



**Universidad de Castilla-La Mancha
ETSII Ciudad Real**



Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Eléctrica

Eficiencia energética en la edificación:

“Análisis energético y propuesta de mejoras para la eficiencia energética de un edificio de 34 viviendas”

ARQUINUR
ARQUITECTURA
INGENIERIA Y URBANISMO

Autor: José Ángel Velasco
Directores: Miguel Ángel Caminero Torija
Gustavo A. Gómez Valadés
Fecha: 5 de Septiembre de 2014

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Índice de contenidos

- 1º. Motivación
- 2º. Caso de estudio.
- 3º. Análisis energético.
- 4º. Estudio de mejoras.
- 5º. Comparativa de mejoras.
- 6º. Conclusiones

Índice

Motivación



Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

I. Motivación

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Motivación

Objetivos “20/20/20” Unión Europea



- I. **Reducción Emisiones GEI en un 20%**
2. **Ahorro del 20% del consumo de Energía Primaria**
3. **Contribución del 20% de Energias Renovables**

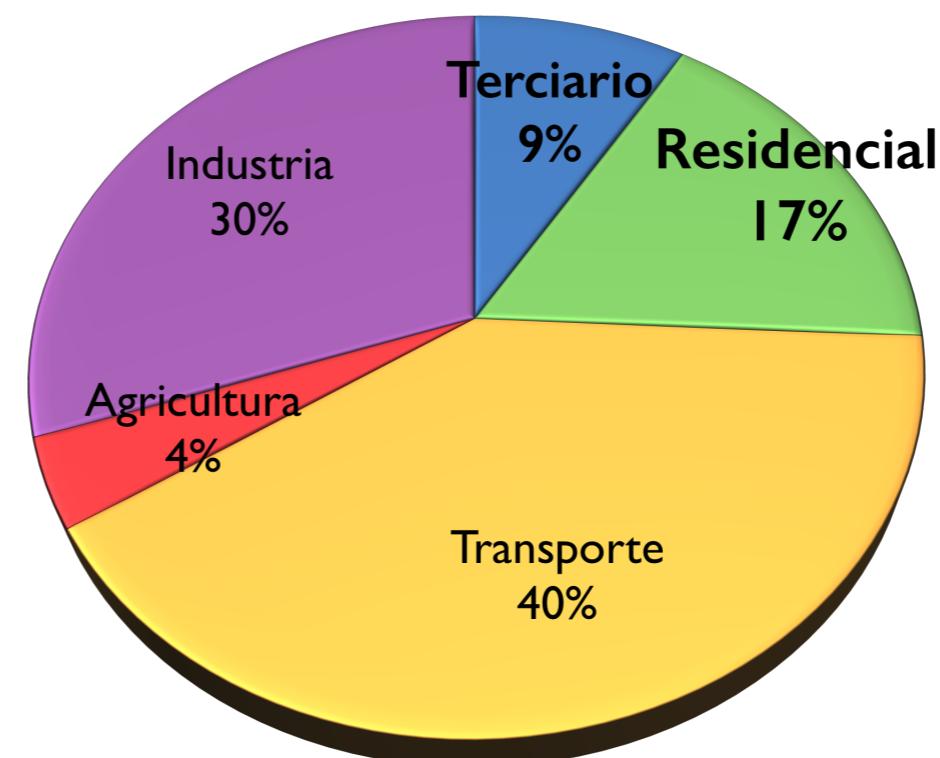
Fuente: “Eficiencia energética: alcanzar el objetivo del 20%”.
Comunicación de las comunidades europeas.
Bruselas | 3-08-2008

Motivación

Sector Edificación:
26%



Consumo Energía Final España 2012



Fuente: "Eficiencia energética en la rehabilitación de edificios".
Consejo Superior de los colegios de arquitectos de España

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Motivación

Medidas en nueva construcción

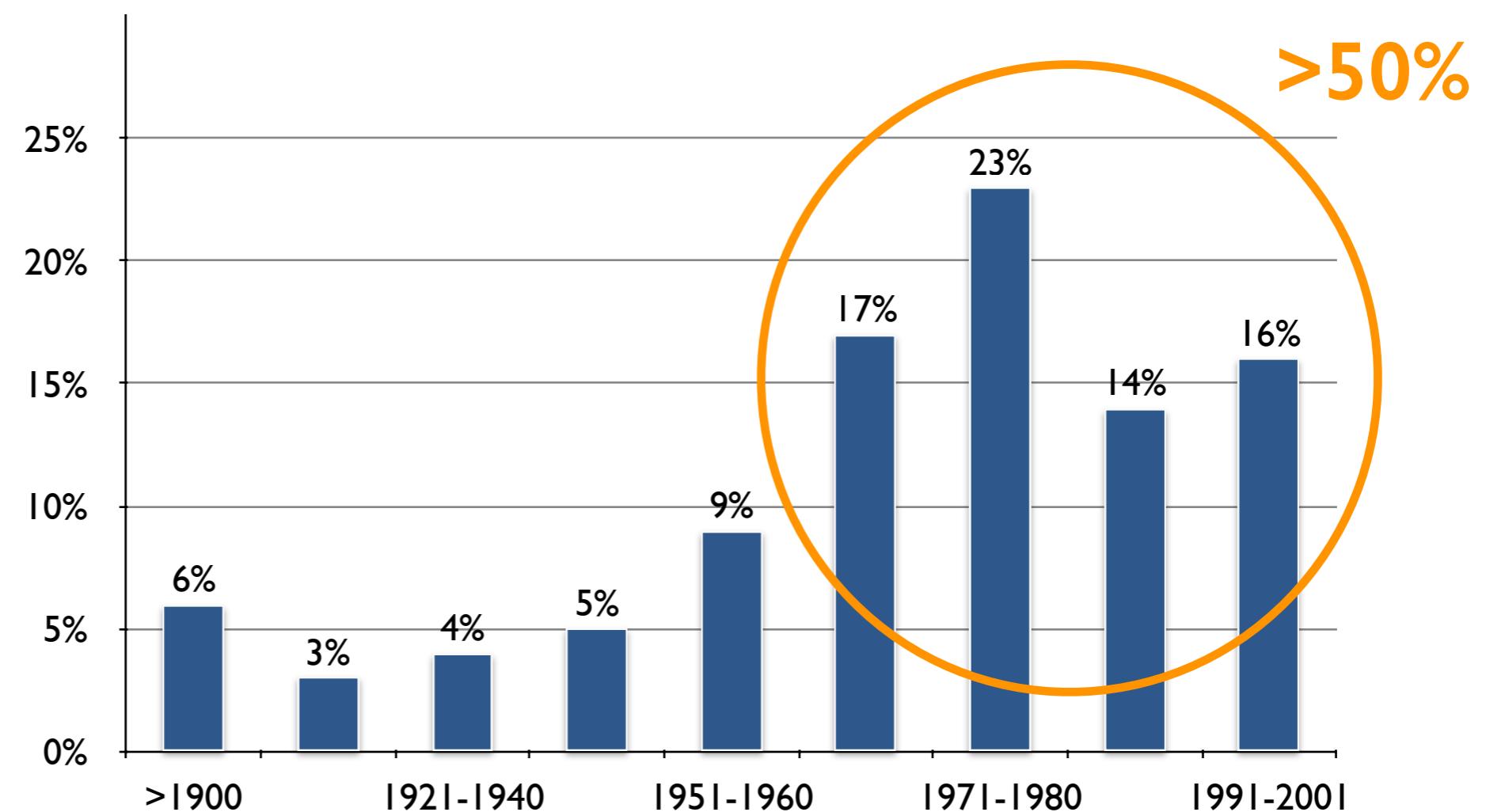


Motivación

Potencial de ahorro energético



Distribución del parque existente por antigüedad



Fuente: "Potencial de ahorro energético y reducción de emisiones".

WWF European Climate Foundation

Índice

Motivación

Caso de estudio

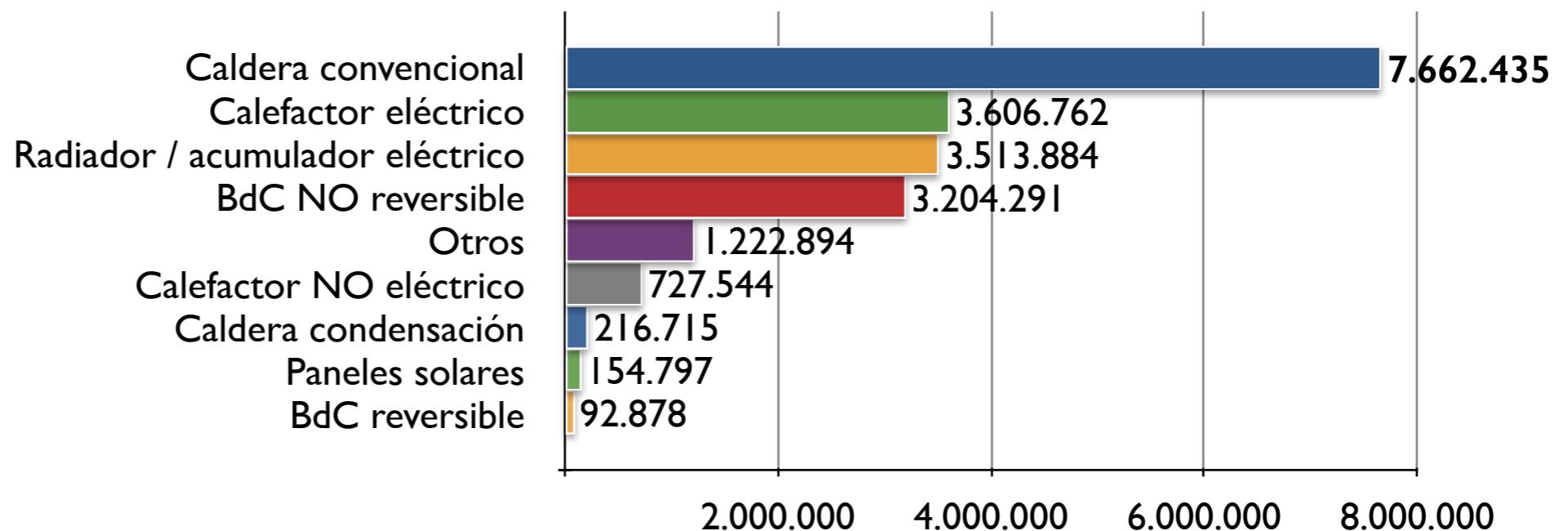
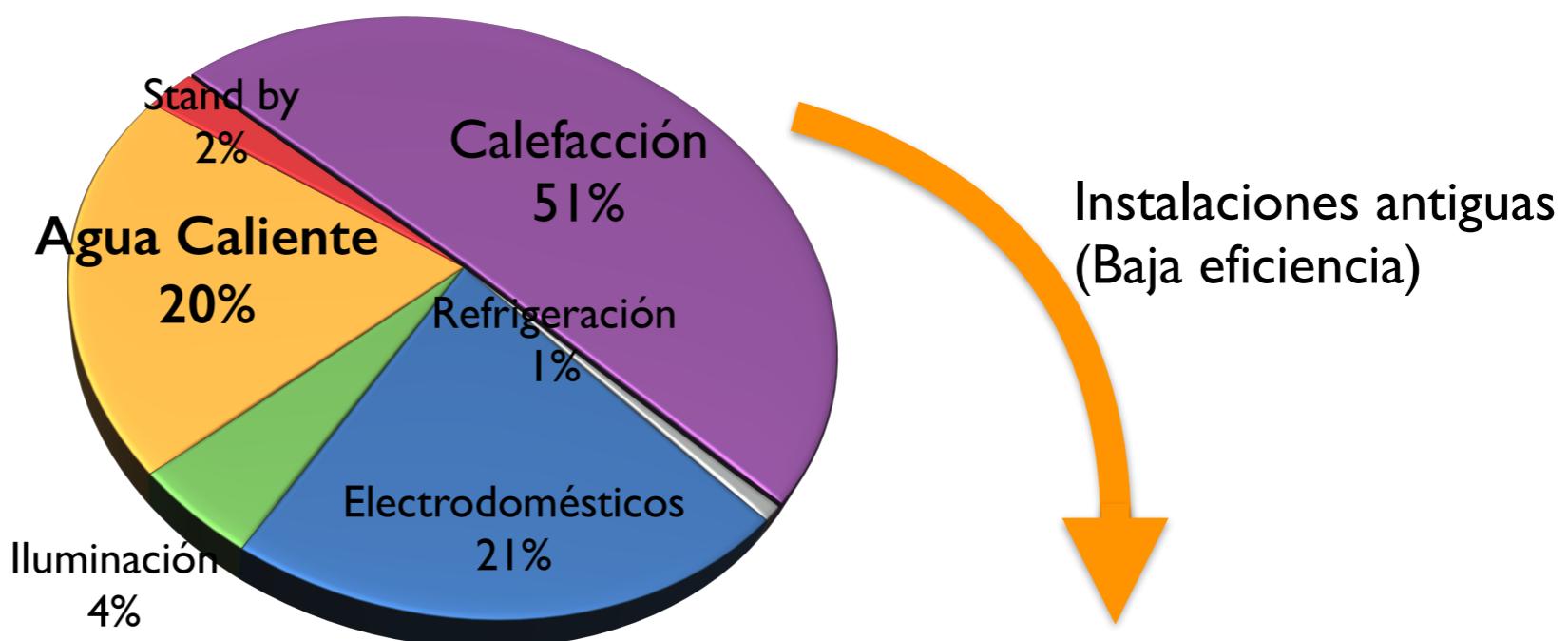
Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Motivación



Fuente: "Consumo del sector residencial en España".
Ministerio de Industria, Energía y Turismo. 2011

Índice

Motivación

Caso de estudio



Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

2. Caso de estudio

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

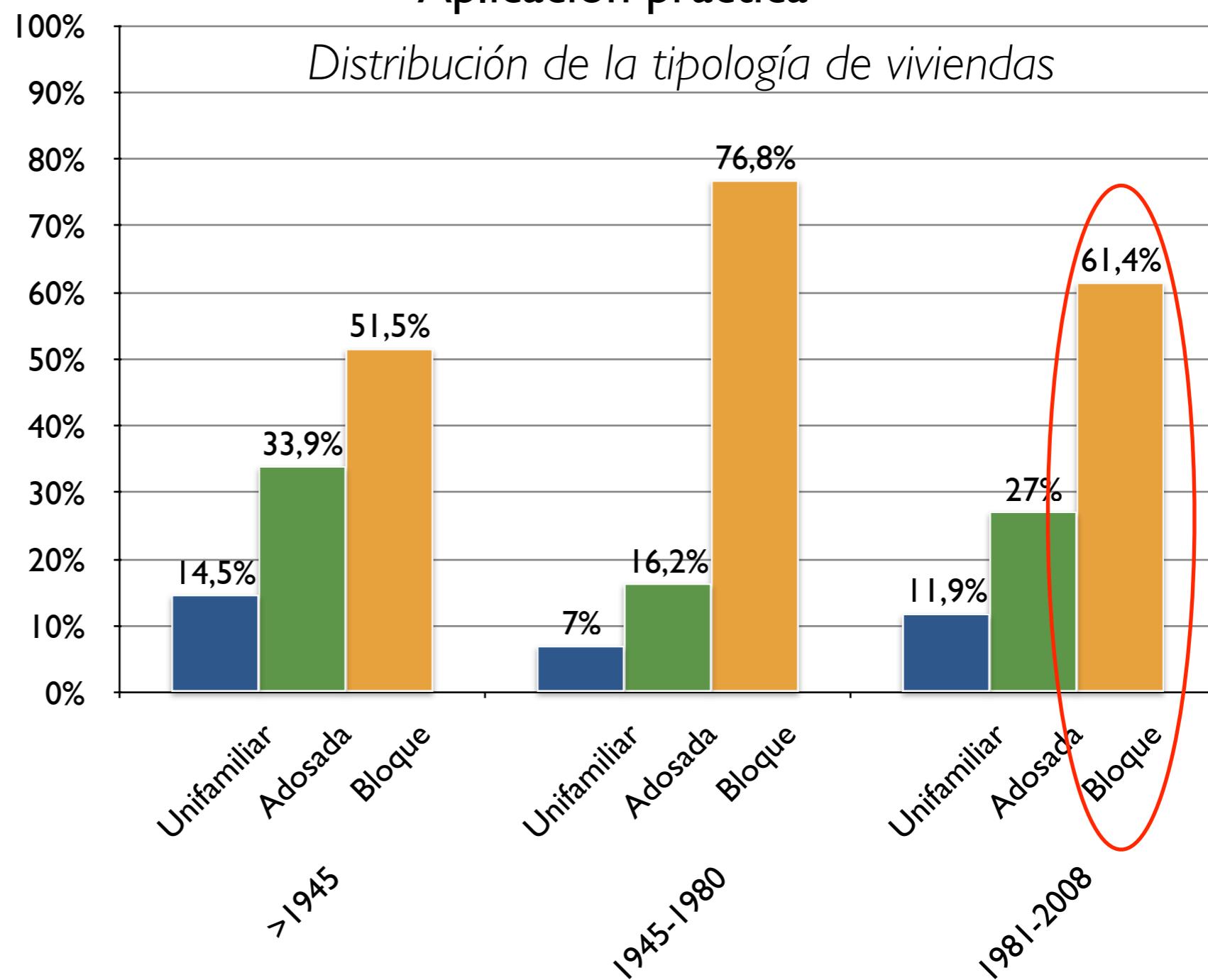
Comparativa

Conclusiones

Caso de estudio

Aplicación práctica

Distribución de la tipología de viviendas



Fuente: "Potencial de ahorro energético y reducción de emisiones". WWF European Climate Foundation

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Caso de estudio

Descripción general



- Edificio de 34 viviendas
- Fecha proyecto ejecución: 2006
- Normativa aislamiento NBE-CT-79
- En construcción (paralizado)
- Calefacción: “Calor azul”
- Agua caliente sanitaria: Termo eléctrico
- Necesidad de análisis energético y propuesta de mejora

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

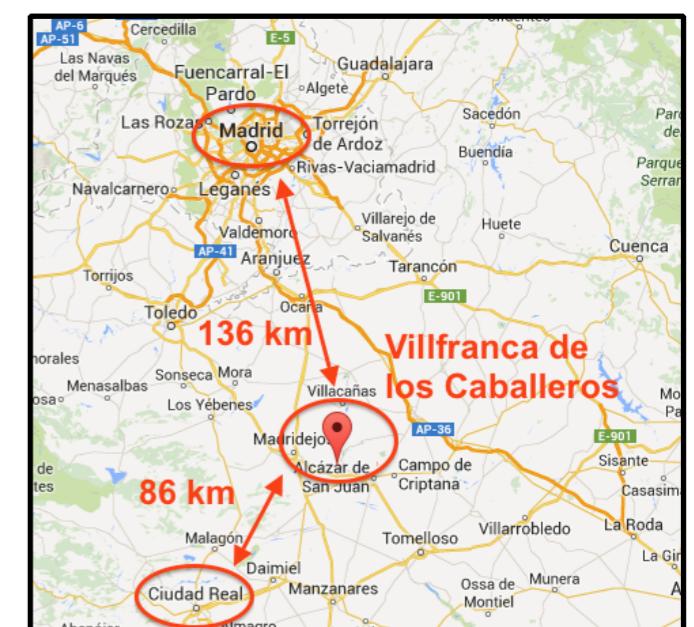
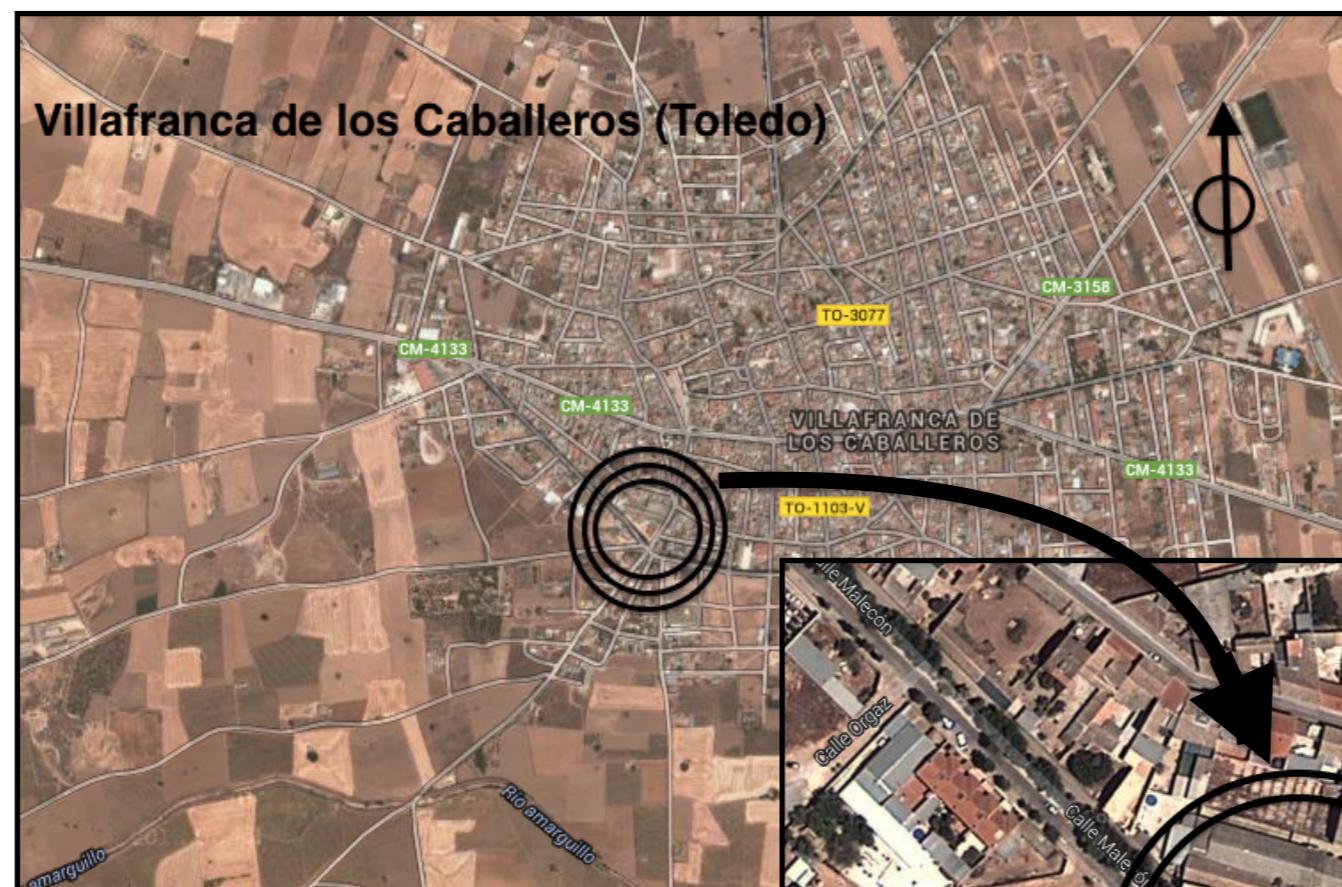
Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Caso de estudio

Localización



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

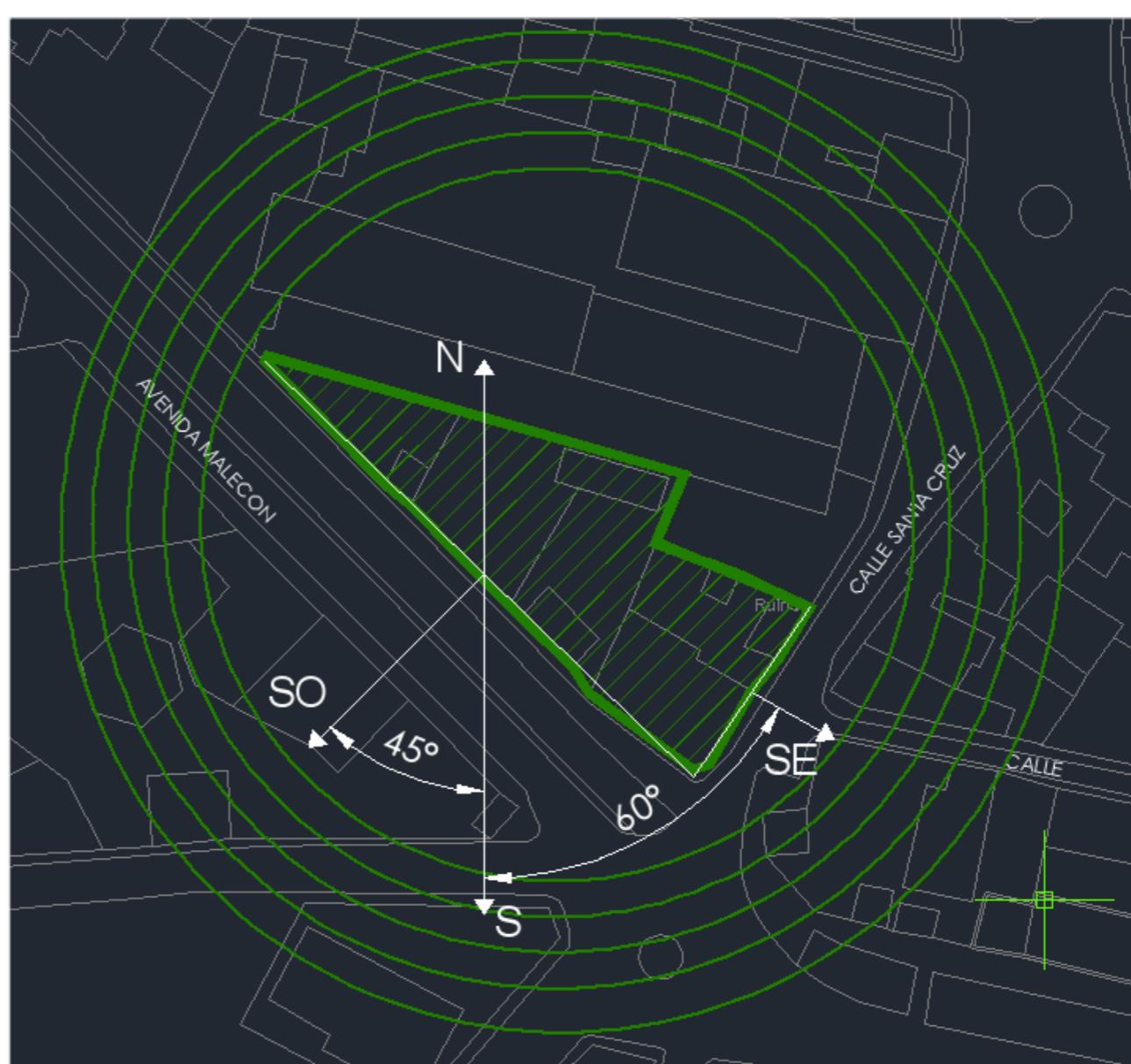
Comparativa

Conclusiones



Caso de estudio

Orientación



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

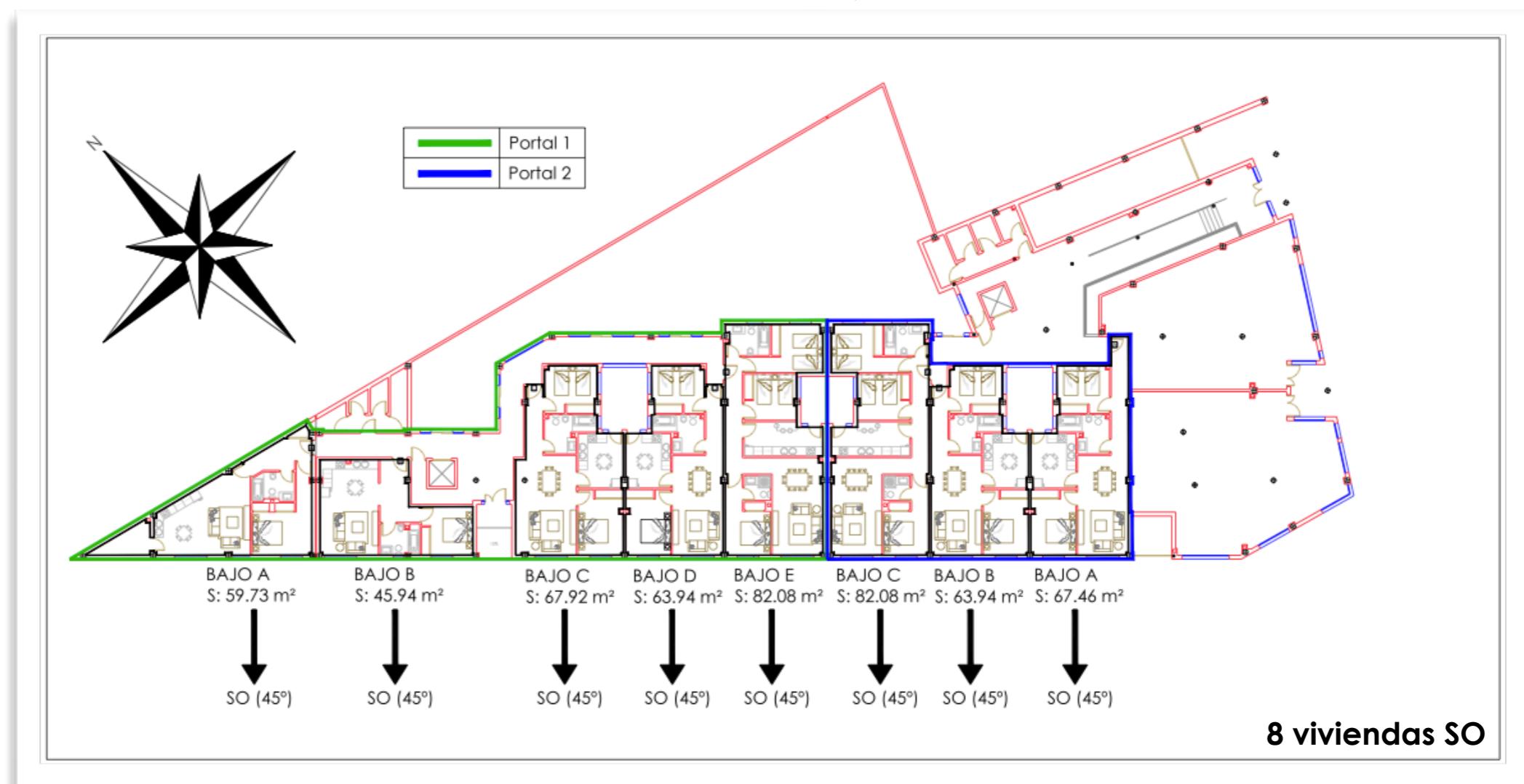
Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Caso de estudio

Distribución de espacios en planta Planta Baja



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

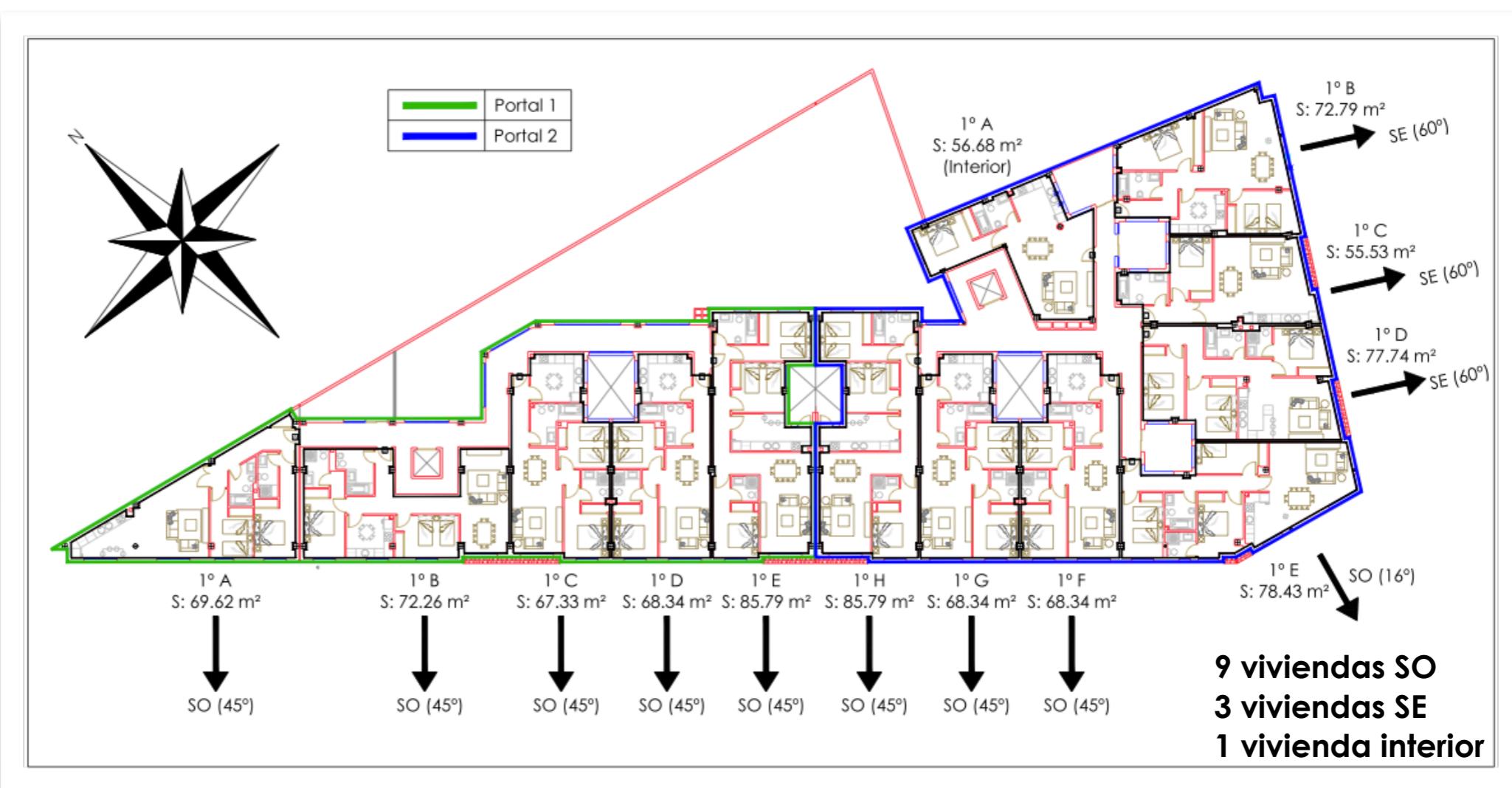
Comparativa

Conclusiones

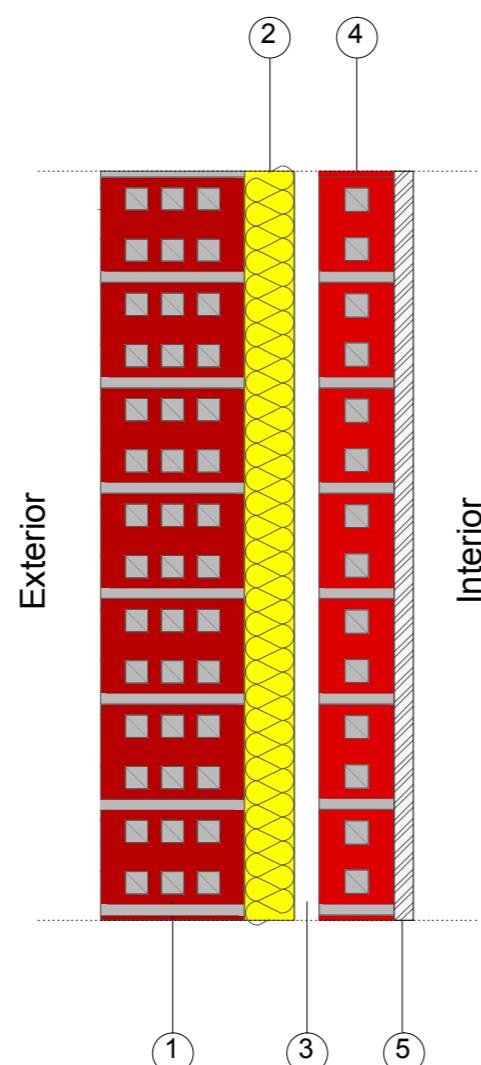
Caso de estudio

Distribución de espacios en planta

Plantas 1º y 2º



Caso de estudio



Composición envolvente: cerramiento de fachada

Pared de doble hoja

1 - 1/2 pie Ladrillo Perforado Cara Vista: 11.5 cm
2 - Poliuretano Proyectado con Hidrofluorcarbono: 4 cm
3 - Cámara de aire sin ventilar: 2 cm
4 - Tabique de Ladrillo Hueco doble: 6 cm
5 - Enlucido de yeso : 1.5 cm
Espesor total: 25.0 cm

HE 1: Limitación de demanda energética

Um: 0.42 kcal /(h m² °C)

HR: Protección frente al ruido

Masa superficial: 324.40 kg/m²

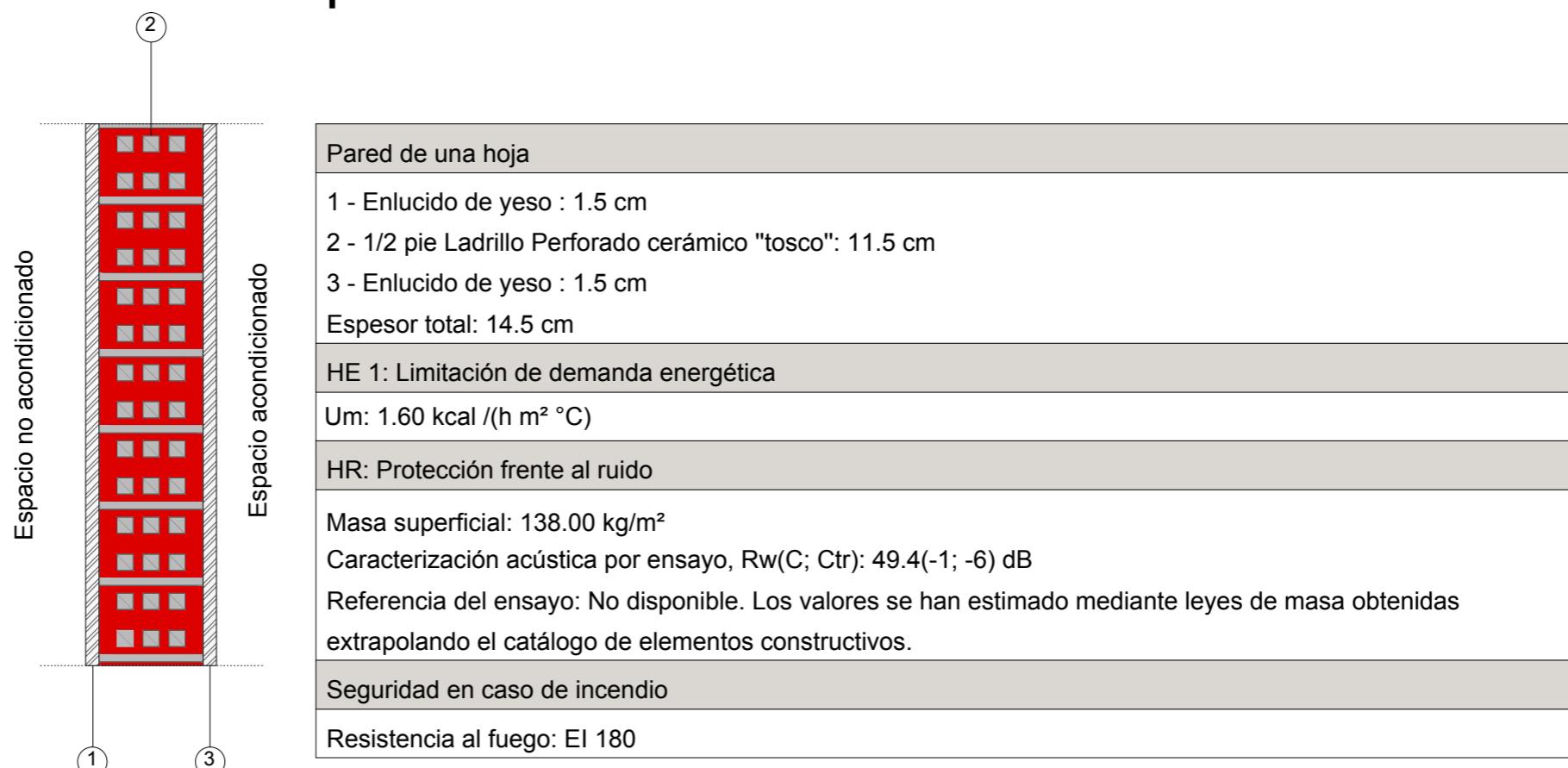
Masa superficial del elemento base: 322.60 kg/m²

Caracterización acústica $R_w(C;Ctr)$: 54.1(-1;-7)dB

Caso de estudio

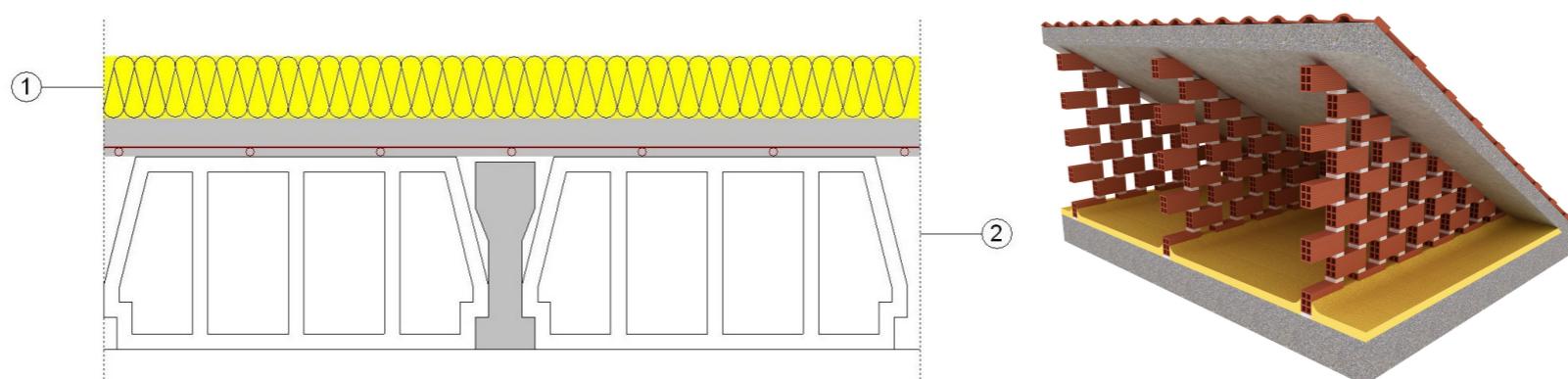
Composición envolvente:

Separación vivienda - zonas no climatizadas



Caso de estudio

**Composición envolvente:
Cubierta inclinada de teja**



Forjado unidireccional
1 - MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]: 8 cm
2 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla cerámica): 30 cm
Espesor total: 38.0 cm
HE 1: Limitación de demanda energética (Superior)
Uc refrigeración: 0.27 kcal/(h·m ² °C)
Uc calefacción: 0.28 kcal/(h·m ² °C)
HE 1: Limitación de demanda energética (Inferior)
Uc refrigeración: 0.28 kcal/(h·m ² °C)
Uc calefacción: 0.27 kcal/(h·m ² °C)
HE 1: Limitación de demanda energética (Voladizo)
Uc refrigeración: 0.28 kcal/(h·m ² °C)
Uc calefacción: 0.28 kcal/(h·m ² °C)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 335.87 kg/m ²
Masa superficial del elemento base: 332.67 kg/m ²
Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 54.6(-1; -6) dB
Nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, Ln,w: 75.7 dB

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

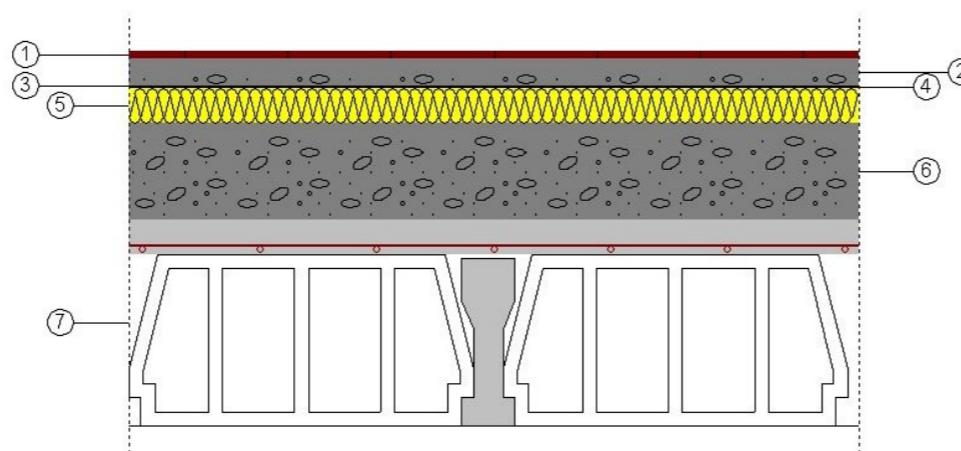
Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Caso de estudio

Composición envolvente: Azotea



Tipo: Transitable, peatonal, con solado fijo
1 - Pavimento de gres rústico: 1 cm
2 - Mortero de cemento: 4 cm
3 - Geotextil de poliéster: 0.08 cm
4 - Impermeabilización asfáltica monocapa adherida: 0.36 cm
5 - Lana mineral soldable: 5 cm
6 - Formación de pendientes con hormigón celular: 14 cm
7 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla cerámica): 30 cm
Espesor total: 54.4 cm
HE 1: Limitación de demanda energética
Uc refrigeración: 0.32 kcal/(h·m²°C)
Uc calefacción: 0.33 kcal/(h·m²°C)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 523.83 kg/m²
Masa superficial del elemento base: 416.67 kg/m²
Caracterización acústica, Rw(C; Ctr): 58.1(-1; -6) dB
HS 1: Protección frente a la humedad
Tipo de cubierta: Transitable, peatonal, con solado fijo
Tipo de impermeabilización: Material bituminoso/bituminoso modificado



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Caso de estudio

Composición envolvente:
Huecos en fachada: carpinteria y vidrio

Información técnica

Transmitancia térmica (valor U), según UNE-EN 673: 3.3 W/(m²K)

Factor solar (coeficiente g), según UNE-EN 410: 77%

Transmisión luminosa, según UNE-EN 410: 81%

Índice de aislamiento a ruido aéreo directo, Rw (dB) y términos de adaptación espectral C y Ctr, según UNE-EN 12758: 28 (-1; -3)

AISLAGLAS "Doble acristalamiento"



Vidrio exterior	Espesor (mm)
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input checked="" type="radio"/> 4
<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 5
	<input type="radio"/> 6
	<input type="radio"/> 8
	<input type="radio"/> 10
	<input type="radio"/> 12

Cámara	Espesor de la cámara (mm)
<input checked="" type="radio"/> Aire	<input checked="" type="radio"/> 6
	<input type="radio"/> 8
	<input type="radio"/> 10
	<input type="radio"/> 12
	<input type="radio"/> 14
	<input type="radio"/> 16
	<input type="radio"/> 18
	<input type="radio"/> 20

Vidrio interior	Espesor (mm)
<input checked="" type="radio"/> Float incoloro	<input checked="" type="radio"/> 4
<input type="radio"/> Impreso Clarglas	<input type="radio"/> 5
	<input type="radio"/> 6
	<input type="radio"/> 8
	<input type="radio"/> 10
	<input type="radio"/> 12



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones



3. Análisis energético

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

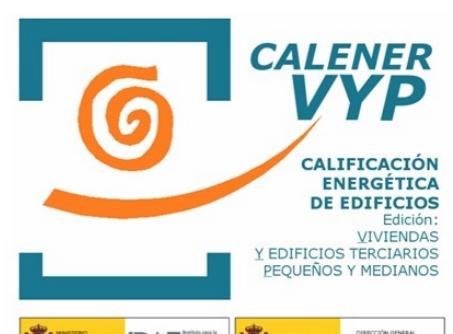
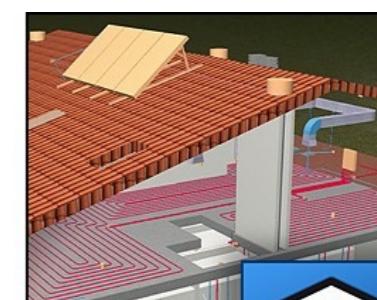
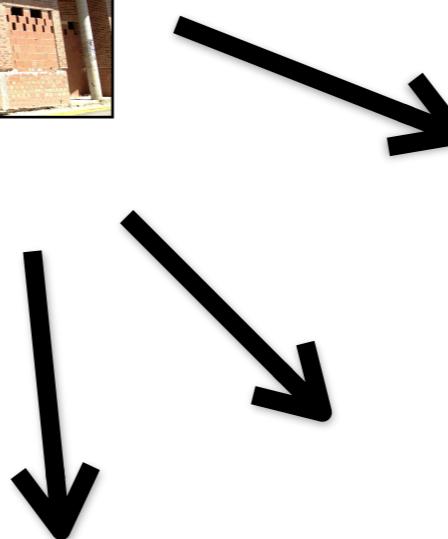
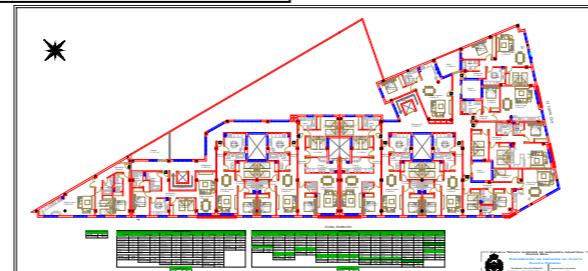
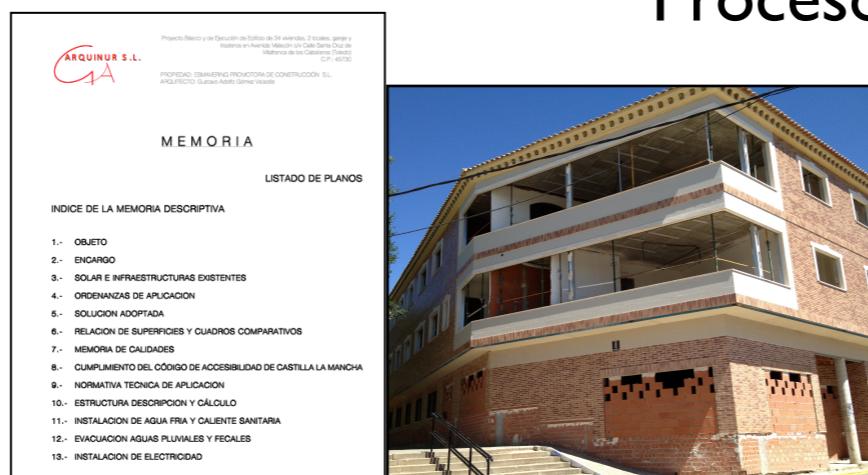
Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Análisis energético

Proceso del trabajo



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones



Análisis energético

Resultados más relevantes:

Análisis térmico:

- Cargas térmicas de climatización

Simulación dinámica:

- Demanda térmica mensual
- Balance energético anual

Certificación energética:

- Calificación de eficiencia energética

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

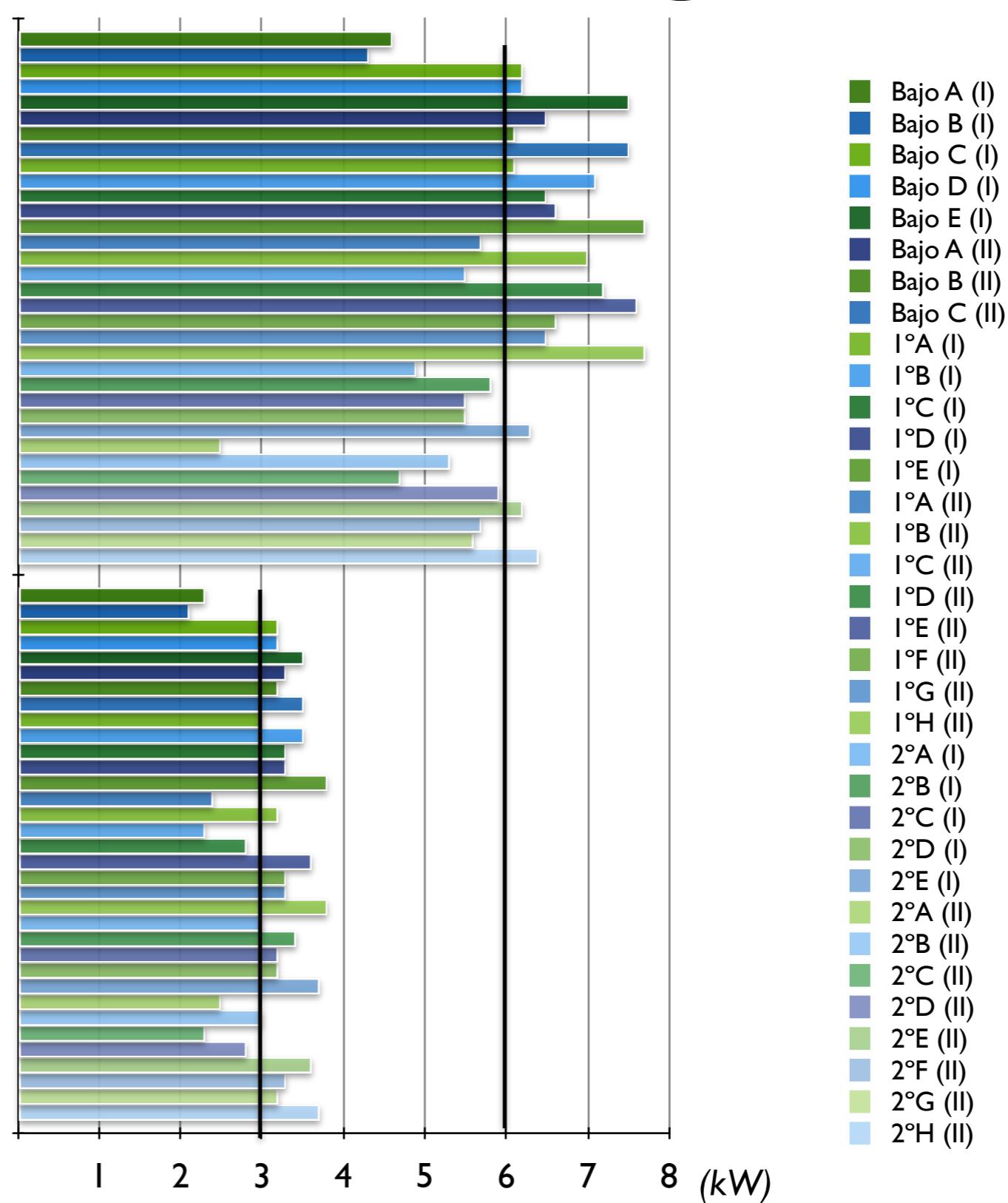
Análisis energético

Calefacción

210 kW
66%

Refrigeración

107 kW
34%



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

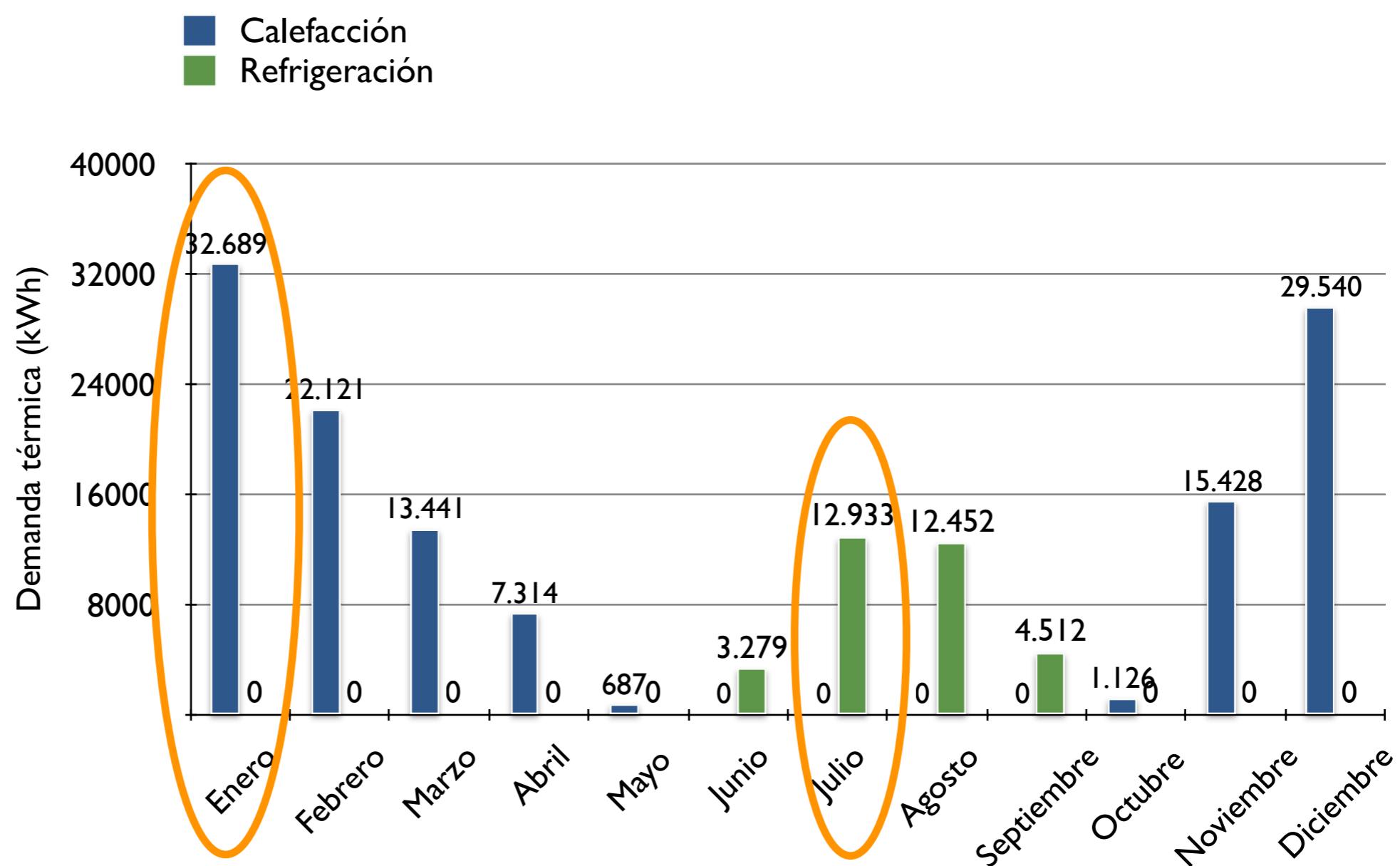
Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Análisis energético

Demanda térmica



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Análisis energético

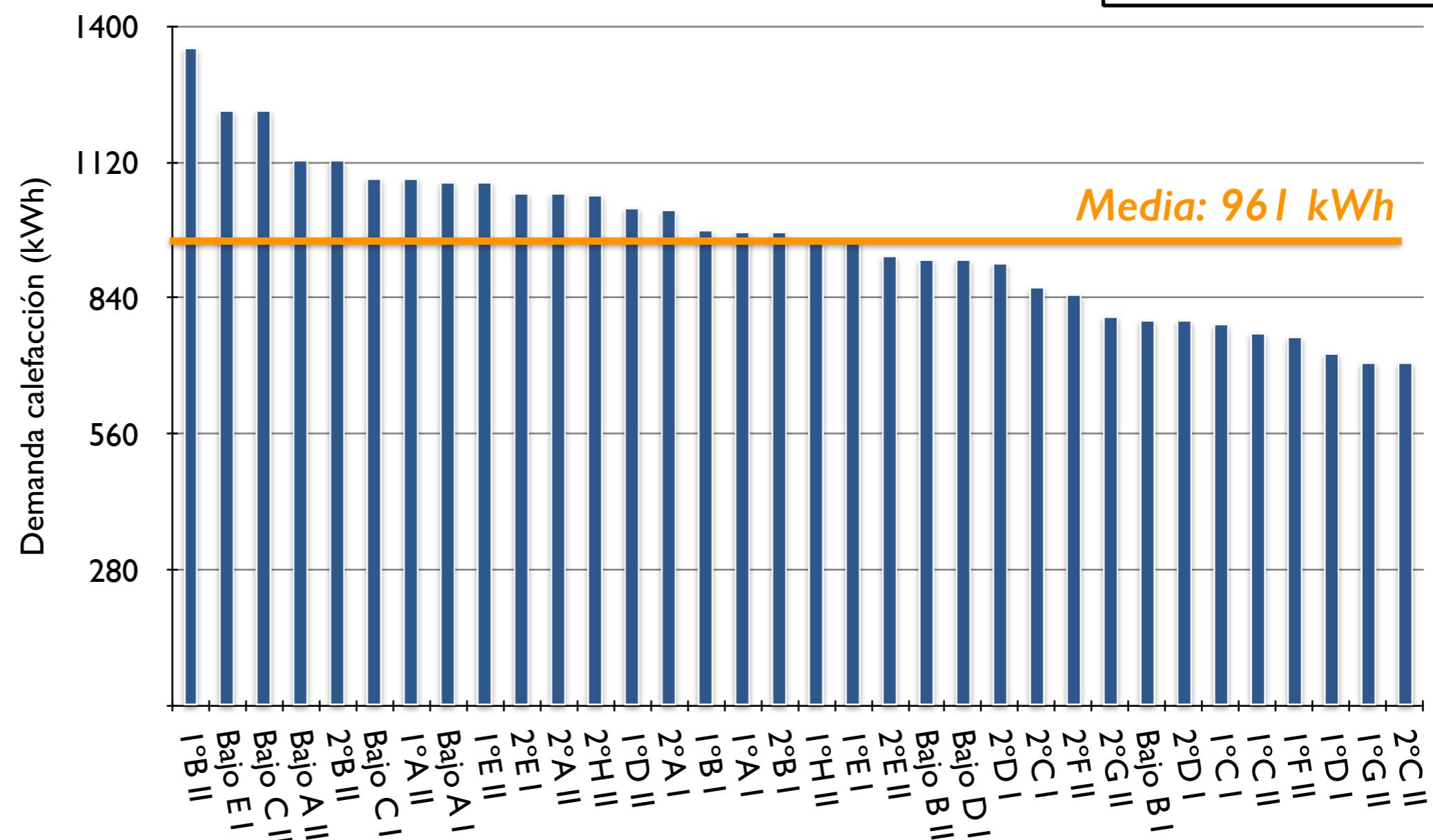
Total: 32.689 kWh

fracción: 27%

Vivienda crítica:
1ºB Portal II

Demanda térmica calefacción:
Mes crítico: Enero

Media: 961 kWh

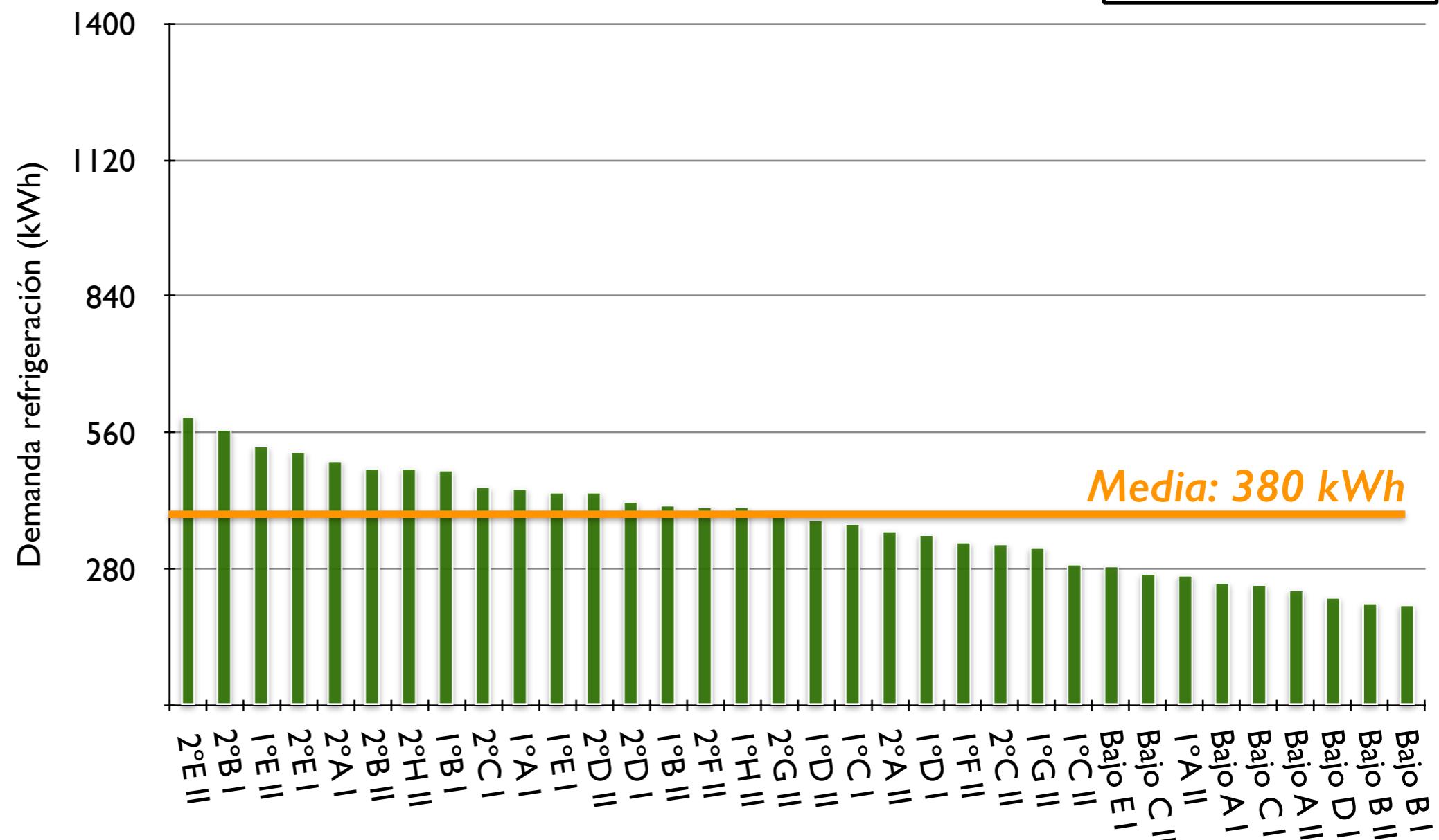


Análisis energético

Total: 19.933 kWh

fracción: 39%

Vivienda crítica: 2ºE Portal II



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

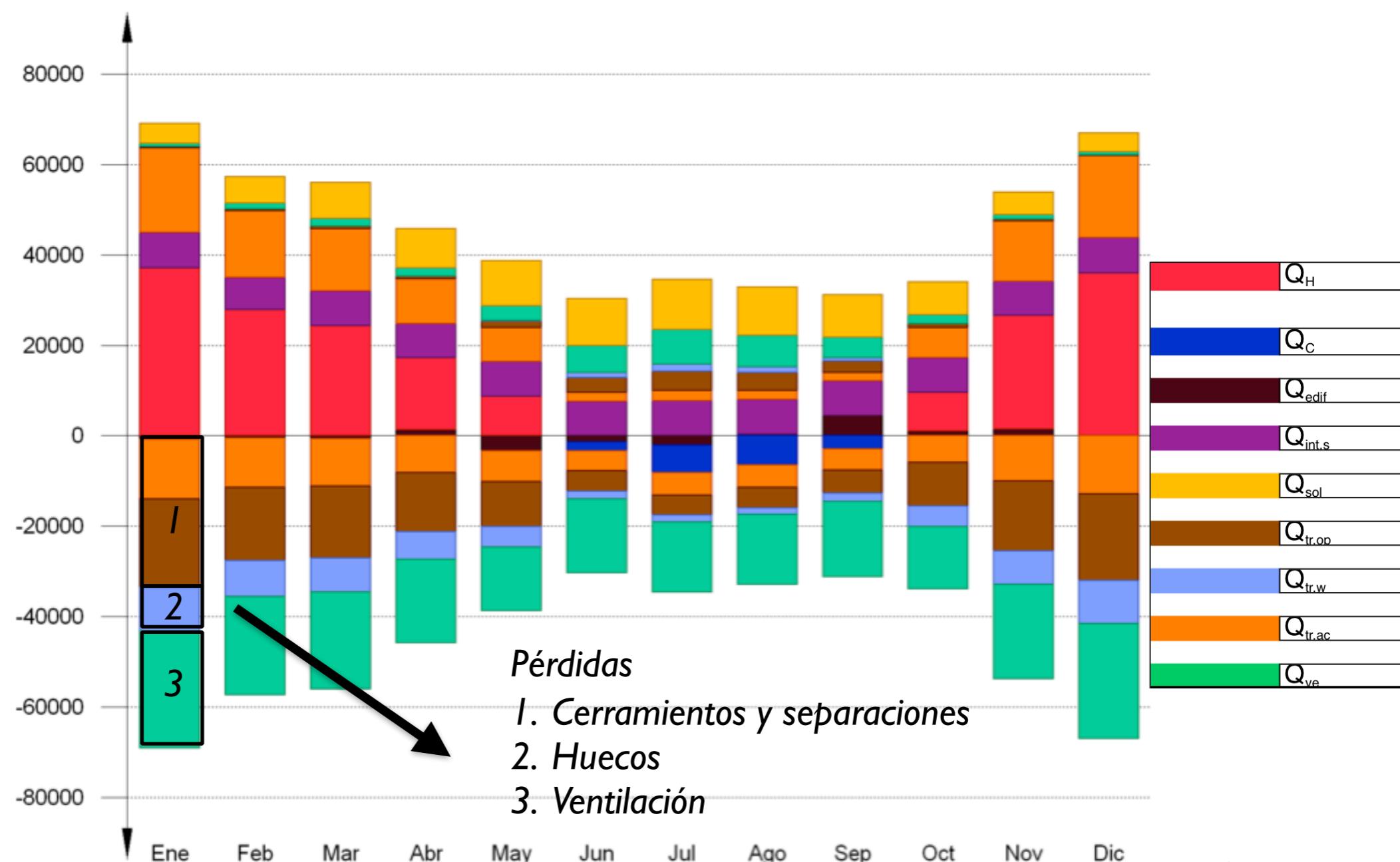
Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Análisis energético

Balance energético anual (kWh/mes)



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Análisis energético

Calificación energética. Coeficientes y factores de paso

Factores de conversión de energía final a primaria para CALENER (4-11-05):



Fuente: IDAE

Electricidad convencional peninsular	2,61 kWh energía primaria /kWh energía final
Electricidad convencional extra-peninsular (Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla)	3,35 kWh energía primaria /kWh energía final
Gasóleo, fuel-oil y GLP	1,08 kWh energía primaria /kWh energía final
Gas natural	1,01 kWh energía primaria /kWh energía final
Carbón	1,00 kWh energía primaria /kWh energía final

V.4 Coeficientes de paso de energía final a energía primaria y a emisiones de CO₂,

Factores de emisión de CO₂ CALENER (14-11-05):



Energía térmica

Fuente: IDAE

Gas natural	204 gr CO ₂ /kWh t
Gasóleo-C	287 gr CO ₂ /kWh t
GLP	244 gr CO ₂ /kWh t
Carbón uso doméstico	347 gr CO ₂ /kWh t
Biomasa	neutro

Electricidad

Fuente: IDAE

Electricidad convencional peninsular	649 gr CO ₂ /kWh e
Electricidad convencional extra-peninsular (Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla)	981 gr CO ₂ /kWh e

Fuente: "Factores e emisiones de CO₂ y coeficientes de paso de energía". IDAE

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

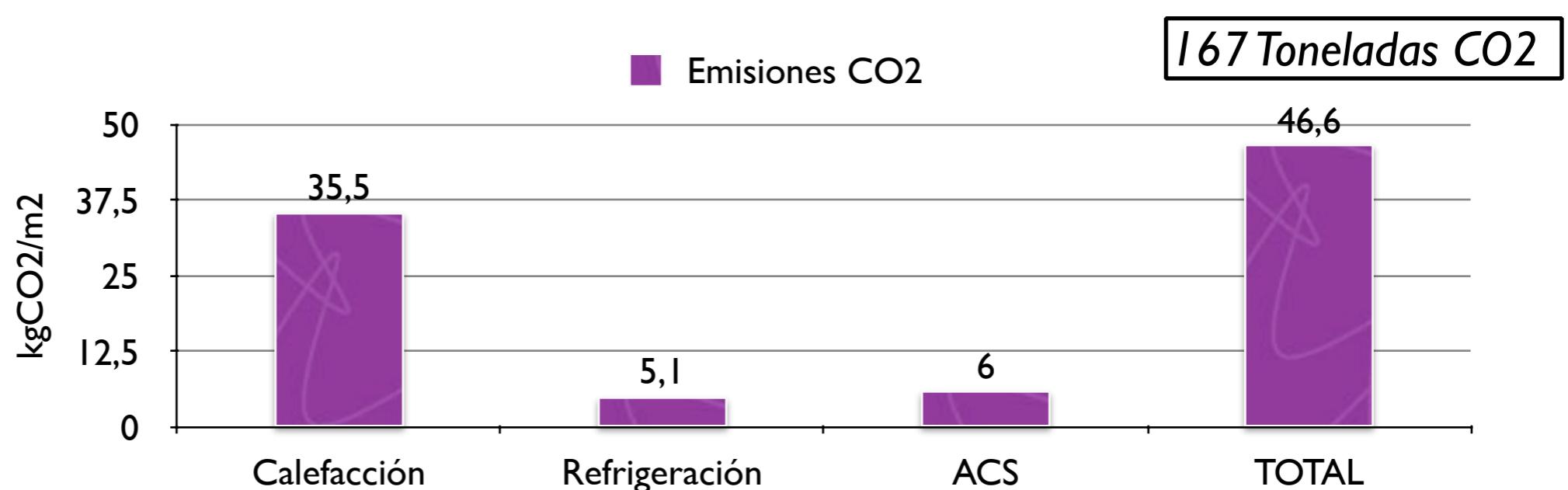
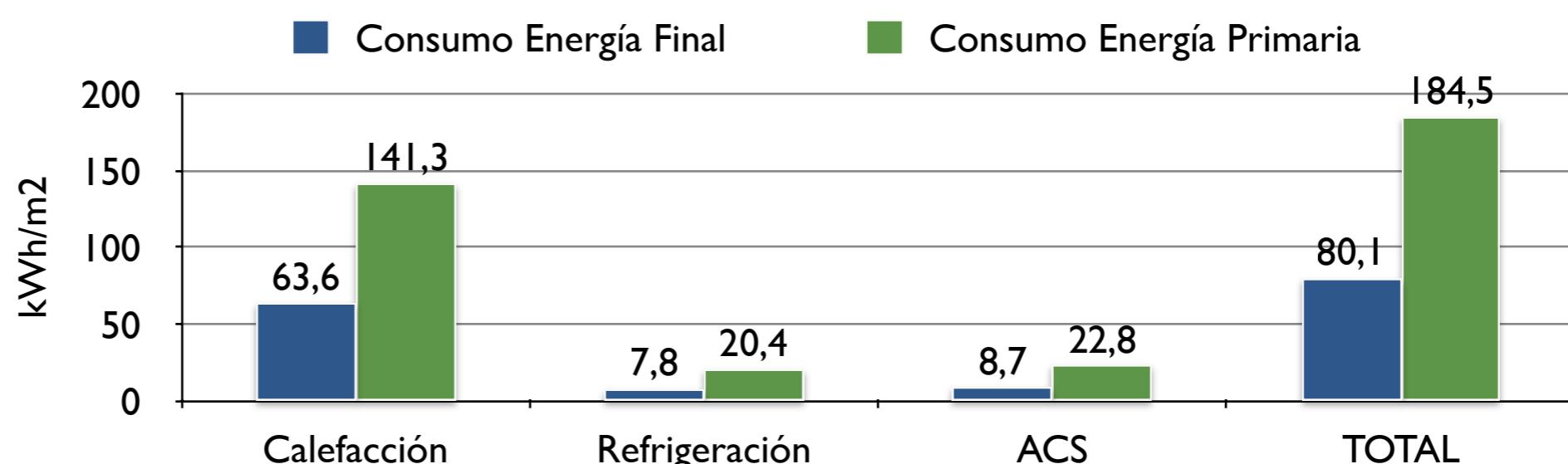
Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Análisis energético

Calificación energética.
Consumo y emisiones de CO₂





Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

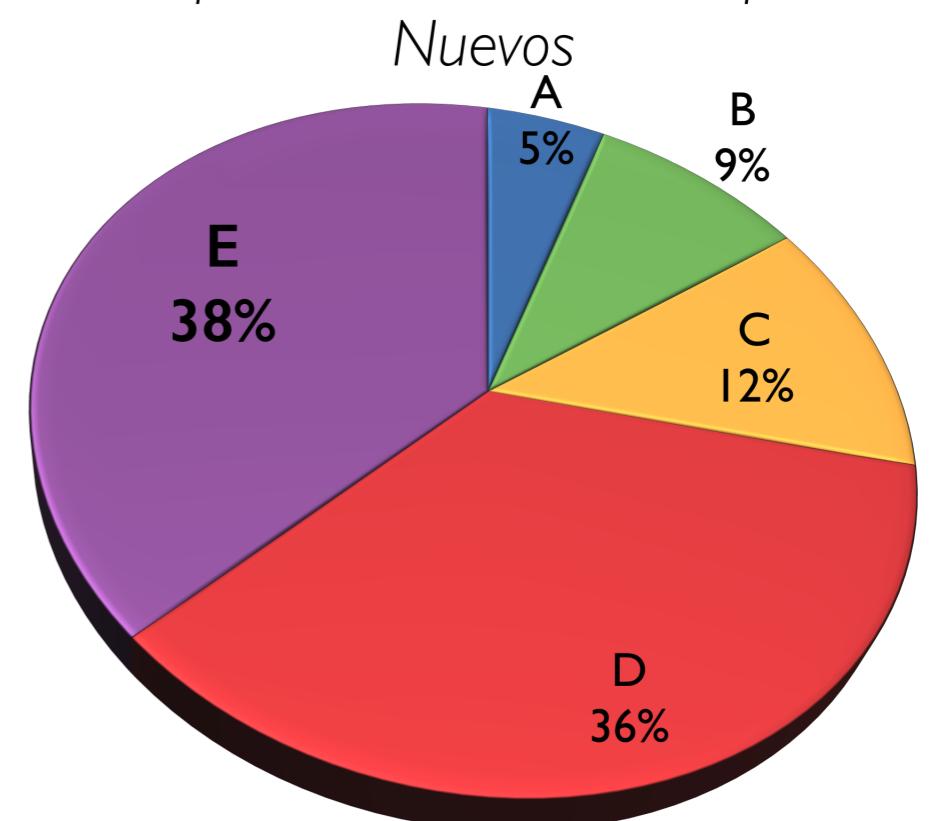
Conclusiones

Análisis energético

Calificación energética.
Etiqueta de eficiencia energética



Calificación Emisiones Edificios



Fuente: Informe IDAE.

“Estado de la certificación energética de edificios”

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



4. Mejoras

Mejoras

Aspectos generales del estudio de mejoras

- Vida útil:

Equipos e instalaciones: 20 años

Reforma envolvente: 25 años

- Financiación: Programa PAREER, del IDAE

Tipo de interés: EURIBOR (0,55%)

Amortización: 12 años

$$A = P \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$$

- Tarifa electricidad GAS NATURAL FENOSA “Optima Luz”

Término energía: 14,0656 c€/kWh

Término potencia: 3,5036 €/kW-mes

Potencia contratada: 9,2 kW

- Información Pellets (AVEBIOM):

Precio suministro: 274 €/tonelada

P.C.I.: 4.500 kcal/kg

- Precio suministro Gasóleo IDAE: 0,88 €/litro

- Tasa descuento: rendimiento obligaciones del Estado a 20 años: 3%

- Incremento anual precios:

Electricidad: 5%

Gasóleo: 5%

Pellet: 3%

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente



Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

I. Mejora de la envolvente térmica

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente



Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

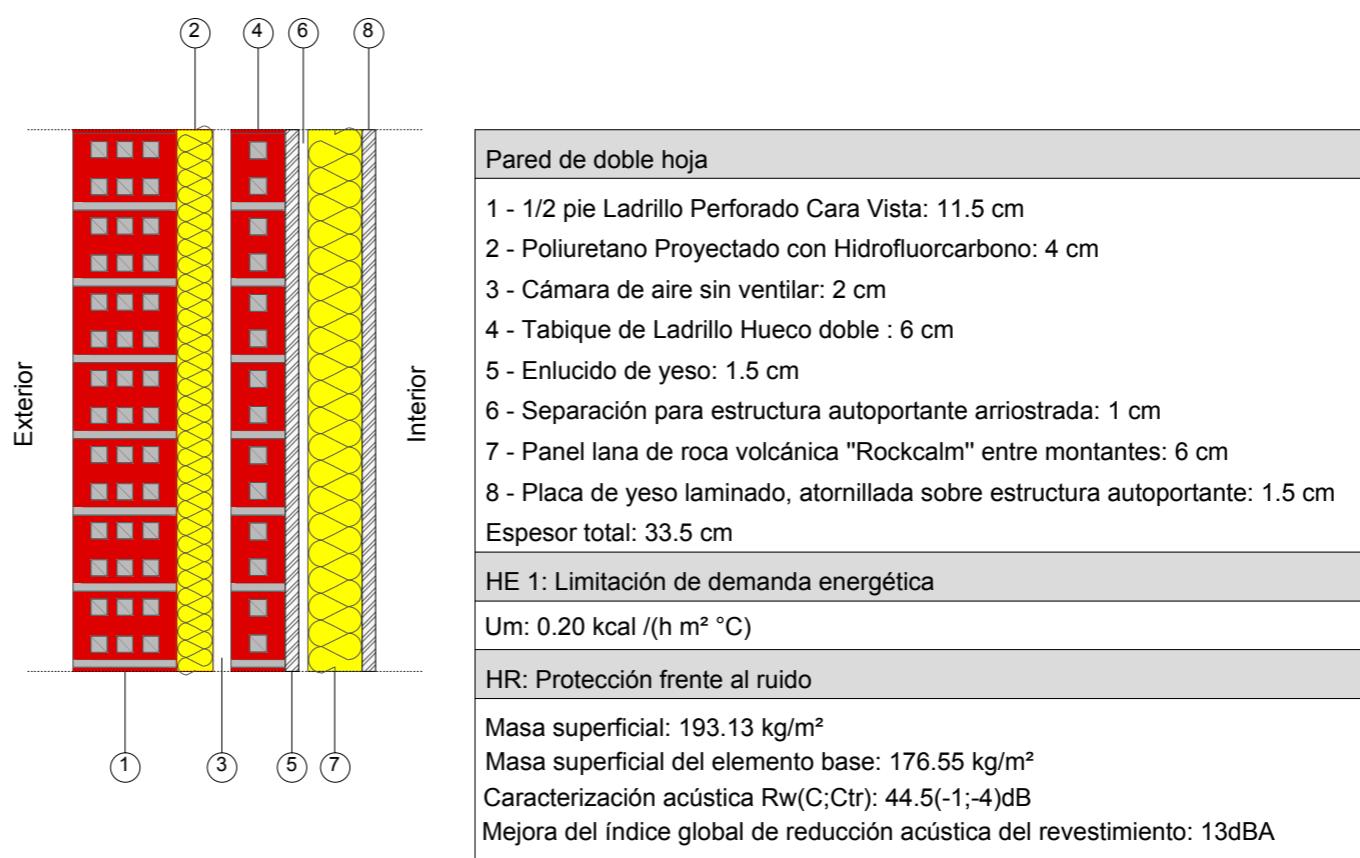
Conclusiones

Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Fachada

Trasdosado autoportante con 6 cm de lana de roca



$$U_M = 0,42 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U'_M = 0,20 \text{ kcal}/\text{hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- 52%
+ 8cm

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente



Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

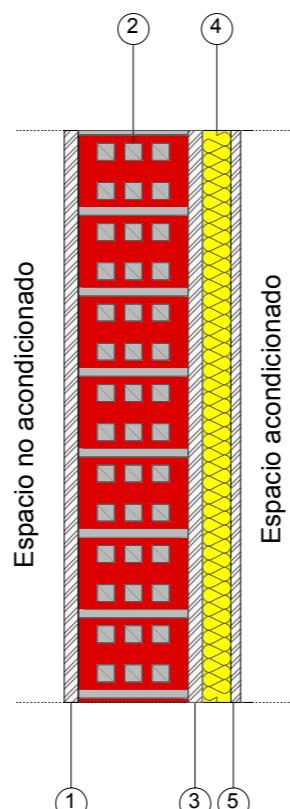
Conclusiones

Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Particiones interiores

Trasdosado autoportante con 3 cm de lana de roca



Pared de doble hoja

- 1 - Enlucido de yeso: 1.5 cm
 - 2 - 1/2 pie Ladrillo Perforado cerámico "tosco": 11.5 cm
 - 3 - Enlucido de yeso : 1.5 cm
 - 4 - Panel "Labelrock" de lana de roca volvánica: 3 cm
 - 5 - Placa de yeso laminado: 1 cm
- Espesor total: 18.5 cm

HE 1: Limitación de demanda energética

Um: 0.56 kcal /(h m² °C)

HR: Protección frente al ruido

Masa superficial: 147.45 kg/m²

Masa superficial del elemento base: 146.25 kg/m²

Seguridad en caso de incendio

Resistencia al fuego: Ninguna

$$U_M = 1,60 \text{ kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$U'_M = 0,56 \text{ kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

- 65%
+ 5cm

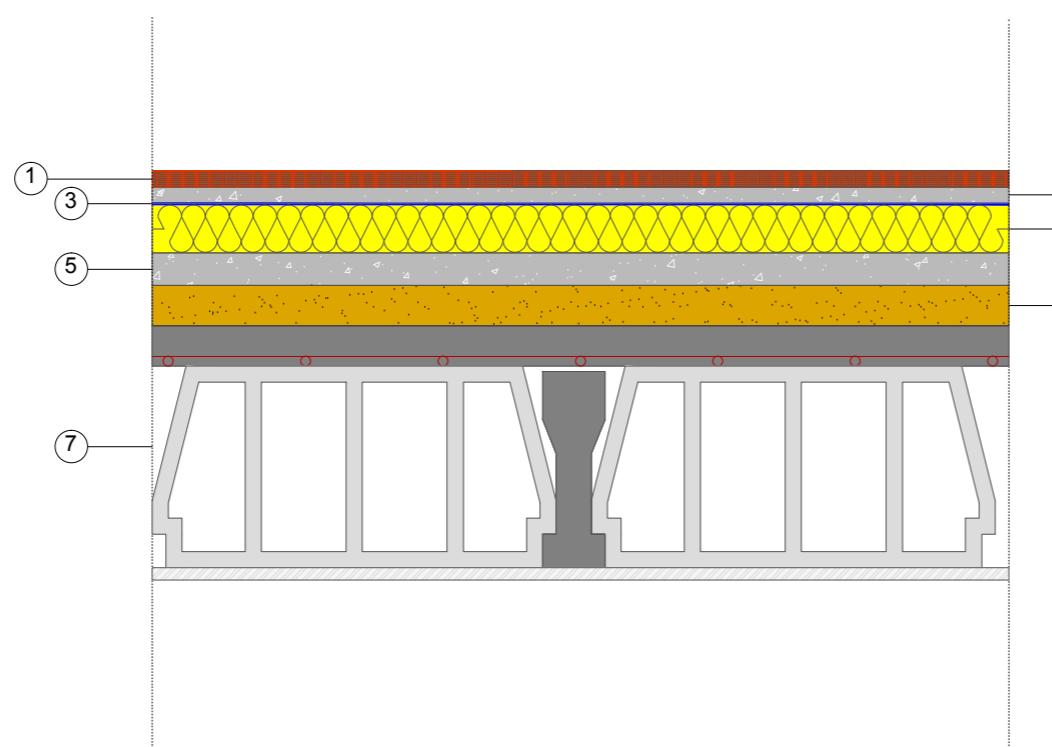


Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Particiones horizontales

Suelo flotante con 6 cm de poliestireno extruido



Capas
1 - Baldosa de gres: 2 cm
2 - Mortero de cemento: 2 cm
3 - Polietileno baja densidad LDPE: 0.2 cm
4 - Panel rígido Poliestireno Extruido "Polyfoam": 6 cm
5 - Mortero de cemento: 4 cm
6 - Arena y grava: 5 cm
7 - Forjado unidireccional 25+5 cm (Bovedilla cerámica): 30 cm
Espesor total: 49.2 cm
HE1: Limitación de la demanda energética
Us: 0.35 kcal /(h m² °C)
HR: Protección frente al ruido
Masa superficial: 576,76 kg/m²
Masa superficial del elemento base 450,17 kg/m²
Caracterización acústica, Rw(C;Ctr): 59,3(-1;-6)dB
Nivel global de presiones de ruido de impactos normalizado, Ln,w: 71 dB

$$U_S = 1,38 \text{ kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$U'_S = 0,35 \text{ kcal/hm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- 74%
+ 8cm

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente



Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

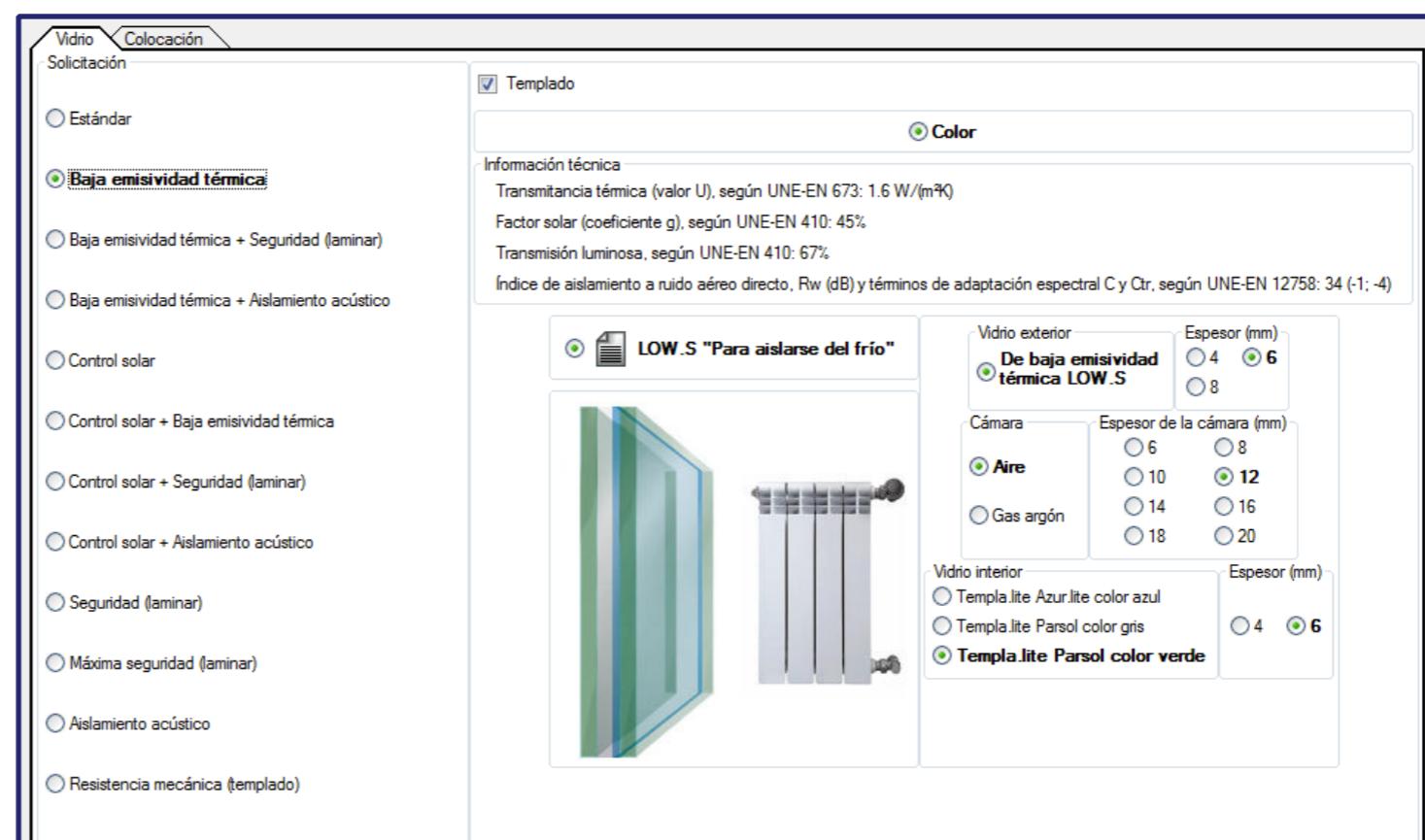
Conclusiones

Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Huecos

Doble acristalamiento 6-12-6 con carpintería de PVC



$$U_H = 1,68 \text{ kcal}/m^2 \text{ }^\circ\text{C} \quad f_H = 0,28 \text{ kcal}/m^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$U'_H = 1,26 \text{ kcal}/m^2 \text{ }^\circ\text{C} \quad f'_H = 0,26 \text{ kcal}/m^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

- 25%
- 7 %

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

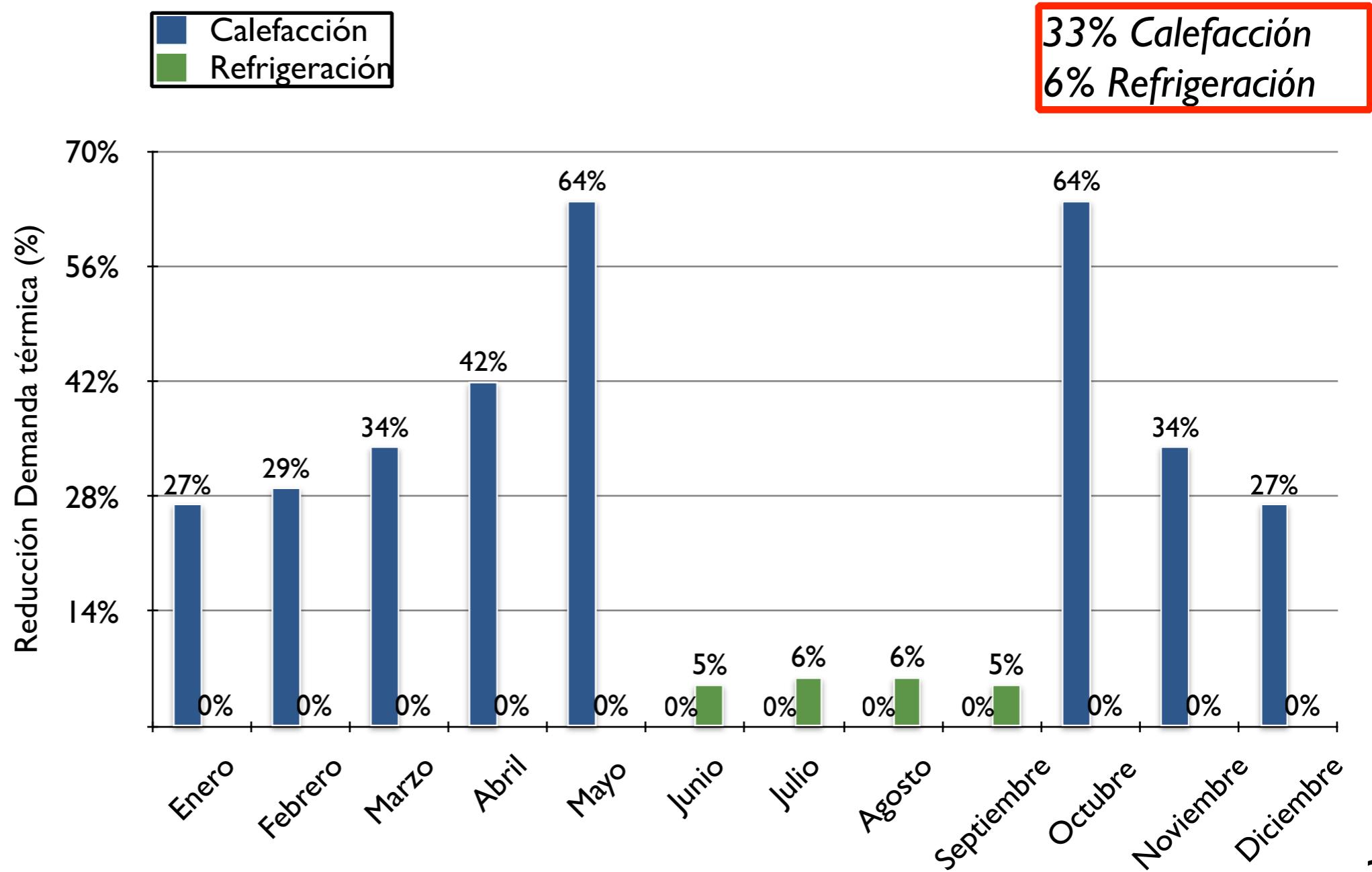
Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Reducción demanda térmica



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente



Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

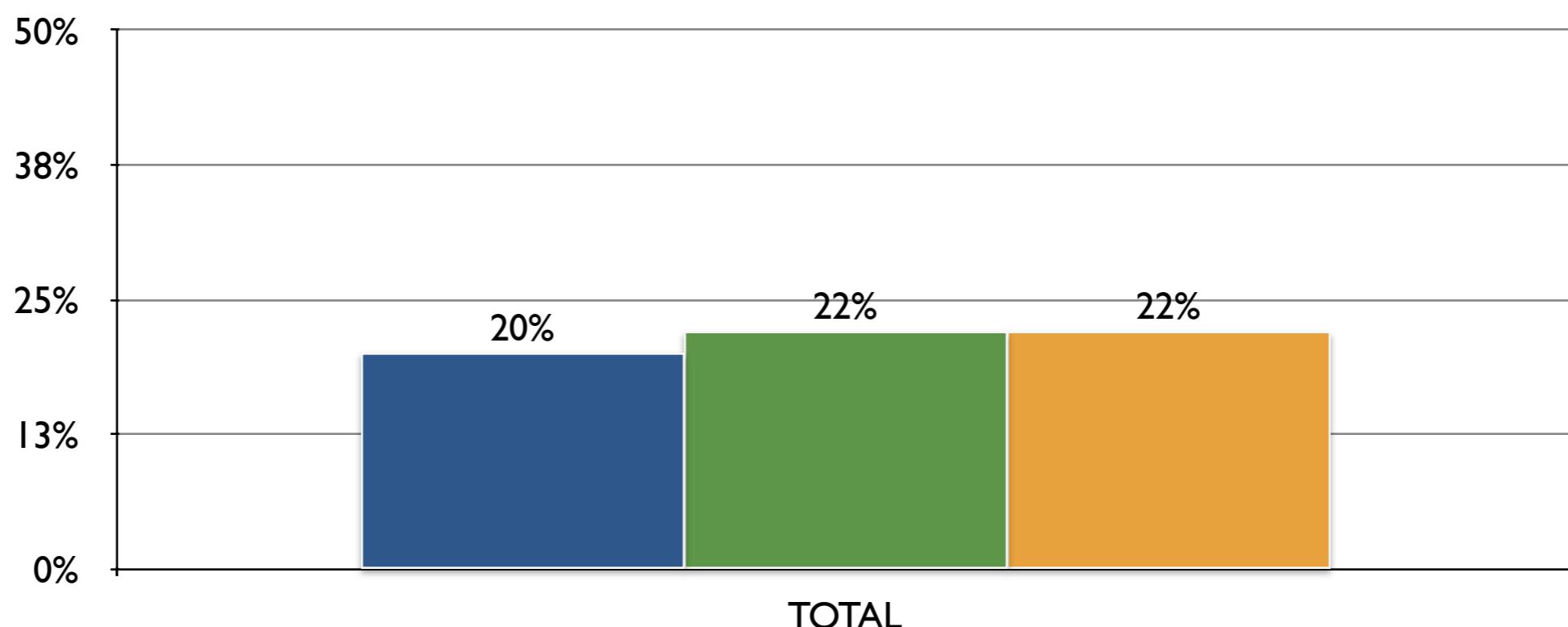
Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Reducción de consumo y emisiones

- █ Consumo Energía Final
- █ Consumo Energía Primaria
- █ Emisiones CO₂

Evita emitir 36 Toneladas CO₂



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

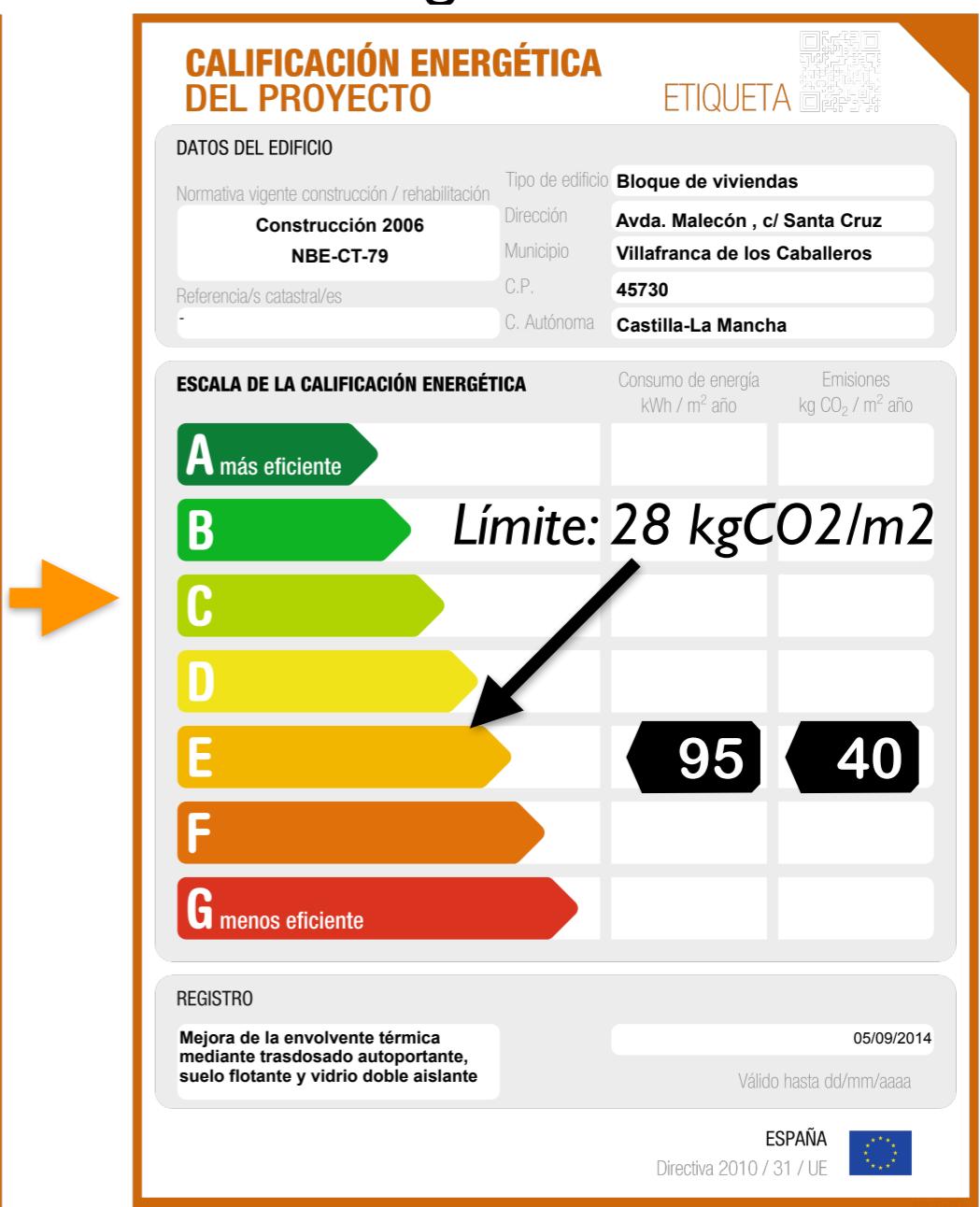
Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Calificación de eficiencia energética



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente



Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

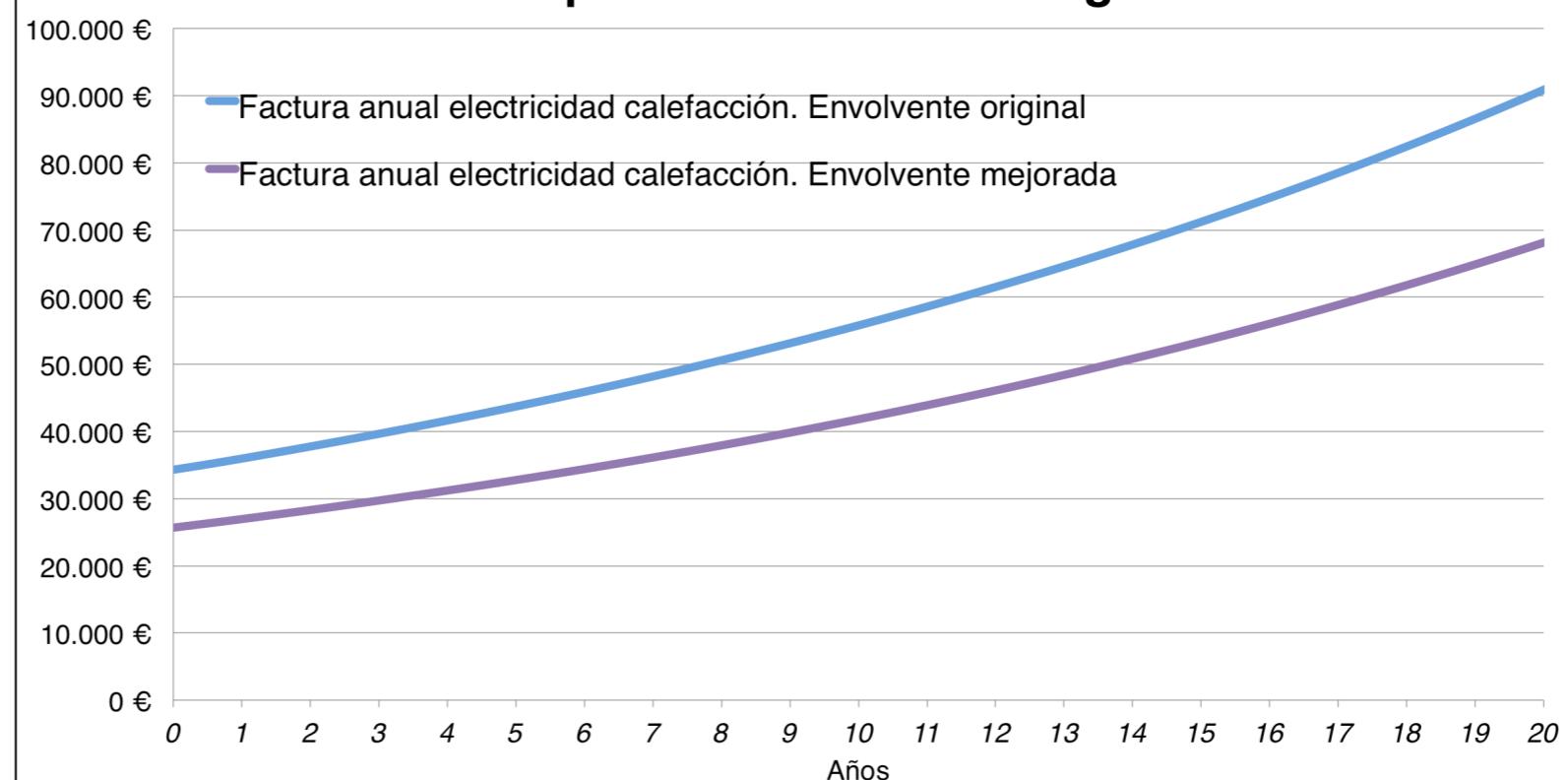
Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Ahorro económico

GASTO ANUAL EN ELECTRICIDAD PARA CALEFACCIÓN	
Edificio con envolvente térmica original	32.623 €
Edificio con envolvente térmica mejorada	24.452 €
Ahorro económico	8.171 €

Comparativa evolución de gastos



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Coste de la mejora

CONCEPTO	IMPORTE	FRACCIÓN
IMPORTE DE EJECUCIÓN		
Mejora de la envolvente térmica	201.411 €	100 %
Fachadas	50.825 €	25 %
Particiones interiores	19.458 €	10 %
Vidrios	40.839 €	20 %
Suelos	90.288 €	45 %
IMPORTE DE MANTENIMIENTO ANUAL		
Mejora de la envolvente térmica	1.798 €	100 %
Fachadas	1.009 €	56 %
Particiones interiores	37 €	2 %
Vidrios	358 €	20 %
Suelos	395 €	22 %
IMPORTE MEDIO POR VIVIENDA		
Ejecución instalación	5.924 €	3 %
Mantenimiento instalación	53 €	3 %

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente



Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Mejora de la envolvente térmica

Financiación:

Préstamo + Ayuda PAREER

Actuación 1: Mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica

FINANCIACIÓN PAREER. MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA				
Escenario	Ayuda	Préstamo	Amortización	Fondos propios
Ayuda + Préstamo	60.423 €(30 %)	84.592 €(42 %)	7.304 €/año	56.395 €(28 %)
Sólo Ayuda	60.423 €(30 %)			140.987 €(70 %)
Sólo Préstamo		120.846 €(60 %)	10.434 €/año	80.564 €(40 %)
No hay financiación				201.411 €(100 %)

RESULTADOS ECONÓMICOS. GENERAL				
Entrega dineraria	Préstamo reembolsable	VAN (€)	TIR (%)	PAYBACK (AÑOS)
Si	Si	104.433	9	16
No	Si	49.105	5	21
Si	No	92.544	7	17
No	No	32.120	4	23



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

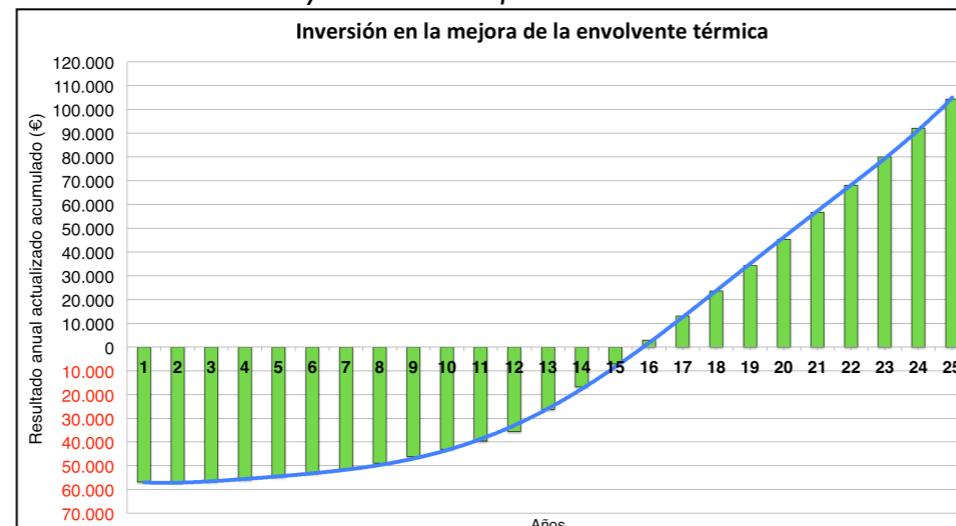
Conclusiones

Mejoras

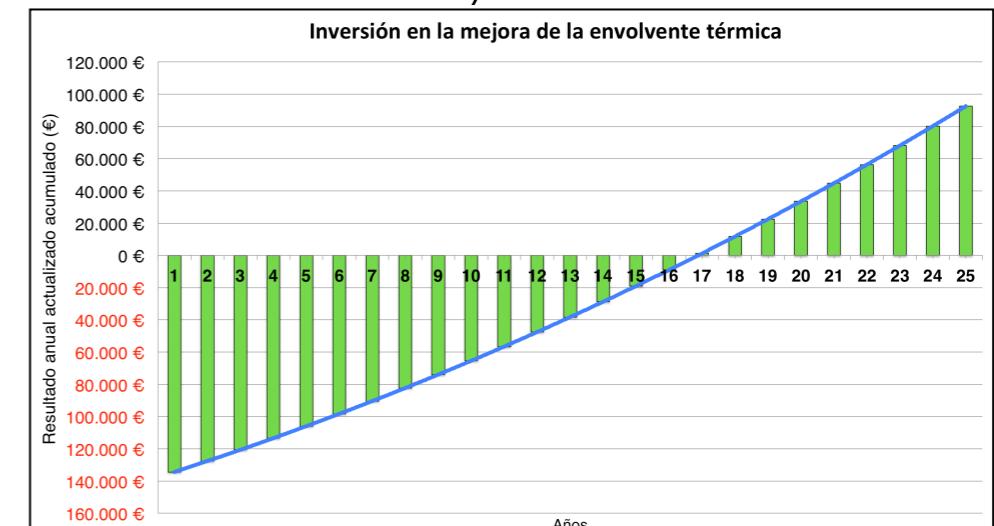
Mejora de la envolvente térmica

Resultados flujos de caja

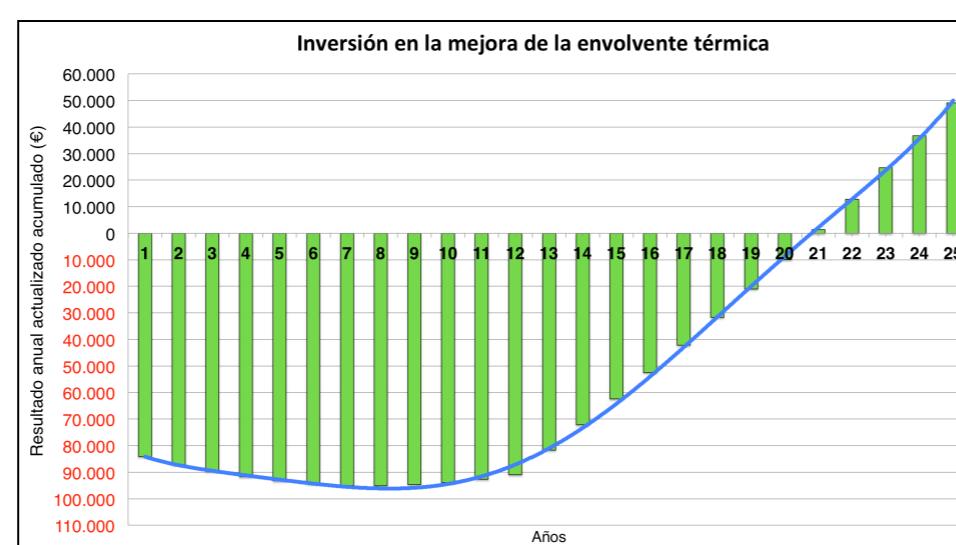
Ayuda + prestamo



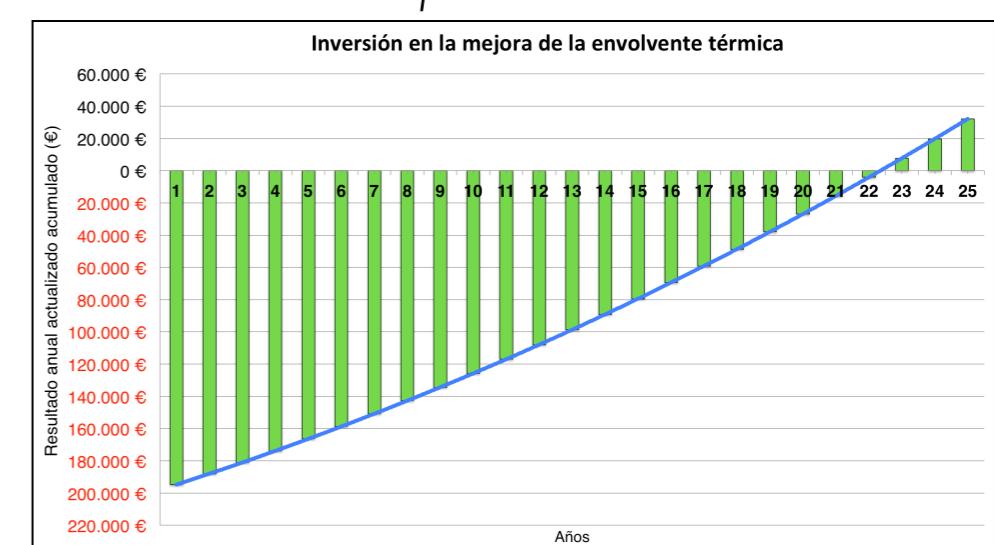
Ayuda



Préstamo



Sin financiación



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica



Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

2. *Energía solar térmica para ACS*

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

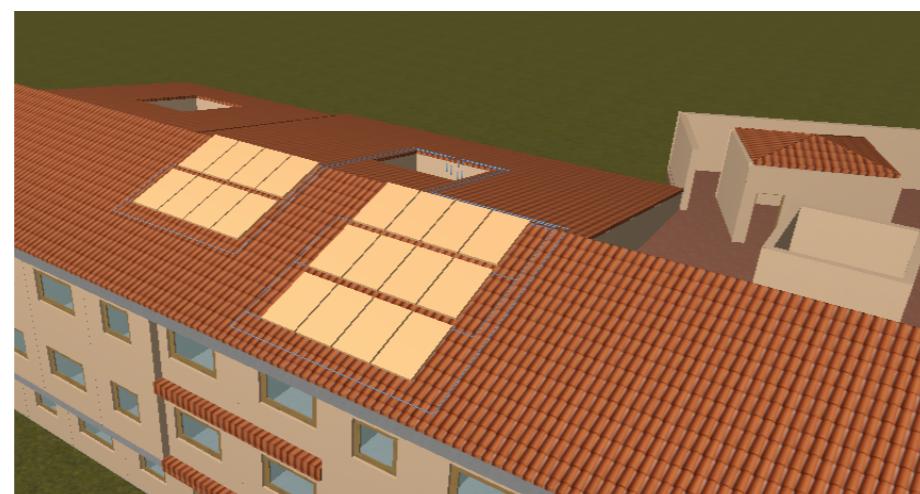
Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

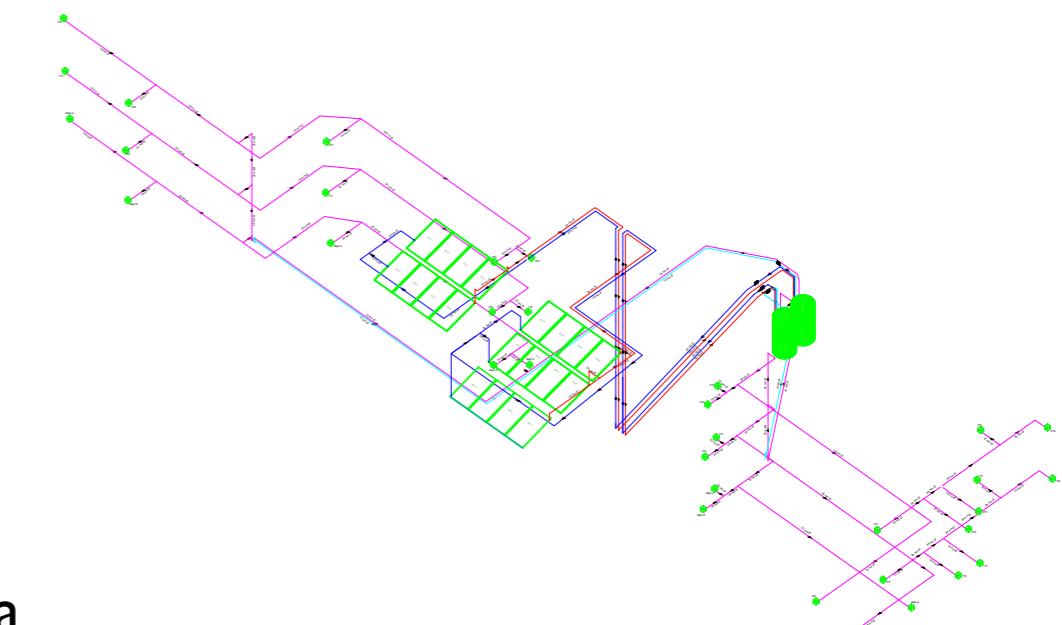
Conclusiones



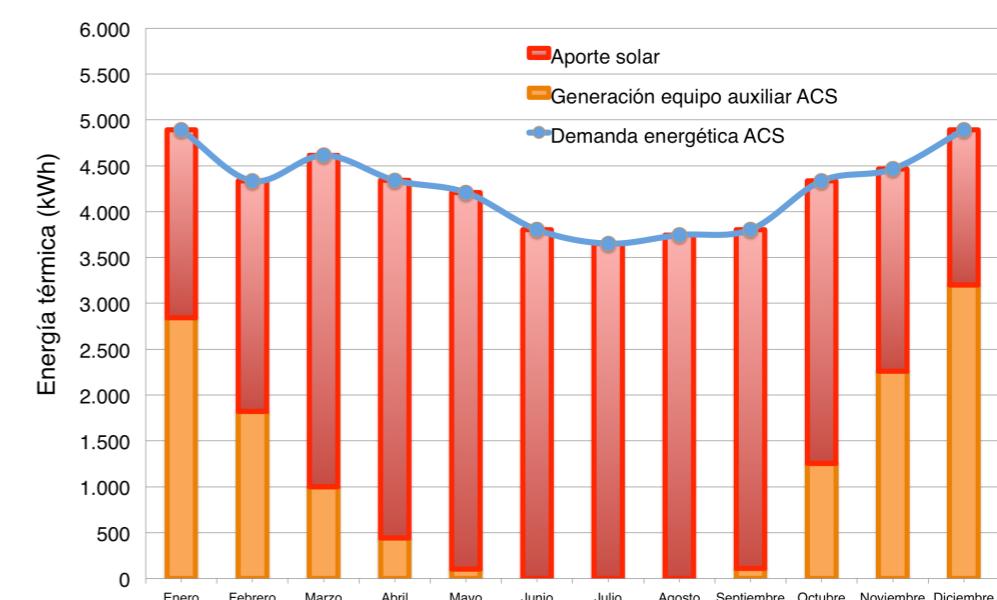
- Instalación apoyo ACS centralizada
- 20 Captadores “Saunier Duval”
- Sup. Captación: 47 m²
- Orientación: SO (45°)
- Inclinación: 18°
- Pérdidas totales: 12%
- Acumulación: 3.150 litros
- Cobertura anual: 74%
- Diseño: DB HE-4 CTE (2006)

Mejoras

Energía solar térmica para ACS



Instalación solar térmica para producción de ACS



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

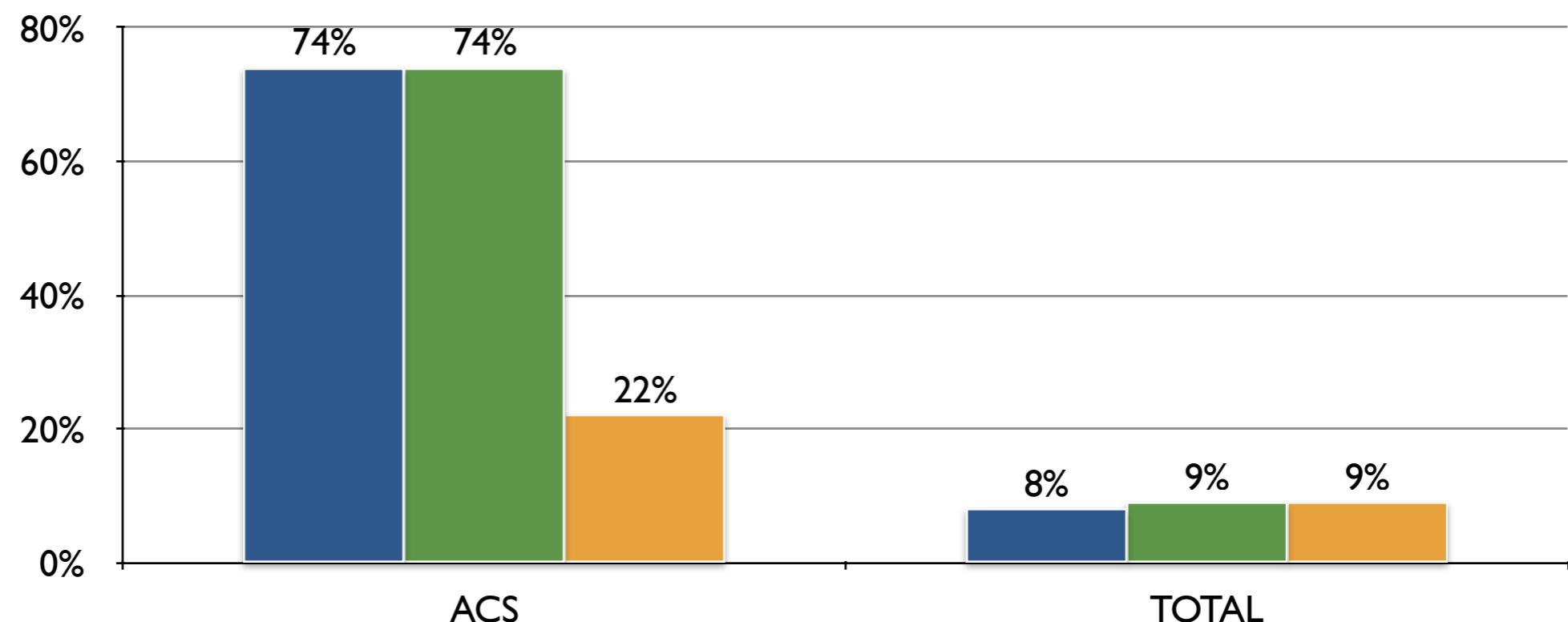
Mejoras

Energía solar térmica para ACS

Reducción consumo y emisiones

- Consumo Energía Final
- Consumo Energía Primaria
- Emisiones CO₂ ACS

Evita emitir 15 Toneladas CO₂



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Energía solar térmica para ACS

Calificación de eficiencia energética





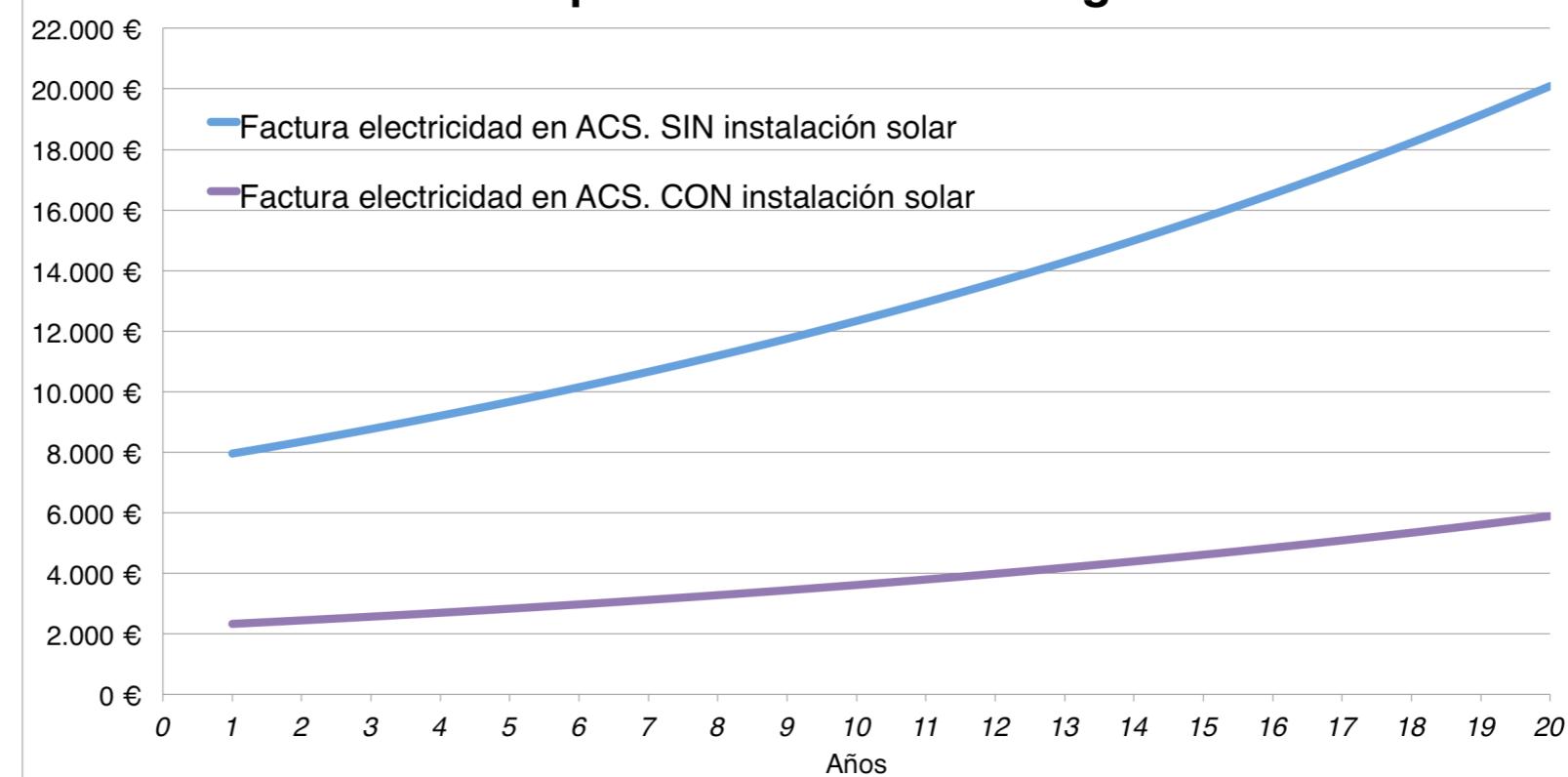
Mejoras

Energía solar térmica para ACS

Ahorro económico

GASTO ANUAL EN ELECTRICIDAD PARA ACS	
Gasto en electricidad. Edificio caso base	7.572 €
Gasto en electricidad. Edificio con ACS solar	2.219 €
Ahorro económico	5.353 €

Comparativa evolución de gastos



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica



Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Energía solar térmica para ACS

Coste de la mejora

CONCEPTO	IMPORTE	FRACCIÓN
IMPORTE DE EJECUCIÓN		
Instalación solar térmica ACS	57.027 €	100 %
Captación solar	16.576 €	29 %
Regulación y control	1.794 €	3 %
Fontanería	25.693 €	45 %
Acumulación	12.964 €	23 %
IMPORTE DE MANTENIMIENTO ANUAL		
Instalación solar térmica ACS	1.862 €	100 %
Captadores solares	1.260 €	68 %
Regulación y control	19 €	1 %
Fontanería	311 €	17 %
Acumulación	272 €	15 %
IMPORTE MEDIO POR VIVIENDA		
Ejecución instalación	1.677 €	3 %
Mantenimiento instalación	55 €	3 %



Mejoras

Energía solar térmica para ACS

Financiación: Préstamo PAREER

Actuación N°2 Caso SI

Actuación 2: Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación

$$1,170 \times P_{solar}^{0,9}$$

$$P_{solar} = \eta \times A \times G_{ref} \quad (kW)$$

FINANCIACIÓN PAREER INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA		
Principal del préstamo	27.164 €	48 %
Fondos propios	29.863 €	52 %
Cuota amortización anual	2.345€	8 %

$$A = P \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$$



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

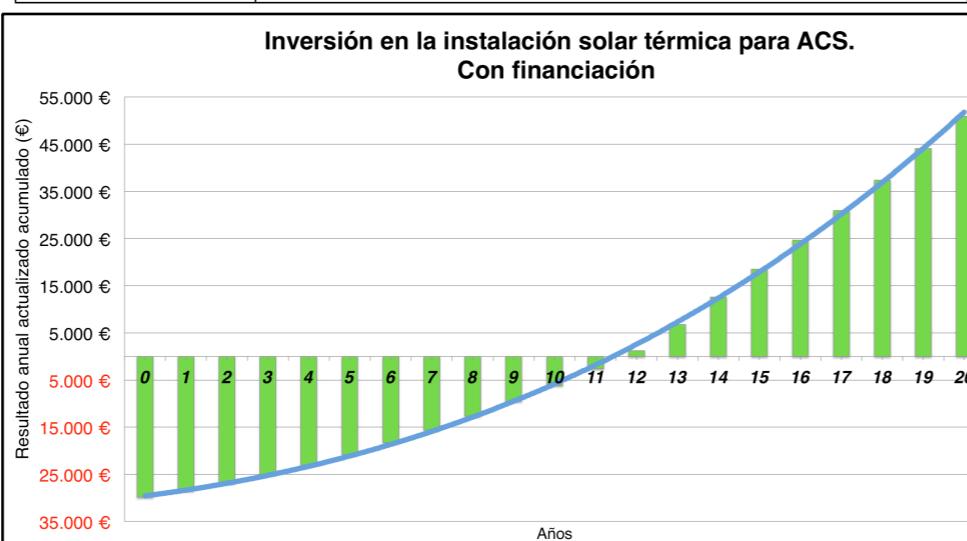


Mejoras

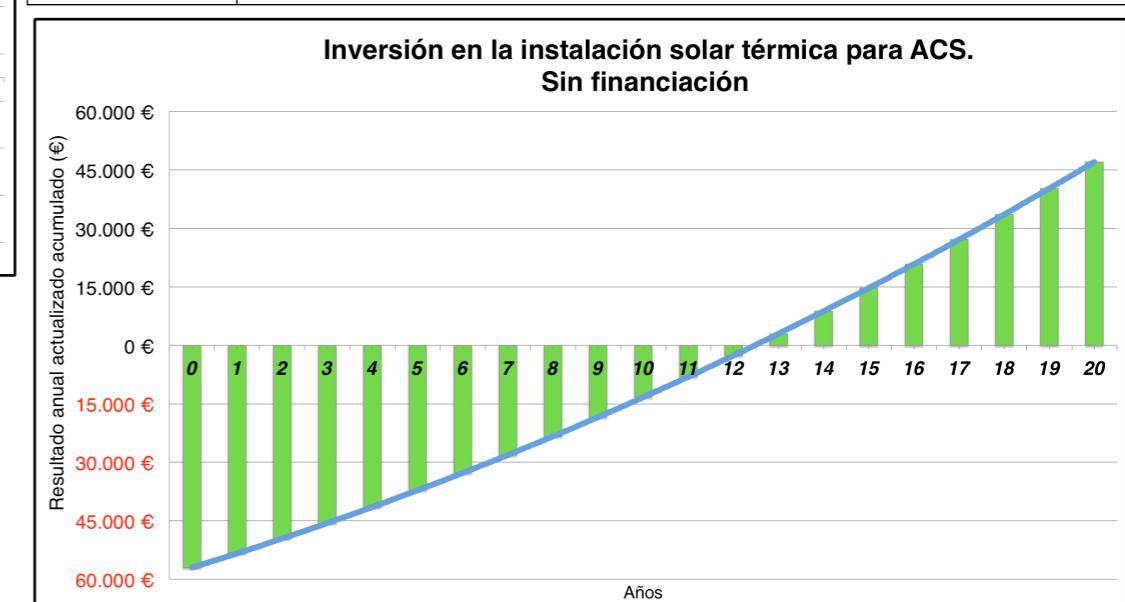
Energía solar térmica para ACS

Resultados evaluación económica

EVALUACIÓN ECONÓMICA INSTALACIÓN SOLAR ACS	
VAN	50.908 €
TIR	12 %
PAYBACK	12 años



EVALUACIÓN ECONÓMICA INSTALACIÓN SOLAR ACS. SIN FINANCIACIÓN	
VAN	47.090 €
TIR	9 %
PAYBACK	13 años



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

3. Aerotermia:

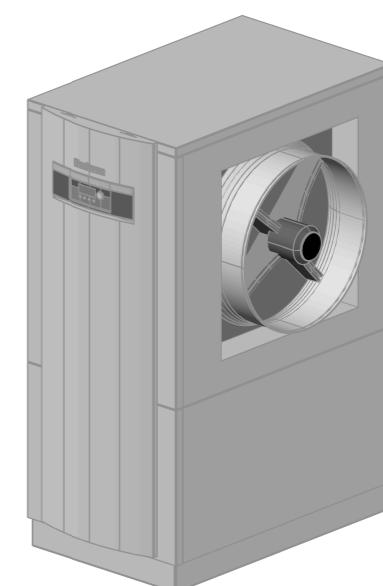
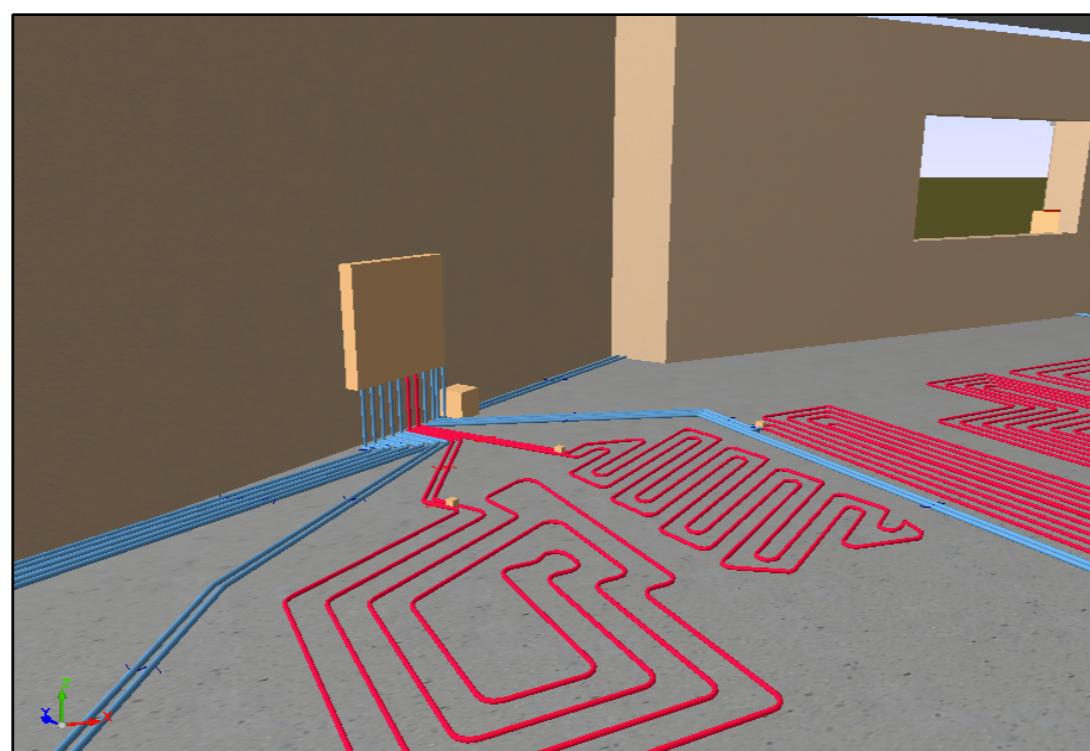
*Instalación de climatización
individual*



Mejoras

Aerotermia

- Bomba de calor: Buderus “Logatherm”
 P : 7,4 kW
 COP : 4,23
 EER : 2,86
 SPF : 2,87 > 2,5 (*Energía renovable*)
- Climatización invisible Uponor Iberia



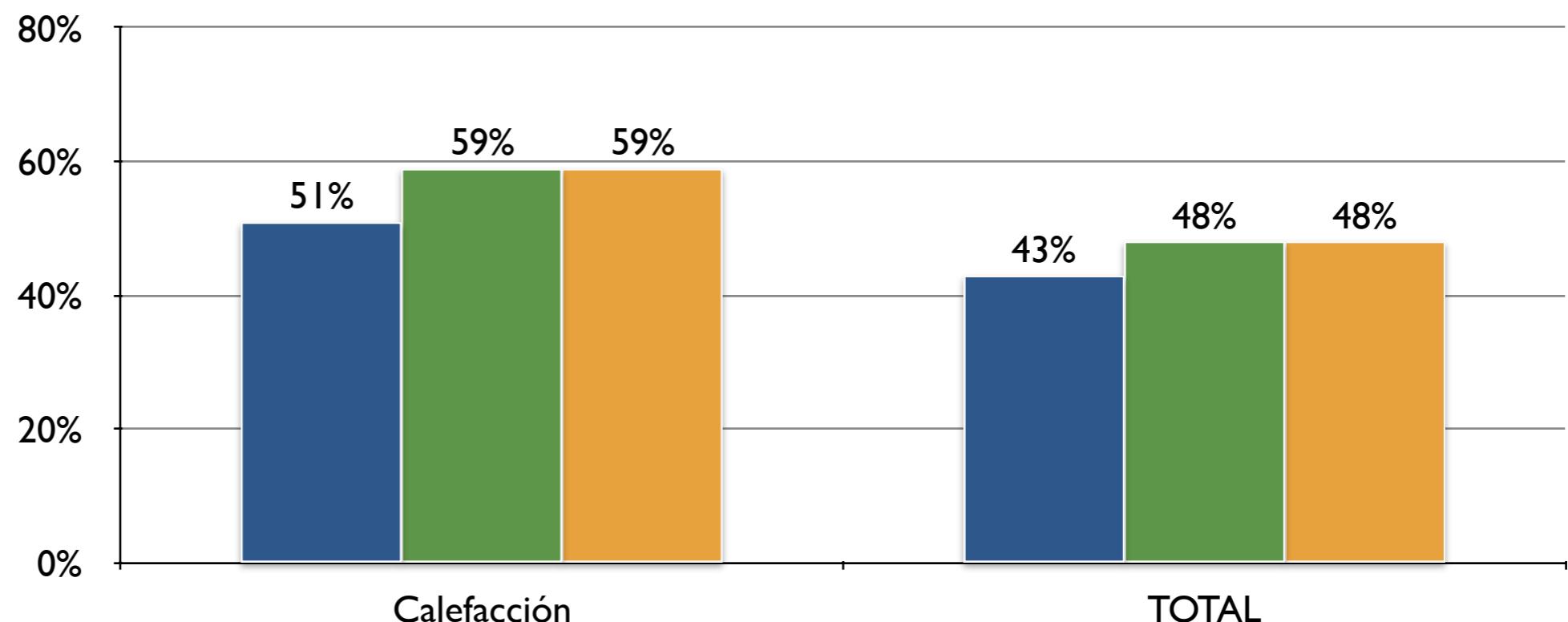
Mejoras

Aerotermia

Reducción consumo y emisiones

- Consumo Energía Final
- Consumo Energía Primaria
- Emisiones CO₂ ACS

Evita emitir 80 Toneladas CO₂



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Aerotermia

Calificación de eficiencia energética



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

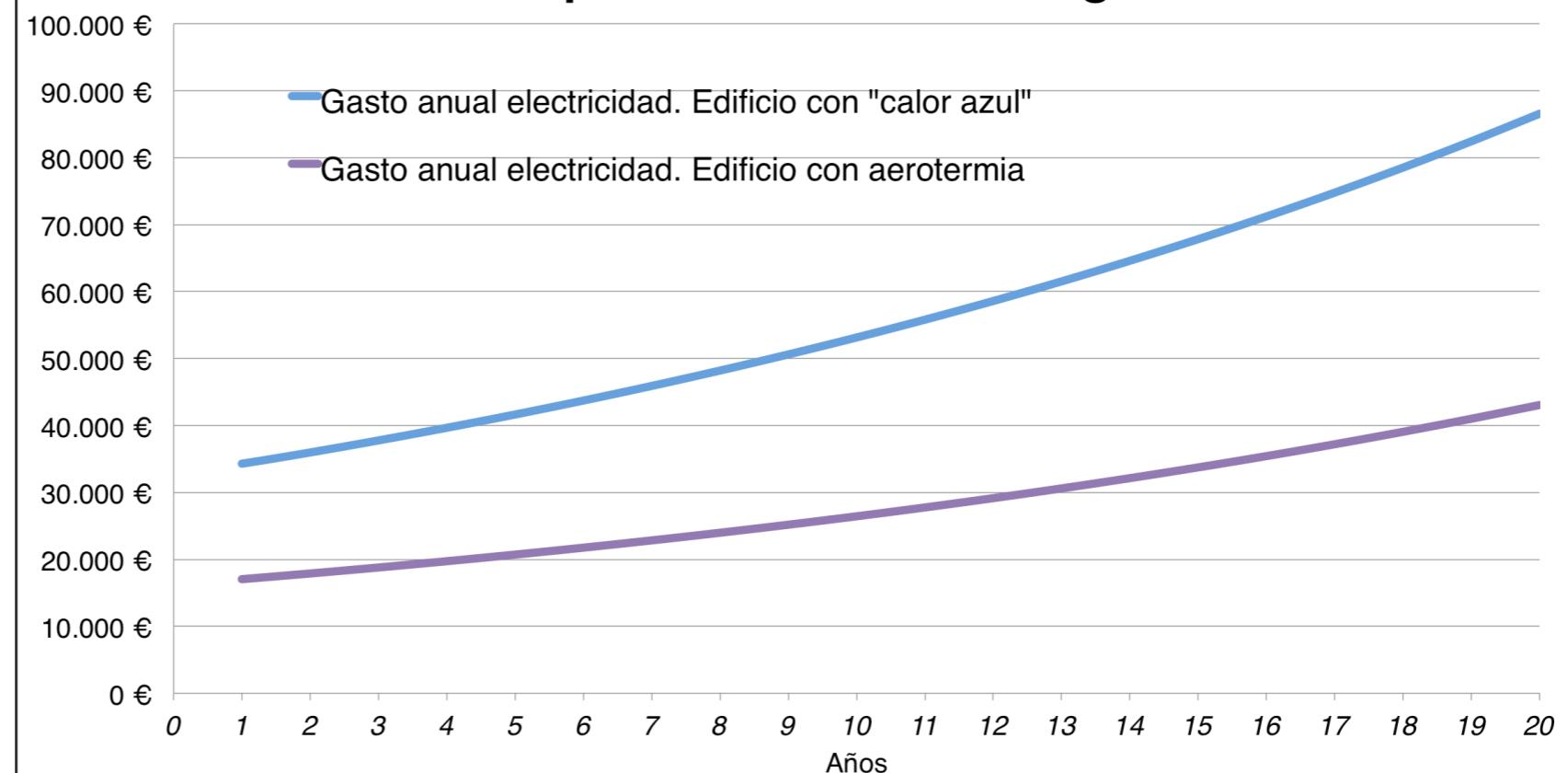
Mejoras

Aerotermia

Ahorro económico

GASTO ANUAL EN ELECTRICIDAD PARA CALEFACCIÓN	
Edificio con calor azul	16.230€
Edificio con aerotermia	32.632€
Ahorro económico	16.402€

Comparativa evolución de gastos



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

Aerotermia

Coste de la mejora

CONCEPTO	IMPORTE	FRACCIÓN
IMPORTE DE EJECUCIÓN		
Instalación aerotermia	435.450 €	100 %
Bombas de calor	188.671 €	43 %
Instalación suelo radiante	228.789 €	53 %
Fontanería	17.990 €	4 %
IMPORTE DE MANTENIMIENTO ANUAL		
Instalación aerotermia	2.125 €	100 %
Bombas de calor	2.125 €	76 %
Instalación suelo radiante	1.031 €	18 %
Fontanería	300 €	9 %
IMPORTE MEDIO POR VIVIENDA		
Ejecución instalación	12.807 €	3 %
Mantenimiento instalación	102 €	3 %

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Aerotermia

Financiación: Préstamo PAREER

Actuación N°2 Caso C2

Actuación 2: Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación

$$2070 \times P^{0,62}; \quad P \text{ (kW)}$$

AGENTES	CONSTRUCTOR/PROMOTOR	PROPIETARIO INDIVIDUAL
Nº bombas de calor	34	1
Potencia térmica del generador	241,6 kW	7,4 kW
Principal del préstamo según (5.4)	63.740€ 15%	7.160€ 56%
Cuota de amortización anual	5.503 €	618€
Fondos propios inversión	371.710 € (85 %)	5.648€ (44 %)



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

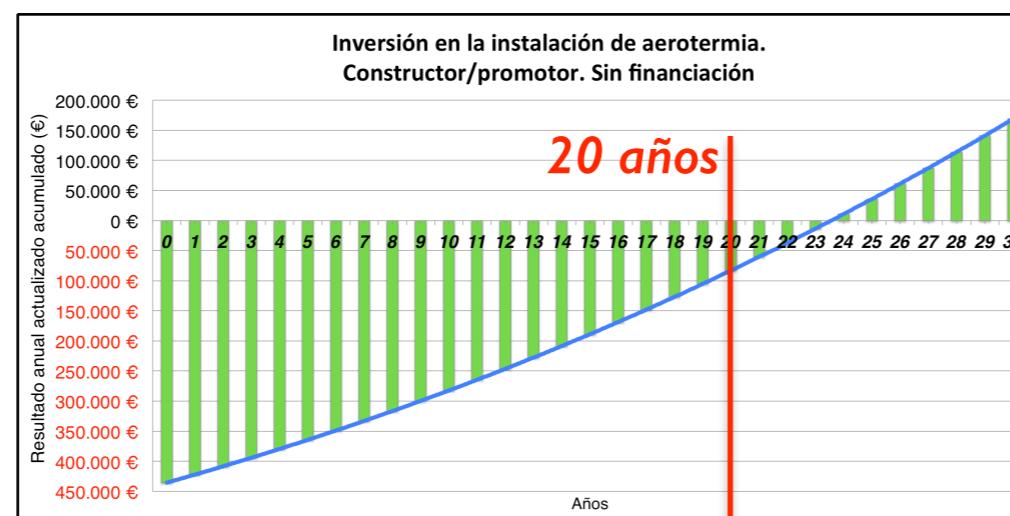
Aerotermia

Resultados evaluación económica

Con Financiación



Sin Financiación



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

4. Biomasa:

Instalación de calefacción y ACS centralizada

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

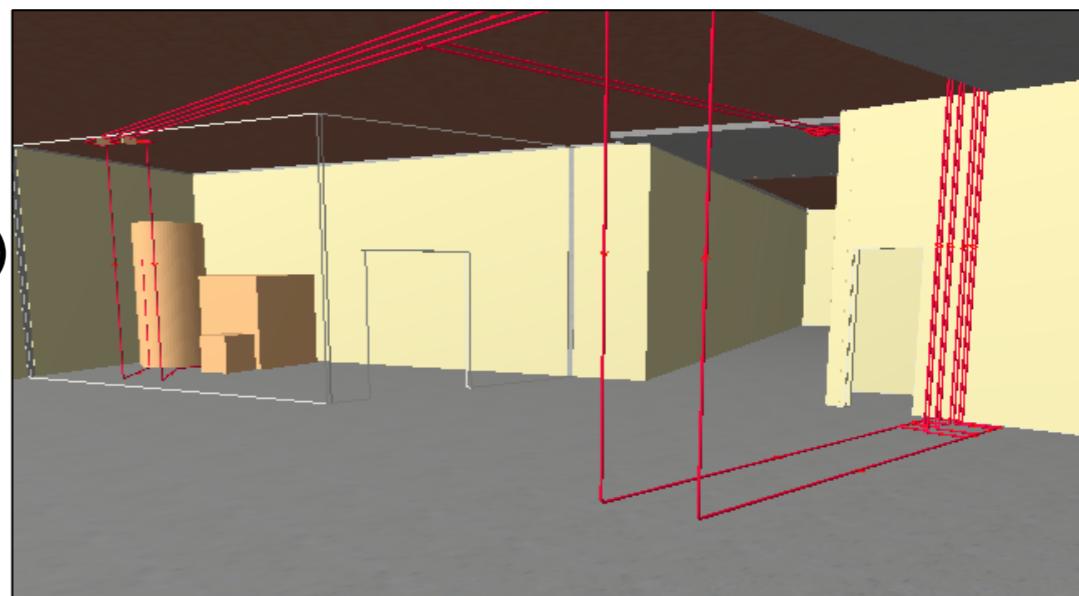
Biomasa

- Caldera pellets Firematiz HERZ

$P : 54,8 — 201 \text{ kW}$

$n: 93\%$

- Depósito tejido sintético pellets (3,2 tn)
- Kit extractor para alimentación
- Tanque de Inercia 3.000 litros
- Volumen de acumulación para ACS
- Climatización invisible Uponor Iberia



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



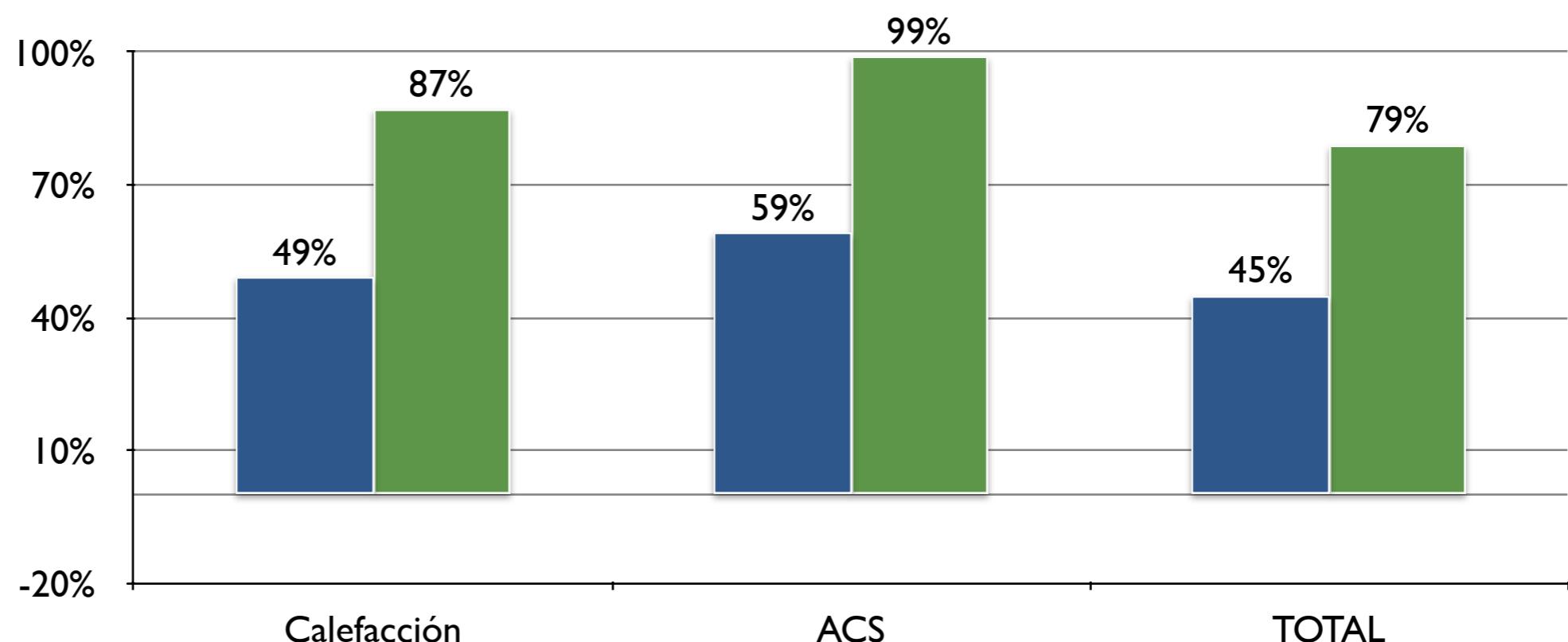
Mejoras

Biomasa

Reducción consumo y emisiones

Consumo Energía Primaria
Emisiones CO2 ACS

Evita emitir 133 Toneladas CO2



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Biomasa

Calificación de eficiencia energética



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



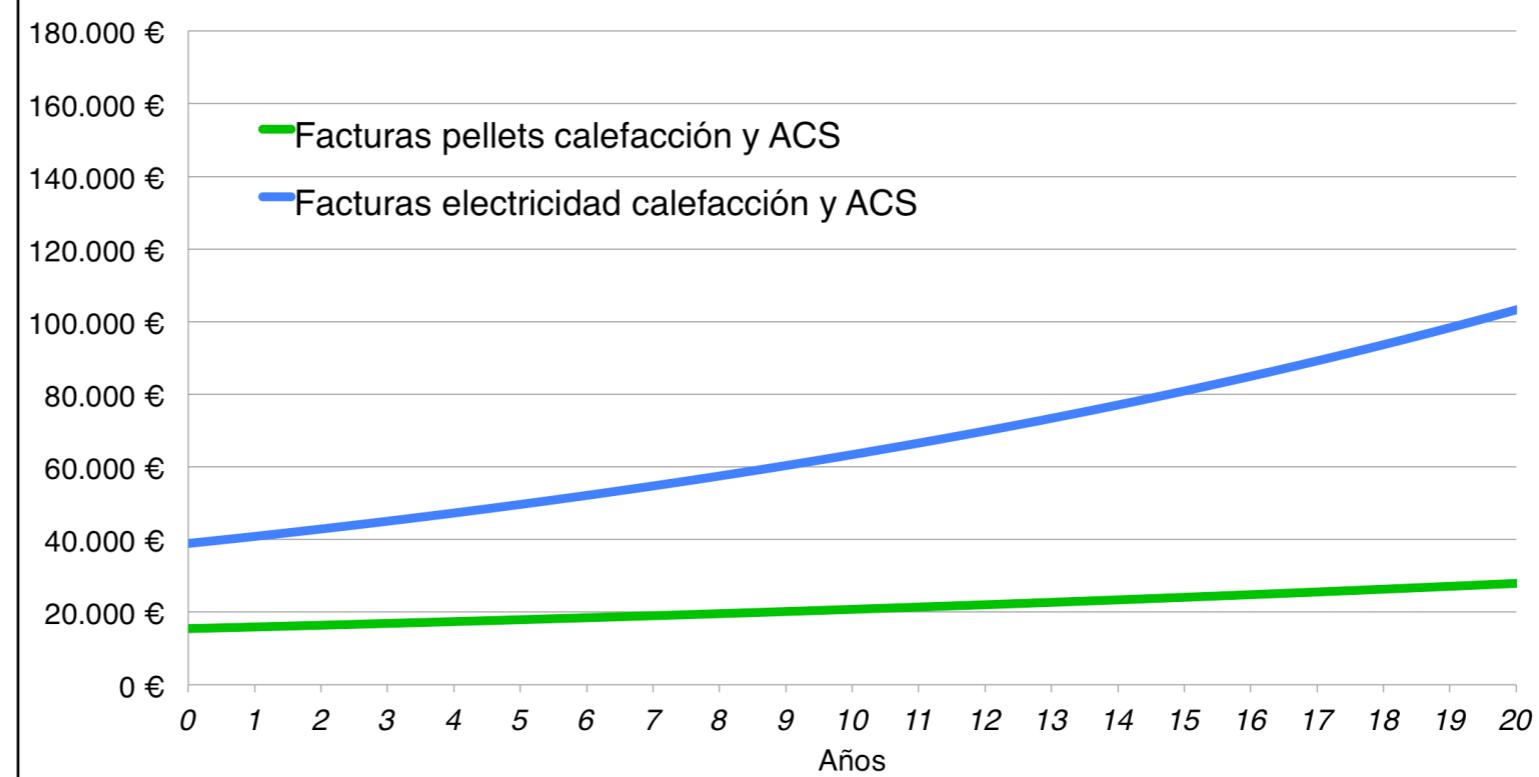
Mejoras

Biomasa

Ahorro económico

GASTO ANUAL EN CALEFACCIÓN Y ACS	
Edificio caso base. Electricidad	37.064 €
Edificio con instalación de biomasa. Pellets	15.016 €
Ahorro económico	22.049 €

Comparativa evolución de gastos



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

Biomasa

Coste de la mejora

CONCEPTO	IMPORTE	FRACCIÓN
IMPORTE DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN		
Instalación biomasa	324.350 €	100 %
Equipamiento biomasa	48.769 €	15 %
Instalación suelo radiante	228.862 €	71 %
Fontanería	46.720 €	14 %
IMPORTE DE MANTENIMIENTO ANUAL		
Instalación biomasa	3.266 €	100 %
Equipamiento biomasa	1.514 €	46 %
Instalación suelo radiante	1.144 €	35 %
Fontanería	608 €	19 %
IMPORTE MEDIO POR VIVIENDA		
Ejecución instalación	9.540 €	3 %
Mantenimiento instalación	96 €	3 %

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

Biomasa

Financiación: Préstamo PAREER

Actuación N°3 Caso B1

Actuación 3: Sustitución de energía convencional por biomasa en las instalaciones térmicas

$$440 \times P^{0,87}; \quad P(kW)$$

FINANCIACIÓN PAREER. INSTALACIÓN DE BIOMASA		
Principal del préstamo	44.193 €	14 %
Fondos propios	280.158 €	86 %
Cuota amortización anual	3.816€	1,2 %

Índice**Motivación****Caso de estudio****Análisis energético****Mejoras**

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa**Conclusiones**

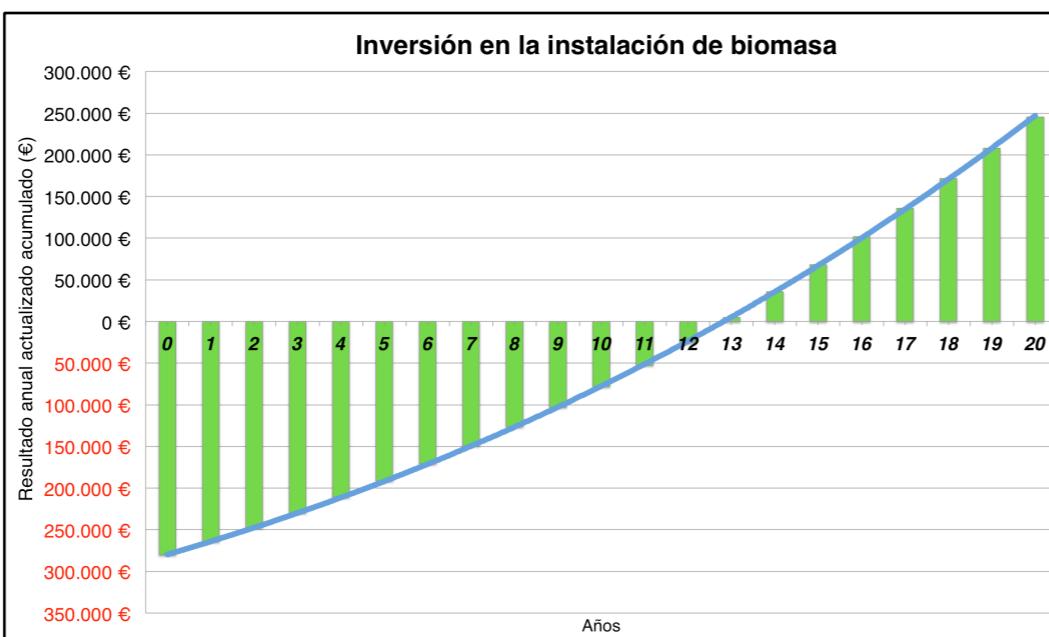
Mejoras

Biomasa

Resultados evaluación económica

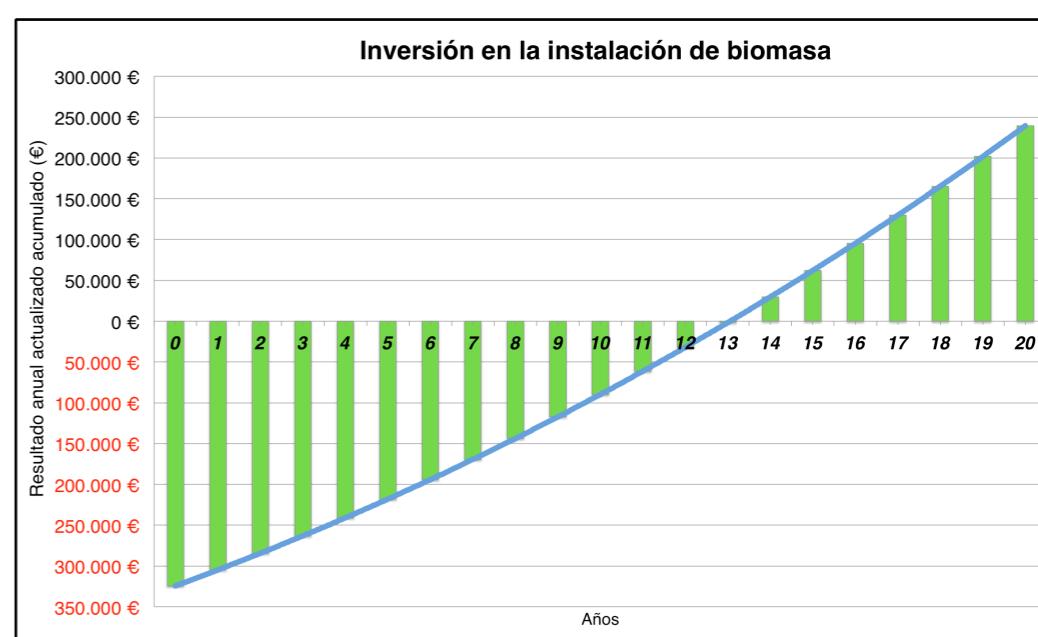
Con Financiación

EVALUACIÓN ECONÓMICA INSTALACIÓN BIOMASA	
VAN	245.713 €
TIR	9 %
Payback	13 años



Sin Financiación

EVALUACIÓN ECONÓMICA INSTALACIÓN BIOMASA	
VAN	239.502 €
TIR	8 %
Payback	14 años



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

5. Gasóleo:

*Instalación de calefacción y ACS
centralizada*

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

Gasóleo

- Caldera baja temperatura Buderus Logano,
Potencia modulan: 171-200 kW
Rendimiento: 93%
- Depósito de superficie para gasóleo 7500 litros
- Volumen de acumulación para ACS.
- Climatización invisible Uponor Iberia



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

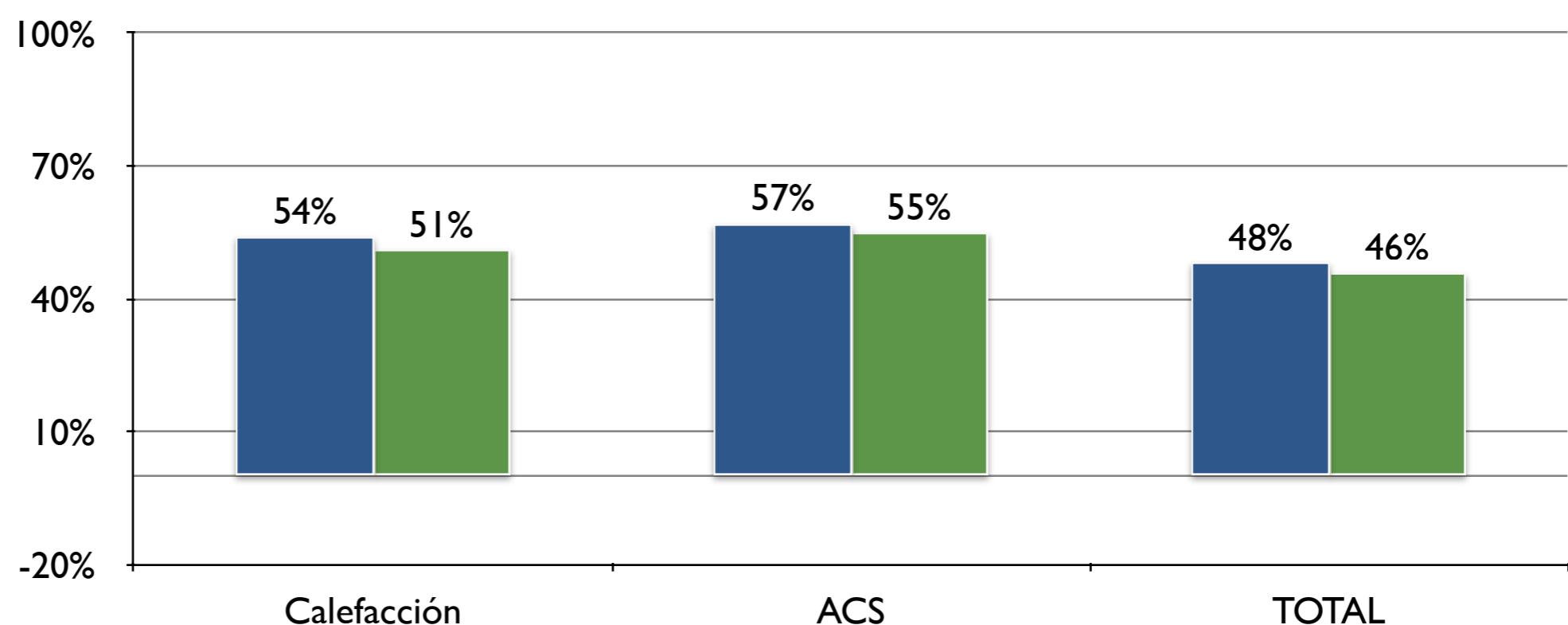
Mejoras

Gasóleo

Reducción consumo y emisiones

Consumo Energía Primaria
Emisiones CO2 ACS

Evita emitir 77 Toneladas CO2



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

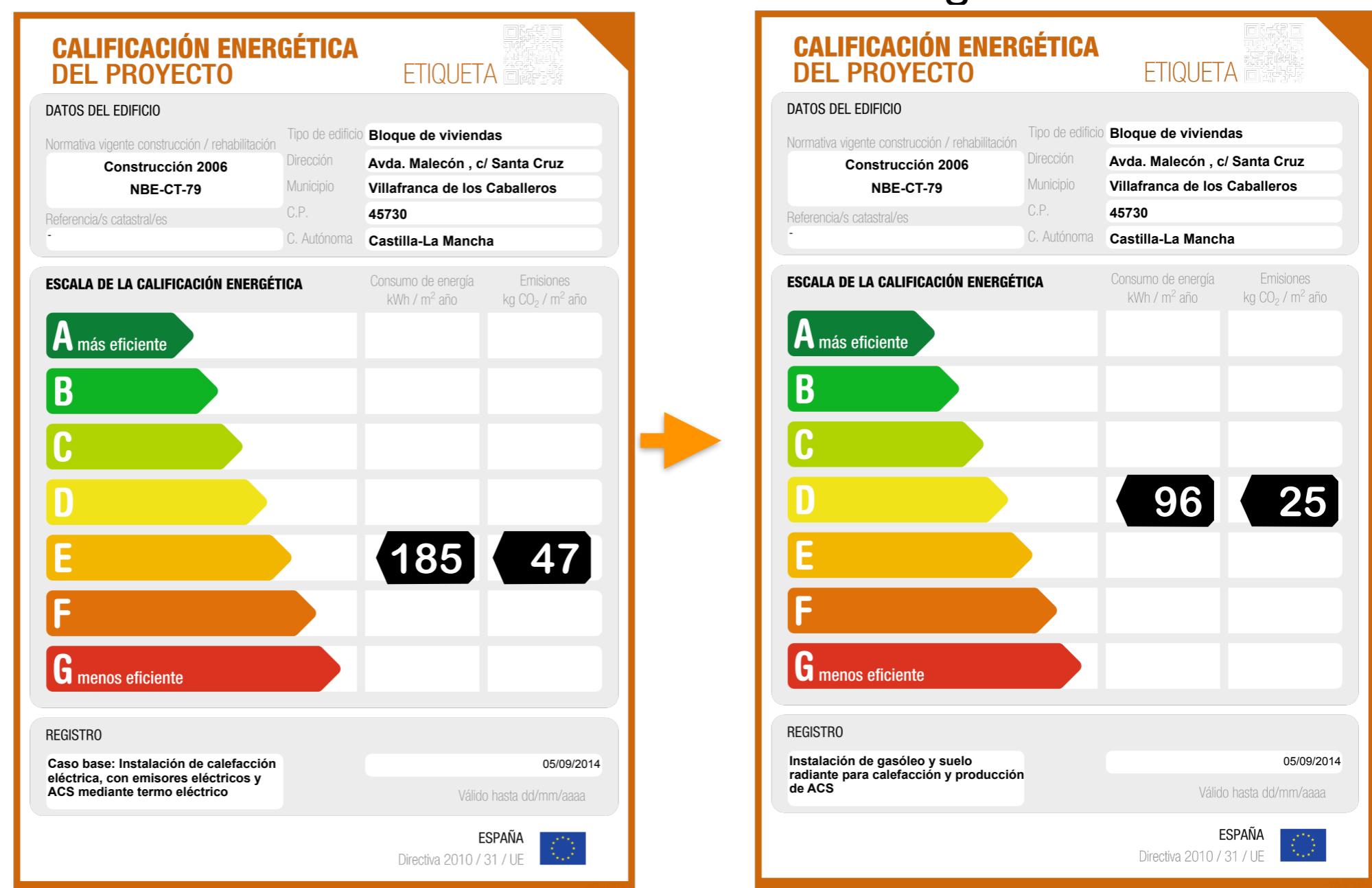
Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Gasóleo

Calificación de eficiencia energética



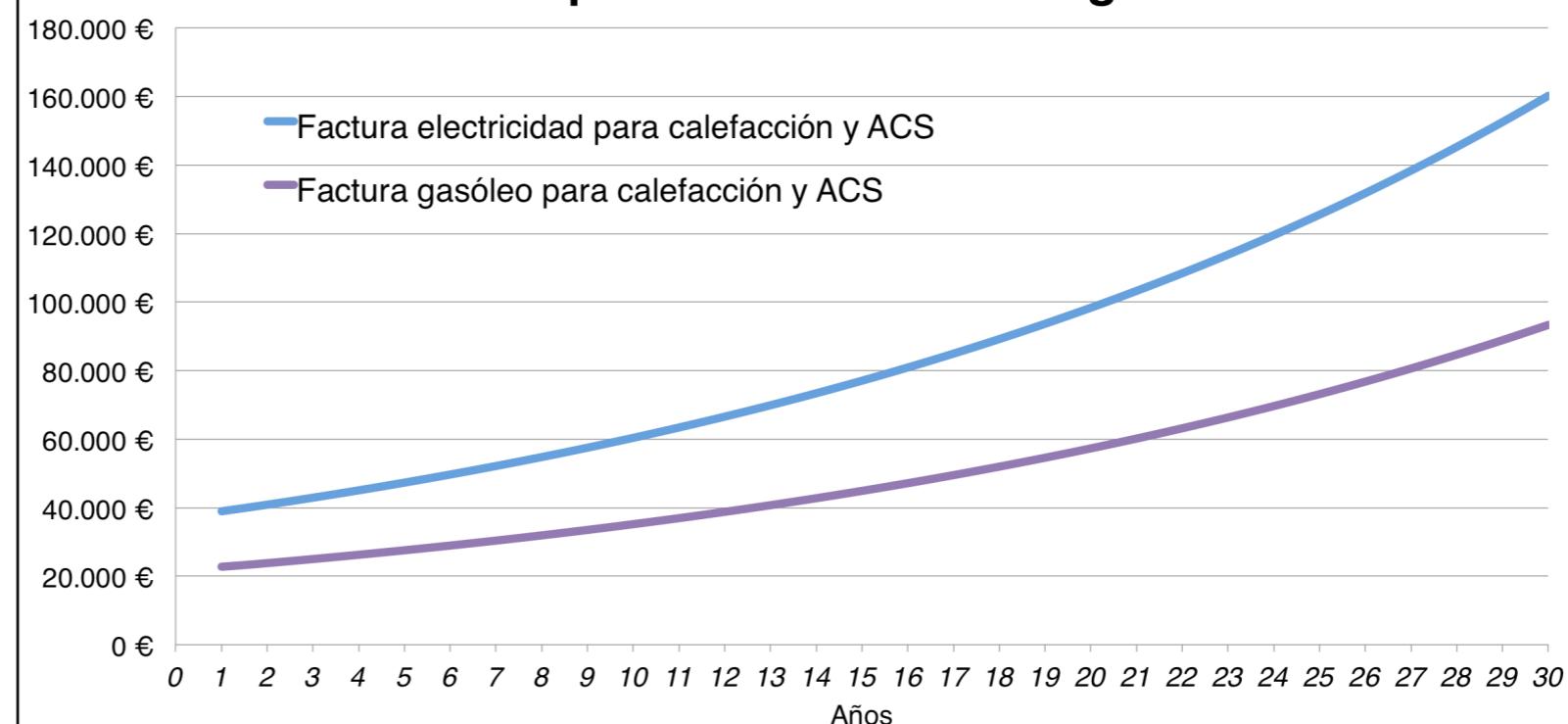
Mejoras

Gasóleo

Ahorro económico

GASTO ANUAL EN CALEFACCIÓN Y ACS	
Edificio caso base. Electricidad	37.064 €
Edificio con instalación de gasóleo	21.594 €
Ahorro económico	15.470 €

Comparativa evolución de gastos



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo



Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Gasóleo

Coste de la mejora

CONCEPTO	IMPORTE	FRACCIÓN
IMPORTES DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN		
Instalación de gasóleo	287.828 €	100 %
Equipamiento gasóleo	11.992 €	4 %
Instalación suelo radiante	228.862 €	80 %
Fontanería	46.974 €	16 %
IMPORTES DE MANTENIMIENTO ANUAL		
Instalación de gasóleo	2.234 €	100 %
Equipamiento gasóleo	480 €	21 %
Instalación suelo radiante	1.144 €	51 %
Fontanería	610 €	27 %
IMPORTES MEDIOS POR VIVIENDA		
Ejecución instalación	8.466 €	3 %
Mantenimiento anual	66 €	3 %

Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones



Mejoras

Gasóleo

Financiación: Préstamo PAREER

Actuación N°2 Caso CI

Actuación 2: Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación

$$2070 \times P^{0,62}; \quad P(kW)$$

FINANCIACIÓN PAREER. INSTALACIÓN DE GASÓLEO

Principal del préstamo	55.285 €	19 %
Fondos propios	232.542 €	81 %
Cuota amortización anual	4.773€	1,7 %



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Mejora de la envolvente

Energía solar térmica

Aerotermia

Biomasa

Gasóleo

Comparativa

Conclusiones

Mejoras

Resultados evaluación económica

Con Financiación

RESULTADOS EVALUACIÓN ECONÓMICA

VAN **-25.037 €**

TIR **2 %**

Payback **No se recupera la inversión en 20 años**

Sin Financiación

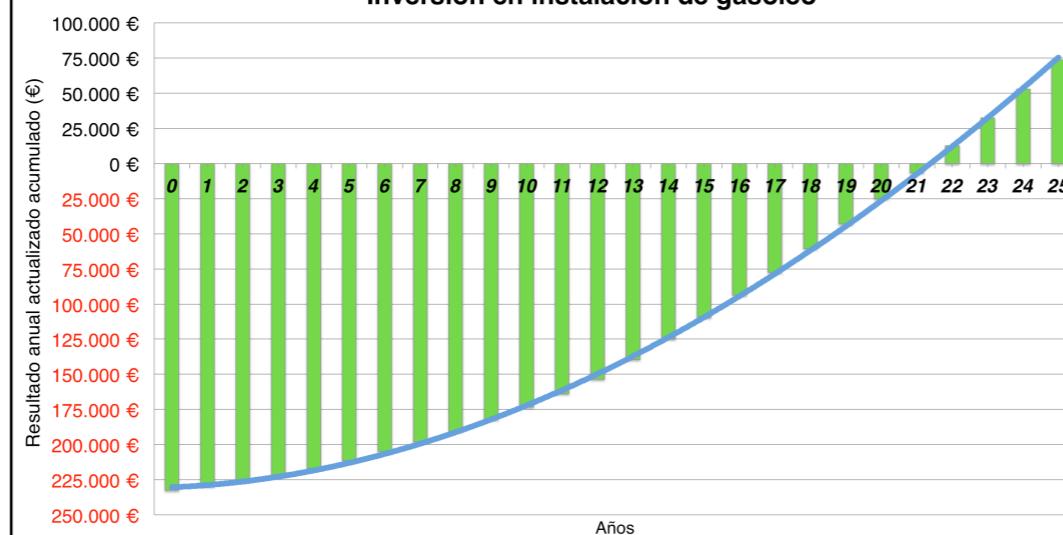
RESULTADOS EVALUACIÓN ECONÓMICA

VAN **-32.807 €**

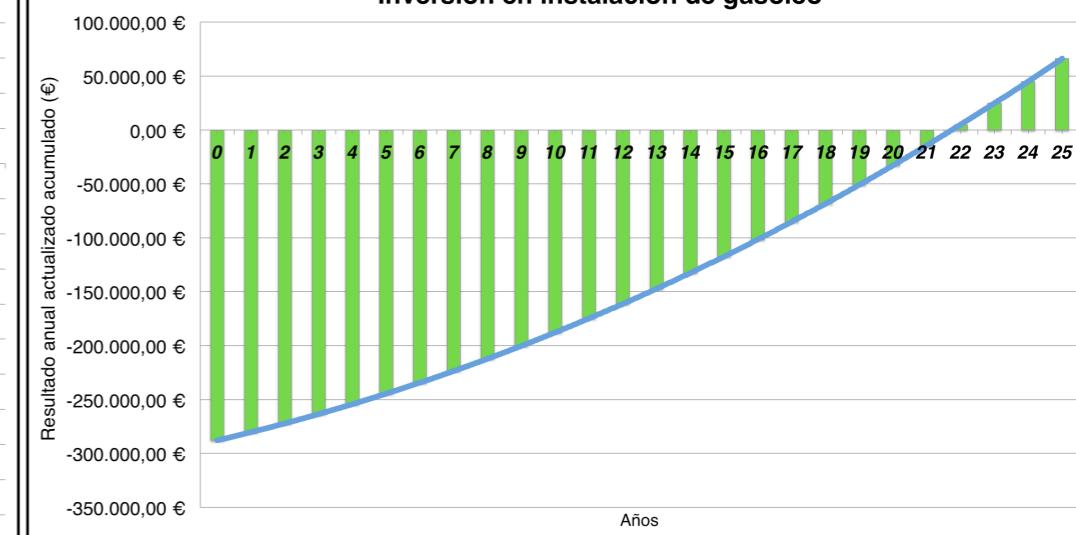
TIR **2 %**

Payback **No se recupera la inversión en 20 años**

Inversión en instalación de gasóleo



Inversión en instalación de gasóleo



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones



5. Comparativa Final

Índice

Motivación

Caso de estudio

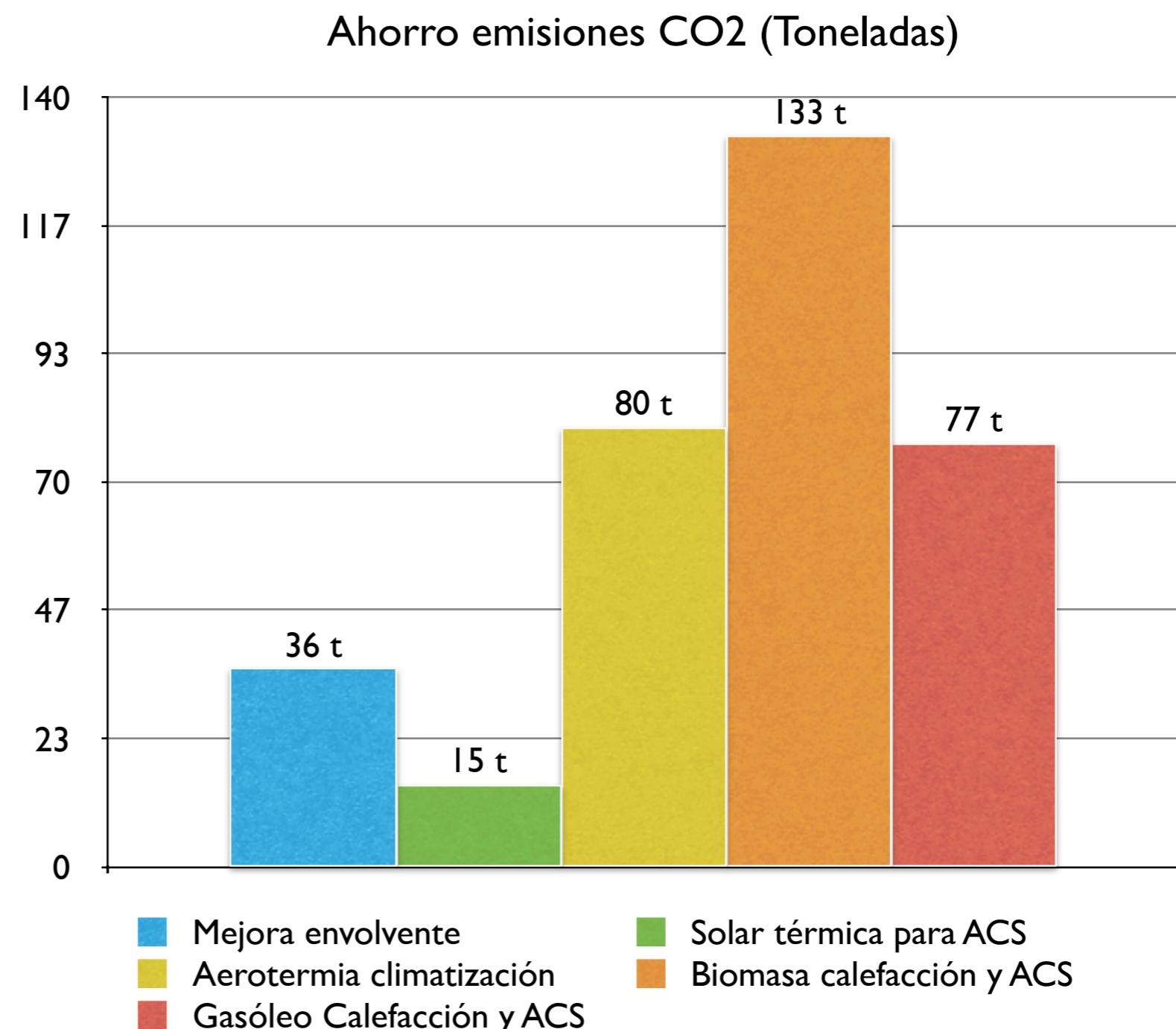
Análisis energético

Mejoras

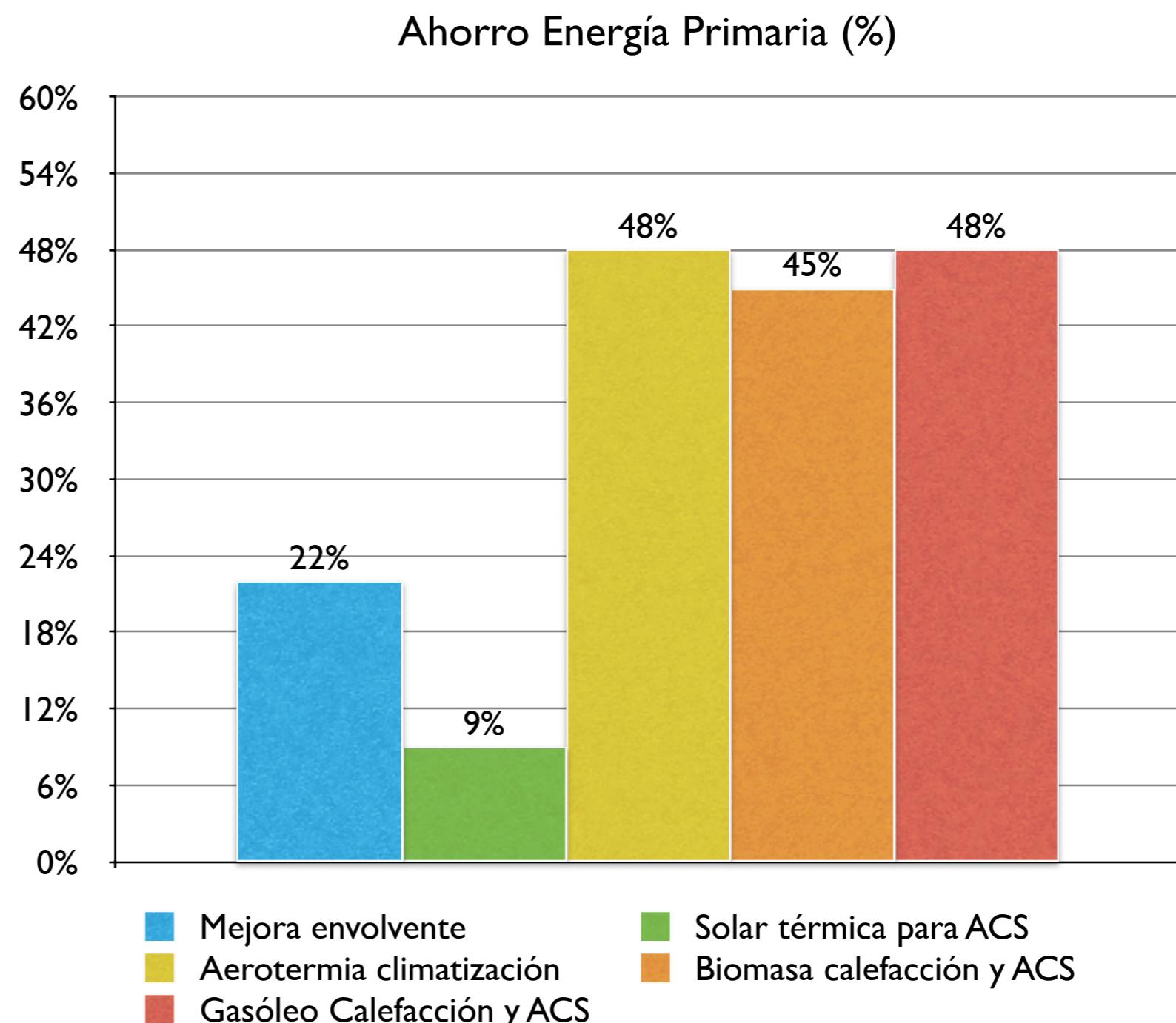
Comparativa

Conclusiones

Comparativa



Comparativa



Índice

Motivación

Caso de estudio

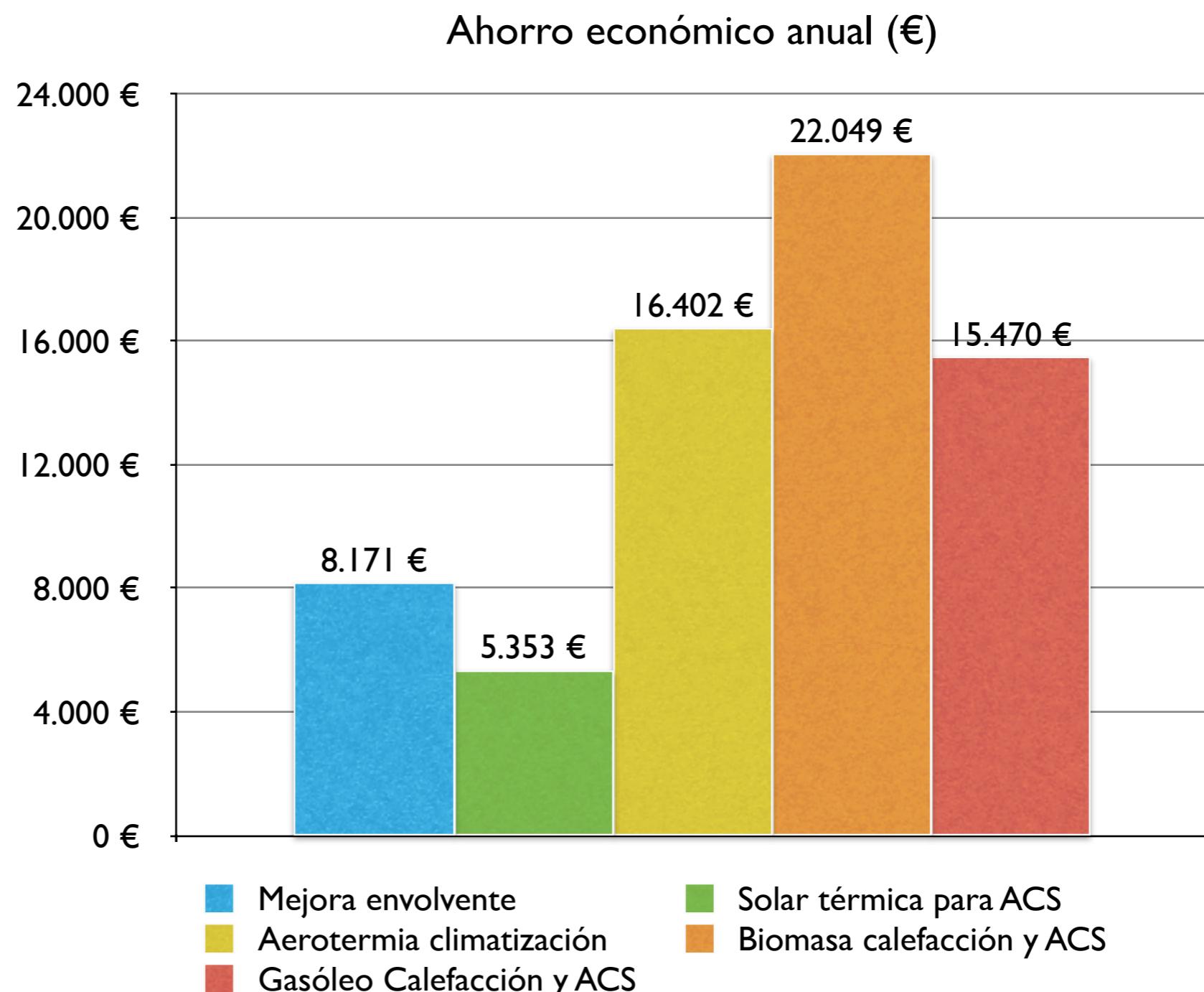
Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones

Comparativa



Índice

Motivación

Caso de estudio

Análisis energético

Mejoras

Comparativa

Conclusiones



6. Conclusiones



Conclusiones

1. Mejorar la envolvente térmica no mejora la calificación.
2. Aerotermia y Gasóleo NO son viables.
3. Escaso impacto de la instalación solar para ACS.
4. La instalación de biomasa resulta ser la mejor propuesta.
No obstante:
 - Inversión inicial elevada
 - Recuperación a medio-largo plazo
 - Dependencia precio pellets y garantía de suministro
5. Oportunidad para el sector edificación.
6. Permite cumplimiento objetivo europeo “20/20/20”.



ARQUINUR
ARQUITECTURA
INGENIERIA Y URBANISMO



Muchas gracias
por su atención