	12.4	1	38.7	91.3	0	0
P03_E06_8	26.4	1	40.1	95.8	0	0
P03_E07_13	4.7	1	51.3	90.5	0	0
P03_E08_11	17.4	1	42.6	90.8	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	44.2	95	0	0

### Certificación Energética

Sistema mixto con caldera de gasóleo

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	52,9	16814,2	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	E	20,6	6547,7	E	23,4	7437,7
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	B	2,7	858,2	D	3,5	1112,5
Emisiones CO2 totales			7405,9			8550,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,6	22749,8	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,1	28317,1	120,4	36289,0
Emisiones CO2 (kgCO2)	23,3	7405,9	26,9	8550,1

Sistema mixto con caldera de glp

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	21,2 D			26,9 E		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52,9	16814,2	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	18,9	6007,3	E	23,4	7437,7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2,3	731,1	D	3,5	1112,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6738,4			8550,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,6	22749,8	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,1	28317,1	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,2	6738,4	28,9	8550,1

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
				23.5 E		
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	52.9	16814.2	E	73.0	23202.9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emissiones CO2 calefacción	E	22.3	7088.0	E	23.4	7437.7
Emissiones CO2 refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emissiones CO2 ACS	A	1.2	381.4	D	3.5	1112.5
Emissiones CO2 totales			7469.4			8550.1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	44,7	14208,5	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	93,1	29605,2	120,4	36269,0
Emissiones CO2 (kgCO2)	23,5	7469,4	26,9	8550,1

### • Caso 4

Este caso es similar a los anteriores, en él se ha modificado el aislamiento del cerramiento de la cara este del edificio de la misma manera que se hizo con la casos ya mencionados.

#### Opción Simplificada

**ZONA CLIMÁTICA C1** Zona de baja carga interna  Zona de alta carga interna

**Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios**

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Fachada tipo 3	24.83	0.43	10.66	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.30 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 1	26.58	0.55	14.65	
E	Tipo 4	62.43	0.45	28.09	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 28.09 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.45 \text{ W/m}^2\text{K}$
O	Fachada tipo 1	45.32	0.55	24.98	$\Sigma A = 62.32 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.28 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 3	17.01	0.43	7.30	
S	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}$ , $F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

Huecos ( $U_{Hm}$ , $F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.43$
	Tipo2	0.72	3.48	0.32	2.51	0.23	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.52	5.74	0.94	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.35	3.17	0.34	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.72 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.38$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.40	2.51	0.29	
	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.19	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.86 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.37$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo2	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.46	11.48	1.66	

### Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx(proyecto)}}^{(1)}$	$U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.61 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Suelos	0.48 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.65 W/m <sup>2</sup> K
Cubiertas	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.53 W/m <sup>2</sup> K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	3.62 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K
Medianerías		≤ 1.00 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>		1.05 W/m <sup>2</sup> K ≤ 1.20 W/m <sup>2</sup> K

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.49 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.12 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.20 W/m <sup>2</sup> K		
E	0.45 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
O	0.52 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.21 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
S	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SE		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SO		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cerr. terreno	contacto	Suelos	Cubiertas y lucernarios	Lucernarios			
$U_{TM}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{SM}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	$F_{LM}^{(4)}$	$F_{Llim}^{(5)}$
$\leq 0.73$	$\leq 0.73$	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$	$\leq 0.37$			
$\text{W/m}^2\text{K}$		$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$				

### Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$0.89$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Tipo 4	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	867.05	945.17	945.82	1102.07	1160.66	1168.48	
	$f_{Rmin}$	$0.28$	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	867.44	1028.35	1041.76	1046.45	1100.09	1160.43	1168.48
	$f_{Rmin}$	$0.28$	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	$0.86$	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	$0.28$	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	$0.86$	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Tipo 4	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	871.89	979.04	979.93	1194.24	1274.61	1285.32	
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	$0.84$	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

### Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	71.8	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	58.1	63	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	46.7	59.4	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	69.8	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	60.3	60.1	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	68.2	64.3	0	0
P02_E01_5	16.1	1	54.3	73.6	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	45.4	69.3	0	0
P02_E03_6	8.8	1	16.3	79	0	0
P02_E04_3	10.5	1	32.2	65.2	0	0
P02_E05_2	17.3	1	38.5	65.8	0	0
P02_E06_1	14.6	1	36.3	63.1	0	0
P02_E07_4	4.4	1	54.1	67.5	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	36.4	50.6	0	0
P03_E01_14	14.7	1	58	91.1	0	0
P03_E02_12	4.9	1	63.1	107	0	0
P03_E03_9	17.3	1	51.9	91.7	0	0
P03_E04_7	8.9	1	25.2	136.4	0	0
P03_E05_10	12.4	1	38.7	91.3	0	0
P03_E06_8	26.4	1	39.8	95	0	0
P03_E07_13	4.7	1	46.6	82.2	0	0
P03_E08_11	17.4	1	45.2	96.4	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	48	103.3	0	0

### Certificación Energética

Sistema mixto con caldera de gasóleo

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
		23.2 D			26.7 E	
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52.2	16585.9	E	72.6	23067.8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	20,5	6513,6	E	23,2	7371,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	B	2,7	857,9	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7371,5			8483,6

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,1	22598,8	113,6	38094,9
Consumo energía primaria (kWh)	88,6	28140,2	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	23,2	7371,5	26,7	8483,6

Sistema mixto con caldera de glp

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52.2	16585.9	E	72.6	23067.8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	18,8	5973,5	E	23,2	7371,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2,3	730,8	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6704,3			8483,6

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,1	22598,8	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	88,6	28140,2	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,1	6704,3	26,7	8483,6

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

### Resultados

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<6,0 A						
6,0-9,8 B						
9,8-15,2 C						
15,2-23,4 D						
>23,4 E	24,1 E			26,7 E		
F						
G						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52,2	16585,9	E	72,6	23067,8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	22,9	7276,2	E	23,2	7371,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1,2	381,3	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7657,5			8483,6

## Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	47,8	15173,8	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	95,1	30201,6	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	24,1	7657,5	26,7	8483,6

## • Caso 5

Este caso es similar a los anteriores, en él se ha modificado el aislamiento del cerramiento de la cara oeste del edificio de la misma manera que se hizo con la casos ya mencionados.

### Opción Simplificada

ZONA CLIMÁTICA C1 Zona de baja carga interna  Zona de alta carga interna

## Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Tipo 3	24.83	0.43	10.66	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.30 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 1	26.58	0.55	14.65	
E	Fachada tipo 1	62.43	0.55	34.41	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 34.41 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$
O	Tipo 4	45.32	0.45	20.33	$\Sigma A = 62.32 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 26.27 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.42 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 2	17.01	0.35	5.94	
S	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$

Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}$ , $F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

Huecos ( $U_{Hm}$ , $F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.43$
	Tipo2	0.72	3.48	0.32	2.51	0.23	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.52	5.74	0.94	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.35	3.17	0.34	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.72 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.38$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.40	2.51	0.29	
	Tipo2	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.38	4.49	0.55	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.19	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.86 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.37$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo2	1.80	3.19	0.31	5.74	0.56	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.46	11.48	1.66	

### Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})^{(1)}$	$U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.61 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Suelos	0.48 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.65 W/m <sup>2</sup> K
Cubiertas	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.53 W/m <sup>2</sup> K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	3.62 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K
Medianerías		≤ 1.00 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>		1.05 W/m <sup>2</sup> K ≤ 1.20 W/m <sup>2</sup> K

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.49 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.12 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.20 W/m <sup>2</sup> K		
E	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
O	0.42 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.21 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
S	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SE		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SO		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cerr. terreno	contacto	Suelos	Cubiertas y lucernarios	Lucernarios
$U_{TM}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{SM}^{(4)}$ $U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$ $U_{Clim}^{(5)}$	$F_{LM}^{(4)}$ $F_{Llim}^{(5)}$
□	$\leq 0.73$	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$	$\leq 0.37$
$\text{W/m}^2\text{K}$		$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	

### Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.44	1028.35	1041.76	1046.45	1100.09	1160.43	1168.48
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	871.89	979.04	979.93	1194.24	1274.61	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.91	$P_n$	854.03	854.06	854.06	854.06	1285.31	1285.32	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1225.23	1370.78	1382.69	1413.20	2047.17	2252.41	2270.15
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.84	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

### Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	72.4	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	59.9	61	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	51.2	61.3	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	65.8	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	66.7	62.6	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	72.6	64.3	0	0
P02_E01_5	16.1	1	55.6	70.9	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	49.4	71	0	0
P02_E03_6	8.8	1	17.3	79	0	0
P02_E04_3	10.5	1	36.7	70	0	0
P02_E05_2	17.3	1	38.8	62.6	0	0
P02_E06_1	14.6	1	40	65.5	0	0
P02_E07_4	4.4	1	61.2	71.8	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	38.7	50.6	0	0
P03_E01_14	14.7	1	61.1	90.4	0	0
P03_E02_12	4.9	1	69.7	111.4	0	0
P03_E03_9	17.3	1	57	94.9	0	0
P03_E04_7	8.9	1	27.1	137.7	0	0
P03_E05_10	12.4	1	40.1	89.2	0	0
P03_E06_8	26.4	1	44.9	101	0	0
P03_E07_13	4.7	1	54.8	91.1	0	0
P03_E08_11	17.4	1	45.3	91	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	51.3	104	0	0

### Certificación Energética

Sistema mixto con caldera de gasóleo

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<6.0 A						
6.0-9.8 B						
9.8-15.2 C						
15.2-23.4 D	23.3 D					
>23.4 E				26.9 E		
F						
G						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52.9	16814.2	E	73.0	23202.9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	20.6	6547.7	E	23.4	7437.7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	B	2.7	858.2	D	3.5	1112.5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7405.9			8550.1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,6	22749,8	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,1	28317,1	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	23,3	7405,9	26,9	8550,1

Sistema mixto con caldera de glp

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<math>-6,0</math> A						
6,0-9,8 B						
9,8-15,2 C						
15,2-23,4 D	21,2 D					
>23,4 E				26,9 E		
F						
G						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52,9	16814,2	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	18,9	6007,3	E	23,4	7437,7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2,3	731,1	D	3,5	1112,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6738,4			8550,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,6	22749,8	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,1	28317,1	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,2	6738,4	26,9	8550,1

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

### Resultados



## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Tipo 2	24.83	0.43	10.66	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.30 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 1	26.58	0.55	14.65	
E	Fachada tipo 1	62.43	0.55	34.41	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 34.41 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$
O	Tipo 1	45.32	0.55	24.98	$\Sigma A = 62.33 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.28 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 2	17.01	0.43	7.30	
S	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$

Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}$ , $F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

Huecos ( $U_{Hm}$ , $F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.62 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.41$
	Tipo2	0.72	3.48	0.31	2.51	0.22	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.49	5.74	0.88	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.33	3.17	0.32	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.63 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.36$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.38	2.51	0.27	
	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.18	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.35$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo2	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.44	11.48	1.58	

### Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})^{(1)}$	$U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.61 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.45 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Suelos	0.48 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.65 W/m <sup>2</sup> K
Cubiertas	0.45 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.53 W/m <sup>2</sup> K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	3.62 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K
Medianerías		≤ 1.00 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>		1.05 W/m <sup>2</sup> K ≤ 1.20 W/m <sup>2</sup> K

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.49 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.12 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.20 W/m <sup>2</sup> K		
E	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
O	0.52 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.21 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
S	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SE		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SO		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cerr. contacto terreno		Suelos		Cubiertas y lucernarios		Lucernarios	
$U_{TM}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{SM}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	$F_{LM}^{(4)}$	$F_{Llim}^{(5)}$
$\leq 0.73$		$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$		$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$		$\leq 0.37$	
$\text{W/m}^2\text{K}$		$\text{W/m}^2\text{K}$		$\text{W/m}^2\text{K}$			

### Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.44	1028.35	1041.76	1046.45	1100.09	1160.43	1168.48
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
tipo 1 - Forjado tipo 1 - tipo 2. tipo 4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Forjado tipo 1 - tipo 2. tipo 4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.84	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

### Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	73.4	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	58	63.4	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	47.9	61.5	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	70.5	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	62.3	62.6	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	68.1	64.7	0	0
P02_E01_5	16.1	1	54.1	73.9	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	46.4	71.4	0	0
P02_E03_6	8.8	1	16.3	79.5	0	0
P02_E04_3	10.5	1	34.6	70.7	0	0
P02_E05_2	17.3	1	38.6	66.6	0	0
P02_E06_1	14.6	1	37.8	66.2	0	0
P02_E07_4	4.4	1	57.6	72.3	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	36.2	50.7	0	0
P03_E01_14	14.7	1	57.3	90.9	0	0
P03_E02_12	4.9	1	62.6	107	0	0
P03_E03_9	17.3	1	54.2	92.7	0	0
P03_E04_7	8.9	1	25	135.6	0	0
P03_E05_10	12.4	1	38.5	91.8	0	0
P03_E06_8	26.4	1	42.9	97.4	0	0
P03_E07_13	4.7	1	50.5	89.6	0	0
P03_E08_11	17.4	1	44.7	96.4	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	47.1	102.2	0	0

### Certificación Energética

Sistema mixto con caldera de gasóleo

### Resultados

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<6,0 A						
6,0-9,8 B						
9,8-15,2 C						
15,2-23,4 D						
>23,4 E			23,6 E			26,9 E
F						
G						
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53,6	17036,7	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	20,9	6643,0	E	23,4	7437,7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	B	2,7	858,2	D	3,5	1112,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7501,2			8550,1

## Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	72,4	22998,7	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	90,1	28640,3	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	23,6	7501,2	26,9	8550,1

Sistema mixto con caldera de glp

## Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
		21.5 D			26.9 E	
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53.6	17036.7	E	73.0	23202.9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	19.2	6102.7	E	23.4	7437.7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2.3	731.1	D	3.5	1112.5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6833.7			8550.1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	72,4	22998,7	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	90,1	28640,3	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,5	6833,7	26,9	8550,1

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

### Resultados

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m²	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
<6,0 A						
6,0-9,8 B						
9,8-15,2 C						
15,2-23,4 D						
>23,4 E	24,4 E			26,9 E		
F						
G						
	Clase	kWh/m²	kWh/año	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	59,6	17036,7	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año	Clase	kgCO2/m²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	E	23,2	7374,1	E	23,4	7437,7
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	A	1,2	381,4	D	3,5	1112,5
Emisiones CO2 totales			7755,5			8550,1

## Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	48,4	15389,4	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	96,4	30641,9	120,4	38269,0
Emisiones CO2 (kgCO2)	24,4	7755,5	26,9	8550,1

## • Caso 7

Este caso es el equivalente al caso anterior, en él se ha modificado el aislamiento del cerramiento de la cara norte del edificio de la misma forma que se ha hecho en el caso 2.

### Opción Simplificada

**ZONA CLIMÁTICA C1** Zona de baja carga interna  Zona de alta carga interna

## Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Tipo 2	24.83	0.35	8.67	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 20.59 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.40 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 4	26.58	0.45	11.92	
E	Fachada tipo 1	62.43	0.55	34.41	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 34.41 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$
O	Tipo 1	45.32	0.55	24.98	$\Sigma A = 62.33 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.28 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 3	17.01	0.43	7.3	
S	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$

Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}$ , $F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

Huecos ( $U_{Hm}$ , $F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.62 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.41$
	Tipo2	0.72	3.48	0.31	2.51	0.22	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.49	5.74	0.88	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.33	3.17	0.32	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.63 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.36$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.38	2.51	0.27	
	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.18	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.35$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo2	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.44	11.48	1.58	

## Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})^{(1)}$ $U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	$0.61 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	$0.47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.95 \text{ W/m}^2\text{K}$
Suelos	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.65 \text{ W/m}^2\text{K}$
Cubiertas	$0.47 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	$3.62 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$
Medianerías	<input type="text"/> $\leq 1.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>	
	$1.05 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 1.20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	$0.40 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.12 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 4.20 \text{ W/m}^2\text{K}$	$4.20 \text{ W/m}^2\text{K}$		
E	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.22 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>
O	$0.52 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.21 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>
S	$0.55 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$3.22 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>
SE	<input type="text"/> $\leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/> $\leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>
SO	<input type="text"/> $\leq 0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0.73 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/> $\leq 4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	$4.40 \text{ W/m}^2\text{K}$	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>	<input type="text"/> $\leq$ <input type="text"/>

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cerr. terreno	contacto	Suelos	Cubiertas y lucernarios	Lucernarios			
$U_{TM}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{SM}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	$F_{LM}^{(4)}$	$F_{Llim}^{(5)}$
$\leq 0.73$	$\leq 0.73$	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$	$\leq 0.37$	$\leq 0.37$	$\leq 0.37$	$\leq 0.37$
$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$

### Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$0.86$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.91	$P_n$	854.03	854.05	854.05	854.05	1168.47	1168.47	1168.48
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1225.23	1370.78	1382.69	1413.20	2047.17	2252.41	2270.15
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.05	945.17	945.82	1102.07	1160.66	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	871.89	979.04	979.93	1194.24	1274.61	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.91	$P_n$	854.03	854.06	854.06	854.06	1285.31	1285.32	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1225.23	1370.78	1382.69	1413.20	2047.17	2252.41	2270.15
tipo 1 - tipo 1 - tipo 2. Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2. Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.84	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

### Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	72.9	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	57.3	62.6	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	47	60.4	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	70.4	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	62.3	62.6	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	68.1	64.6	0	0
P02_E01_5	16.1	1	53.1	72.5	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	44.6	68.6	0	0
P02_E03_6	8.8	1	16.2	79.2	0	0
P02_E04_3	10.5	1	34.6	70.6	0	0
P02_E05_2	17.3	1	38.6	66.6	0	0
P02_E06_1	14.6	1	37.9	66.2	0	0
P02_E07_4	4.4	1	57.6	72.3	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	36.2	50.7	0	0
P03_E01_14	14.7	1	57.3	91.8	0	0
P03_E02_12	4.9	1	63.2	107.9	0	0
P03_E03_9	17.3	1	53.7	91.7	0	0
P03_E04_7	8.9	1	25.4	137.8	0	0
P03_E05_10	12.4	1	38.9	92.7	0	0
P03_E06_8	26.4	1	43.4	98.3	0	0
P03_E07_13	4.7	1	51.4	91	0	0
P03_E08_11	17.4	1	45.6	98.1	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	48.1	104.2	0	0

### Certificación Energética

Sistema mixto con caldera de gasóleo

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53.2	16941.3	E	73.0	23202.9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	20.8	6611.2	E	23.4	7437.7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	B	2,7	858,2	D	3,5	1112,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7469,4			8550,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	72,0	22898,6	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,8	28530,6	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	23,5	7469,4	26,9	8550,1

Sistema mixto con caldera de glp

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
		21.4 D			26.9 E	
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53.2	16941.3	E	73.0	23202.9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	19.1	6070.9	E	23.4	7437.7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2,3	731,1	D	3,5	1112,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6802,0			8550,1

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	72,0	22898,6	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,8	28530,6	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,4	6802,0	26,9	8550,1

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

### Resultados

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53,2	16941,3	E	73,0	23202,9
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	23,1	7342,3	E	23,4	7437,7
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1,2	381,4	D	3,5	1112,5
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7723,7			8550,1

## Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	48,2	15336,0	114,1	36280,9
Consumo energía primaria (kWh)	96,1	30540,9	120,4	38269,0
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	24,3	7723,7	26,9	8550,1

## • Caso 8

Este caso es el equivalente al caso anterior, en él se ha modificado el aislamiento del cerramiento de la cara sur del edificio de la misma forma que se ha hecho en el caso 3.

### Opción Simplificada

ZONA CLIMÁTICA C1 Zona de baja carga interna  Zona de alta carga interna

## Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Tipo 3	24.83	0.43	10.66	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.30 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 4	26.58	0.55	14.65	
E	Fachada tipo 1	62.43	0.55	34.41	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 34.41 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$
O	Tipo 1	45.32	0.55	24.98	$\Sigma A = 62.33 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.28 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 3	17.01	0.43	7.3	
S	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = \text{[ ]}$

Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}$ , $F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

Huecos ( $U_{Hm}$ , $F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.62 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.41$
	Tipo2	0.72	3.48	0.31	2.51	0.22	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.49	5.74	0.88	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.33	3.17	0.32	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.63 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.36$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.38	2.51	0.27	
	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.18	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.35$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo2	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.44	11.48	1.58	

### Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})^{(1)}$	$U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.61 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Suelos	0.48 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.65 W/m <sup>2</sup> K
Cubiertas	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.53 W/m <sup>2</sup> K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	3.62 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K
Medianerías		≤ 1.00 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>		1.05 W/m <sup>2</sup> K ≤ 1.20 W/m <sup>2</sup> K

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.49 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.12 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.20 W/m <sup>2</sup> K		
E	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
O	0.52 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.21 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
S	0.45 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SE		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SO		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cerr. terreno	contacto	Suelos	Cubiertas y lucernarios	Lucernarios			
$U_{TM}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{SM}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	$F_{LM}^{(4)}$	$F_{Llim}^{(5)}$
$\leq 0.73$	$\leq 0.73$	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$	$\leq 0.37$			
$\text{W/m}^2\text{K}$		$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$				

### Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$0.86$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	$0.86$	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	$0.28$	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	$0.91$	$P_n$	854.03	854.05	854.05	854.05	1168.47	1168.47	1168.48
	$f_{Rmin}$	$0.28$	$P_{sat,n}$	1225.23	1370.78	1382.69	1413.20	2047.17	2252.41	2270.15
Tipo 4	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	867.05	945.17	945.82	1102.07	1160.66	1168.48	
	$f_{Rmin}$	$0.28$	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	$0.86$	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 4	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	871.89	979.04	979.93	1194.24	1274.61	1285.32	
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	$0.91$	$P_n$	854.03	854.06	854.06	854.06	1285.31	1285.32	1285.32
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1225.23	1370.78	1382.69	1413.20	2047.17	2252.41	2270.15
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2. Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	$0.89$	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2. Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	$0.84$	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	$0.43$	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

### Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	72.7	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	57.1	62.3	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	47.8	61.4	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	70.4	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	59.6	59.9	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	63.8	60.6	0	0
P02_E01_5	16.1	1	54.3	74.2	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	46.4	71.4	0	0
P02_E03_6	8.8	1	16.2	79.2	0	0
P02_E04_3	10.5	1	34.6	70.6	0	0
P02_E05_2	17.3	1	37.3	64.3	0	0
P02_E06_1	14.6	1	36.3	63.6	0	0
P02_E07_4	4.4	1	57.4	72.1	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	34.7	48.6	0	0
P03_E01_14	14.7	1	57.8	91.6	0	0
P03_E02_12	4.9	1	62.9	107.7	0	0
P03_E03_9	17.3	1	53.2	94.8	0	0
P03_E04_7	8.9	1	25.1	136.7	0	0
P03_E05_10	12.4	1	38.7	92.1	0	0
P03_E06_8	26.4	1	41.4	99.6	0	0
P03_E07_13	4.7	1	51	90.7	0	0
P03_E08_11	17.4	1	43.8	94.3	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	43.9	95.1	0	0

### Certificación Energética

Sistema mixto con caldera de gasóleo

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
				23.4 E		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52.7	16776.6	E	72.6	23067.8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	20,7	6577,2	E	23,2	7371,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	B	2,7	857,9	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7435,1			8483,6

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,6	22754,1	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,2	28354,4	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	23,4	7435,1	26,7	8483,6

Sistema mixto con caldera de glp

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
				21,3 D		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52,7	16776,6	E	72,6	23067,8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	19,0	6037,0	E	23,2	7371,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2,3	730,8	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6767,8			8483,6

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,6	22754,1	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,2	28354,4	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,3	6767,8	26,7	8483,6

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52.7	16776.6	E	72.6	23067.8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	23,0	7308,0	E	23,2	7371,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1,2	381,3	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7689,3			8483,6

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	47,9	15223,0	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	95,7	30405,4	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	24,2	7689,3	26,7	8483,6

### • Caso 9

Este caso es el equivalente al caso anterior, en él se ha modificado el aislamiento del cerramiento de la cara este del edificio de la misma forma que se ha hecho en el caso 4.

#### Opción Simplificada

**ZONA CLIMÁTICA C1** Zona de baja carga interna  Zona de alta carga interna

**Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios**

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

<b>Muros (<math>U_{Mm}</math>) y (<math>U_{Tm}</math>)</b>					
<b>Tipos</b>		<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
<b>N</b>	Tipo 3	24.83	0.43	10.66	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.30 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 4	26.58	0.55	14.65	
<b>E</b>	Tipo 4	62.43	0.45	28.09	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 28.09 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.45 \text{ W/m}^2\text{K}$
<b>O</b>	Tipo 1	45.32	0.55	24.98	$\Sigma A = 62.33 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.28 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 3	17.01	0.43	7.3	
<b>S</b>	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

<b>Suelos (<math>U_{Sm}</math>)</b>				
<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

<b>Cubiertas y lucernarios (<math>U_{Cm}</math>, <math>F_{Lm}</math>)</b>				
<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

<b>Huecos (<math>U_{Hm}</math>, <math>F_{Hm}</math>)</b>					
<b>Tipos</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>A · U (W/K)</b>	<b>Resultados</b>	
<b>N</b>	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.62 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.41$
	Tipo2	0.72	3.48	0.31	2.51	0.22	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.49	5.74	0.88	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.33	3.17	0.32	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.63 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.36$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.38	2.51	0.27	
	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.18	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.35$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo2	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.44	11.48	1.58	

### Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})^{(1)}$	$U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.61 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Suelos	0.48 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.65 W/m <sup>2</sup> K
Cubiertas	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.53 W/m <sup>2</sup> K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	3.62 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K
Medianerías		≤ 1.00 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>		1.05 W/m <sup>2</sup> K ≤ 1.20 W/m <sup>2</sup> K

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.49 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.12 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.20 W/m <sup>2</sup> K		
E	0.45 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
O	0.52 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.21 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
S	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SE		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SO		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cerr. terreno	contacto	Suelos		Cubiertas y lucernarios		Lucernarios	
$U_{TM}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{SM}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	$F_{LM}^{(4)}$	$F_{Llim}^{(5)}$
$\leq 0.73$	$\leq 0.73$	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$		$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$		$\leq 0.37$	
$\text{W/m}^2\text{K}$		$\text{W/m}^2\text{K}$		$\text{W/m}^2\text{K}$			

### Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7	
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.05	945.17	945.82	1102.07	1160.66	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.44	1028.35	1041.76	1046.45	1100.09	1160.43	1168.48
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	871.89	979.04	979.93	1194.24	1274.61	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.84	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	72.3	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	57.9	63.3	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	46.3	59.5	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	70.4	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	59.8	60.1	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	68	64.6	0	0
P02_E01_5	16.1	1	54.3	74.2	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	45.2	69.6	0	0
P02_E03_6	8.8	1	16.2	79.2	0	0
P02_E04_3	10.5	1	32.2	65.9	0	0
P02_E05_2	17.3	1	38.6	66.6	0	0
P02_E06_1	14.6	1	36.5	64	0	0
P02_E07_4	4.4	1	54.1	68.1	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	36.1	50.6	0	0
P03_E01_14	14.7	1	57.8	91.6	0	0
P03_E02_12	4.9	1	62.9	107.7	0	0
P03_E03_9	17.3	1	51.6	92.1	0	0
P03_E04_7	8.9	1	25.1	136.7	0	0
P03_E05_10	12.4	1	38.7	92.3	0	0
P03_E06_8	26.4	1	40	96.3	0	0
P03_E07_13	4.7	1	46.3	82.5	0	0
P03_E08_11	17.4	1	45.3	97.6	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	47.7	103.5	0	0



## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
				21.1 D		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	52.5	16681.3	E	72.6	23067.8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	18.8	5973.5	E	23.2	7371.5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2.3	730.8	D	3.5	1112.1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6704.3			8483.6

### Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,4	22674,0	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	88,7	28185,3	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,1	6704,3	26,7	8483,6

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

## Resultados

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
<6,0 A						
6,0-9,8 B						
9,8-15,2 C						
15,2-23,4 D						
>23,4 E			24,1 E			26,7 E
F						
G						
Demanda calefacción	D	52,5	16681,3	E	72,6	23067,8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	22,9	7276,2	E	23,2	7371,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1,2	381,3	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7657,5			8483,6

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	47,9	15204,3	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	95,2	30239,1	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	24,1	7657,5	26,7	8483,6

## • Caso 10

Este caso es el equivalente al caso anterior, en él se ha modificado el aislamiento del cerramiento de la cara oeste del edificio de la misma forma que se ha hecho en el caso 5.

### Opción Simplificada

**ZONA CLIMÁTICA C1** Zona de baja carga interna  Zona de alta carga interna

**Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios**

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Muros ( $U_{Mm}$ ) y ( $U_{Tm}$ )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Tipo 3	24.83	0.43	10.66	$\Sigma A = 51.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 25.30 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 4	26.58	0.55	14.65	
E	Tipo 4	62.43	0.55	34.41	$\Sigma A = 62.43 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 34.41 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$
O	Tipo 1	45.32	0.45	20.33	$\Sigma A = 62.33 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 26.27 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.42 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada tipo 3	17.01	0.35	5.94	
S	Fachada tipo 1	58.91	0.55	32.47	$\Sigma A = 58.91 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 32.47 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.55 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Suelos ( $U_{Sm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
Forjado sanitario - Tipo 1 (B' = 5.3 m)	95.98	0.48	46.37	$\Sigma A = 95.98 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 46.37 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$

Cubiertas y lucernarios ( $U_{Cm}$ , $F_{Lm}$ )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	89.26	0.33	29.13	$\Sigma A = 94.6 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 31.65 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (b = 0.74)	5.34	0.47	2.52	

Huecos ( $U_{Hm}$ , $F_{Hm}$ )					
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Tipo 1	2.88	3.12	8.99	$\Sigma A = 12.60 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 39.32 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Tipo 1	3.00	2.90	8.70	
	Tipo2	1.44	3.12	4.49	
	Tipo2	0.90	3.33	3.00	
	Tipo2	1.68	3.22	5.41	
	Tipo 1	0.90	3.33	3.00	
	Tipo 1	1.80	3.19	5.74	

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U	F	A · U	A · F (m <sup>2</sup> )	Resultados
<b>E</b>	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	$\Sigma A = 3.96 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 12.74 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.62 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.41$
	Tipo2	0.72	3.48	0.31	2.51	0.22	
	Tipo 1	1.80	3.19	0.49	5.74	0.88	
<b>O</b>	Tipo 1	0.96	3.30	0.33	3.17	0.32	$\Sigma A = 4.56 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.66 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 1.63 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.36$
	Tipo 1	0.72	3.48	0.38	2.51	0.27	
	Tipo2	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
	Tipo 1	1.44	3.12	0.36	4.49	0.52	
<b>S</b>	Tipo 1	0.48	3.62	0.18	1.74	0.09	$\Sigma A = 7.68 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.71 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 2.71 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 3.22 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.35$
	Tipo 1	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo2	1.80	3.19	0.29	5.74	0.52	
	Tipo 1	3.60	3.19	0.44	11.48	1.58	

### Ficha 2: Conformidad. Demanda energética

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{\text{máx}}(\text{proyecto})^{(1)}$	$U_{\text{máx}}^{(2)}$
Muros de fachada	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	0.61 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.95 W/m <sup>2</sup> K
Suelos	0.48 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.65 W/m <sup>2</sup> K
Cubiertas	0.47 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.53 W/m <sup>2</sup> K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	3.62 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K
Medianerías		≤ 1.00 W/m <sup>2</sup> K
Particiones interiores (edificios de viviendas) <sup>(3)</sup>		1.05 W/m <sup>2</sup> K ≤ 1.20 W/m <sup>2</sup> K

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.49 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.12 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.20 W/m <sup>2</sup> K		
E	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
O	0.42 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.21 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
S	0.55 W/m <sup>2</sup> K	≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K	3.22 W/m <sup>2</sup> K	≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SE		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤
SO		≤ 0.73 W/m <sup>2</sup> K		≤ 4.40 W/m <sup>2</sup> K		≤

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Cerr. terreno	contacto	Suelos	Cubiertas y lucernarios	Lucernarios
$U_{TM}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{SM}^{(4)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$
$\leq 0.73$	$\leq 0.73$	$0.48 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.5$	$0.33 \text{ W/m}^2\text{K} \leq 0.41$	$\leq 0.37$
$\text{W/m}^2\text{K}$		$\text{W/m}^2\text{K}$	$\text{W/m}^2\text{K}$	

### Ficha 3: Conformidad. Condensaciones

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos										
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales							
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$		$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	Capa 7
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	873.50	990.32	991.29	1069.18	1156.79	1168.48	
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	867.44	1028.35	1041.76	1046.45	1100.09	1160.43	1168.48
	$f_{Rmin}$	0.28	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
Fachada tipo 1	$f_{Rsi}$	0.86	$P_n$	880.73	1040.97	1042.30	1149.12	1269.30	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1232.99	1347.25	1385.73	2047.35	2204.78	2232.31	
Tipo 4	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	871.89	979.04	979.93	1194.24	1274.61	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1227.34	1319.29	1349.96	2098.72	2228.87	2251.46	
Fachada tipo 2	$f_{Rsi}$	0.91	$P_n$	854.03	854.06	854.06	854.06	1285.31	1285.32	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1225.23	1370.78	1382.69	1413.20	2047.17	2252.41	2270.15
Tipo 3	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	872.42	1093.13	1111.52	1117.95	1191.52	1274.29	1285.32
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1230.41	1412.01	1427.03	1465.67	1985.44	2233.43	2255.09
tipo 1 - Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.89	$P_n$	857.82	865.42	880.60	1260.27	1283.05	1285.32	
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1253.83	1281.78	1759.49	1859.26	2249.65	2272.04	
Tipo 1 - tipo 2.Tipo4 (Superior)	$f_{Rsi}$	0.84	$P_n$	858.06	866.12	882.24	1285.32			
	$f_{Rmin}$	0.43	$P_{sat,n}$	1277.28	1318.61	2074.83	2243.47			

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	73	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

## Resultados por espacios

Espacios	Área (m <sup>2</sup> )	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	59.6	61.4	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	50.8	61.4	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	66.4	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	66.2	62.7	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	72.2	64.7	0	0
P02_E01_5	16.1	1	55.6	71.5	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	49.2	71.3	0	0
P02_E03_6	8.8	1	17.2	79.2	0	0
P02_E04_3	10.5	1	36.7	70.8	0	0
P02_E05_2	17.3	1	38.9	63.3	0	0
P02_E06_1	14.6	1	40.2	66.3	0	0
P02_E07_4	4.4	1	61.1	72.4	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	38.3	50.6	0	0
P03_E01_14	14.7	1	60.9	90.9	0	0
P03_E02_12	4.9	1	69.5	112.1	0	0
P03_E03_9	17.3	1	56.7	95.3	0	0
P03_E04_7	8.9	1	26.9	138	0	0
P03_E05_10	12.4	1	40.1	90.0	0	0
P03_E06_8	26.4	1	45.1	102.3	0	0
P03_E07_13	4.7	1	54.5	91.4	0	0
P03_E08_11	17.4	1	46.6	94.4	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	51	104.2	0	0

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

## Certificación Energética

### Sistema mixto con caldera de gasóleo

#### Resultados

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
			23,3 D			26,7 E
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53,0	16840,1	E	72,6	23067,8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emissiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	20,6	6545,4	E	23,2	7371,5
Emissiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emissiones CO <sub>2</sub> ACS	B	2,7	857,9	D	3,5	1112,1
Emissiones CO <sub>2</sub> totales			7403,3			8483,6

#### Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,6	22760,5	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,2	28343,5	119,8	38067,6
Emissiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	23,3	7403,3	26,7	8483,6

### Sistema mixto con caldera de glp

#### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	59,0	16840,1	E	72,6	23067,8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	18,9	6005,3	E	23,2	7371,5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	2,3	730,8	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			6736,0			8483,6

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	71,6	22760,5	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	89,2	28343,5	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	21,2	6736,0	26,7	8483,6

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

### Resultados

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	D	53.0	16840.1	E	72.6	23067.8
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	E	23.0	7308.0	E	23.2	7371.5
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1.2	381.3	D	3.5	1112.1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			7689.3			8483.6

### Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	47,9	15232,0	113,6	36094,9
Consumo energía primaria (kWh)	95,7	30397,9	119,8	38067,6
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	24,2	7689,3	26,7	8483,6

### • **Análisis De Los Resultados Obtenidos**

Observando los resultados alcanzados por el momento, se observa que el caso que nos aporta una mayor reducción en la demanda de calefacción con respecto a la situación actual de la casa; que se corresponde con el primero de los casos, es el caso 4. Sin embargo, la mejora conseguida no es lo suficientemente importante como para plantearnos una modificación en el sistema de aislamiento actual de la casa.

Para clarificar la situación voy a mostrar un resumen en forma de tabla de los diferentes casos con sus demandas, emisiones y calificaciones respectivas. Se toma el caso 1 como referencia con un valor del 100%, siendo las de los demás casos un porcentaje respecto al caso inicial o de referencia.

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Nº Caso	Demanda Calefacción (%)	Caldera gasoil			Caldera de glp			BDC aire-agua		
		Calificación	Emisiones Anuales de CO <sub>2</sub> (Kg)	Emisiones Anuales de CO <sub>2</sub> (%)	Calificación	Emisiones Anuales de CO <sub>2</sub> (Kg)	Emisiones Anuales de CO <sub>2</sub> (%)	Calificación	Emisiones Anuales de CO <sub>2</sub> (Kg)	Emisiones Anuales de CO <sub>2</sub> (%)
1	100	E	7501.2	100	D	6833.7	100	E	7755.5	100
2	98.9	E	7437.7	99.2	D	6770.2	99.1	E	7691.9	99.2
3	98.9	D	7405.9	98.7	D	6738.4	98.6	E	7469.4	96.3
4	97.5	D	7371.5	98.3	D	6704.3	98.1	E	7657.5	98.7
5	98.9	D	7405.9	98.7	D	6738.4	98.6	E	7469.4	96.3
6	100.2	E	7501.2	100	D	6833.7	100	E	7755.5	100
7	99.6	E	7469.4	99.6	D	6802	99.5	E	7723.7	99.6
8	98.7	E	7435.1	99.1	D	6767.8	99.0	D	7689.3	99.1
9	98.1	E	7371.5	98.3	D	6704.3	98.1	E	7657.5	98.7
10	99	D	7403.3	98.7	D	6736	98.6	E	7689.3	99.1

Por este motivo hemos decidido añadir otra posible mejora que tenga una mayor incidencia en la demanda de calefacción y *que* sumada a la pequeña mejora aportada por este caso 4 nos pudiera poner en dificultades a la hora de decidir sobre el posible cambio a esta hipotética nueva situación o quedarnos con una situación actual que es buena.

Dicho lo cual, la mejora pensada es la sustitución de los actuales marcos metálicos de las ventanas por unos marcos de madera de pino, cuya transmitancia térmica es notablemente inferior a la de los actuales.

En conclusión, podríamos decir que analizando los resultados obtenidos con las diferentes hipótesis no hemos llegado a convencernos de haber aportado una mejora significativa. Tras haber pensado en un principio en tomar el caso 4 como referencia aportándole una mejora en la carpintería de las ventanas; comprobamos que tampoco era suficiente porque a pesar de reducir la demanda de calefacción en 5 puntos y medio con respecto al caso mencionado, nuestra eficiencia no mejoraba en la medida suficiente como para obtener una calificación energética superior. Luego no hemos tenido

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

más remedio que apostar por una solución drástica que conlleva tanto la mejora de todas las carpinterías de las ventanas, así como también la sustitución y aumento de espesores, en algunos casos, de los aislamientos de la envolvente térmica de la casa.

En la solución aportada, todos los aislamientos son de plancha de poliuretano, sustituyendo así a los anteriores de poliestireno expandido. Además no se ha tenido más remedio que utilizar planchas de mayor espesor, en concreto de 8 mm, para todos los muros exteriores que no son de carga.

Los valores de los huecos de las ventanas quedan de la siguiente manera:

<b>Ventanas</b>						
Acristalamiento	M <sub>M</sub>	U <sub>Marco</sub>	FM	Pa	C <sub>M</sub>	U <sub>Hueco</sub>
Tipo 1 (x2)	Tipo 1	1.97	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.85
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.50	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.89
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.22	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.84
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.38	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.87
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.44	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.88
Tipo1	Tipo 1	1.97	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.85
Tipo1	Tipo 1	1.97	0.39	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.87
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.86
Tipo1	Tipo 1	1.97	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.86
Tipo1 (x2)	Tipo 1	1.97	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.85
Tipo1	Tipo 1	1.97	0.44	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.88
Tipo1	Tipo 1	1.97	0.35	Clase 2	Claro (0.40)	1.86
Tipo 1 (x2)	Tipo 1	1.97	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.86
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.86
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.31	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.85
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.39	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.87
Tipo 1	Tipo 1	1.97	0.33	Clase 2	Oscuro (0.80)	1.86
Abreviaturas utilizadas						
M <sub>M</sub>	Material del marco		U <sub>Hueco</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> K)		
U <sub>Marco</sub>	Coeficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> K)					
FM	Fracción de marco					
Pa	Permeabilidad al aire de la carpintería					
C <sub>M</sub>	Color del marco (absortividad)					

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Los resultados que nos aporta esta solución son los presentados a continuación:

### 6.1 Opción General (LIDER)

	Calefacción	Refrigeración
<b>% de la demanda de Referencia</b>	50.2	0
<b>Proporción relativa calefacción refrigeración</b>	100	0

### Resultados por espacios

Espacios	Área (m²)	Nº espacios iguales	Calefacción % de max	Calefacción % de ref	Refrigeración % de max	Refrigeración % de ref
P01_E01_Local_2	38.1	1	65.6	46.4	0	0
P01_E02_Local_1	45	1	59.2	49.2	0	0
P01_E03_Local_2_1	2	1	100	45.4	0	0
P01_E04_Local_1_1	13.3	1	70.0	45.5	0	0
P01_E05_Local_1_2	4.3	1	74.1	45.3	0	0
P02_E01_5	16.1	1	53.5	47.2	0	0
P02_E02_vivienda	23.4	1	48.1	47.8	0	0
P02_E03_6	8.8	1	21.1	66.7	0	0
P02_E04_3	10.5	1	36.0	47.4	0	0
P02_E05_2	17.3	1	36.9	40.9	0	0
P02_E06_1	14.6	1	36.0	40.5	0	0
P02_E07_4	4.4	1	55.0	44.5	0	0
P02_E08_Tramo_1	7.6	1	47.9	43.4	0	0
P03_E01_14	14.7	1	53.8	55.1	0	0
P03_E02_12	4.9	1	61.6	68.0	0	0
P03_E03_9	17.3	1	55.0	63.5	0	0
P03_E04_7	8.9	1	28.4	100.1	0	0
P03_E05_10	12.4	1	39.1	60.2	0	0
P03_E06_8	26.4	1	38.0	58.8	0	0
P03_E07_13	4.7	1	48.3	55.6	0	0
P03_E08_11	17.4	1	39.4	54.6	0	0
P03_E09_Tramo_2	6	1	49.7	69.7	0	0

Todo esto en cuanto a la mejora en la demanda de calefacción, sin embargo, también necesitamos una mejora en la calificación energética, es decir, cubrir esa demanda de la manera más limpia posible. En este sentido lo primero que se nos puede ocurrir es cambiar el combustible de la caldera

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

por uno menos contaminante, como podría ser el gas natural. Sin embargo, nos encontramos con un fuerte impedimento económico al no contar la casa con la instalación hecha de gas natural; por lo que esta opción tan sencilla está totalmente descartada.

La determinación que finalmente se ha tomado es la sustitución de las calderas actuales por unas calderas de condensación, cuya eficiencia es notablemente superior al de las utilizadas hasta el momento. Con todo ello los resultados obtenidos son los siguientes:

### *Certificación Energética*

#### Sistema mixto con caldera de gasóleo

### **Resultados**



## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	14,3 C			26,8 E		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	C	36,6	11629,2	E	72,8	23131,3
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	12,4	3940,0	E	23,3	7403,3
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1,9	603,7	D	3,5	1112,1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			4543,7			8515,4

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	45,5	14455,3	113,9	36178,0
Consumo energía primaria (kWh)	59,3	18854,5	120,1	38157,7
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	14,3	4543,7	26,8	8515,4

Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor

### Resultados

# Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	Edificio Objeto			Edificio Referencia		
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">18.6 D</div>			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">26.8 E</div>		
	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año	Clase	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/año
Demanda calefacción	C	36.6	11629.2	E	72.8	23131.3
Demanda refrigeración	-	-	-	-	-	-
	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año	Clase	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> calefacción	D	17.4	5528.6	E	23.3	7403.3
Emisiones CO <sub>2</sub> refrigeración	-	-	-	-	-	-
Emisiones CO <sub>2</sub> ACS	A	1.2	381.3	D	3.5	1112.1
Emisiones CO <sub>2</sub> totales			5909.9			8515.4

Datos para la etiqueta de eficiencia energética

	Edificio Objeto		Edificio Referencia	
	por metro cuadrado	anual	por metro cuadrado	anual
Consumo energía final (kWh)	34,9	11086,3	113,9	36178,0
Consumo energía primaria (kWh)	73,7	23409,2	120,1	38157,7
Emisiones CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> )	18,6	5909,9	26,8	8515,4

# Estudio Económico

Haciendo un pequeño análisis de los resultados reflejados en el estudio nos damos cuenta que con la solución propuesta se produce una mejora sustancial en la demanda de calefacción que cae 23 puntos respecto a la situación inicial. Además hemos conseguido mejorar la calificación inicial sea cual sea el sistema elegido, hecho por el cual nos hemos planteado valorar sus costes. También, es fácilmente comprobable, que el peor sistema de los estudiados, en cuanto a eficiencia energética se refiere es, para todos los casos, la bomba de calor aire-agua.

Para realizar el presente estudio económico se va a comparar la situación actual de la casa (**caso 1**) con este último caso; vamos a contemplar cuánto más cara es la mejora y el ahorro que nos supone frente a la situación actual.

Es importante volver a reseñar que dentro de cada caso se evalúan tres modos diferentes de abastecimiento de ACS y calefacción, por tanto, de entre estos subcasos, van a ser objeto de estudio, el sistema con bomba de calor aire-agua y el sistema con caldera de GLPs. Esto es así, porque si nos fijamos en los resultados obtenidos en cada subcaso, se constata que los consumos de energía primaria y energía final en el caso de caldera de gasoil y caldera de GLPs son los mismos; por este motivo se decide analizar el caso anteriormente mencionado; por ser éste el que mejor eficiencia energética tiene de los dos. Además se ha elegido estudiar el subcaso con bomba de calor porque a pesar de que es éste el peor sistema de los analizados, tiene el menor consumo de energía final y nos toca ahora evaluar el perfil económico y no el de la eficiencia energética, donde claramente está por detrás de los otros dos modos de abastecimiento.

Habiendo realizado las aclaraciones pertinentes pasamos ahora a realizar el estudio económico mencionado.

### 7 Coste de materiales

En ambos casos los materiales constructivos son los mismos salvo el material aislante utilizado y las ventanas. Por consiguiente, serán éstos los únicos elementos diferenciadores en este aspecto.

#### 7.1 Sustitución de aislamientos

- Coste plancha de EPS Poliestireno Expandido (0.037 W/mK), 40 mm de espesor = 2.68 €/m<sup>2</sup>.
- Coste plancha de PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. impermeable a gases (0.025 W/mK), 40 mm de espesor = 8.37 €/m<sup>2</sup>.

#### 7.2 Sustitución de ventanas

- Coste ventana de aluminio de dos hojas practicables de 150x120 cm con rotura de puente térmico y premarco para carpintería = 270€
- Coste ventana de aluminio de una hoja practicable de 75x120 cm con rotura de puente térmico y premarco para carpintería = 151.74€
- Coste ventana de madera de dos hojas practicables de 150x120 cm con premarco para carpintería = 335€
- Coste ventana de aluminio de dos hojas practicables de 75x120 cm con premarco para carpintería = 197.40€

También es necesario añadir el coste de sustitución de las calderas.

#### 7.3 Sustitución de calderas

- Coste caldera Saunier Duval mod. Thema Nox F25 = 1099
- Coste caldera de condensación Saunier Duval mod. Thema Condens F 25 = 1191€

Por tanto, el incremento en el coste de la situación actual de la vivienda con respecto a la solución propuesta en materia de aislamiento y teniendo en cuenta que la superficie total de los muros de la casa es de 231 m<sup>2</sup> y se

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

han tenido que aumentar los espesores de los aislamientos; sería para este apartado de 3130€. Además se cambió el aislamiento de la solera que supone una subida en el precio de 987.5€, así como también se han sustituido los aislamientos de los suelos de las dos viviendas y altillo que por su parte supone un incremento en el precio de 1681€. También hay que tener en cuenta el sobrecoste de la sustitución de las ventanas que ascendería a 917€ y el de las calderas que sería de 184€. Todo ello supone una demasía total en el coste de materiales de 6899.5€

### 8 Coste de las instalaciones

Vamos determinar ahora el coste de las dos instalaciones propuestas.

- *8.1 Sistema mixto con caldera de GLP's*

Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Caldera Saunier Duval mod. Thema Nox F25	Ud.	2	1099	2198
Radiador Ferroli de aluminio 10 elementos	Ud.	4	135.52	542.08
Radiador Ferroli de aluminio 9 elementos	Ud.	6	121.97	731.82
Radiador Ferroli de aluminio 8 elementos	Ud.	2	108.42	216.84
Radiador Ferroli de aluminio 6 elementos	Ud.	2	81.31	162.62
Radiador Ferroli de aluminio 3 elementos	Ud.	3	40.66	121.98
Detentores	Ud.	17	5.66	96.22
Purgadores automáticos	Ud.	17	5.46	92.82
Válvulas termostáticas	Ud.	15	55.12	826.8
Termostatos Saunier Duval Exacontrol 1	Ud.	2	68	136
Tubería de cobre	m	52	5.95	309.4

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

aislada de 1/2"x0.8				
Tubería de cobre aislada de 3/4"x1	m	14.4	11.12	160.128
Tubería de cobre aislada de 3/8"x0.8	m	20	4.28	85.6
Codos 90 de 1/2"	Ud.	24	6.51	156.24
Codos 90 de 3/4"	Ud.	14	7	98
Codos 90 de 3/8"	Ud.	30	4.59	137.7
Te Igual "IXPRESS" de 16	Ud.	17	7.51	127.67

<b>Conexiones, Montaje Y Puesta En Marcha</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Instalación de las tuberías de distribución entre la caldera y los radiadores (Incluye conexionado, codos, manguitos, etc.).	horas	48	40	1920
Instalación de termostatos y llaves termostáticas.	horas	1	40	40
Colocación de radiadores y caldera.	horas	3	40	120
Puesta en marcha de la instalación.	horas	1	20	20

<b>Ingeniería</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Redacción, gestiones y firma del proyecto.	horas	16	44.5	712

- *8.2 Sistema mixto de suelo radiante por bomba de calor*

Como la casa cumple, como hemos podido comprobar, con las exigencias que determina el CTE en su apartado correspondiente al DB HE-1, limitación de la demanda energética; gracias a los materiales empleados en su construcción; nos ahorraremos para esta solución el tener en cuenta los paneles aislantes necesarios para este tipo de suelos, al contar ya la casa

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

con un aislamiento de los forjados suficiente. En este sentido, también destacamos que no nos será necesario introducir film antihumedad, ya que los suelos no presentan riesgo de humedades al no estar en contacto con el terreno.

Material	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Zócalo perimetral	m	190	1.98	376.2
Tubo Uponor evalPEX quick & easy 16x1,8 enfundado en tubo coarrugado	m	1022	2.39	2442.58
Adaptador Uponor para conexión de los tubos de distribución al generador de calor y al colector. Ø16.	Ud.	8	4.75	38
Adaptador Uponor para conexionado de los circuitos de suelo radiante al colector.	Ud.	22	4.75	104.5
Uponor Quick&easy llave de corte. 16 a 16.	Ud.	13	14.47	188.11
Curvatubo	Ud.	22	2	44
Uponor kit colector con caudalímetro y 2 salidas.	Ud.	2	223.19	446.38
Uponor módulo básico colector con caudalímetro 1 salida.	Ud.	7	48.61	340.27
Caja de colectores de 5 a 7 circuitos. Dimensiones: 550x700x150mm.	Ud.	2	85.98	171.96
Termostato transmisor Uponor Genius	Ud.	11	106.84	1175.24
Cabezales electrotérmicos 24V	Ud.	11	45.27	497.97

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

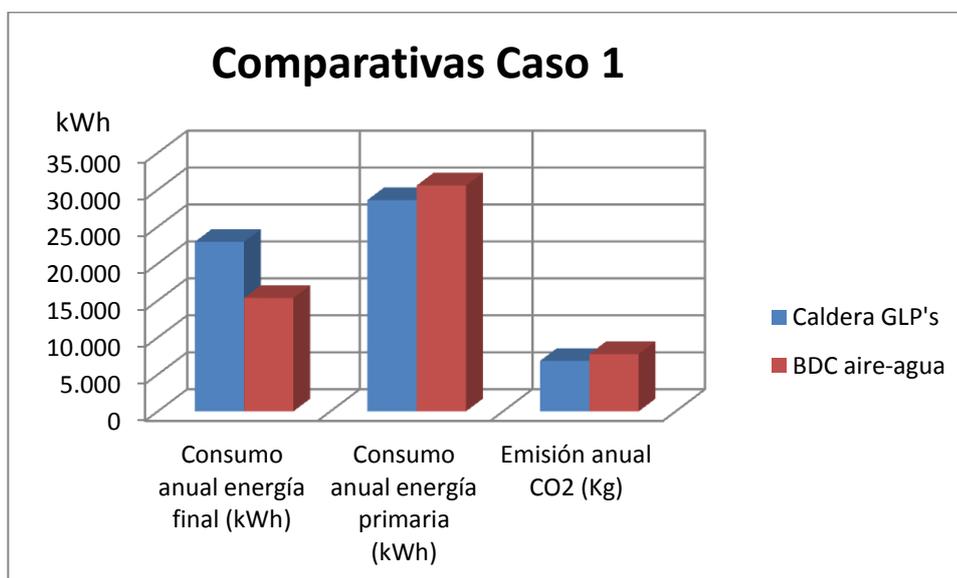
Kit display + unidad base radio control system (módulo control y módulo de regulación).	Ud.	2	617.62	1235.24
Grupo de impulsión	Ud.	2	1791.04	3582.08
Bomba de calor aire-agua BaxiRoca Platinum BC 16 kW M-Ref: 144108000	Ud.	2	7125	14250

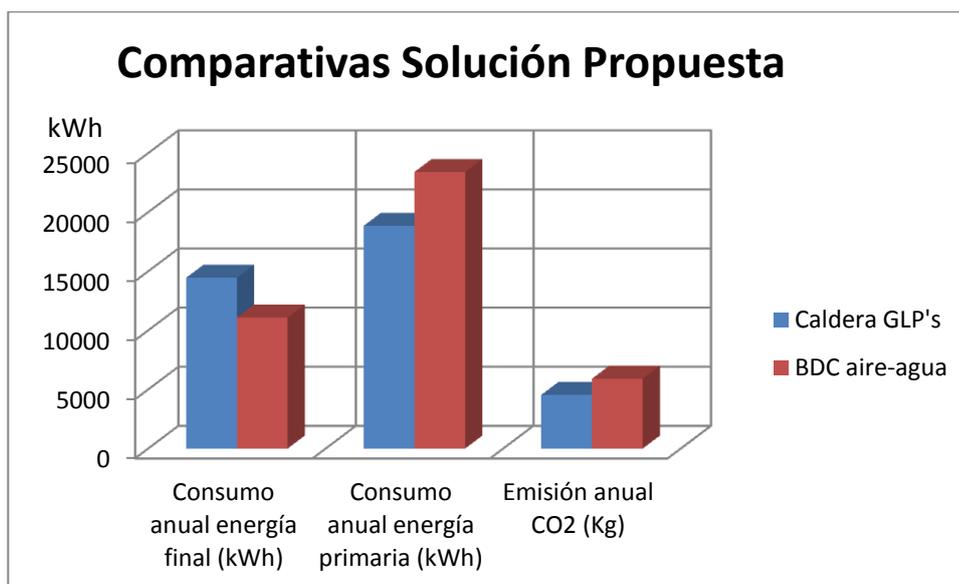
<b>Conexiones, Montaje Y Puesta En Marcha</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (€)</b>	<b>Precio total (€)</b>
Instalación de los colectores y sus cajas empotradas en pared. (Incluye la disposición de los cabezales electrotérmicos).	horas	8	40	320
Instalación de los circuitos de suelo radiante y conexión a los colectores. (Incluye la disposición del zócalo perimetral).	horas	20	40	800
Instalación de las tuberías de distribución entre las máquinas y los colectores (Incluye conexionado, codos, manguitos, etc.).	horas	5	40	200
Instalación de los grupos de impulsión con centralita de regulación.	horas	3	40	120
Instalación de los sistemas de control y regulación. (Incluyendo termostatos).	horas	4	40	160
Agua destilada para la limpieza inicial de los circuitos de calefacción.	litros	280	0.60	168
Asistencia técnica y puesta en marcha de la instalación.	horas	8	20	160

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Ingeniería	Unidad	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Redacción, gestiones y firma del proyecto.	horas	35	44.5	1557.5

Tabla comparativa diferentes casos						
Caso	Sistema	Demanda anual calefacción (kWh)	Consumo anual energía (kWh)	Consumo anual energía primaria (kWh)	Emisión anual CO <sub>2</sub> (Kg)	
Situación Actual	Caldera GLP's	17004.9	22947.6	28609.4	6833.7	
	BDC aire-agua	17004.9	15356.7	30581.3	7755.5	
Solución Propuesta	Caldera GLP's	11629.2	14455.3	18854.5	4543.7	
	BDC aire-agua	11629.2	11086.3	23409.2	5909.9	





Debido a que la casa está correctamente aislada se comprueba rápidamente que las mejoras en el aislamiento que nos aportan los casos analizados frente al caso 1, en el cual se encuentra la casa actualmente, tienen poco calado ya que apenas nos rebajan la demanda de calefacción al estar la casa correctamente aislada, o al menos cumplir con la normativa vigente en esta materia. Sin embargo, la solución propuesta sí que produce un notable descenso en la demanda de calefacción, luego en este sentido, merece un estudio acerca de la conveniencia o no de instalar estas mejoras, ya que su cuantía también es notable.

Para abordar este aspecto nos haremos caso del indicador financiero quizás más utilizado que nos es otro que el VAN.

Se establece un período de amortización de 20 años y se tendrá en cuenta un IPC del 3% sobre el coste de la energía dada la coyuntura económica actual; se fijará además una tasa de rendimiento del 6%.

El valor de los flujos de caja para cada año, supuesto un consumo energético constante para todos los años, será el siguiente:

$$FC = (CE \text{ situación actual} - CE \text{ con solución propuesta}) * (1 + c)^n$$

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Donde,

- CE: coste energético anual.
- c: es el IPC estimado.
- n: año en curso.

El coste actual del kWh de GLP es de 0,0823 €/kWh (IDAE) que por tratarse del mismo combustible para los dos casos no supondrá un motivo de diferenciación. En este sentido, tampoco lo serán los costes de mantenimiento de las instalaciones al ser éstas exactamente las mismas; lo único que hemos variado es el tipo de caldera utilizado. Por este motivo no se han incluido estos costes a la hora de valorar los flujos de caja.

Tomando como referencia la situación actual, que tendrá el coste que tenga, se tomará como inversión inicial la demasía de la solución propuesta con respecto a la situación actual de la casa.

Por tanto, esta inversión inicial teniendo en cuenta el 21% IVA ha sido cuantificada en 8348.4€

Año	Situación Actual		Solución Propuesta			
	Coste inicial de la inversión					
	0				8348.4	
	Coste anual	Coste acumulado	Coste anual	Coste acumulado	Diferencia	FC
0	0	0	8348.4	8348.4	-8348.4	-8348.4
1	1888.6	1888.6	1189.7	9538.1	-7649.5	719.9
2	1888.6	3777.2	1189.7	10727.8	-6950.6	741.5
3	1888.6	5665.8	1189.7	11917.5	-6251.7	763.7
4	1888.6	7554.4	1189.7	13107.2	-5552.8	786.6
5	1888.6	9443	1189.7	14296.9	-4853.9	810.2
6	1888.6	11331.6	1189.7	15486.6	-4155	834.5
7	1888.6	13220.2	1189.7	16676.3	-3456.1	859.6
8	1888.6	15108.8	1189.7	17866	-2757.2	885.3
9	1888.6	16997.4	1189.7	19055.7	-2058.3	911.9
10	1888.6	18886	1189.7	20245.4	-1359.4	939.3
11	1888.6	20774.6	1189.7	21435.1	-660.5	967.4
12	1888.6	22663.2	1189.7	22624.8	38.4	996.5
13	1888.6	24551.8	1189.7	23814.5	737.3	1026.4
14	1888.6	26440.4	1189.7	25004.2	1436.2	1057.1

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

15	1888.6	28329	1189.7	26193.9	2135.1	1088.9
16	1888.6	30217.6	1189.7	27383.6	2834	1121.5
17	1888.6	32106.2	1189.7	28573.3	3532.9	1155.2
18	1888.6	33994.8	1189.7	29763	4231.8	1189.8
19	1888.6	35883.4	1189.7	30952.7	4930.7	1225.5
20	1888.6	37772	1189.7	32142.4	5629.6	1262.3

En vista del campo llamado diferencia de la tabla mostrada encima podemos apreciar que el pay-back o plazo de recuperación se sitúa en torno a los 12 años.

Obtenemos con estos flujos de caja y las consideraciones anteriores el valor del VAN.

$$VAN = -A + \frac{Q1}{(1+k)^1} + \frac{Q2}{(1+k)^2} + \frac{Qn}{(1+k)^n}$$

El valor del VAN obtenido para un período de 20 años con las consideraciones hechas en este proyecto es de 2134, lo cual, hace aconsejable la inversión. Atendiendo a este último indicador el periodo de recuperación se situaría sobre los 15 años.

Por tanto, si la casa se construyese hoy abogaríamos por incurrir en el sobrecoste que conlleva la solución propuesta.

Sin embargo, la casa ya está construida, y rápidamente se nos plantea la duda lógica de determinar si nos conviene realizar el cambio o no. Mi respuesta también es clara y negativa en este sentido, porque los costes que conllevaría el picado de paredes, sustitución del aislamiento, volver a revocar etc., etc.; además de costes de carpinteros y cerrajeros para la sustitución de las ventanas; hacen inviable que lo pudiésemos hacer en un período inferior a 30 años y quizás no sea muy preciso hacer un pronóstico a tan largo plazo. Dicho esto, centramos nuestro esfuerzo en determinar cuál de los sistemas objeto de estudio nos interesa, económicamente hablando, colocar en la casa en su situación actual.

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

Pues bien vamos a realizar un estudio económico de los dos sistemas posibles de instalación que hemos elegido para un período de amortización de 20 años.

En el capítulo de costes se tienen en cuenta, tanto los costes del combustible para el caso de la caldera y el coste de la electricidad para la bomba de calor; así como también los costes de mantenimiento de ambas instalaciones.

Se tendrá en cuenta un IPC del 3% sobre el coste de la energía dada la coyuntura económica actual y se fijará una tasa de rendimiento del 6%.

El coste actual del kWh de GLP es de 0,0823 €/kWh (IDAE) y el de la electricidad es de 0,150938 €/ kWh (TUR sin discriminación horaria, BOE).

Por otro lado, se determinan unos costes de mantenimiento de la instalación con caldera de 39€ cada 5 años (Decreto 13/2010) y una revisión anual de la caldera cuyo coste es de 80€.

Para el caso de la instalación con bomba de calor los costes de mantenimiento anual son de 125 € (Vaillant).

El valor de los flujos de caja para cada año, supuesto un consumo energético constante para todos los años, será el siguiente:

$$FC = (CE_{SC} - CE_{BDC})(1 + c)^n - (CM_{BDC} - CM_{SC}) * (1 + c)^n$$

Donde,

- $CE_{SC}$ : coste energético anual sistema con caldera.
- $CE_{BDC}$ : coste energético anual sistema con bomba de calor.
- $CM_{SC}$ : coste mantenimiento sistema con caldera.
- $CM_{BDC}$ : coste mantenimiento sistema con bomba de calor.
- $c$ : IPC estimado.

Donde el ahorro energético anual que obtenemos al utilizar la bomba de calor se ha contabilizado en 7591 kWh.

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

Año	Caldera de GLP		BDC aire-agua		
	Coste inicial de la instalación				
	9011.92		28378.03		
	Coste anual	Coste acumulado	Coste anual	Coste acumulado	Diferencia
0	9011,92	9011,92	28378,03	28378,03	-19366,11
1	1968,59	10980,51	2442,91	30820,94	-19840,43
2	1968,59	12949,1	2442,91	33263,85	-20314,75
3	1968,59	14917,69	2442,91	35706,76	-20789,07
4	1968,59	16886,28	2442,91	38149,67	-21263,39
5	2007,59	18893,87	2442,91	40592,58	-21698,71
6	1968,59	20862,46	2442,91	43035,49	-22173,03
7	1968,59	22831,05	2442,91	45478,4	-22647,35
8	1968,59	24799,64	2442,91	47921,31	-23121,67
9	1968,59	26768,23	2442,91	50364,22	-23595,99
10	2007,59	28775,82	2442,91	52807,13	-24031,31
11	1968,59	30744,41	2442,91	55250,04	-24505,63
12	1968,59	32713	2442,91	57692,95	-24979,95
13	1968,59	34681,59	2442,91	60135,86	-25454,27
14	1968,59	36650,18	2442,91	62578,77	-25928,59
15	2007,59	38657,77	2442,91	65021,68	-26363,91
16	1968,59	40626,36	2442,91	67464,59	-26838,23
17	1968,59	42594,95	2442,91	69907,5	-27312,55
18	1968,59	44563,54	2442,91	72350,41	-27786,87
19	1968,59	46532,13	2442,91	74793,32	-28261,19
20	2007,59	48539,72	2442,91	77236,23	-28696,51

A tenor de los resultados mostrados no nos hace falta calcular el VAN ni ningún otro indicador financiero como habíamos previsto, ya que los costes acumulados de ambos sistemas difieren cada vez más, dejando bastante claro que la bomba de calor, a día de hoy, no es una solución económica.

# Conclusiones

El trabajo desarrollado en este Proyecto Fin de Carrera tenía como objetivo analizar diversas formas de conseguir un correcto aislamiento de la casa en estudio, aparte del que ya tiene en su situación actual; para evaluar la conveniencia o no acerca de un posible cambio en este sentido. Dicha conclusión ya se ha mencionado con anterioridad y se llegó a la determinación de que a pesar que la casa se encuentra aislada de forma correcta, sí que es posible realizar una mejora significativa en este aspecto, tal y como se ha demostrado anteriormente. Ahora bien, debe quedar claro que aunque la mejora propuesta es notable y abogo por ella totalmente si la casa se construyese hoy; también he de decir que ni se me plantea, por el elevado período de recuperación que ello supone y con la consiguiente incertidumbre que determina el mismo, un cambio en el aislamiento actual de la casa.

Dentro de este análisis nos surgía otro acerca de cuál sería el sistema más eficiente tanto ecológicamente, como económicamente hablando para satisfacer la demanda de calefacción y ACS de la casa. En este sentido se evaluaron tres posibles opciones de las cuales rápidamente nos dimos cuenta que desde el punto de vista de la eficiencia energética la bomba de calor era, para mi sorpresa, incluso peor que un sistema mixto con caldera de gasoil.

Sin embargo, hemos dicho que la evaluación de los sistemas en estudio no era sólo ambiental, sino que también se iba a mirar el plano económico, así que, observando que la bomba de calor aire-agua es la que menos energía final consume de los tres sistemas, nos decidimos a no descartarla porque quizá pudiera ser que fuese la que más contamina pero también con la que más ahorramos, motivo suficiente para analizar si nos conviene ponerla en la casa.

Pues bien, sorprendentemente en este aspecto tampoco mejora a la utilización de un sistema mixto con caldera de GLP's, ya que a pesar de consumir más energía el precio del combustible es considerablemente más barato que el de la electricidad y también su mantenimiento. Luego

## Estudio y Certificación Energética De Casa Liana

---

finalmente, y sorprendentemente para mí, el sistema elegido, de los analizados, ha sido este último porque aún en él, a día de hoy, los mejores resultados de eficiencia energética y económicos.

Para concluir y haciendo hincapié en el matiz que he introducido en el párrafo anterior donde dice “a día de hoy”; creo que el apunte es importante, porque quizás este estudio en unos pocos años reflejaría resultados distintos; pero en la actualidad se tiene todavía una gran dependencia de los combustibles fósiles para obtener electricidad, lo cual nos lleva que al aplicar los coeficientes de paso obtenidos del IDAE para pasar de kWh a Kg de CO<sub>2</sub> sea la electricidad la que más contamine con una gran diferencia sobre el segundo; de ahí estos resultados tan malos cosechados por la bomba de calor en el plano ambiental.

También en los próximos años pueden albergar cambios los precios de los combustibles fósiles, porque aunque en la actualidad son, como ya hemos mencionado, notablemente inferiores a los de la electricidad, dado el carácter finito de sus recursos, puede que con los años seguramente no sea así y la electricidad adquiera unos precios inferiores a los de los combustibles fósiles. Con lo cual, también son de esperar posibles cambios en la faceta económica que mejoren los resultados albergados hoy por la bomba de calor.

# Bibliografía

## Bibliografía

- CTE: código técnico de la edificación en sus apartados HE-1, limitación de la demanda energética y HE-2, rendimiento de las instalaciones térmicas.
- Fondo editorial IDAE - Calificación de eficiencia energética de edificios.
- José María Fernández Salgado - Eficiencia energética en los edificios, 2011, 1ª edición.
- Manual de usuario aplicación informática LIDER.
- Manual de usuario aplicación informática CALENER VYP.
- Manual técnico UPONOR Fontanería 2012

## Programas Utilizados

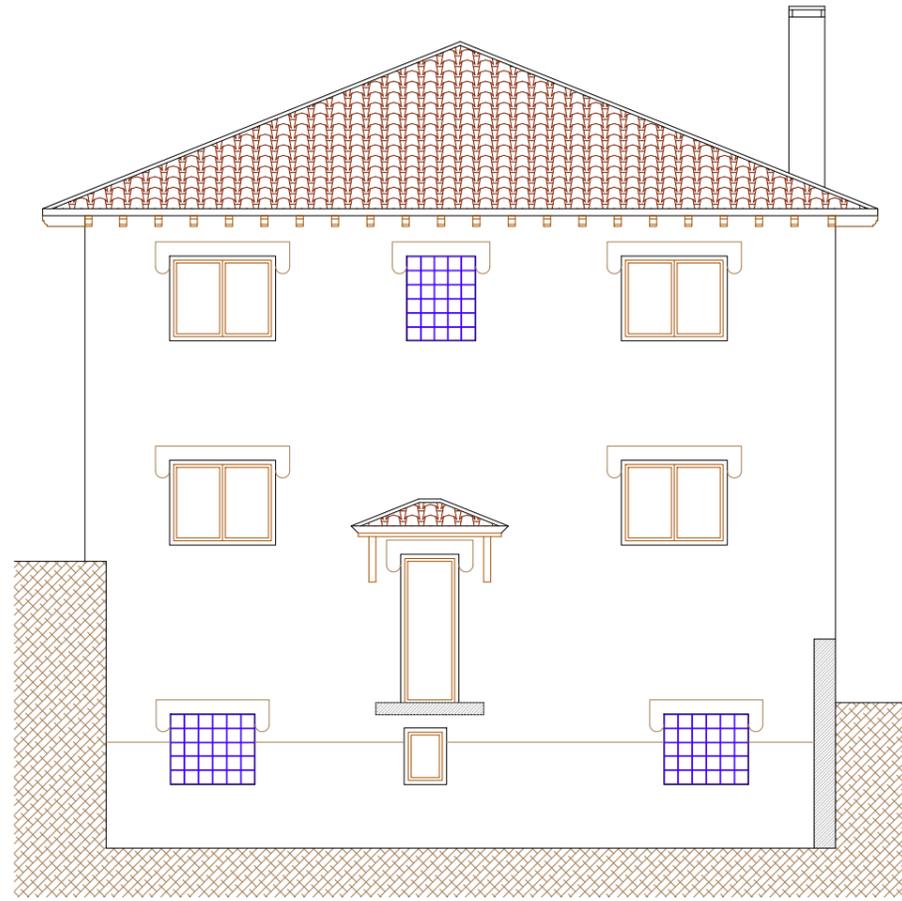
- CYPE Ingenieros 2012
- AutoCAD 2008
- LIDER
- CALENER VYP

## Páginas Web Consultadas

- <http://www.idae.es>
- <http://www.codigotecnico.org>
- <http://www.construmatica.com>
- <http://www.saunierduval.es>
- <http://www.salvadorescoda.com>

- <http://www.junkers.es>
- <http://www.caloryfrio.com>
- <http://es.saint-gobain-glass.com>
- <http://www.soloarquitectura.com>

# Anexo: Planos

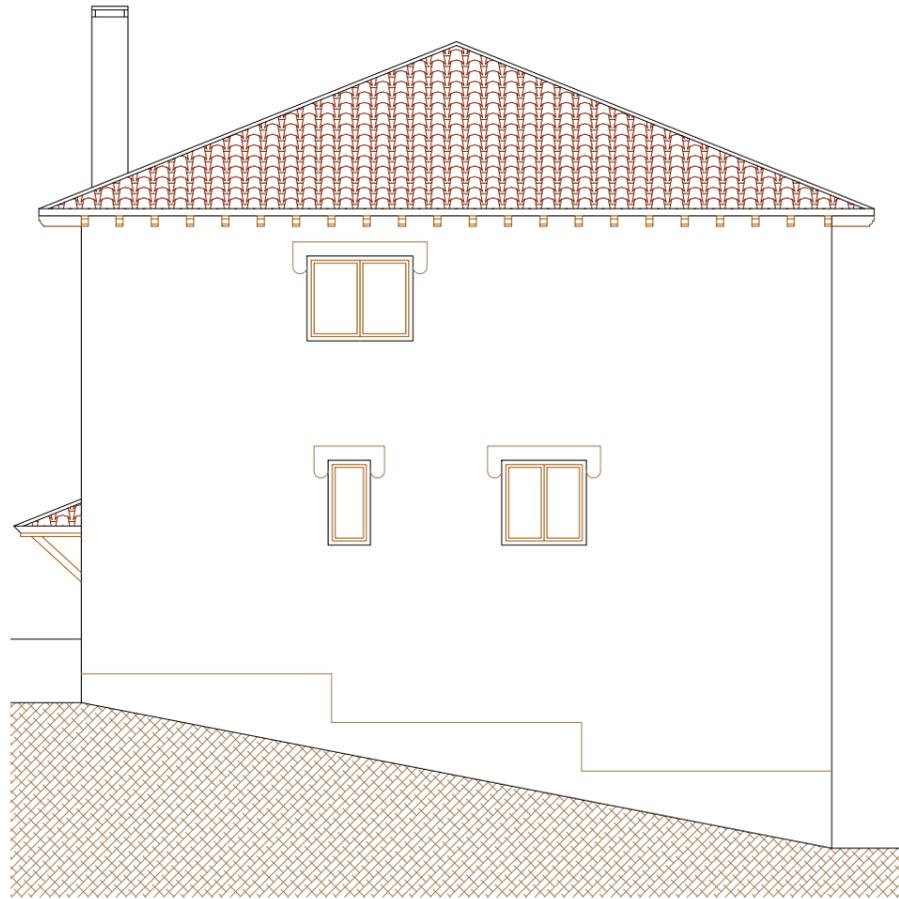


ALZADO SUR

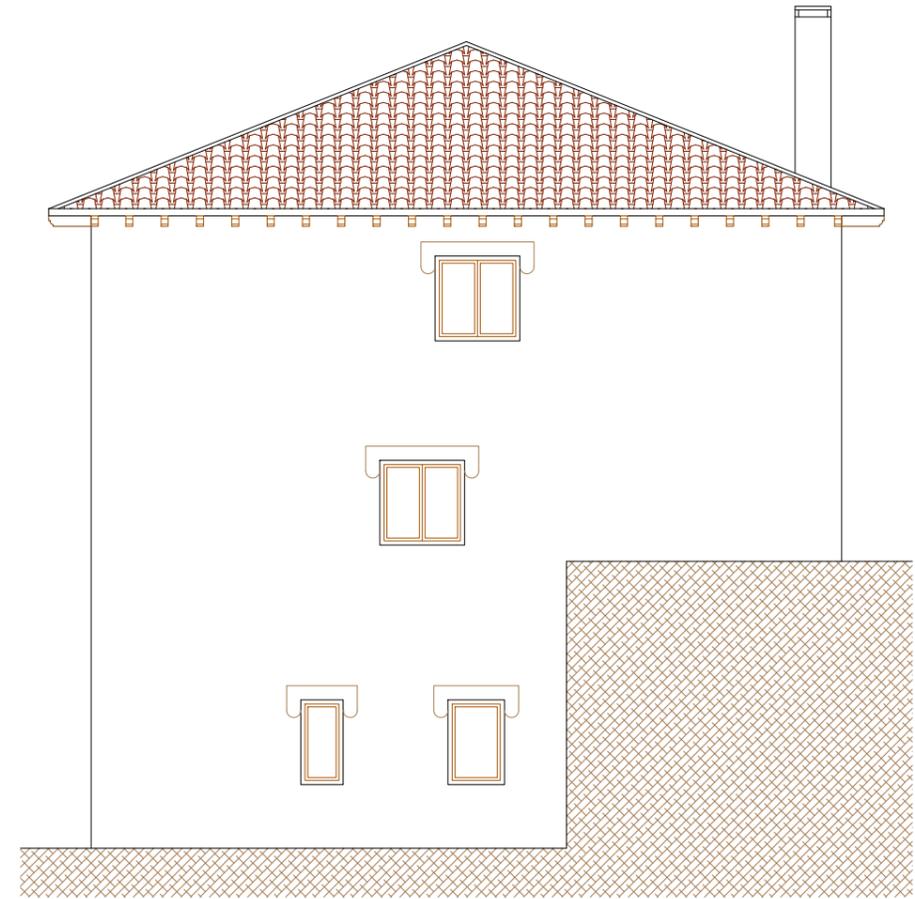


ALZADO NORTE

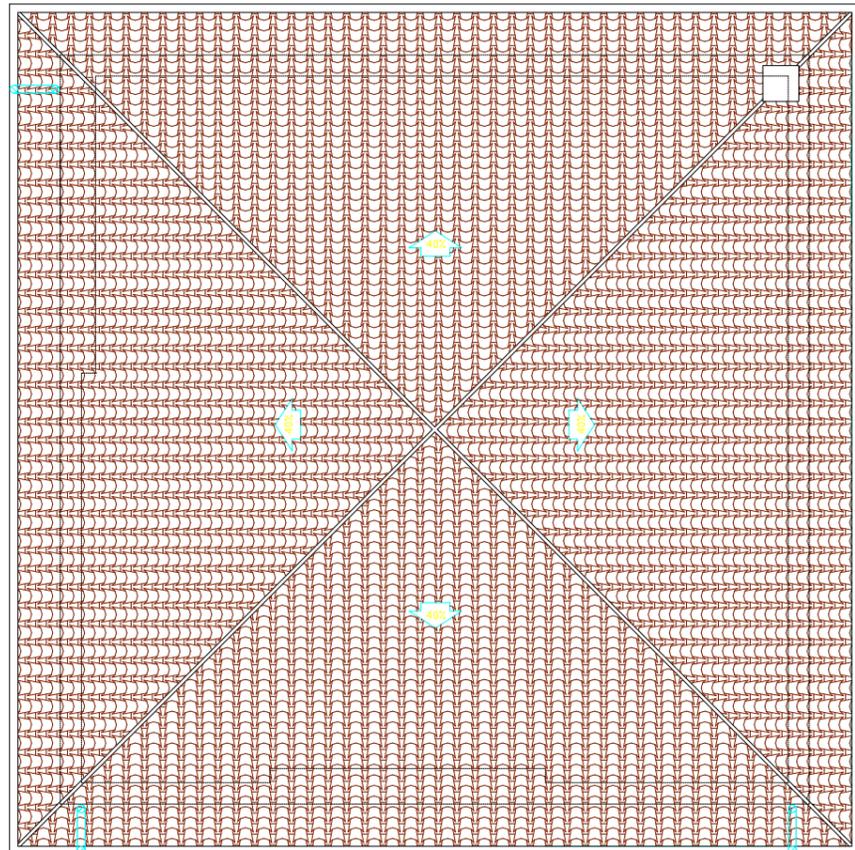
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES
Dibujado	24-09-2012	Luis Rodríguez	
Comprobado			
id. s. normas		UNE	
ESCALA 1:100	ALZADOS DE LA CASA		PLANO 1



ALZADO ESTE

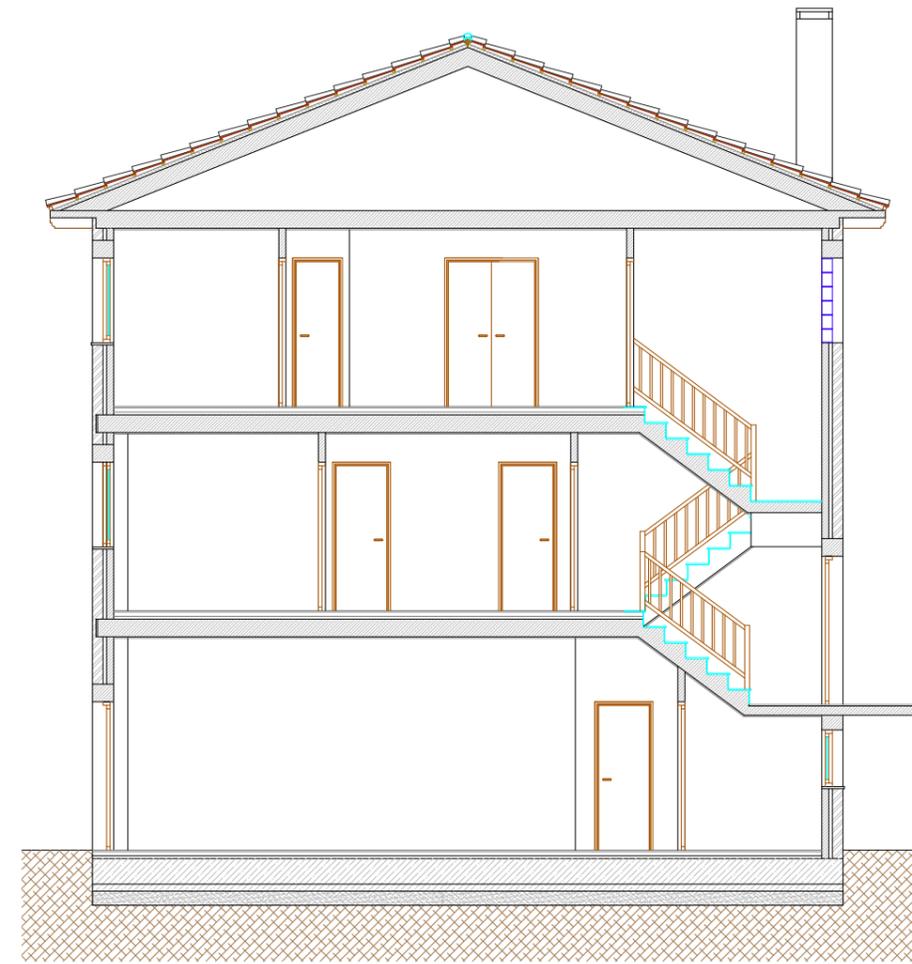
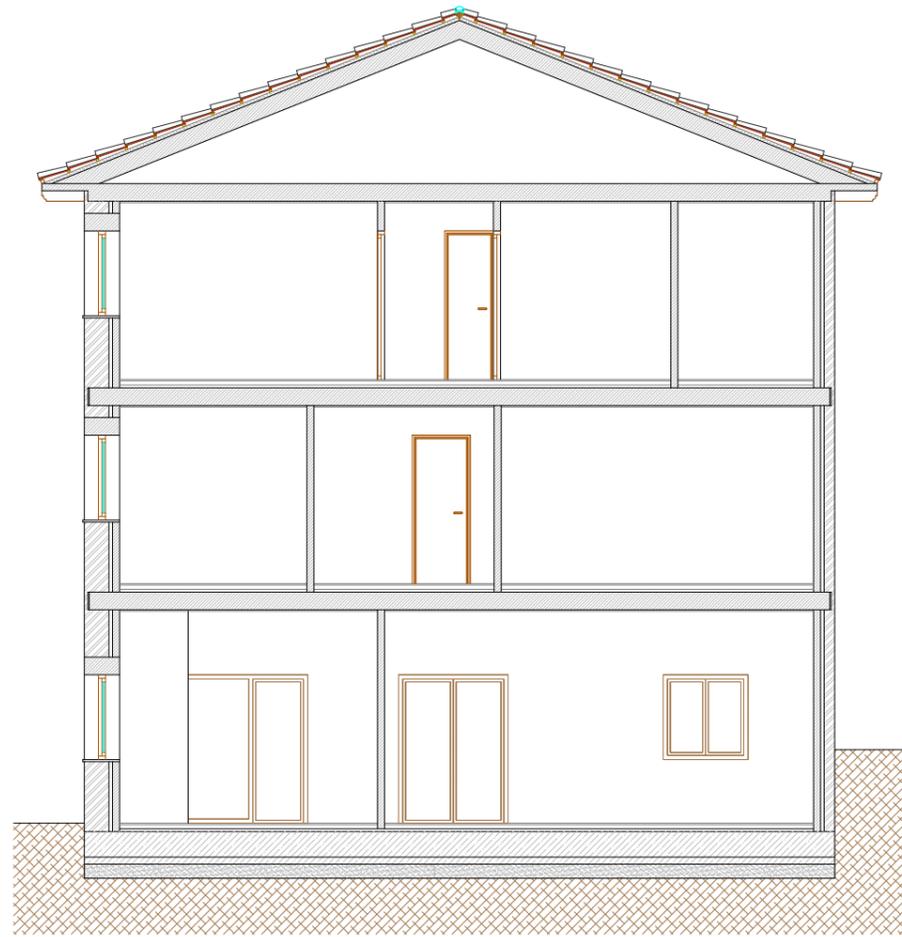


ALZADO OESTE

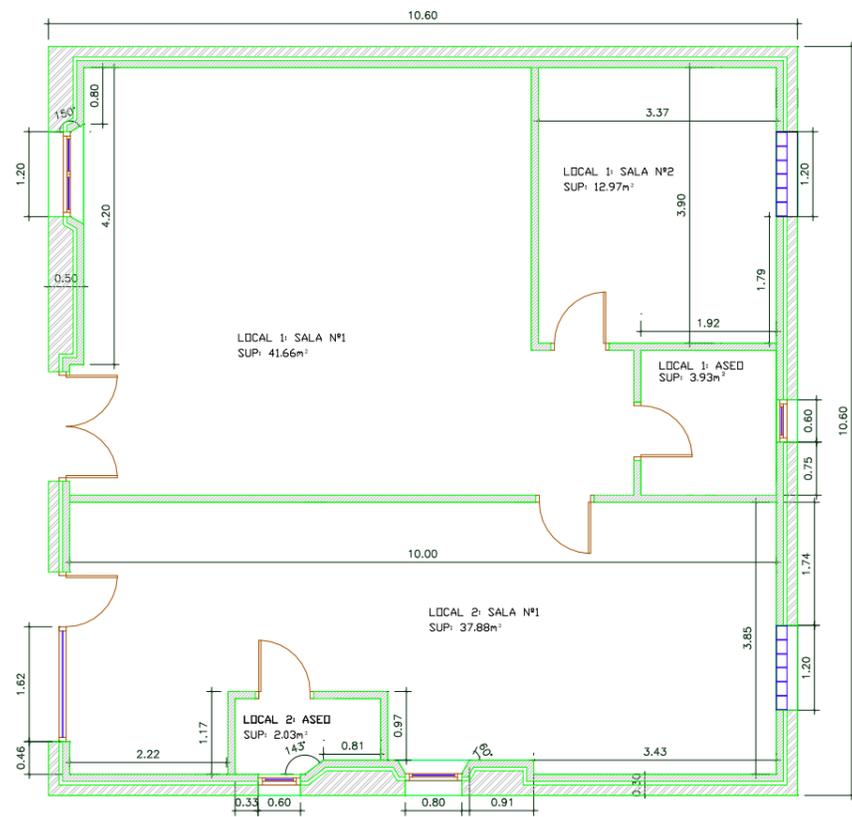


CUBIERTA

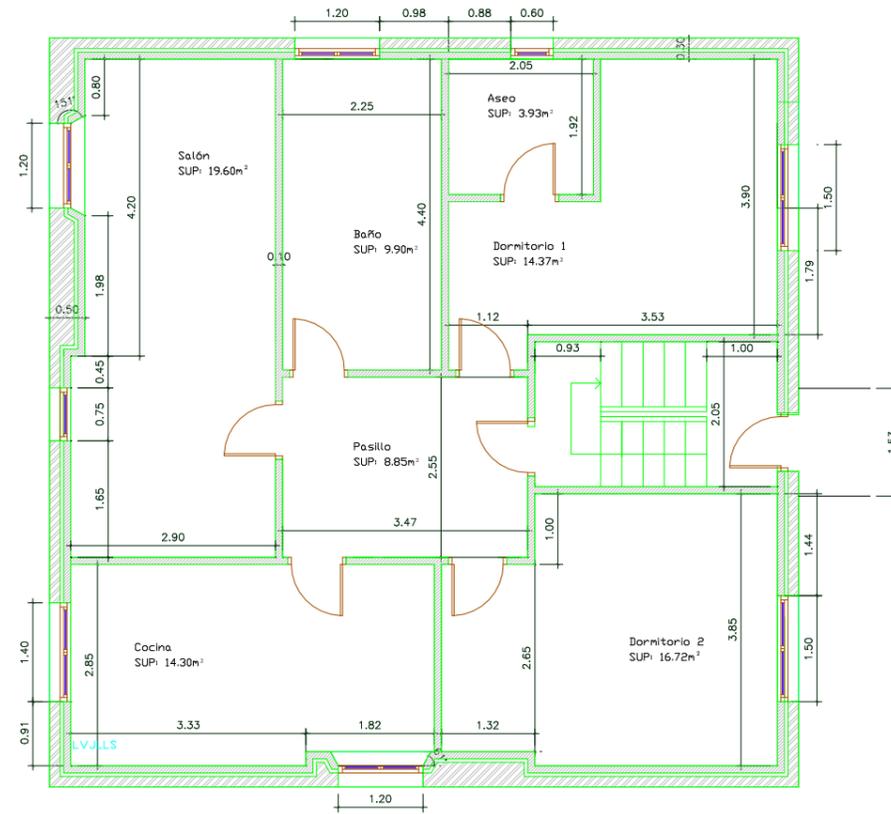
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES
Dibujado	24-09-2012	Luis Rodríguez	
Comprobado			
Id. s. normas		UNE	
ESCALA 1:100	ALZADOS Y CUBIERTA DE LA CASA		PLANO 1



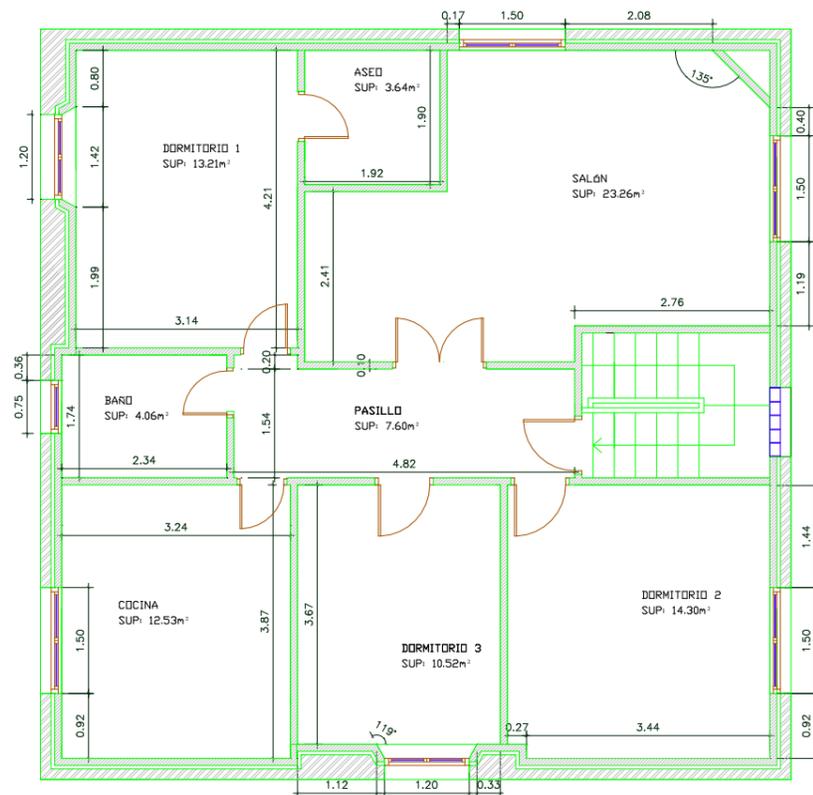
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES
Dibujado	24-09-2012	Luis Rodríguez	
Comprobado			
id. s. normas		UNE	
ESCALA 1:100	SECCIONES DE LA CASA		PLANO 1



PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

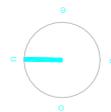
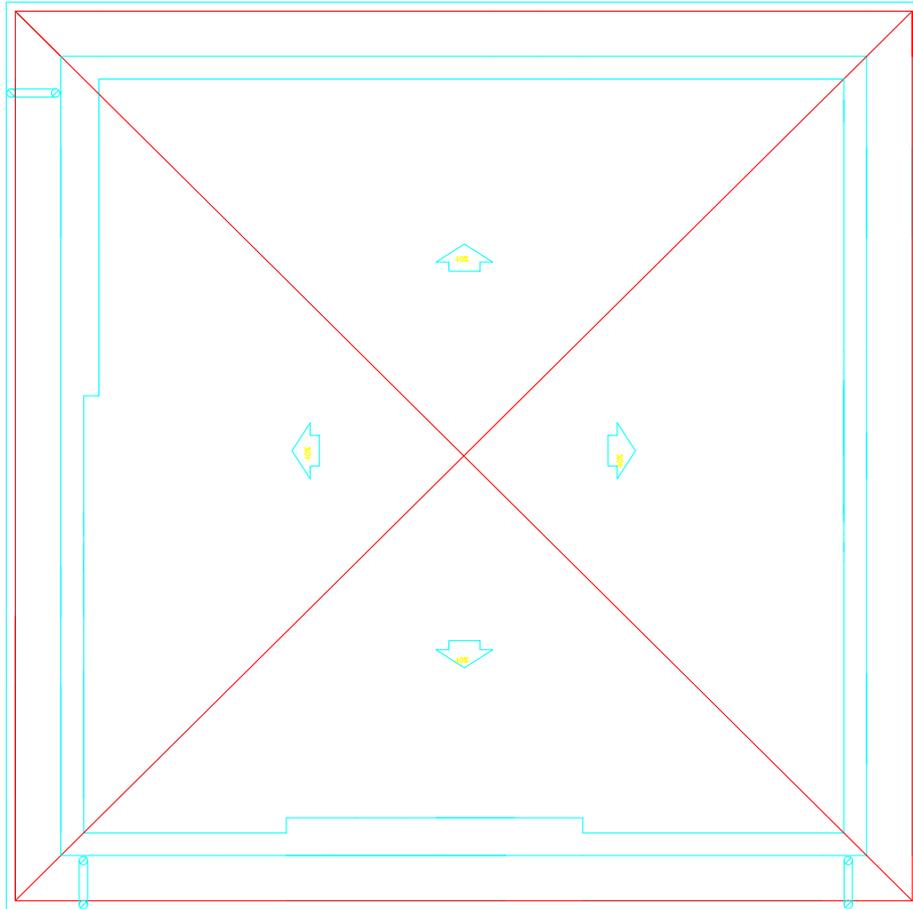


PLANTA SEGUNDA



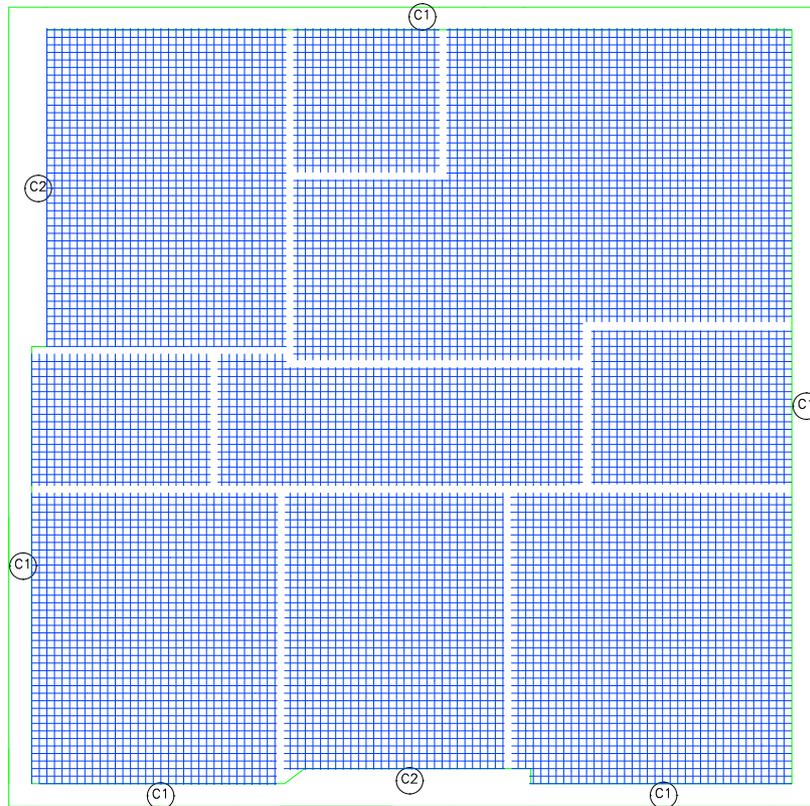
	Fecha	Nombre	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIONES
Dibujado	24-09-2012	Luis Rodríguez	
Comprobado			
id. s. normas		UNE	
ESCALA 1:100	PLANTAS DE LA CASA		PLANO 1

Cubierta



CasaLiana  
Calificación energética de Casa Liana  
Escala: 1:100  
Limitación de demanda energética

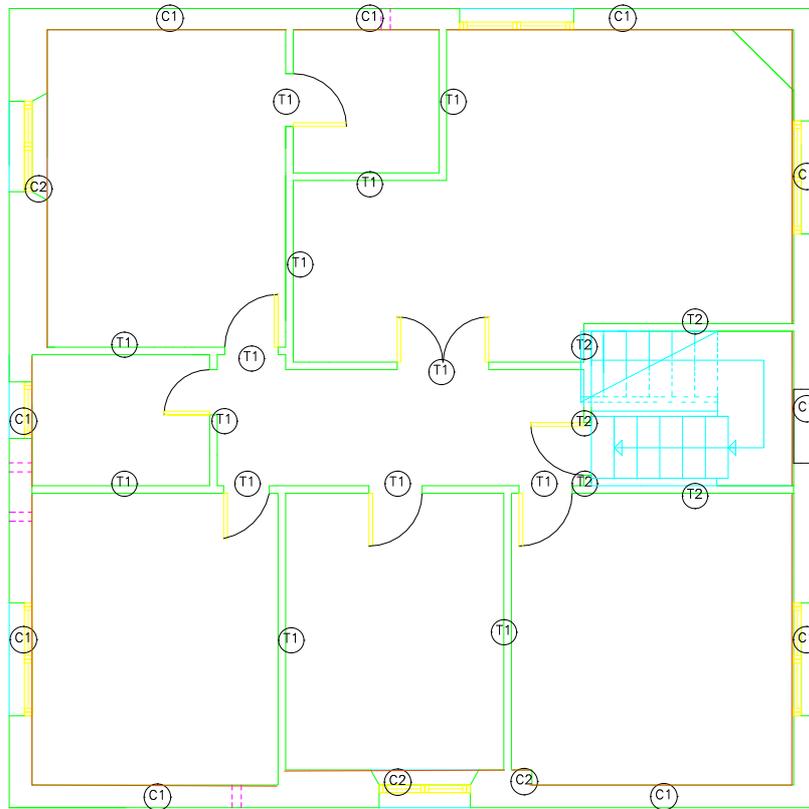
planta anterior a la cubierta



Cerramientos	
Referencia	Descripción
C1	Fachada tipo 1: Muros de cerramiento
C2	Fachada tipo 2: Muros de carga
Envolvente térmica	
	Partición interior horizontal sobre espacios no habitables

CasaLiana  
Calificación energética de Casa Liana  
Escala: 1:100  
Limitación de demanda energética

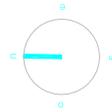
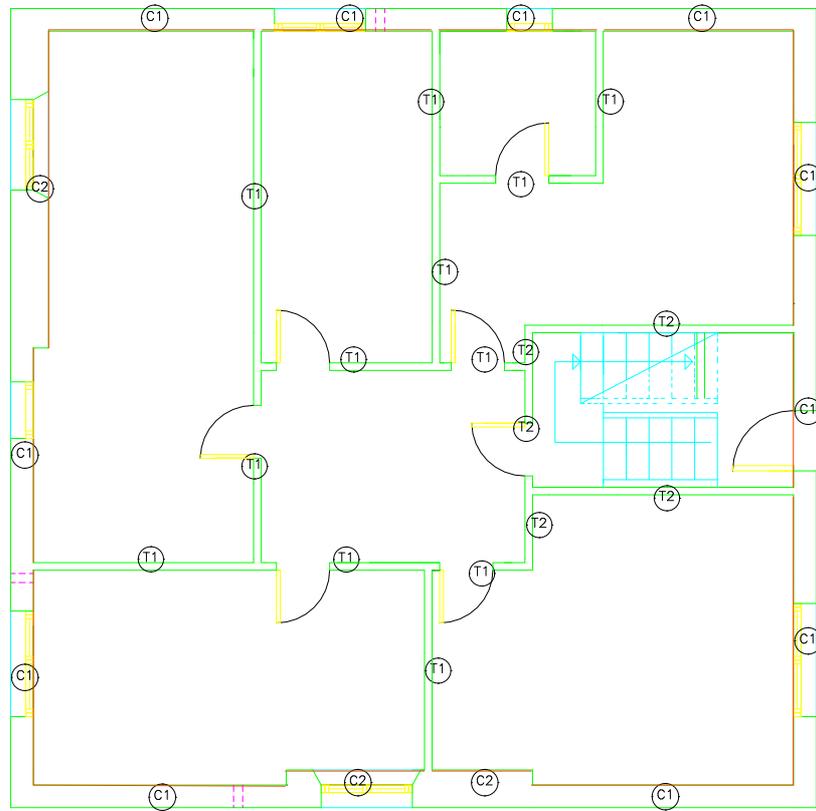
## Vivienda 2



Cerramientos	
Referencia	Descripción
C1	Fachada tipo 1: Muros de cerramiento
C2	Fachada tipo 2: Muros de carga
Tabiquerías	
Referencia	Descripción
T1	Tabiques
T2	Tipo 2: Tabiques colindantes con el hueco de la escalera
Envolvente térmica	
	Cerramientos exteriores

CasaLiana  
 Calificación energética de Casa Liana  
 Escala: 1:100  
 Limitación de demanda energética

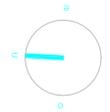
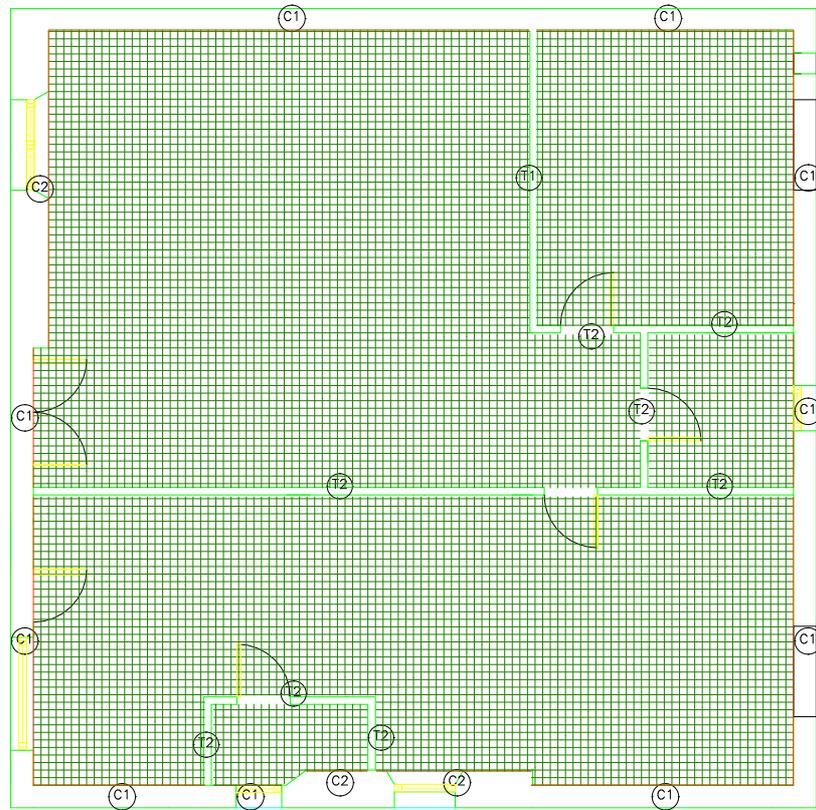
## Vivienda 1



Cerramientos	
Referencia	Descripción
C1	Fachada tipo 1: Muros de cerramiento
C2	Fachada tipo 2: Muros de carga
Tabiquerías	
Referencia	Descripción
T1	Tabiques
T2	Tipo 2: Tabiques colindantes con el hueco de la escalera
Envolvente térmica	
—	Cerramientos exteriores

CasaLiana  
 Calificación energética de Casa Liana  
 Escala: 1:100  
 Limitación de demanda energética

## Planta baja



Cerramientos	
Referencia	Descripción
C1	Fachada tipo 1: Muros de cerramiento
C2	Fachada tipo 2: Muros de carga
Tabiquerías	
Referencia	Descripción
T1	Tabiques
T2	Tipo 2: Tabiques colindantes con el hueco de la escalera
Envolvente térmica	
	Cerramientos exteriores
	Suelos en contacto con el terreno

CasaLiana  
 Calificación energética de Casa Liana  
 Escala: 1:100  
 Limitación de demanda energética