



---

# Auditoría energética, en un edificio existente, de una vivienda unifamiliar entre medianeras.

---

Trabajo final de grado

---

Curso: 2012/2013

---





## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS .....	3
2. DATOS DEL EDIFICIO .....	4
Ubicación. ....	4
Construcción.....	4
Estudio técnico. ....	6
Consumos.....	9
3. ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> .....	13
4. ESTUDIO DE MEJORAS.....	14
Primera estrategia.....	14
Segunda estrategia.....	14
Tercera estrategia.....	14
Cuarta estrategia.....	15
Quinta estrategia.....	15
Sexta estrategia.....	16
Séptima estrategia.....	17
5. ESTUDIO DE AMORTIZACIONES.....	18
6. CONCLUSIONES.....	19
7. TABLAS Y FIGURAS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
8. ANEXOS .....	20
12. BIBLIOGRAFÍA.....	22



## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente proyecto trata sobre una auditoría energética de un edificio existente, con un estudio de mejoras, para reducir el consumo del mismo.

Para ello, primero se realiza una toma de datos y un estudio del estado actual, y así, poder conocer con mayor fidelidad, cuál es su estado actual y cómo se comporta energéticamente.

Las modelizaciones del proyecto se van a realizar con las herramientas de régimen transitorio, como son el LIDER y CALENER.

## 2. DATOS DEL EDIFICIO

### Ubicación.

El edificio objeto de estudio se encuentra en la población de Bellreguard, provincia de Valencia. El edificio se encuentra en la zona climática **B3** (según la clasificación del **CTE**).

Es una vivienda unifamiliar entre medianeras, en el casco antiguo de la población.

La vivienda cuenta con una fachada principal orientada al NORTE. La fachada posterior, queda en una zona de patios de manzana, estando orientada al SUR. Por lo tanto, las medianeras están en las fachadas ESTE y OESTE.

En el hemisferio en el que se encuentra el edificio (hemisferio NORTE), en cuestión de conceptos de arquitectura bioclimática, está bien dispuesto teniendo fachadas a Norte y Sur, quedando las más desfavorables a Este y Oeste, protegidas por las medianeras.

El edificio está ocupado en la actualidad por **cuatro personas**. Esto es un dato importante para el cálculo y dimensionado de las posibles fuentes de energía renovable.

### Construcción.

El edificio está compuesto por Planta Baja, Planta Primera y Planta Cubierta. El estudio solo se va a ocupar de la Planta Primera, ya que es la aprovechada para vivienda. La Planta Baja se destina a cochera y trasteros, y la Planta Cubierta no dispone de zonas habitables.

La Planta Primera está compuesta por un salón-comedor, tres habitaciones, una cocina, un baño, un aseo y un lavadero.

No se dispone de memoria constructiva del proyecto, por lo que no se puede conocer con exactitud la composición de los cerramientos ni de la estructura. Según la información facilitada por los propietarios y realizando un breve estudio del edificio, se llega a las siguientes conclusiones.

La **estructura** es de hormigón armado. Está compuesta por pilares y vigas, con un forjado unidireccional de entrevigado cerámico, de canto 25+5cm.

Los **cerramientos** están compuestos por una capa de 2cm de mortero de cemento, tabique de medio pie de ladrillo cerámico hueco de 9m, un aislamiento térmico de poliestireno expandido de 4cm de espesor, un tabique de medio pie de ladrillo cerámico hueco de 7cm con un enlucido de yeso en su cara interior, de un espesor de 1,5cm, acabado con una capa de pintura. La fachada principal cuenta con un acabado de pintura. La fachada posterior, no dispone de acabado de pintura.

Las **particiones** interiores y las caras internas de los cerramientos, están revestidas con un enlucido de yeso acabado con una capa de pintura.

Los **cuartos húmedos** están revestidos con azulejo cerámico.

Las **carpinterías** son en su gran mayoría, de aluminio sin rotura de puente térmico, con un acristalamiento simple de 4mm.

En la fachada principal, en la primera planta, los balcones disponen de una carpintería de madera con acristalamiento simple.

Todos los oscurecimientos de las ventanas y puertas son mediante persianas enrollables de PVC.

Otros elementos de importancia para la auditoría son los sistemas de refrigeración y calefacción.

Para la **calefacción**, el edificio cuenta con una chimenea de combustión de leña, por lo que se considera calefacción mediante biomasa. Estos sistemas contribuyen a reducir la huella de CO<sub>2</sub>.

Los sistemas de **refrigeración** están compuestos por dos equipos de aire acondicionado. Estos tienen gran importancia en el consumo eléctrico en los meses de verano.

La producción de **ACS** (Agua Caliente Sanitaria) es mediante un calentador instantáneo a gas. El gas viene suministrado por bombonas de gas butano. La encimera también funciona mediante gas butano.

El edificio en si tiene un gran número de **electrodomésticos**, detallados más adelante con sus consumos reales medidos *in situ*.

### Estudio técnico.

En el siguiente estudio técnico, se procede al cálculo de **transmitancias** de sus cerramientos, analizar los **puentes térmicos**, determinar si se producen **condensaciones intersticiales** y la ventilación.

Se comparan los datos iniciales con los de la normativa actual CTE DB HE-1:

Elemento	Estado inicial U (W/m <sup>2</sup> · K)	CTE DB HE-1 U (W/m <sup>2</sup> · K)
Fachada	0,54	1,07
Medianera	0,58	1,07
Suelo	1,31	0,68
Cubierta	0,82	0,59
Acrisolamientos	5,70	5,70
Marcos de madera	2,20	5,70
Marcos de aluminio	5,70	5,70

Tabla 1. Transmitancia

Según los resultados obtenidos, se procede a catalogar como elementos más desfavorables la cubierta y los huecos (acristalamiento y marcos). Estos elementos deben ser objeto de estudio para mejorar la demanda energética del edificio.

Se adjuntan los resultados del estudio del puente térmico, derivado del encuentro del soporte con la fachada.

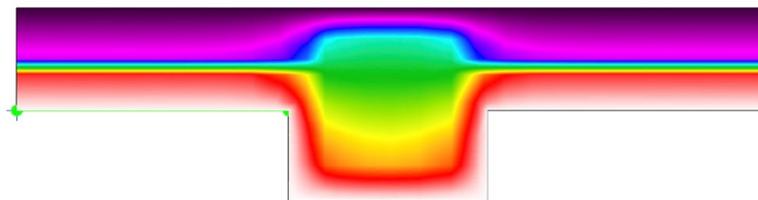


Ilustración 1. Puente térmico. Termografía

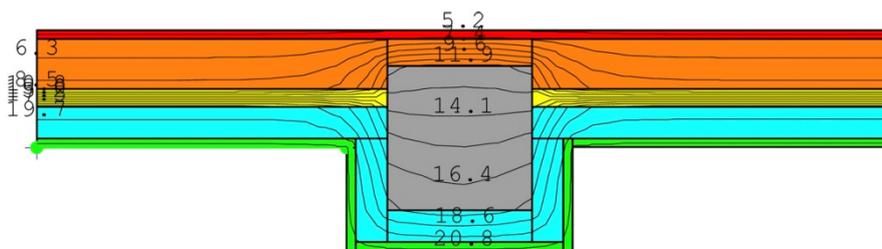


Ilustración 2. Puente térmico. Temperaturas

Para su cálculo se considera temperatura exterior 5°C y la interior de 21°C, y la herramienta utilizada es el THERM 7.

Valor del puente térmico  $U=1,47 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

El siguiente estudio se realiza para determinar si producen o no condensaciones intersticiales. Para su cálculo se emplea la hoja de cálculo de eCondensa2.

El estudio determina que no se producen condensaciones.

La ventilación del edificio es natural, a excepción de la cocina que cuenta con una campana extractora de gases, además de ventilación natural.

Se toma como aberturas de admisión las ventanas dispuestas en las respectivas estancias, según se indica en la siguiente tabla:

Estancia	Dimensiones abertura (m <sup>2</sup> )	Abertura admisión real (m <sup>2</sup> )
Dormitorio doble	2,10 x 1,50	1,58
Dormitorio 1	2,10 x 1,50	1,58
Dormitorio 2	1,35 x 1,30	0,88
Salón-comedor	2,10 x 1,50 (x2)	3,16
	1,35 x 1,30	0,88

Tabla 2. Admisiones

Las aberturas de extracción son ventanas dispuestas en los respectivos locales húmedos, según se indica en la tabla:

Estancia	Dimensiones abertura (m <sup>2</sup> )	Abertura extracción (m <sup>2</sup> )
Aseo	0,75 x 0,75	0,56
Baño	0,75 x 0,75	0,56
Cocina	1,50 x 1,20	0,90

Tabla 3. Extracciones

Las aberturas de paso, mediante las puertas que conectan la circulación entre las diferentes estancias, son todas de las mismas dimensiones. Los tres dormitorios y el salón-comedor cuentan con aberturas de paso (puertas) hacia el distribuidor. De este, hay una abertura de paso hacia cada local húmedo.

El área de abertura de paso de cada una de ellas es de 1,44m<sup>2</sup>.

Y por último, en la ventilación, según el cálculo de renovaciones/hora para el edificio objeto de estudio, se fija en 0,6 (dato a tener en cuenta para insertar en la modelización con LIDER).

## Cálculo de caudales

Código Técnico de la Edificación, Sección HS3, Calidad del aire interior

Obra:	
Vivienda:	
Técnico:	

Superficie Útil:	120 m <sup>2</sup>
Altura media:	2,5 m
Volumen:	300 m <sup>3</sup>

Local	Ventilación según CTE DB-HS3			Corrección		Ventilación equilibrada	
	Fórmula	Admisión	Extracción	Admisión	Extracción	Admisión	Extracción
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)

Dormitorio doble	1 Ud	10 * Ud	+10,0		+10,0		+20,0	-
Dorm. individual	2 Ud	5 * Ud	+10,0		+10,0		+20,0	-
Sala	1 Ud	3 * Ocu.	+12,0		+5,0		+17,0	-
Comedor	0 Ud	3 * Ocu.	+0,0		+5,0		+5,0	-
Baño o aseo	2 Ud	15 * Ud		-30,0	+5,0		+5,0	-30,0
Cocina*	10 m <sup>2</sup>	Sup. * 2		-50,0	+5,0		+5,0	-50,0
							-	-
							-	-

<b>Total</b>			<b>+32,0</b>	<b>-80,0</b>	<b>+40,0</b>	<b>+0,0</b>	<b>+72,0</b>	<b>-80,0</b>
Diferencia**				-48,0				-8,0
Renovaciones por hora***				0,96				0,96

(\*) Las cocinas deben disponer de un sistema adicional específico de ventilación con extracción mecánica para los vapores y los contaminantes de la cocción de 50l/s

(\*\*) Según el CTE DB-HS3, la vivienda tiene que estar equilibrada a cero

(\*\*\*) En viviendas la óptima renovación del aire es 0,7 renovaciones por hora .

## Consumos.

El edificio objeto de estudio tiene **tres fuentes de consumo**:

- **Agua**; abastecimiento de grifería, sanitarios y limpieza.
- **Electricidad**; abastecimiento de electrodomésticos e iluminación.
- **Gas butano**; abastecimiento de la cocina y el calentador de ACS.

Se detalla una tabla con cada consumo, para un período entre 1 y 2 años.

CONSUMO DE AGUA (m3)					
enero '11	--	enero '12	12,67	enero '13	14,33
febrero '11	--	febrero '12	12,67	febrero '13	14,33
marzo '11	--	marzo '12	12,67	marzo '13	14,33
abril '11	--	abril '12	16,33	abril '13	--
mayo '11	--	mayo '12	16,33	mayo '13	--
junio '11	--	junio '12	16,33	junio '13	--
julio '11	17,33	julio '12	16,67	julio '13	--
agosto '11	17,33	agosto '12	16,67	agosto '13	--
septiembre '11	17,33	septiembre '12	16,67	septiembre '13	--
octubre '11	15,00	octubre '12	12,67	octubre '13	--
noviembre '11	15,00	noviembre '12	12,67	noviembre '13	--
diciembre '11	15,00	diciembre '12	12,67	diciembre '13	--

Tabla 4. Consumo de agua

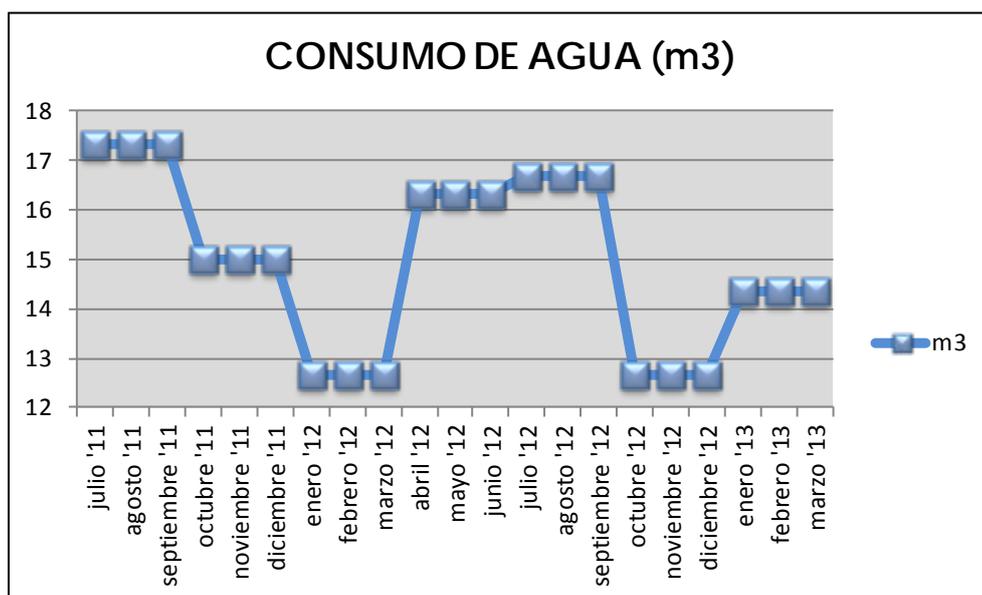


Gráfico 1. Consumo de agua

CONSUMO DE ELECTRICIDAD (kWh)					
enero '11	--	enero '12	323	enero '13	--
febrero '11	--	febrero '12	310	febrero '13	--
marzo '11	382	marzo '12	310	marzo '13	--
abril '11	408	abril '12	421	abril '13	--
mayo '11	500	mayo '12	413	mayo '13	--
junio '11	491	junio '12	413	junio '13	--
julio '11	407	julio '12	445	julio '13	--
agosto '11	402	agosto '12	445	agosto '13	--
septiembre '11	323	septiembre '12	284	septiembre '13	--
octubre '11	323	octubre '12	284	octubre '13	--
noviembre '11	323	noviembre '12	318	noviembre '13	--
diciembre '11	310	diciembre '12	318	diciembre '13	--

Tabla 5. Consumo eléctrico

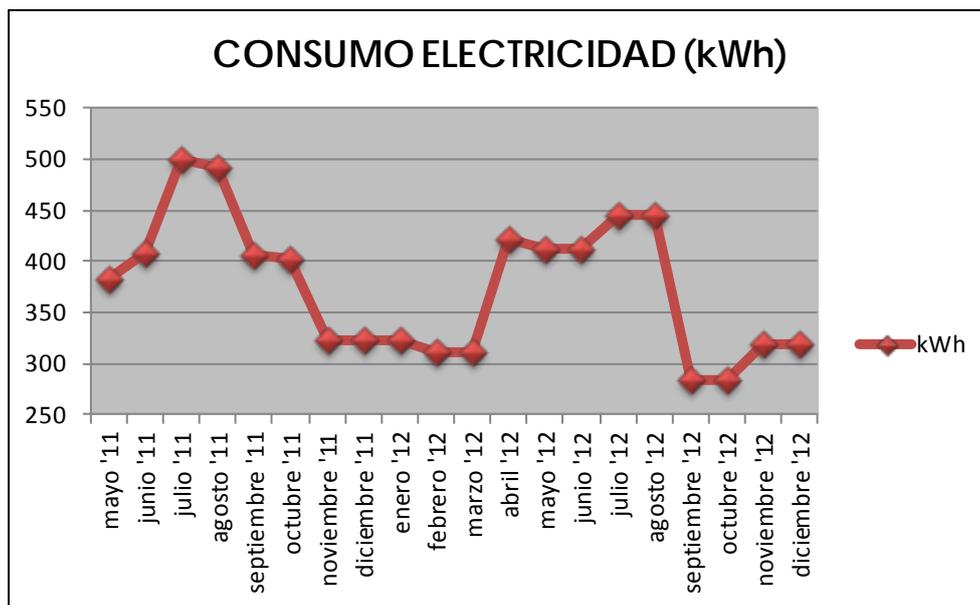


Gráfico 2. Consumo eléctrico

CONSUMO DE GAS BUTANO (bombonas 12,5 kg)					
enero '11	--	enero '12	3	enero '13	3
febrero '11	--	febrero '12	3	febrero '13	3
marzo '11	--	marzo '12	2,5	marzo '13	2,5
abril '11	--	abril '12	2,5	abril '13	--
mayo '11	2,5	mayo '12	2,5	mayo '13	--
junio '11	2	junio '12	2	junio '13	--
julio '11	2	julio '12	2	julio '13	--
agosto '11	2	agosto '12	2	agosto '13	--
septiembre '11	2,5	septiembre '12	2,5	septiembre '13	--
octubre '11	2,5	octubre '12	2,5	octubre '13	--
noviembre '11	3	noviembre '12	3	noviembre '13	--
diciembre '11	3	diciembre '12	3	diciembre '13	--

Tabla 6. Consumo gas butano

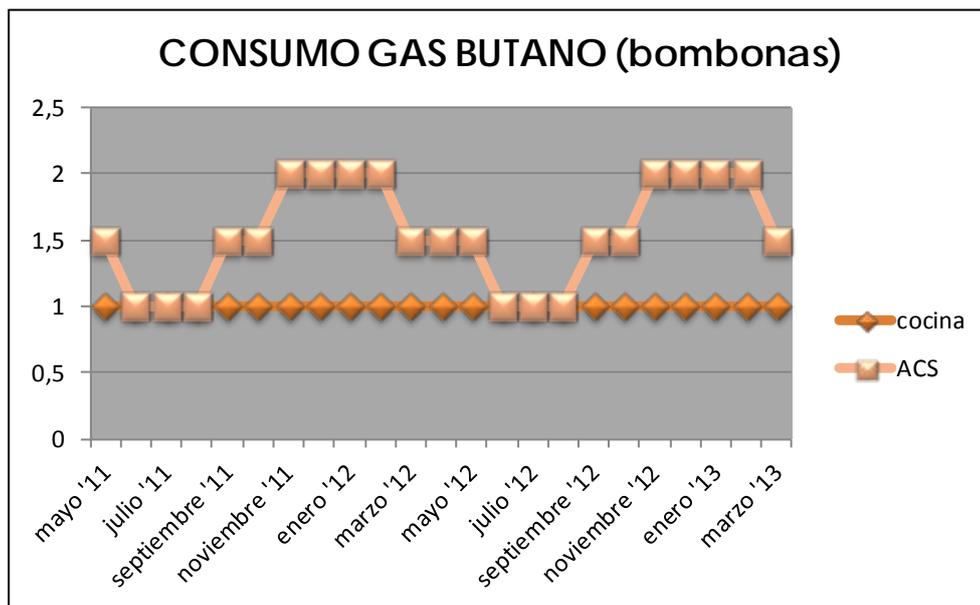


Gráfico 3. Consumo gas butano

Del estudio relativo al consumo, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Consumo anual de agua: 180m<sup>3</sup> con una media mensual de 15m<sup>3</sup>.
- Consumo anual de electricidad: 4.512 kWh con una media mensual de 376 kWh.
- Consumo anual de gas butano: 30,5 bombonas con una media mensual de 2,5 bombonas.
- El consumo de electricidad y agua aumenta en los meses de verano.
- El consumo de gas butano aumenta en invierno, debido a la ACS.

Se procede a elaborar un **listado** de los **electrodomésticos** de la vivienda y realizar un estudio del consumo real de los más relevantes, para ver si su consumo es eficiente o tienen pérdidas.

Electrodoméstico	Potencia nominal	Potencia real	Etiquetado
Aire acondicionado 1	1.800W	1.650W	No disponible
Microondas	1.300W	1.100W	No disponible
Horno mini	900W	770W	No disponible
Horno	2.500W	2.370W	No disponible
Lavavajillas	3.000W	2.400W	No disponible
Cafetera KRUPS	1.500W	1.250W	No disponible
Aire acondicionado 2	800W	750W	No disponible
Lavadora	2.150W	2.000W	No disponible
Plancha ropa	2.400W	2.120W	No disponible
Nevera	400W	200W	A+

Tabla 7. Electrodomésticos

### 3. ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Para cuantificar las emisiones, se fija en 181g de CO<sub>2</sub>/kWh, según valores del mix eléctrico para el año 2010 [1].

Un kg de gas butano supone una energía de 12,44kWh. Por ello se obtiene que 1kg de gas butano, produzca 2,96kg de CO<sub>2</sub>. En este caso, se trata de bombonas de gas butano. Cada una de ellas tiene un peso almacenado de 12,5kg de gas butano, por lo que cada bombona produce 37,06kg de CO<sub>2</sub>.

Se adjunta una tabla de las emisiones de CO<sub>2</sub> en relación a cada consumo.

EMISIONES DE CO <sub>2</sub>				
mes	electricidad		gas butano	
	consumo	emisiones CO <sub>2</sub>	consumo	emisiones CO <sub>2</sub>
mayo '11	382 kWh	69,14 kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>
junio '11	408 kWh	73,85 kg CO <sub>2</sub>	2 botellas	74,12 kg CO <sub>2</sub>
julio '11	500 kWh	90,50 kg CO <sub>2</sub>	2 botellas	74,12 kg CO <sub>2</sub>
agosto '11	491 kWh	88,87 kg CO <sub>2</sub>	2 botellas	74,12 kg CO <sub>2</sub>
septiembre '11	407 kWh	73,67 kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>
octubre '11	402 kWh	72,76 kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>
noviembre '11	323 kWh	58,46 kg CO <sub>2</sub>	3 botellas	111,18 kg CO <sub>2</sub>
diciembre '11	323 kWh	58,46 kg CO <sub>2</sub>	3 botellas	111,18 kg CO <sub>2</sub>
enero '12	323 kWh	58,46 kg CO <sub>2</sub>	3 botellas	111,18 kg CO <sub>2</sub>
febrero '12	310 kWh	56,11 kg CO <sub>2</sub>	3 botellas	111,18 kg CO <sub>2</sub>
marzo '12	310 kWh	56,11 kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>
abril '12	421 kWh	76,20 kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>
mayo '12	413 kWh	74,75 kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>
junio '12	413 kWh	74,75 kg CO <sub>2</sub>	2 botellas	74,12 kg CO <sub>2</sub>
julio '12	445 kWh	80,55 kg CO <sub>2</sub>	2 botellas	74,12 kg CO <sub>2</sub>
agosto '12	445 kWh	80,55 kg CO <sub>2</sub>	2 botellas	74,12 kg CO <sub>2</sub>
septiembre '12	284 kWh	51,40 kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>
octubre '12	284 kWh	51,40 kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>
noviembre '12	318 kWh	57,56 kg CO <sub>2</sub>	3 botellas	111,18 kg CO <sub>2</sub>
diciembre '12	318 kWh	57,56 kg CO <sub>2</sub>	3 botellas	111,18 kg CO <sub>2</sub>
enero '13	-- kWh	-- kg CO <sub>2</sub>	3 botellas	111,18 kg CO <sub>2</sub>
febrero '13	-- kWh	-- kg CO <sub>2</sub>	3 botellas	111,18 kg CO <sub>2</sub>
marzo '13	-- kWh	-- kg CO <sub>2</sub>	2,5 botellas	92,65 kg CO <sub>2</sub>

Tabla 8. Emisiones

Al año se produce una cantidad total de 1.947,81 kg de CO<sub>2</sub> (816,67 kg por electricidad y 1.131,14 kg por gas butano).

## 4. ESTUDIO DE MEJORAS

Según las carencias observadas en el análisis del edificio, se procede a estudiar una serie de mejoras, con tal fin de poder cubrir las carencias actuales. A continuación se detallan brevemente las mejoras a llevar a cabo.

### **Primera estrategia.**

En la primera estrategia, se va a proceder al estudio de los huecos orientados al Sur. Éstos son los que reciben una mayor radiación solar.

La carpintería inicial está formada por un acristalamiento simple con un marco de aluminio sin rotura de puente térmico.

Se mejora las carpinterías de éstos sustituyendo las existentes por un acristalamiento doble de 4+6+4mm, con un marco de aluminio con rotura de puente térmico de 4mm. [2]

### **Segunda estrategia.**

Se procede al estudio con todos los huecos formados por un acristalamiento doble de 4+6+4mm con un marco de aluminio con rotura de puente térmico de 4mm. [2]

### **Tercera estrategia.**

En este caso, se procede al cambio de los acristalamientos de las ventanas orientadas al Sur, por acristalamientos de características bajos emisivos. [3]

### Cuarta estrategia.

La cuarta estrategia consiste en diseñar protecciones solares para los huecos de la fachada Sur. Se mantienen los acristalamientos de la segunda estrategia [4-5].

Se procede al modelado con lamas horizontales, cuyas características son las siguientes:

- Ancho: 10cm
- Largo: 150cm (ancho de la ventana)
- Distancia entre lamas: 30cm
- Ángulo de inclinación: 30°

### Quinta estrategia.

En la quinta estrategia de mejoras, se procede a mejorar el aislamiento térmico de la cubierta [6].

Se opta por una baldosa de poliestireno extruido con un acabado superficial tipo cemento en color claro.

Se adjunta una tabla con los resultados de las mejoras aplicadas a elementos pasivos. Dicha tabla sirve de resumen y comparativa para poder analizar las estrategias propuestas.

Estado	Consumo Energía (kWh/año)	Ahorro Energía (kWh/año)	Ahorro Energía (%)
Estrategia 1	4.512,00	132,17	2,93%
Estrategia 2	4.512,00	734,03	16,27%
Estrategia 3	4.512,00	806,08	17,87%
Estrategia 4	4.512,00	90,50	2,01%
Estrategia 5	4.512,00	878,64	19,47%

Tabla 9. Estrategias

## Sexta estrategia.

Ésta estrategia se enfoca de forma directa a la producción de energía, optando por un sistema de energía solar para la producción de ACS. Según el **CTE**, la contribución solar mínima para una vivienda unifamiliar en la zona climática **IV**, corresponde al 60%.

Solo se va a estudiar la energía solar térmica, ya que la vivienda cuenta con una amplia cubierta y un sistema de calefacción mediante una chimenea. [7]

Los resultados de esta estrategia se reflejan directamente en el consumo de gas butano para la producción de ACS. Por lo tanto se excluye de la tabla anterior para un mejor análisis.

Con un sistema de apoyo del 60% de EST (Energía Solar Térmica), mínimo exigido por el CTE DB HE para la zona geográfica B3, se reduce en un 90% el consumo anual de gas butano. Esto supone un ahorro de 16,65 bombonas de gas butano.

## Séptima estrategia.

En la última estrategia se procede a estudiar el cambio de las lámparas incandescentes por nuevas de bajo consumo [8]. Su cambio debe ser relacionado en el número de lúmenes que pueden producir para no disminuir la calidad del alumbrado.

Se detalla una tabla con las unidades instaladas, y su consumo.

concepto	unidades	potencia	total
lámparas incandescentes	23	60 W	1380 W
	7	100 W	700 W
	1	200 W	200 W

Tabla 10. Lámparas incandescentes

concepto	unidades	potencia	total
lámparas bajo consumo	23	13 W	299 W
	7	23 W	161 W
	1	40 W	40 W

Tabla 11. Lámparas bajo consumo

Se supone un consumo anual de 832 kWh por año (1 hora de uso al día). Con la modificación de las lámparas, se reduce el consumo a 182 kWh. Esta mejora supone un ahorro de 650 kWh (78% del consumo actual).

## 5. ESTUDIO DE AMORTIZACIONES

En el siguiente apartado se detalla el coste de cada mejora (de la 1 a la 5), con el ahorro energético y el tiempo de amortización.

Estrategia	Inversión (€)	Ahorro energético (kWh)	Ahorro (€)	Tiempo amortización (años)
1	898,57 €	132,17	23,79 €	37,77
2	4.016,07 €	734,03	132,13 €	30,40
3	1.549,24 €	806,08	145,09 €	10,68
4	281,30 €	90,50	16,29 €	17,27
5	3.887,40 €	878,64	158,16 €	24,58

Tabla 12. Amortizaciones

A continuación se expone el ahorro que supone dotar al edificio de EST (Energía Solar Térmica) para cubrir el 60% de la demanda.

Estrategia	Inversión (€)	Ahorro (bombonas)	Ahorro (€)	Tiempo amortización (años)
6	1.610,67 €	16,65	291,38 €	5,53

Tabla 13. Amortización EST

Y por último, la amortización de la séptima estrategia.

Estrategia	Inversión (€)	Ahorro energético (kWh)	Ahorro (€)	Tiempo amortización (años)
7	130,90 €	650,00	117,00 €	1,12

Tabla 14. Amortización de lámparas

## 6. CONCLUSIONES

Hay que diferenciar las estrategias marcadas. De la primera a la quinta, son actuaciones pasivas, reduciendo la demanda, y las estrategias sexta y séptima son modificaciones sobre consumo directo energético.

De las cinco primeras estrategias marcadas, la más viable es la tercera con una amortización inferior a los 11 años. También existe la posibilidad de combinar esta con la cuarta, para una amortización inferior a los 14 años.

La resta de las estrategias marcadas, por el momento no son viables.

La sexta estrategia es muy viable, con un tiempo de amortización cercano a los 5 años y medio.

Y la séptima estrategia marcada se amortiza en el segundo año de su puesta en marcha. Por lo que es la estrategia más viable de todas ellas.

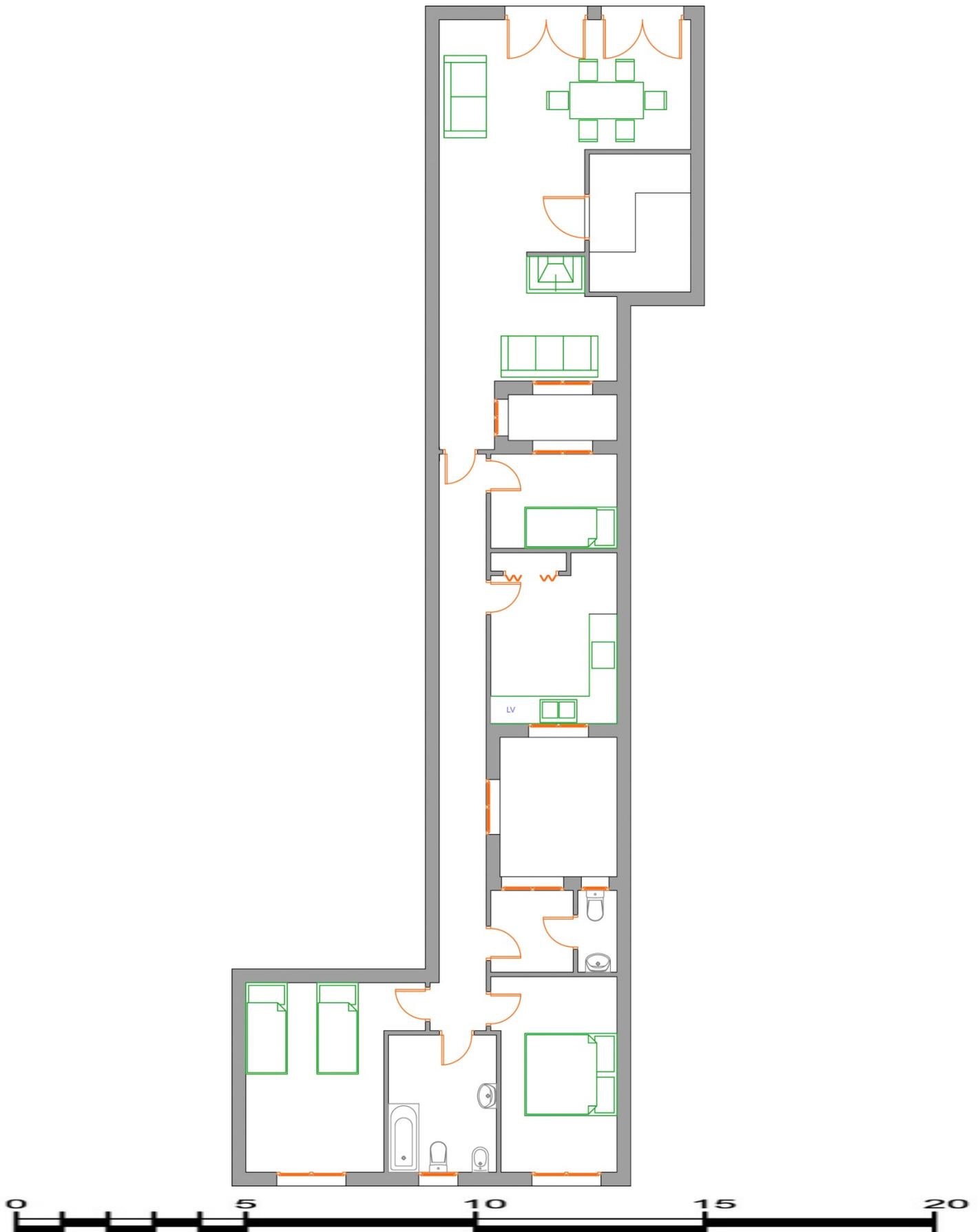
Estas conclusiones pueden ser modificadas en el paso del tiempo, teniendo en cuenta las previsiones de la subida del coste de la energía, mejorando las amortizaciones de las anteriores.

## 7. ANEXOS

Plano de situaci3n.



Planta de la vivienda.



## 12. BIBLIOGRAFÍA

- [1] **Oficina Catalana del Canvi Climàtic. 2011.** *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).* 2011.
- [2] **Mostafa M. El-Shami, Scott Norville, Yasser E. Ibrahim. 2012.** *Stress analysis of laminated glass with different interlayer materials.* s.l. Alexandria Engineering Journal. 2010.
- [3] **Lapinskiene, Vilune, Martinaitis, Vytautas. 2013.** *The framework of an optimization model for building envelope.* s.l. : 11<sup>th</sup> International Conference on Modern Building Materials, Structures and Techniques, MBMST. 2013.
- [4] **Corzani, V., y otros. 2011.** *Daylighting in rural building design: alternatives compared through modeling on a wine farm case study.* s.l. : Convegno di Medio Termine dell' Associazione Italiana di Ingegneria Agraria, 2011.
- [5] **Laouadi, A., y otros. 2009.** *Field performance of exterior solar shadings for residential windows: summer results.* s.l. : Institute for Research in Construcción, 2009.
- [6] **Kharchi, R., y otros. 2012.** *The Effect of Solar Heating Gain on Energetic Thermal Consumption of Housing.* s.l. : ISWEE'11, 2012.
- [7] **Hartl, Michael, Aigenbauer, Stefan, Helminger, Franz; Simetzberger, Andreas; Malenkovic, Ivan. 2012.** *Experimental and numerical investigations on a combined biomass-solar thermal system.* s.l. : 2012 Energy Procedia, 2012.
- [8] **Jadraque Gago, Eulalia, Ordóñez García, Javier y Espín Estrella, Antonio. 2011.** *Development of an energy model for the residential sector: Electricity consumption in Andalusia, Spain.* s.l. : Energy and Buildings, 2011.

**Ministerio de Vivienda. 2009.** *DB HE, Ahorro de Energía.* s.l. : Código Técnico de la Edificación, 2009.

**Ministerio de Vivienda. 2009.** *DB HS, Salubridad.* s.l. : Código Técnico de la Edificación, 2009.

**RITE. 2009.** *Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios.* s.l. : Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, 2009.

**Junta de Castilla y Leon. 2010.** *Manual de procedimiento para la realización de auditorías energéticas en edificios.* 2010.

**AIDICO Instituto Tecnológico de la Construcción. 2009.** *Energía.* s.l. : Guía de sostenibilidad en la edificación residencial, 2009.

**2012.** <http://www.eficienciaenergetica.es>. [En línea] 2012.