

Estudio de Eficiencia Energética de una vivienda unifamiliar



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN

Proyecto final de grado: Modalidad científico-técnica

Taller 18: Eficiencia energética en la edificación

Alumno: Verónica Ruiz de Magdalena

Tutor: Amadeo Pascual Galán

Julio 2013

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

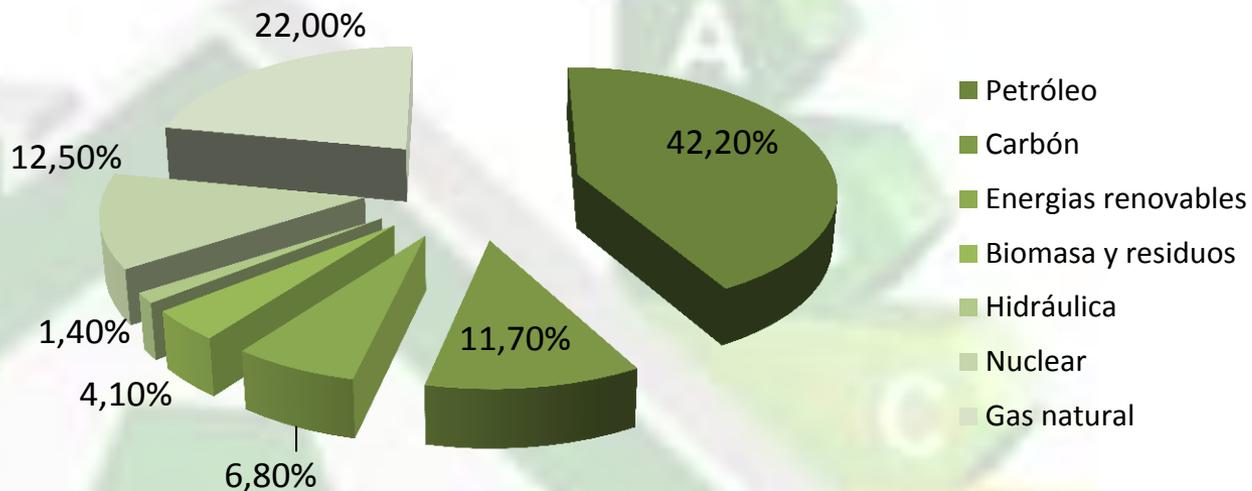
Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones



Consumo de energía primaria en España (2012)

- Contaminación y cambio climático.
- Agotamiento de los combustibles fósiles.
- Aumento del precio de la energía.
- Necesidad de energías renovables.
- Reducción del consumo energético.

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos
Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

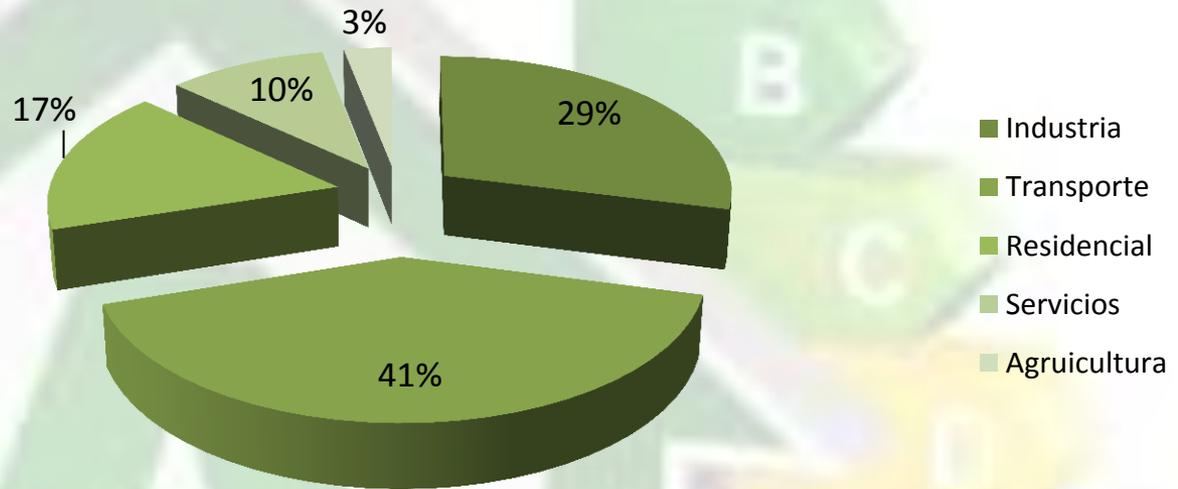
ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

- Sector de edificación, 40% de consumo de la energía final.



- Técnicas de arquitectura bioclimática.
- Cuidar la envolvente del edificio.
- Materiales y recursos locales o cercanos.
- Materiales biodegradables o reciclables.

Introducción

Descripción
del edificio

Objetivos

Elementos
constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la
envolvente

Calificación con
mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los
sistemas

Calificación final

Conclusiones



Ubicación en Chiva (Valencia)

Vivienda unifamiliar aislada

Zona climática B3

Clima mediterráneo

Veranos cálidos y secos

Inviernos moderados

Introducción

Descripción
del edificio

Objetivos

Elementos
constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la
envolvente

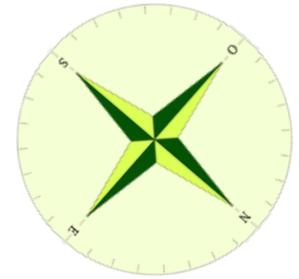
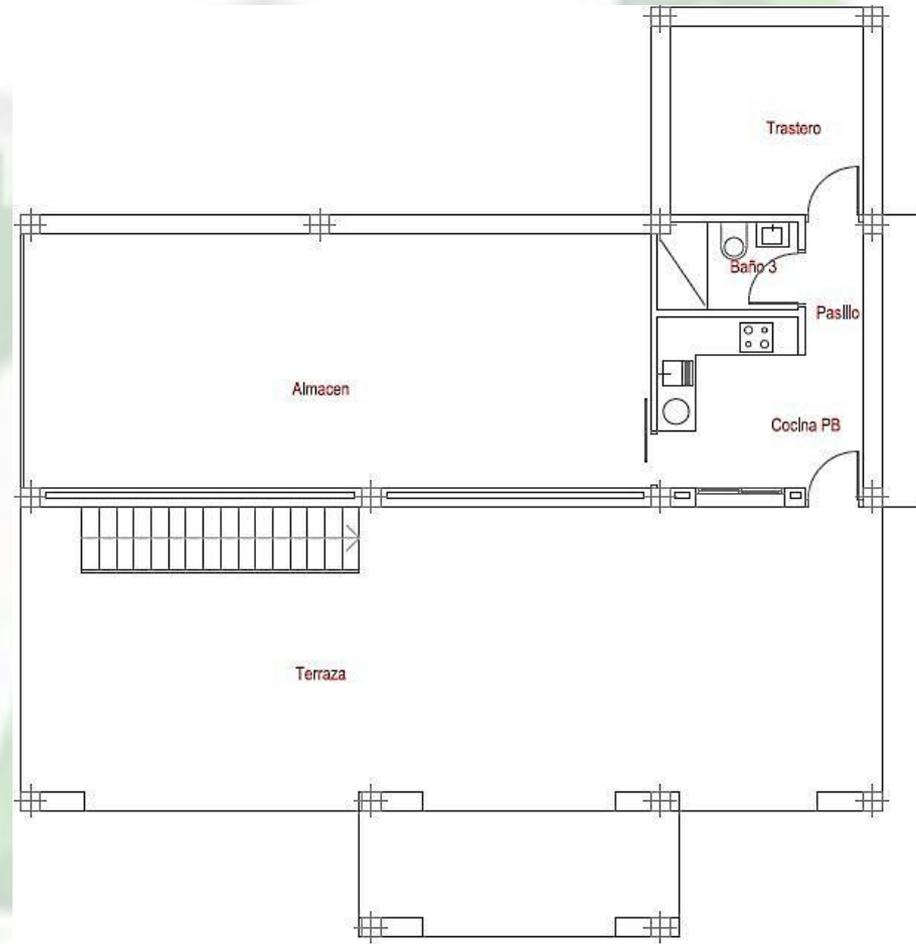
Calificación con
mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los
sistemas

Calificación final

Conclusiones



Planta baja  $S = 61,10 \text{ m}^2$

Introducción

Descripción
del edificio

Objetivos

Elementos
constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la
envolvente

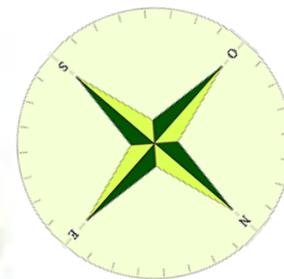
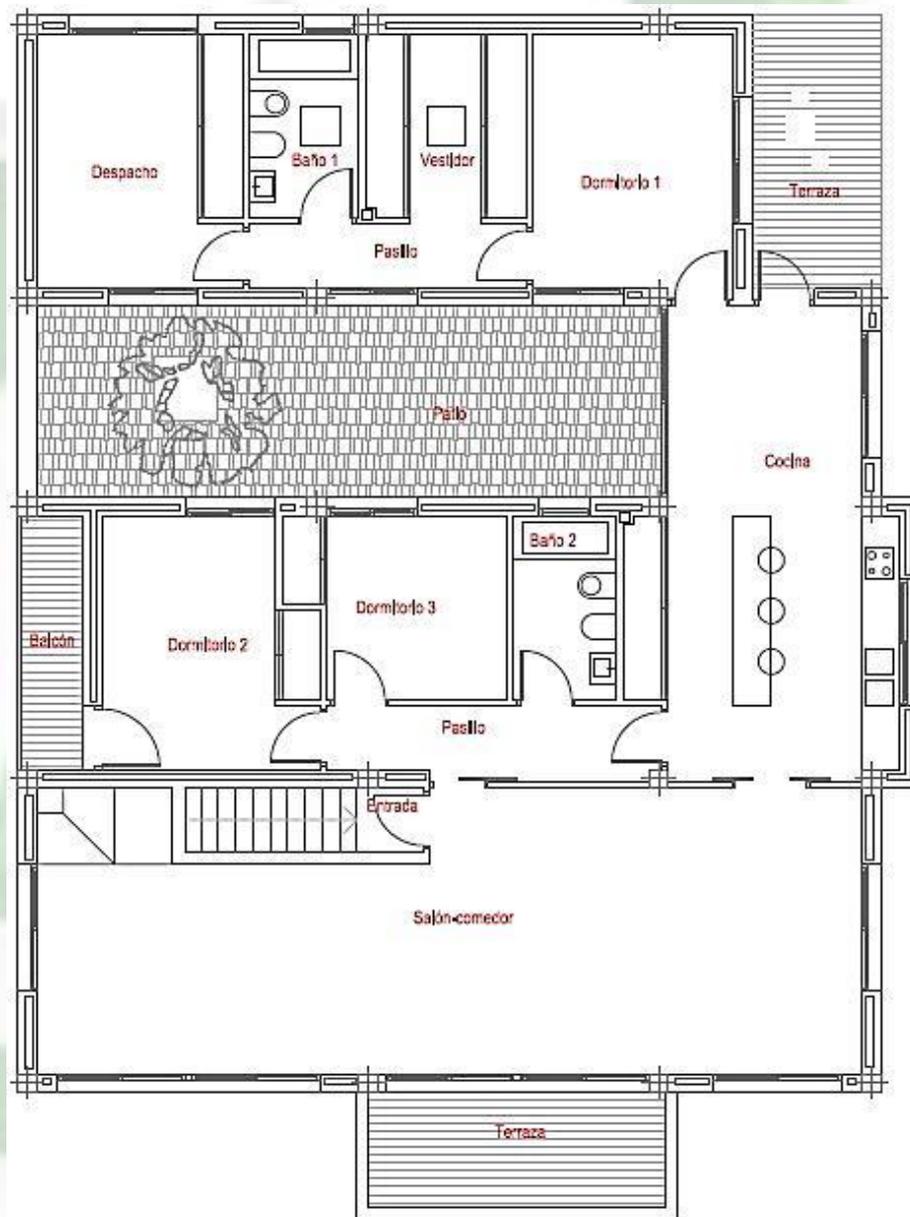
Calificación con
mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los
sistemas

Calificación final

Conclusiones



Primera planta



$S = 161,38 \text{ m}^2$

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

❖ Conseguir una vivienda eficiente energéticamente:

- Cumplimiento del CTE
 - HE 1- Limitación de la demanda energética (Lider)
 - HE 2 (RITE)
 - HE 4 – ACS solar térmica
 - Estudio de la iluminación y la ventilación
- Obtener la calificación energética (CE3)
- Bajar el consumo energético de la vivienda
 - Mejoras en la envolvente
 - Mejoras en los sistemas

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

Fachada

Compuesta por un muro de doble hoja con ladrillo caravista por el exterior, 2 cm de lana mineral y cámara de aire ligeramente ventilada.

$$U = 0,77 \text{ W/m}^2\text{K.}$$

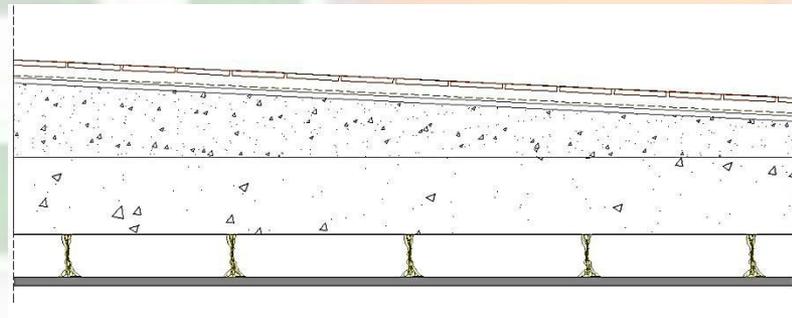
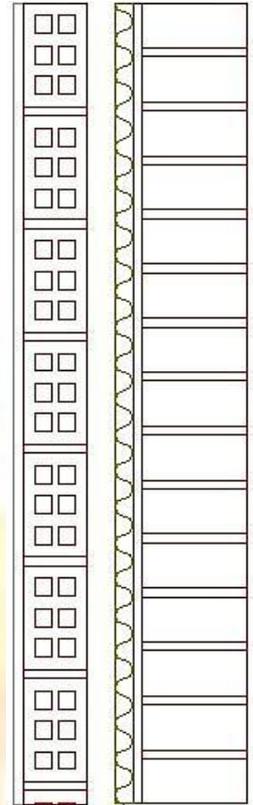
Carpintería exterior

Marco de aluminio sin rotura de puente térmico y cristal doble 4+6+4.

Cubierta

Plana transitable con hormigón celular para formación de pendientes y aislamiento térmico, acabado de baldosín catalán.

$$U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K.}$$



Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

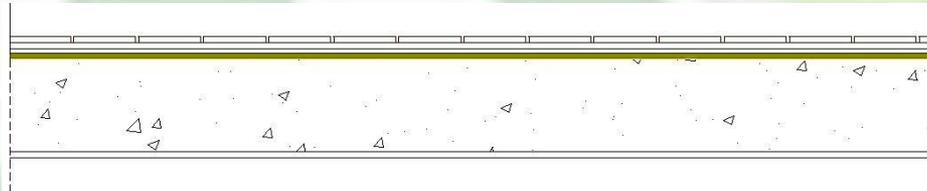
Estructura

De hormigón armado, forjado reticular con casetón perdido de hormigón.

Suelo en contacto con el aire exterior

Con 2 cm de aislamiento térmico de 2 cm de poliestireno expandido, con acabado en baldosas de terrazo en el interior y mortero en el exterior.

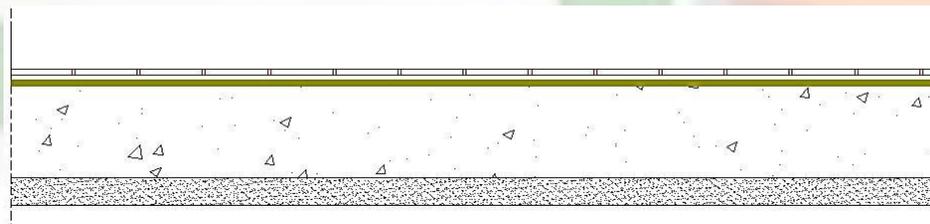
$$U = 0,91 \text{ W/m}^2\text{K.}$$



Suelo en contacto con el terreno

Con 2 cm de poliestireno expandido, hormigón en masa, con acabado de terrazo en el interior y una capa de grava a modo de drenaje.

$$U = 0,96 \text{ W/m}^2\text{K.}$$



Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

ACS

Se cubre el 70 % de la demanda con un colector solar térmico de 2,46 m² con acumulador integrado de 120 litros. Se prevé un sistema de apoyo con caldera eléctrica mixta para calefacción y ACS.

Calefacción

Caldera mixta eléctrica con radiadores de aluminio para agua caliente en todas las estancias .

Refrigeración

Split individuales con unidad exterior para dormitorios, salón y despacho.

Iluminación

Las lámparas de la vivienda son de tres tipologías: halógenas, incandescentes y tubos fluorescentes.

Ventilación

Sistema híbrido con entrada natural de aire y salida por las estancias húmedas mecánicamente.

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

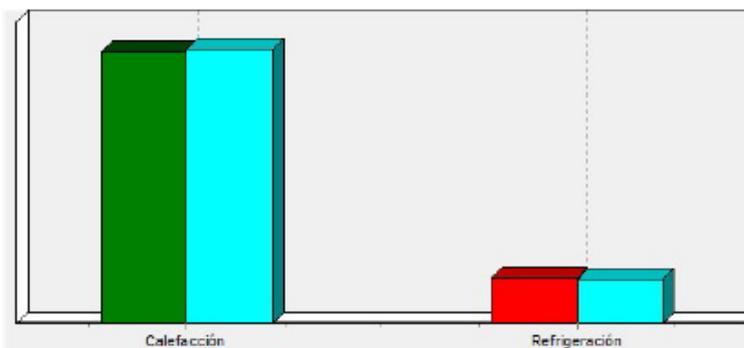
Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	98,8	104,4
Proporción relativa calefacción refrigeración	85,8	14,2



	Transmitancias térmicas	
	Proyecto	Límite
Fachada	0,77	0,82
Cubierta	0,91	0,45
Suelo en contacto con aire	0,91	0,45
Solera	0,96	0,45

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.
Demanda de Energía (kWh/m ²)	56.08	39.77	17.33
Consumo de energía final (kWh/m ²)	98.06	42.26	5.25
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	216.11	110.30	13.71
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	52.56	27.43	3.41
Rendimiento Medio	0.57	0.94	0.99
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.70

Indicadores de Eficiencia Energética

	IEE Demanda (a)	IEE Sistemas (b)	IEE (c)=(a)x(b)	Coefficientes de reparto (d)	Coefficientes de reparto por IEE Emisiones CO ₂ (c)x(d)
Calefacción	IEE _{DC} =1.58	IEE _{SC} =2.20	IEE _C =3.47	0.62	2.15
Refrigeración	IEE _{DR} =2.13	IEE _{SR} =1.93	IEE _R =4.11	0.27	1.11
A.C.S.	IEE _{DACS} =0.75	IEE _{SACS} =1.72	IEE _{ACS} =1.29	0.11	0.14
IEE Global					3.40

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA				
Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACION ENERGÉTICA		
			A	IEE _G < 0.29
			B	0.29 < IEE _G < 0.55
			C	0.55 < IEE _G < 0.93
			D	0.93 < IEE _G < 1.49
			E	1.49 < IEE _G < 2.79
			F	2.79 < IEE _G < 3.27
			G	3.27 < IEE _G
IEE _G	3.40	G		

○ Consumo energético: **23.492,08 KWh/año.**

Se usa la tarifa eléctrica sin discriminación horaria

○ Consumo: 23.492,08 x 0,138658 €/KWh = **3.257,36 €/año.**

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

Fachada

2 cm de Lana mineral
($U=0,77 \text{ W/m}^2\text{K}$)



7 cm de plancha de poliuretano
($U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Estructura

Se cambia el casetón del forjado de hormigón a poliestireno.

Cubierta

Hormigón celular
($U=0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$)



4 cm de poliestireno expandido
($U=0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$)

4 cm planchas de poliuretano
($U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Suelos

2 cm de poliestireno
($U=0,91 \text{ W/m}^2\text{K}$)



4 cm de poliestireno
($U=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$)



Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

Carpintería exterior

MARCO 1,5 x 1,5		U (W/m ² K)	PVP (€) aprox
Madera	Densidad media-alta	2,2	245
	Densidad media-baja	2	331
PVC	2 cámaras	2,2	376
	3 cámaras	1,8	387
Aluminio	Sin rotura P.T	5,7	296
	Con rotura entre 4-12 mm	4	387
	Con rotura superior a 12 mm	3,2	403

Se estudia cual es la mejor opción comparando estas posibilidades.

Se decide cambiar todos los marcos de ventanas pequeñas por marcos de madera y las ventanas pequeñas de PVC.

Se mantiene el vidrio 4+6+4.

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

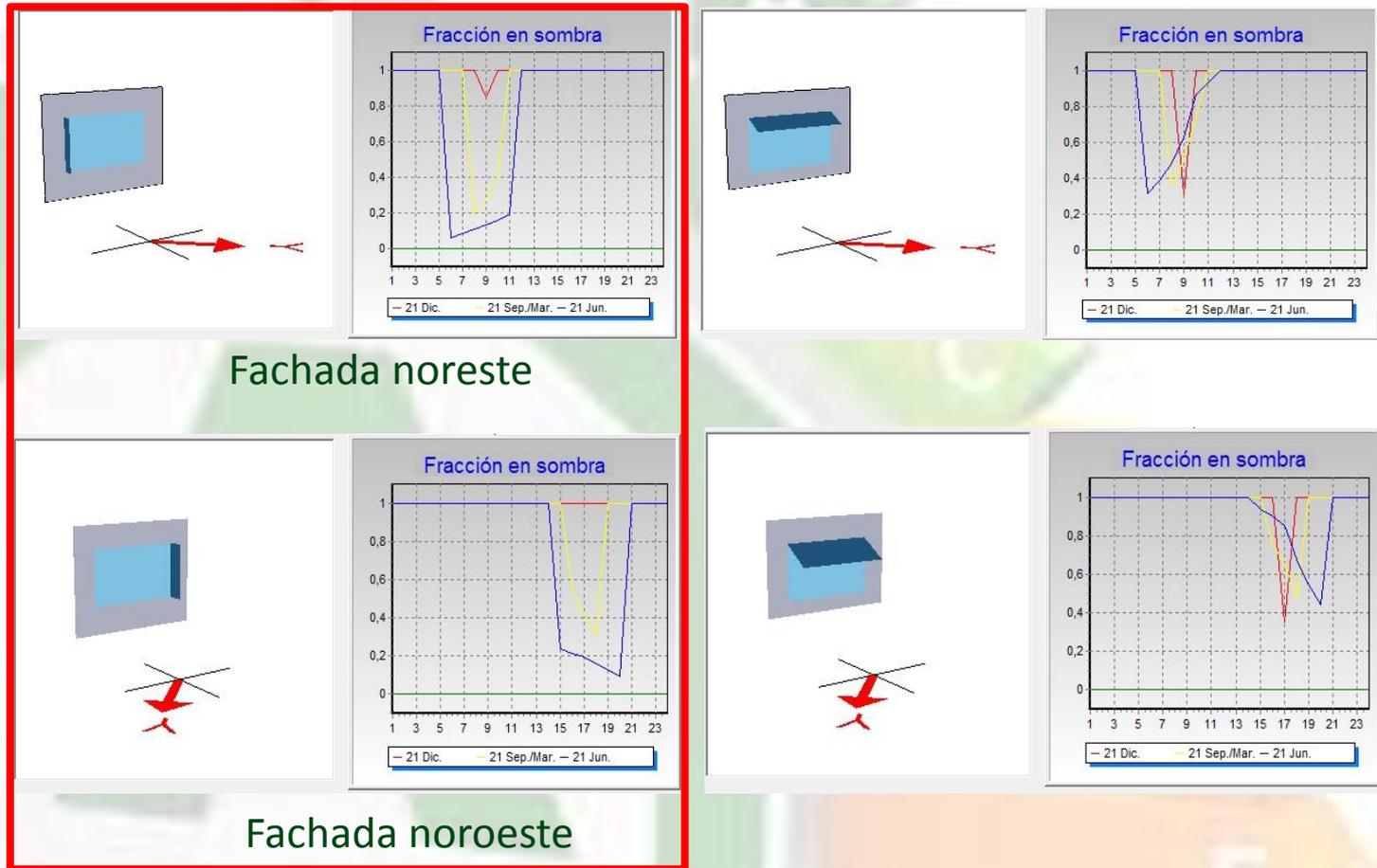
ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

Protecciones en los huecos



En estas dos fachadas se opta por protecciones laterales.

La radiación solar es menor al estar al norte.

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

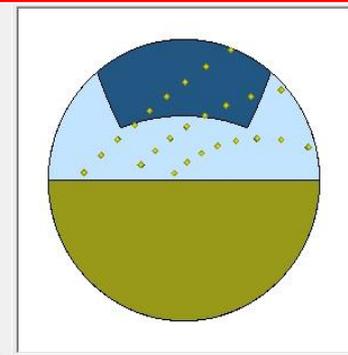
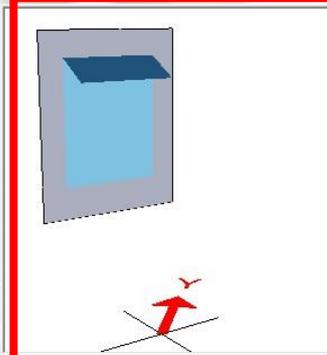
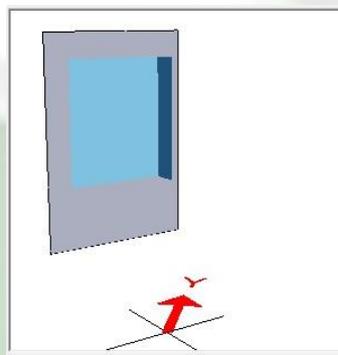
ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

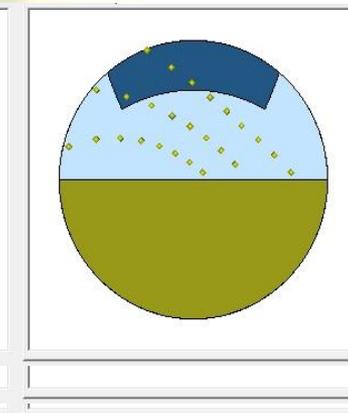
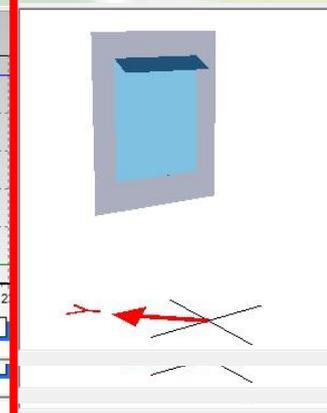
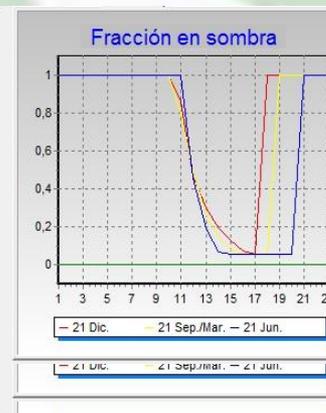
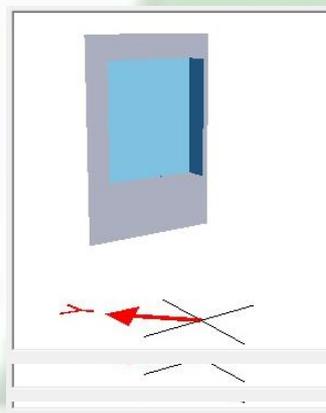
Calificación final

Conclusiones

Protecciones en los huecos



Fachada sureste



Fachada suroeste

En estos casos la radiación es mas directa y mas prolongada en el día.
La mejor opción es colocar toldos regulables.

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

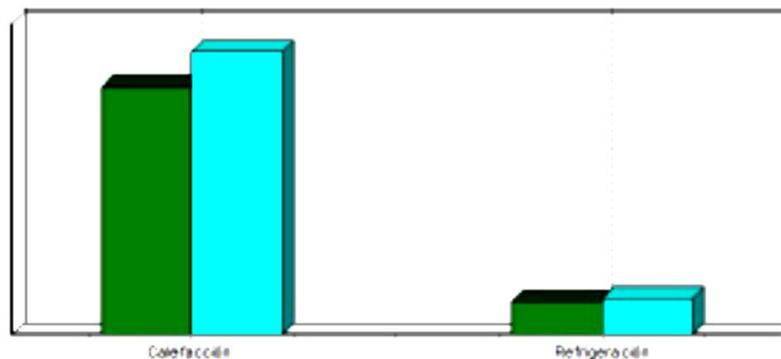
Calificación final

Conclusiones

MEJORAS	Transmitancias térmicas		
	Proyecto	Límite	Mejorada
Fachada	0,77	0,82	0,29
Cubierta	0,91	0,45	0,35
Suelo en contacto con aire	0,91	0,52	0,45
Solera	0,96	0,52	0,45

Se consiguen bajar las transmitancias térmicas y cumplir con el HE 1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	87,6	91,9
Proporción relativa calefacción refrigeración	88,7	11,3



Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.
Demanda de Energía (kWh/m ²)	39.55	36.99	17.33
Consumo de energía final (kWh/m ²)	69.16	39.31	5.25
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	152.41	102.99	13.71
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	37.07	25.51	3.41
Rendimiento Medio	0.57	0.94	0.99
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.70

Indicadores de Eficiencia Energética

	IEE Demanda (a)	IEE Sistemas (b)	IEE (c)=(a)x(b)	Coefficientes de reparto (d)	Coefficientes de reparto por IEE Emisiones CO ₂ (c)x(d)
Calefacción	IEE _{DC} =1.11	IEE _{SC} =2.21	IEE _C =2.45	0.62	1.52
Refrigeración	IEE _{DR} =1.98	IEE _{SR} =1.93	IEE _R =3.82	0.27	1.03
A.C.S.	IEE _{DACS} =0.75	IEE _{SACS} =1.72	IEE _{ACS} =1.29	0.11	0.14
IEE Global					2.69

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACION ENERGÉTICA
IEE _G	2.69	E

A	IEE _G < 0.29
B	0.29 < IEE _G < 0.55
C	0.55 < IEE _G < 0.93
D	0.93 < IEE _G < 1.49
E	1.49 < IEE _G < 2.79
F	2.79 < IEE _G < 3.27
G	3.27 < IEE _G

- Conjunto de todos los cambios en la envolvente
- Inversión: **15.764,38 €**
- Consumo energético: **18.352,13 KWh/año**
- Un 22% menor que el inicial
- Consumo: 18.352,13 x 0,138658 €/KWh = **2.544,67 €/año**
- Ahorro: **712,69 €/año** Amortización: **22 años**

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

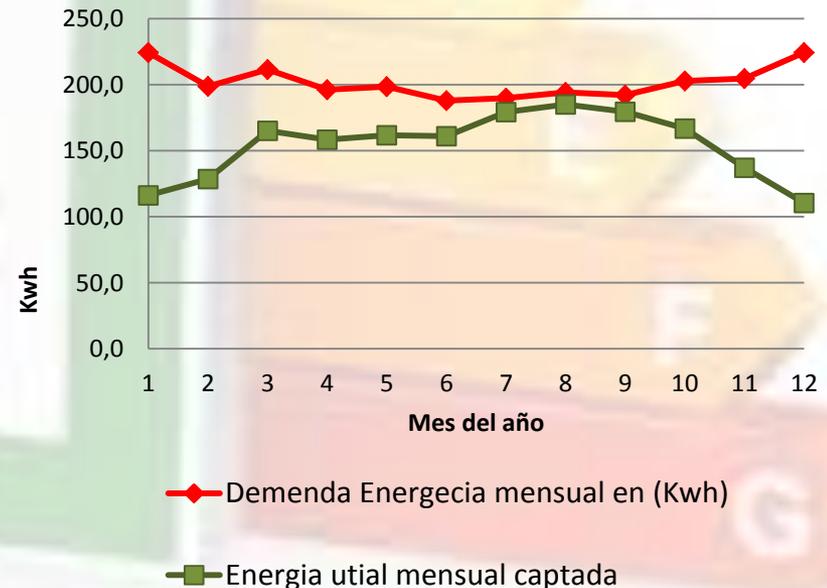
Conclusiones

Se supone el caso de cubrir toda la demanda de ACS con una caldera eléctrica y se calcula el ahorro con el colector solar.

- Inversión: **1.600,15 €**
- Consumo energético: **1.849,1 KWh/año**
- Consumo: $1.849,1 \times 0,138658 \text{ €/KWh} = \mathbf{79,9 \text{ € / año}}$
- Consumo integro caldera: $2.424,3 \times 0,138658 = \mathbf{336,28 \text{ € / año}}$
- Ahorro: **256,38 € / año** Un 76% de ahorro

Mes	Demes	EUMes
	(Kwh)	(Kwh)
Enero	224,4	116,2
Febrero	198,8	128,6
Marzo	211,4	165,1
Abril	196,3	158,4
Mayo	198,5	161,7
Junio	187,9	161,0
Julio	189,9	179,3
Agosto	194,2	185,1
Septiembre	192,1	179,5
Octubre	202,8	166,8
Noviembre	204,6	137,1
Diciembre	224,4	110,4
Total año	2425,3	1849,1

Amortización: **6 años y 3 meses**



Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

Calefacción

Caldera mixta eléctrica



Caldera mixta de combustión por condensación

Caldera mixta de biomasa con pellets

Refrigeración

Split individuales



Sistema centralizado por conductos

Iluminación

Se cambian todas las lámparas a bombillas con LED.

Ventilación

Se hace pasar el aire por la cámara de aire ventilada de la fachada hacia el falso techo y de ahí a las estancias.



Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

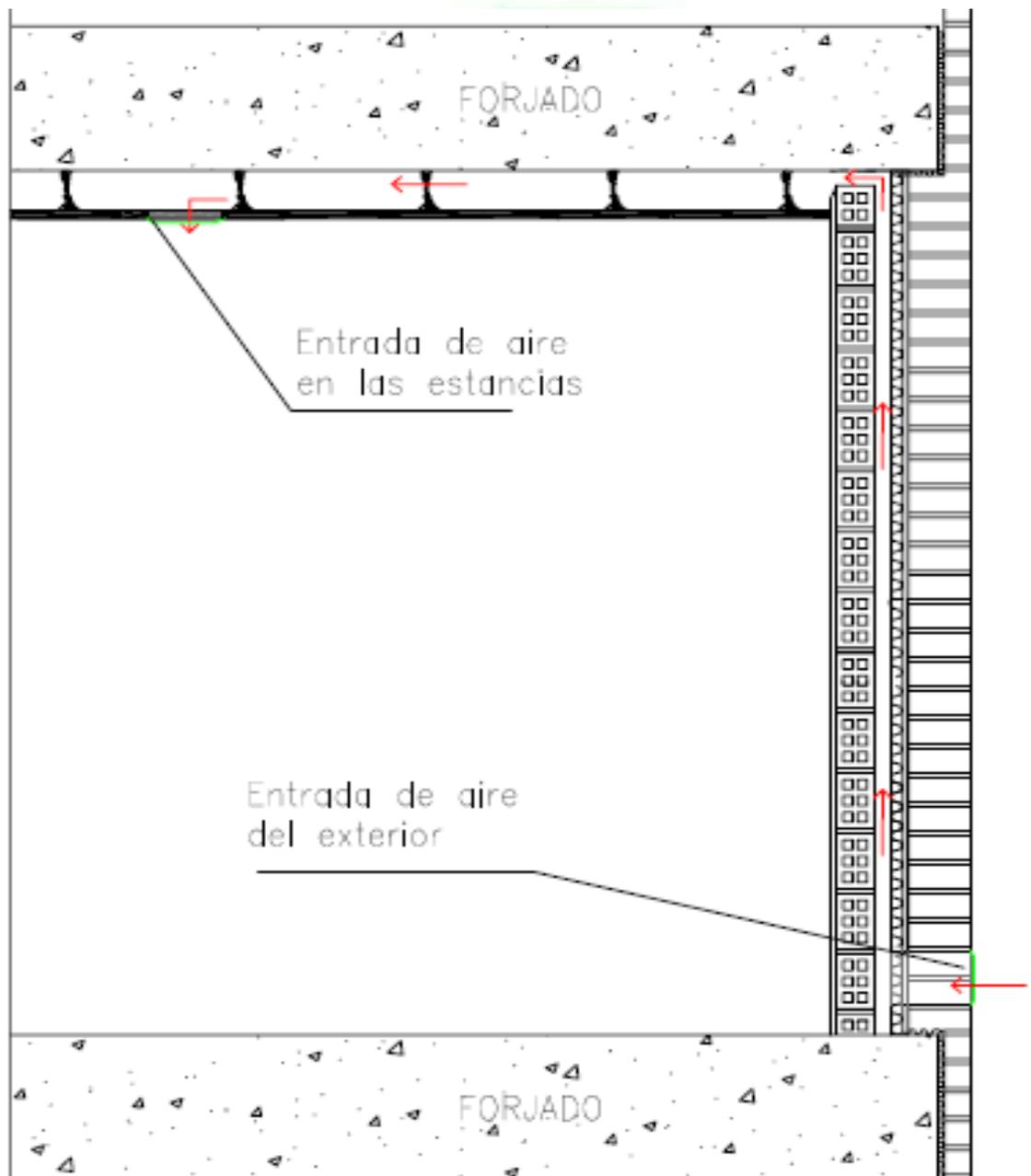
Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones



Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones

	Calefacción	Refrigeración	A.C.S.
Demanda de Energía (kWh/m ²)	13.11	26.53	17.33
Consumo de energía final (kWh/m²)	18.80	22.36	20.44
Consumo de energía primaria (kWh/m ²)	18.99	58.35	20,64
Emisiones de CO ₂ (kg CO ₂ /m ²)	3.84	14.51	4.17
Rendimiento Medio	0.70	1.19	0.85
Contribución de Energías Renovables	0.00	0.00	0.00

Indicadores de Eficiencia Energética

	IEE Demanda (a)	IEE Sistemas (b)	IEE (c)=(a)x(b)	Coefficientes de reparto (d)	Coefficientes de reparto por IEE Emisiones CO ₂ (c)x(d)
Calefacción	IEE _{DC} =0.37	IEE _{SC} =0.68	IEE _C =0.25	0.62	0.16
Refrigeración	IEE _{DR} =1.42	IEE _{SR} =1.53	IEE _R =2.17	0.27	0.59
A.C.S.	IEE _{DACS} =2.50	IEE _{SACS} =0.63	IEE _{ACS} =1.58	0.11	0.17
IEE Global					0.91

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACION ENERGÉTICA	
IEE _G	0.91	C	A
			B
			C
			D
			E
			F
			G

- Inversión: **17.364,5 €**
- Consumo energético: **9.941 KWh/año**
- ACS y calefacción: 6.332,55 KWh/año x 0,04893 €/KWh= **309,89 €/año**
- Refrigeración: 3.608,45 x 0,138658 €/KWh = **500,34 €/año**
- Consumo : **810,23 €/año**
- Ahorro: **2.447,13 €/año** Amortización: **7 años**

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

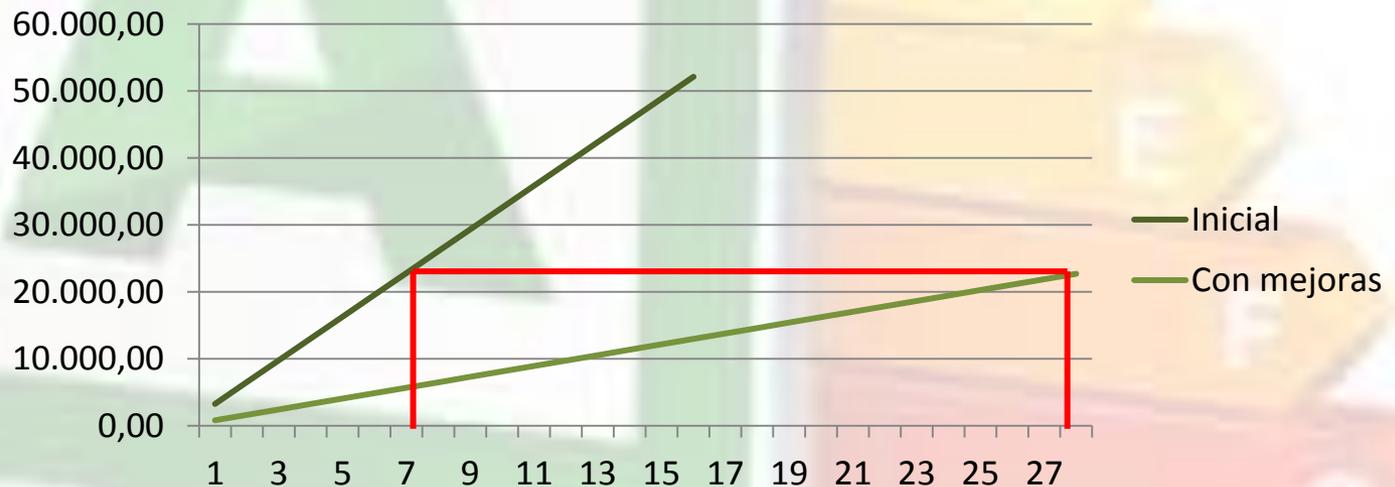
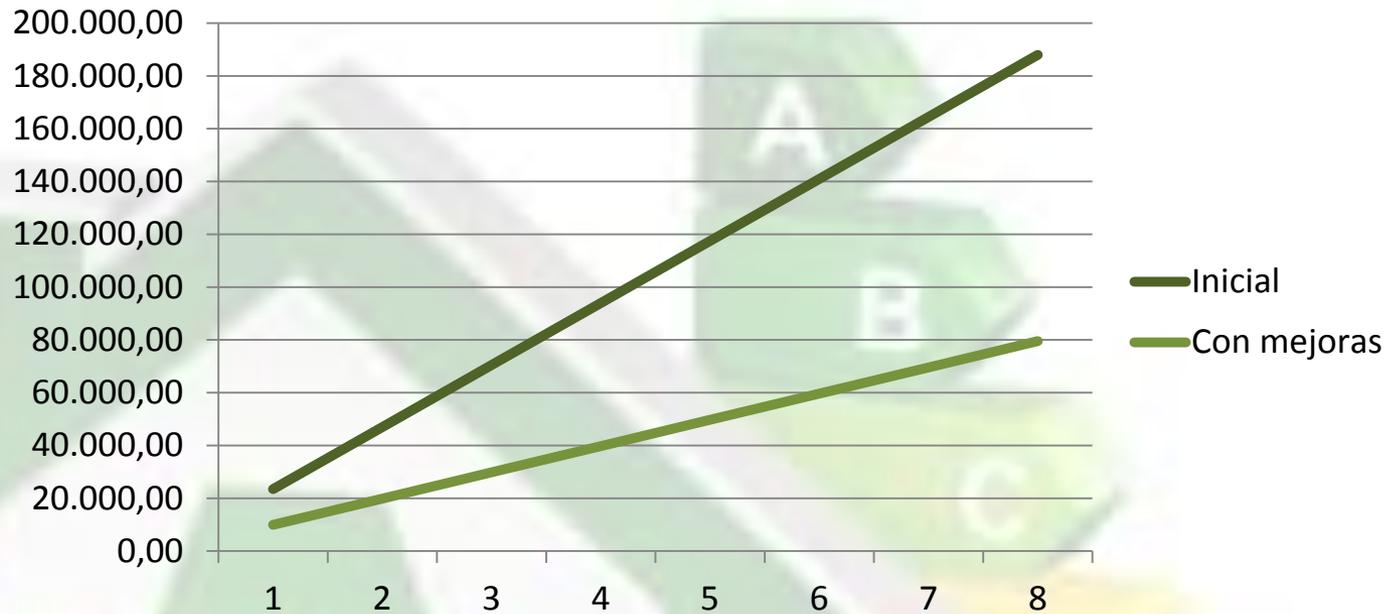
Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

Conclusiones



Evolution of economic consumption (Evolución del consumo económico)

Introducción

Descripción del edificio

Objetivos

Elementos constructivos

Sistemas

Calificación inicial

Mejoras en la envolvente

Calificación con mejoras

ACS solar térmica

Mejoras en los sistemas

Calificación final

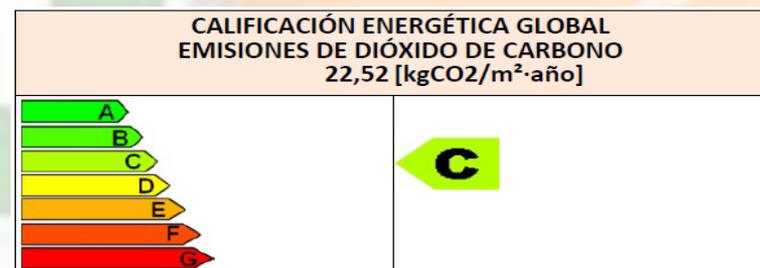
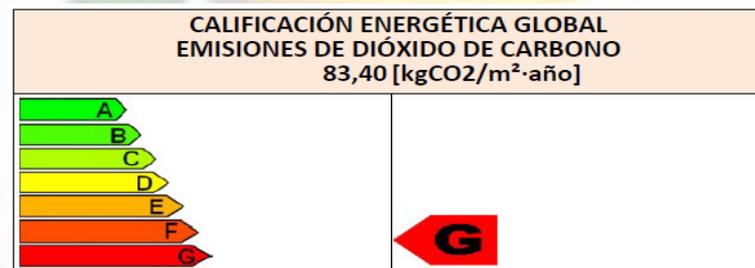
Conclusiones

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO DE ENERGIA FINAL (KWh/año)	CONSUMO (€/año)	AHORRO ANUAL (€/año)	AMORTIZACIÓN
INICIAL		23.492,08	3.257,36		
Fachada	6.593,43	20.509,78	2.843,84	413,5	16 años
Cubierta	4.701,46	23.211,43	3.218,36	38,93	120 años
Suelos	2.017,85	23.459,80	3.252,36	5	400 años
Carpintería	715,13	23.017,63	3.191,36	65,78	11 años
Sombreamientos	1.736,51	21.421,58	2.970,27	287,08	6 años
ENVOLVENTE	15.764,38	18.352,13	2.544,67	712,69	22 años
ACS	1.600,15	18.352,13		256,38	6 años
Calefacción	0	10.882,85	940,68	1.603,98	0
Refrigeración	0	17.410,28	2.414,22	174,52	0
Iluminación	283,01	0,985	49,65	486,31	7 meses
FINAL	17.364,53	9.941	810,23	2.447,13	7 años

Se reduce el consumo energético un 58%.

Se ahorra un 75%.

Se obtienen un 73% menos de emisiones de CO₂.





GRACIAS POR SU ATENCIÓN