



# **TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL GRAO DE CASTELLÓ**



Autor: VICENT BODÍ ORTELLS

Tutora: MARIA JOSE RUÁ AGUILAR

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

Vicent Bodí Ortells

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	ANTECEDENTES.....	6
3	FASES DEL TRABAJO Y METODOLOGÍAS UTILIZADAS.....	11
4	RESULTADOS.....	13
4.1	DEFINICIÓN DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE CUBIERTA.....	13
4.1.1	CUBIERTA ORIGINAL.....	14
4.1.2	CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO SOBREELEVADO (VENTILADA).....	15
4.1.3	CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO CERÁMICO ADHERIDO (APLACADA).....	16
4.1.4	CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO PERMEABLE.....	17
4.2	SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	18
4.3	IDENTIFICACIÓN EDIFICIOS REPRESENTATIVOS DEL ÁREA.....	19
4.4	SIMULACIÓN COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO EDIFICIO TIPO.....	33
4.4.1	SIMULACIÓN EDIFICIO TIPO ORIGINAL CON CERMA v5_11.....	33
4.4.2	SIMULACIÓN EDIFICIO TIPO ORIGINAL CON CEX v2.3.....	34
4.5	SIMULACIÓN CON CERMA v5_11, CASOS DE REHABILITACIÓN.....	36
4.5.1	CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO SOBREELEVADO (VENTILADA).....	36
4.5.2	CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO ADHERIDO.....	38
4.5.3	CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO PERMEABLE.....	40
4.6	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ENERGÉTICOS OBTENIDOS.....	42
4.7	ESTUDIO CUBIERTA CON PAVIMENTO FILTRANTE.....	45
4.7.1	INVERLOSA CON AISLANTE XPS DE 40 mm DE ESPESOR.....	46
4.7.2	INVERLOSA CON AISLANTE XPS DE 50 mm DE ESPESOR.....	46
4.7.3	INVERLOSA CON AISLANTE XPS DE 60 mm DE ESPESOR.....	47
4.7.4	INVERLOSA CON AISLANTE XPS DE 80 mm DE ESPESOR.....	47
4.7.5	COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL ENERGÉTICO.....	48
4.7.6	COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL ECONÓMICO.....	49
4.7.7	COSTE DE EJECUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE LA CUBIERTA.....	50

Vicent Bodí Ortells

4.8	ANÁLISIS ECONÓMICO- RETORNO DE LA INVERSIÓN .....	55
4.8.1	ÁNÁLISIS ESTÁTICO.....	56
4.8.2	ÁNÁLISIS DINÁMICOS.....	57
4.8.3	RESUMEN DIFERENTES ANÁLISIS DINÁMICOS .....	66
4.9	EXTRAPOLACIÓN DE VALORES A ESCALA DE BARRIO .....	67
5	CONCLUSIONES .....	69
6	AGRADECIMIENTOS.....	71
7	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....	72
8	ANEXOS .....	73
8.1	ANEXO I-CEE EDIFICIO ORIGINAL, REALIZADO CON CERMA v5_11 .....	73
8.2	ANEXO II-CEE EDIFICIO ORIGINAL, REALIZADO CON CEX v2.3 .....	84
8.3	ANEXO III-CEE CUBIERTA CON PAVIMENTO SOBREELEVADO.....	92
8.4	ANEXO IV-CEE CUBIERTA CON PAVIMENTO ADHERIDO .....	103
8.5	ANEXO V-CEE CUBIERTA CON PAVIMENTO PERMEABLE.....	114
8.6	ANEXO VI-CEE CUBIERTA CON LOSA FILTRANTE DE 80mm AISLANTE XPS.....	125
8.7	ANEXO VII-FICHA CATASTRAL DE ALCOCEBRE, 45 .....	136
8.8	ANEXO VIII-TABLAS EXCEL.....	137
8.9	ANEXO IX-PLANOS DETRABAJO.....	138

## 1 INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética de los edificios es objeto de análisis en los últimos años, siendo conscientes de la necesidad y la oportunidad que edificios más eficientes suponen en la consecución de economías bajas en carbono. En el año 2018, en la UE, los edificios residenciales representaron el 27% de los consumos de energía y los no residenciales el 14%. La suma indica que los edificios representan más del 40% de los consumos energéticos en Europa. En España, los consumos fueron un poco inferiores que en Europa porque el clima invernal es menos severo y los edificios residenciales representaron el 18%, en lugar del 27% de media europea, y los edificios no residenciales el 14%, prácticamente igual que el caso europeo. Aun así, en total en España el 32% de los consumos energéticos se dan en edificación, representando casi un tercio.

Pero además de que los edificios son uno de los grandes emisores de gases de efecto invernadero y consumidores en el mundo, en Europa y en España, los edificios existentes son muy poco eficientes en el uso de la energía. Atendiendo a la clase energética, según datos de la UE, en Europa el 51% del parque residencial existente tiene una clase energética por debajo de la Clase D y solamente un 3% del parque tiene una clase energética A (la clase más eficiente). En España la situación es significativamente peor, ya que el 81% del parque edificatorio tiene una clase energética por debajo de la clase D (clases E, F y G) y solamente el 0,3% tiene una clasificación A.

De estos datos se deduce el reto que implica la rehabilitación del parque existente. Actualmente, la tasa de rehabilitación energética del parque en Europa es del 1%, es decir, que cada año anualmente se rehabilitan energéticamente el 1% de los edificios. En el caso de España, este valor es significativamente inferior, un 0,1% y, sin embargo, la tasa media anual recomendada por la Comisión Europea para los edificios es del 3% (Directiva Europea EPMD 2018). Consecuentemente, el hecho de que la tasa española del 0,1% alcance el 3% recomendado, equivale a multiplicar la velocidad de transición por 300. La iniciativa del renovation wave u oleada de rehabilitación de la UE, busca que se llegue a rehabilitar mucho más en los países miembros de la Unión Europea, respecto de las velocidades que se tienen ahora mismo. En España, el Plan Nacional de Energía y Clima, de aumentar la citada tasa a un 1,2% para el año 2030 con una subida progresiva a lo largo de estos años.

Esto implica intervenciones importantes a nivel de la envolvente térmica, básicamente mejorando sus prestaciones con mejores aislamientos y soluciones adaptadas a cada edificio. También las instalaciones de servicio del edificio deben mejorar su eficiencia y en la medida de lo posible, es conveniente incorporar energías renovables en el cómputo global del consumo energético.

Vicent Bodí Ortells

La cubierta de los edificios puede considerarse como la parte de la envolvente térmica más expuesta, por lo que un aspecto clave es observar su mantenimiento, que debería ser regular para mantener en óptimas condiciones sus propiedades de protección de las condiciones atmosféricas. En este Trabajo Final de Máster (TFM) se realiza un análisis de la contribución a la mejora del comportamiento energético de edificios de tipo residencial, por medio de la rehabilitación de la cubierta, como parte de su envolvente térmica, asumiendo que el parque edificatorio actual está muy obsoleto y requiere de intervenciones de mejora.

La intervención parcial en la cubierta, a pesar de contribuir de forma reducida en el comportamiento energético global, por ser porcentualmente una parte pequeña de la envolvente térmica, es crucial para el mantenimiento adecuado del edificio y la prolongación de su vida útil.

Por otro lado, es indudable el elevado coste de las inversiones necesarias para adaptar el comportamiento energético de los edificios a los estándares requeridos actuales. Ante esta situación, el desarrollo del Libro Electrónico del Edificio se dirige hacia la programación de rehabilitaciones parciales del edificio, con una planificación realista, adecuada encaminada a poder asumir el coste económico (Espinoza y Marmolejo, 2022; Gómez-Gil et al., 2022). La intervención en cubierta es posible que no arroje los resultados más costo-eficientes, pero también puede prevenir patologías derivadas del deterioro de la solución constructiva, motivo por el que es adecuado analizar las opciones y proponer posibles mejoras en el futuro, ya que contribuirá a largo plazo a un edificio más eficiente.

Este trabajo surge como continuidad de un proyecto previo, el proyecto "Rooftiles", mediante contrato de colaboración con el proyecto de investigación de la del Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE), en el que se analizaron distintas soluciones de rehabilitación de cubierta plana, desde un punto de vista teórico y desde el análisis de las rehabilitaciones que se estaban llevando a cabo en la práctica profesional real. Un análisis multicriterio, basado en cuestiones ambientales, prestacionales, económicas, etc., permitió seleccionar algunas soluciones más convenientes que otras en su conjunto, como se resumirá brevemente en el siguiente apartado. El presente TFM se enmarca en la continuación del proyecto, con Rooftiles II.

El objetivo principal de este trabajo es analizar algunas soluciones de rehabilitación de cubiertas planas. A partir de este análisis se va a aplicar a un área urbana concreta, con el fin de extraer resultados estimativos con una aplicación práctica. Se trata del área del Grao de Castelló de la Plana. Se analizará los efectos que una rehabilitación a nivel de cubierta tendría en un edificio representativo del área y cómo se podrían extrapolar estos efectos a la totalidad del área urbana, para cuantificar un orden de magnitud de ahorros energéticos y una aproximación al retorno de la inversión necesaria para acometer dichas rehabilitaciones.

## 2 ANTECEDENTES

Como se ha comentado en el apartado de introducción del presente TFM, este proyecto tiene su origen el proyecto Rooftiles, que se desarrolló en el año 2022. En dicho proyecto se analizaron distintos sistemas constructivos para la rehabilitación de cubiertas planas, tanto transitables como no transitables. Se resume brevemente a continuación las principales conclusiones del proyecto.

En la primera parte se partía de la premisa de que un elevado porcentaje de edificaciones que hay en nuestras ciudades, forman parte de edificaciones multifamiliares, con cubiertas planas, típicas en la zona de clima mediterráneo templado. Se adoptó como solución original representativa una cubierta con acabado de baldosín catalán o rasilla de pavimento, sobre capa de mortero de agarre, capa de mortero de protección, lámina de impermeabilización, sobre material para formación de pendientes sobre un forjado de hormigón. Se trata de una solución que se repite sistemáticamente en la mayoría de los edificios anteriores a 1979, año en el que se aprueba la primera normativa de condiciones térmicas, la NBE-CT-79.

Se justifica esta selección por comprender a un elevado porcentaje de edificios que, además, por su antigüedad, probablemente tengan mayores necesidades de rehabilitación. Las soluciones de rehabilitación deberán dar respuesta a la rehabilitación energética y de mantenimiento, considerando el tipo de cubierta de partida. Con esta premisa, en el proyecto se realizaron dos tareas principales:

En primer lugar, se realizó un análisis de las soluciones constructivas habitualmente utilizadas en la rehabilitación de cubiertas planas. Se consideraron las soluciones más adecuadas desde un punto de vista técnico y, además, se contactó con empresas, proyectistas y constructoras con el fin de determinar las soluciones constructivas realmente utilizadas en la práctica. Se seleccionaron así 5 tipos de soluciones de rehabilitación de la solución original, diferenciando asimismo entre soluciones de cubierta transitable y cubierta no transitable, con tres y dos opciones de rehabilitación respectivamente:

- Soluciones en cubierta transitable: Invertida con pavimento sobreelevado, invertida con pavimento adherido e invertida con pavimento permeable.
- Soluciones en cubierta no transitable: con protección de grava y cubierta ajardinada.

En segundo lugar, se llevó a cabo un análisis multicriterio, para evaluar los distintos sistemas constructivos seleccionados para la rehabilitación de las cubiertas planas. Se llevó a cabo una comparativa en base a tres parámetros: la transmitancia térmica de la solución, el peso y la estimación de su coste económico, cuyos resultados se presentan en las figuras 1, 2 y 3.

En resumen, la mejor transmitancia se alcanzaba con la solución de pavimento sobreelevado y la peor con la cubierta ajardinada, si bien los valores alcanzados eran bastante próximos y estaban comprendidos en un intervalo entre 0,417 y 0,425  $\text{kW/m}^2\text{K}$ . Con respecto al peso, la mejor solución sería la cubierta con acabado de grava y la peor la cubierta ajardinada, con valores de 0,14 y 2,12  $\text{kN/m}^2$  respectivamente, estando el resto de soluciones comprendidas entre estos valores; por último, al estimar el coste económico, la mejor solución sería la de pavimento permeable, con 58,31  $\text{€}/\text{m}^2$ , y la peor la cubierta ajardinada, con 92,89  $\text{€}/\text{m}^2$ .

Este análisis permitió desechar, casi de forma directa, la solución ajardinada, ya que el criterio de peso, indicaba que se excedía de forma significativa la capacidad portante de la cubierta preexistente; sería aceptable un incremento de la sobrecarga de 0,5  $\text{kN/m}^2$  y, en el supuesto de convertir una cubierta transitable en una cubierta no transitable era de 2,12  $\text{kN/m}^2$ , por lo que la solución sería difícilmente aplicable. En el resto de las soluciones se podría tratar de no superar esa limitación, con algunas modificaciones.

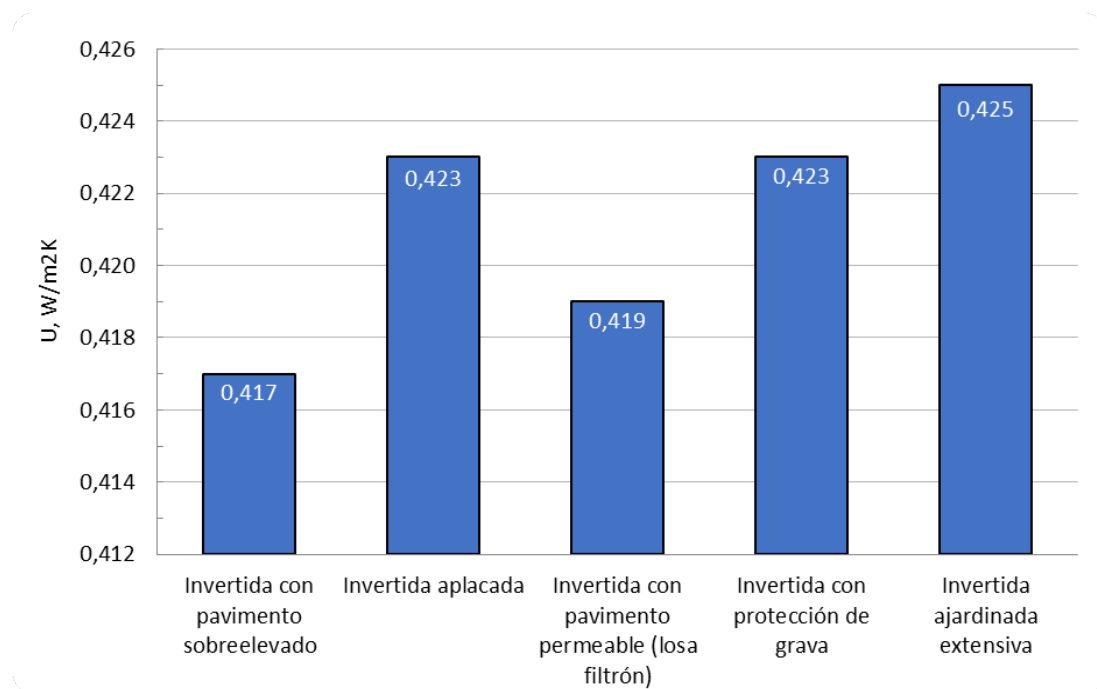


Figura 1. Transmitancia térmica de las soluciones de rehabilitación

Vicent Bodí Ortells



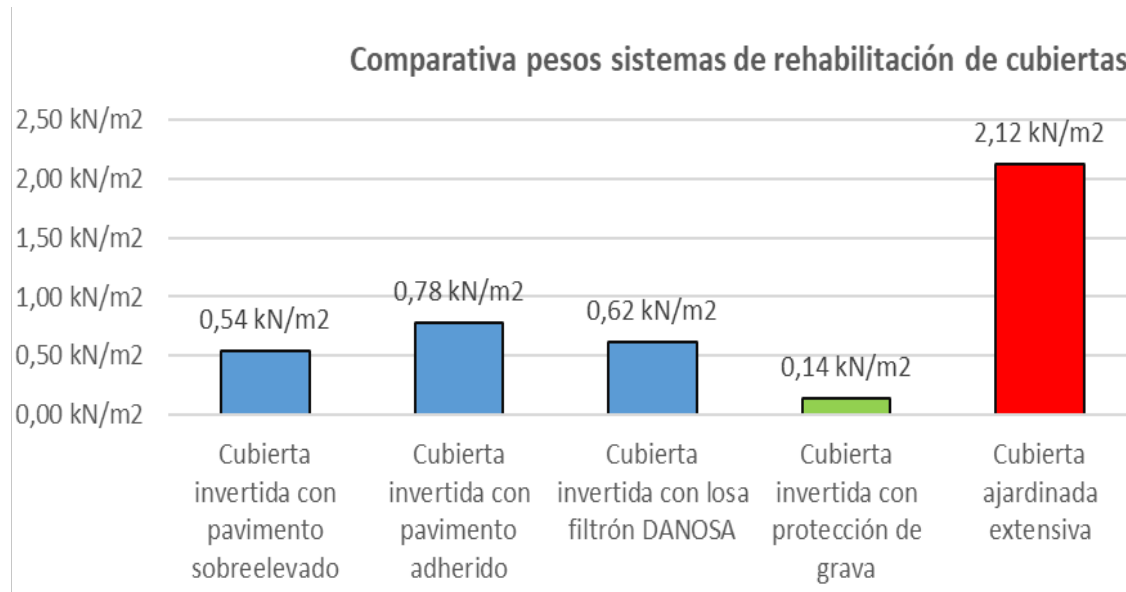


Figura 2. Peso de las soluciones de rehabilitación

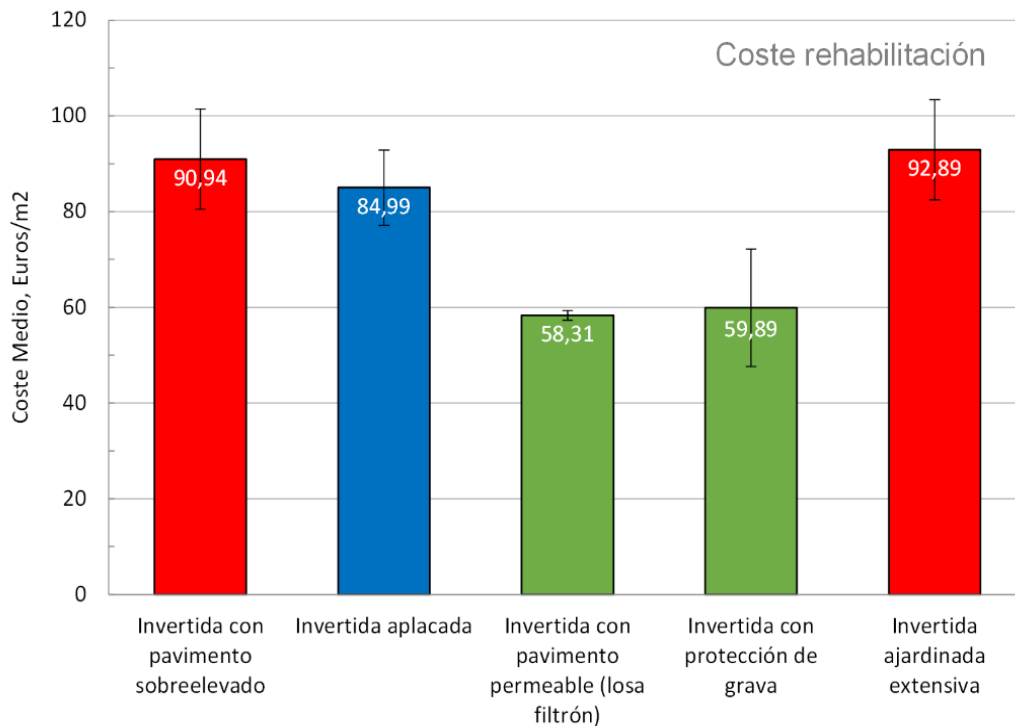


Figura 3. Coste de las soluciones de rehabilitación

Vicent Bodí Ortells

Este análisis se completó con la información recopilada de encuestas a dos grupos de población, uno formado por 27 expertos en construcción y rehabilitación, por su conocimiento técnico y su experiencia profesional, y otro por 55 usuarios, por estar habitualmente implicados en la toma de decisiones de rehabilitación de sus edificios, con el fin de determinar la importancia asignada por cada uno de ellos a los diferentes factores considerados y poder ponderar las variables incorporadas para la evaluación. En dicha encuesta se establecieron 3 categorías de evaluación, que daban respuesta a criterios ambientales (A), económicos (E) o prestacionales (P), cada una de ellas con 3, 2 y 5 indicadores de evaluación, respectivamente, como se muestra en la siguiente lista:

#### A. Criterios Ambientales

A.1. Aislamiento térmico - Ahorro de energía

A.2. Recuperación - Reciclaje

#### E. Criterios Económicos

E.1. Coste inversión inicial

E.2. Mantenimiento (durabilidad-coste-periodicidad)

#### P. Criterios Prestacionales

P.1. Facilidad ejecución

P.2. Aislamiento acústico

P.3. Peso del sistema

P.4. Impermeabilización - Estanqueidad

P.5. Estética

Cada indicador se valoró en una escala likert, donde se consideraba el valor 1 como el más desfavorable, y el 5 el más favorable. Se obtuvieron posteriormente los valores normalizados, para evaluar globalmente las soluciones.

Los principales resultados globales del estudio indicaron que los sistemas de rehabilitación con acabado de grava resultaban los más favorables. Los sistemas de pavimento sobreelevado y pavimentos filtrantes, de ejecución en seco, obtenían una valoración global intermedia, que podría mejorar reduciendo el peso del sistema, o el coste en el caso del suelo elevado, tal y como muestra la tabla 1:

**Tabla 1.** Índices de idoneidad de las diferentes soluciones ponderadas por usuarios y expertos

Sobreelevado		Pav. adherido		Permeable		Grava		Ajardinada	
Ilu	Ile	Ilu	Ile	Ilu	Ile	Ilu	Ile	Ilu	Ile
4,15	4,12	3,38	3,28	4,33	4,29	4,67	4,68	3,65	3,55

\*Ilu: índice de idoneidad usuarios; Ile: índice de idoneidad expertos

También se aportaron algunas sugerencias a partir de los resultados obtenidos, que podrían ser útiles para el sector cerámico, con el fin de desarrollar productos que permitan mejorar el comportamiento de determinadas soluciones constructivas. Entre otras propuestas, se sugirió analizar la posibilidad de desarrollar sistemas de rehabilitación más ligeros, mediante el uso de baldosas o láminas cerámicas de reducido espesor.

En la continuación del proyecto, con Rooftiles II, en el que se enmarca este TFM, se va a profundizar en las soluciones de rehabilitación seleccionadas, al eliminar la opción de la cubierta verde. De las cuatro restantes, es decir, pavimento elevado, pavimento adherido, pavimento filtrante y grava, se van a seleccionar las tres soluciones con acabado cerámico, al ser las soluciones que incluyan este tipo de material el objetivo del proyecto.

Así, en este TFM se simularán edificios con las soluciones de rehabilitación objeto de análisis, utilizando herramientas de certificación energética

La simulación del comportamiento energético del edificio asociado a cada solución requiere de un caso de estudio de edificio. Por ese motivo, se seleccionará, de forma justificada, un área urbana real de estudio, donde se identificará el tipo de edificio que estadísticamente resulte representativo del parque edificatorio de la zona.

Con este punto de partida, se podrá extrapolar los resultados a nivel de barrio. Finalmente, a partir de los resultados alcanzados, se estimará periodos de retorno de la inversión para las intervenciones de rehabilitación consideradas.

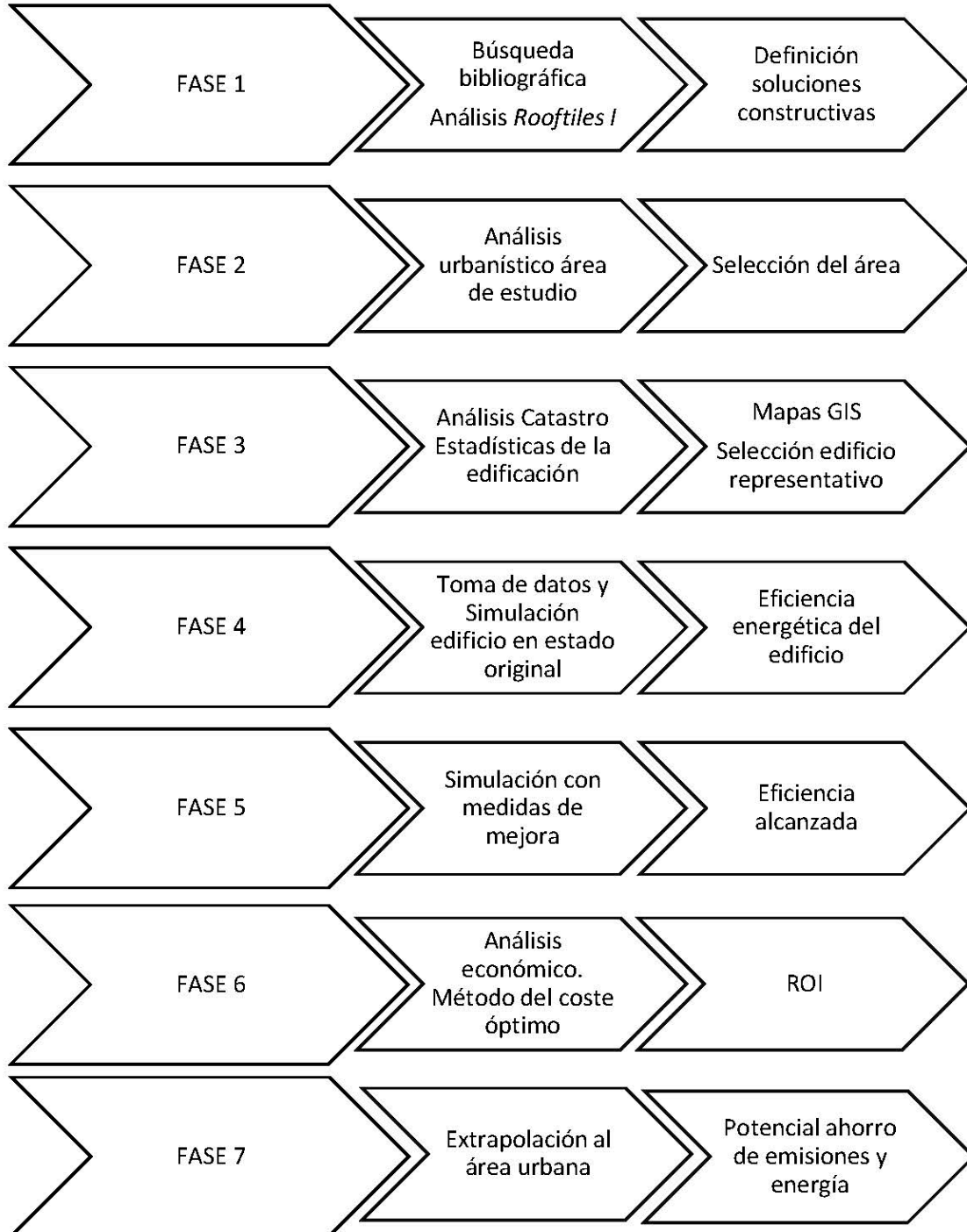
Vicent Bodí Ortells

### 3 FASES DEL TRABAJO Y METODOLOGÍAS UTILIZADAS

El trabajo realizado en este TFM se ha realizado en varias fases, en las que se ha estructurado los apartados que se desarrollarán a continuación:

1. En primer lugar, se define la solución constructiva de partida y de las soluciones de rehabilitación. Se utilizan diversas fuentes bibliográficas.
2. En segundo lugar, se presenta el área de estudio, con el fin de poder analizar las condiciones exteriores y caracterizar el parque edificatorio que probablemente será objeto de rehabilitación en el área. Se presentan planos de situación para definir el área urbana considerada.
3. Se realiza un análisis estadístico, por tipologías constructivas y años de construcción, para definir el edificio representativo y casos de simulación. Para ello, se recoge la información del Catastro, y se organiza con el fin de poder dimensionar, caracterizar y localizar en el territorio todas las cubiertas que componen el parque edificatorio del barrio objeto de estudio.
4. Se lleva a cabo la simulación energética del edificio representativo con la solución de cubierta original. Para ello, se utilizan herramientas de certificación energética, que se utilizan en España, en concreto, CERMA v5\_11 y CE3x
5. Se simulan energéticamente el/los edificios/s representativo/s con las distintas soluciones de mejora definidas en el primer punto, con el fin de comparar resultados.
6. Se analiza el retorno de la inversión, estimando un orden de magnitud de los ahorros conseguidos en consumo energético y en reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y hacer un ejercicio de aproximación al posible coste de la inversión necesaria. Se aplica el método del coste óptimo, de acuerdo con el RD244/2012 de la UE, que se describe en el apartado 4.8.
7. Se extrapolan los resultados al área de análisis, para poder estimar resultados a nivel urbano.

La figura 4 resume las fases seguidas en el trabajo:



Vicent Bodí Ortells

## 4 RESULTADOS

### 4.1 DEFINICIÓN DE SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE CUBIERTA

En este apartado, se define la composición de la solución constructiva de varios tipos de cubierta.

El primer subapartado describe la solución estándar de la edificación representativa de la edificación previa al Código Técnico de la Edificación (CTE) en edificios de tipo plurifamiliar.

A continuación, se presentan las soluciones de rehabilitación objeto de análisis, en el marco del proyecto Rooftiles II, todas ellas con soluciones cerámicas de acabado.

En este análisis no se incluye la solución con acabado de grava. Son las soluciones con pavimento elevado, con pavimento adherido y con pavimento filtrante, cuyas características se adaptan al cumplimiento del CTE y a las soluciones comerciales disponibles para fijar características como los espesores de los materiales y su resistencia térmica.

- 4.4.1 CUBIERTA ORIGINAL
- 4.4.2 CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO SOBREELEVADO (VENTILADA)
- 4.4.3. CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO CERÁMICO ADHERIDO (APLACADO)
- 4.4.4. CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO PERMEABLE

4.1.1 CUBIERTA ORIGINAL

Según el estudio denominado “ROOFTILES: Evaluación de sistemas para cubiertas: Análisis multicriterio de sistemas de rehabilitación de cubiertas planas.” La solución más frecuente en las cubiertas transitables en la zona de clima mediterráneo templado en edificios anteriores al año 1079, en el que se aprueba la NBE-CT-79, es la que se detalla a continuación



Una variante de esta solución, es la cubierta transitable ventilada, donde la diferencia estriba en la formación de pendientes que es este caso se realiza con tabiquillos, tablero cerámico y una serie de orificios que permite la ventilación de la cámara. En este caso, como tampoco se dispone de aislamiento térmico, el comportamiento térmico de las dos soluciones es similar.

La tabla 2 muestra el cálculo de la transmitancia para la solución estándar.

Cubierta existente: continua sin AT		Zona climática:	B3	Comprobación condensaciones							
ULIM: Tabla 3.1.1.a CTE DB HE2019 HR y T*: DA DB-HE / 2. Apéndice C		U <sub>LIM</sub> :	0,44	HR <sub>INT</sub> :	55%	HR <sub>EXT</sub> :	68%				
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor		Cerramiento horizontal / Flujo ascendente		Intersticiales							
EXTERIOR		e	lamda	R	R	T*	Psat	μ	Sdn	Pn	
		metros	W/mK	m2K/W	m2K/W						
<b>Rse</b>					<b>0,040</b>	10,1	1235			839,5	
						10,7	1288			839,5	
		209	0,000	0	0,000	10,7	1288	0	0,00	839,5	
		296	0,000	0	0,000	10,7	1288	0	0,00	839,5	
		17	0,000	0	0,000	10,7	1288	0	0,00	839,5	
		17	0,000	0	0,000	10,7	1288	0	0,00	839,5	
	Plaqueta o baldosa cerámica	60	0,070	1	0,070	11,8	1386	30	2,10	873,6	
	Formación de pendientes y mortero agarre	92	0,125	0,8	0,156	14,3	1629	10	1,25	893,9	
	FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm	91	0,300	1,429	0,210	17,6	2013	80	24,00	1283,3	
	Enlucido de yeso	113	0,015	0,3	0,050	18,4	2116	4	0,06	1284,3	
	<b>Rsi</b>				<b>0,100</b>	20,0	2335			1284,3	
Resistencia térm	Rt = Suma Ri			0,51	m2K/W	<b>0,626</b>	20,0	2335		27	1284,3
Transmitancia	U = 1 / Rt				W/m2K	<b>1,597</b>					
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn				<b>INTERSTICIALES CUMPLE</b>							
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin				0,60	≥	<b>0,520</b>	<b>SUPERFICIALES CUMPLE</b>				

Tabla 2. Transmitancia cubierta existente. Fuente: Estudio multicriterio ROOFTILES

4.1.2 CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO SOBREELEVADO (VENTILADA)

Se trata de una solución de rehabilitación de cubierta sobre la existente consistente en la colocación de baldosas sobre soportes plásticos(plots), consiguiendo una terminación de cubierta completamente plana con una cámara ventilada bajo el pavimento, añadiendo el aislamiento térmico correspondiente, como muestra la figura 6.

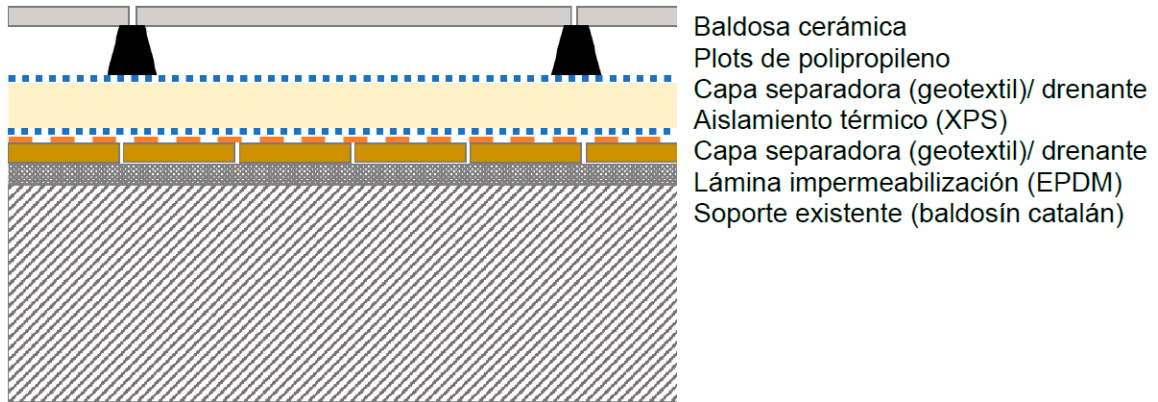


Figura 6. Esquema/ Componentes de la Cubierta invertida con pavimento sobre elevado.

Fuente. Estudio multicriterio ROOFTILES

En la tabla 3 se ha calculado el comportamiento térmico de esta solución de rehabilitación de cubierta plana con pavimento sobre elevado.

Invertida con pavimento sobreelevado		Zona climática:	B3	Comprobación condensaciones						
ULIM: Tabla 3.1.1.a CTE DB HE2019 HR y T*: DA DB-HE / 2. Apéndice C		U <sub>LIM</sub> :	0,44	HR <sub>INT</sub> :	55%	HR <sub>EXT</sub> :	68%			
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor		Cerramiento horizontal / Flujo ascendente		Intersticiales						
EXTERIOR		e	lamda	R	R	T*	Psat	μ	Sdn	Pn
R <sub>se</sub>		metros	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K/W					
CERAMICA		52	0,000	0	0,000	10,1	1235			839,5
CAMARA DE AIRE		33	0,000	0	0,000	10,5	1271		0,00	839,5
Aislante XPS Expandido con dióxido de carbono CO2		8	0,056	0,034	1,647	17,7	2021	100	5,60	901,4
EPDM		30	0,0015	0,25	0,006	17,7	2024	6000	9,00	1001,0
Plaqueta o baldosa cerámica		60	0,010	1	0,010	17,8	2030	30	0,30	1004,3
Formación de pendientes y mortero agarre		92	0,125	0,8	0,156	18,4	2118	10	1,25	1018,1
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm		91	0,300	1,429	0,210	19,3	2243	80	24,00	1283,6
Enlucido de yeso		113	0,015	0,3	0,050	19,6	2273	4	0,06	1284,3
R <sub>si</sub>					0,100	20,0	2335			1284,3
Resistencia térm	Rt = Suma Ri		0,5075	m <sup>2</sup> K/W	2,279	20,0	2335		40	1284,3
Transmitancia	U = 1 / Rt			W/m <sup>2</sup> K	0,439					
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn										INTERSTICIALES CUMPLE
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin		0,89		≥		0,520				SUPERFICIALES CUMPLE

Tabla 3. Transmitancia Cubierta invertida con pavimento sobre elevado. Fuente. Estudio multicriterio ROOFTILES

Vicent Bodí Ortells



4.1.3 CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO CERÁMICO ADHERIDO (APLACADA)

Se trata de una solución de rehabilitación de cubierta sobre la existente consistente en la colocación de la lámina aislante por encima de la lámina impermeabilizante, quedando está protegida por el propio aislamiento frente a solicitaciones externas, evitando también el sobrecalentamiento del forjado de cubierta.

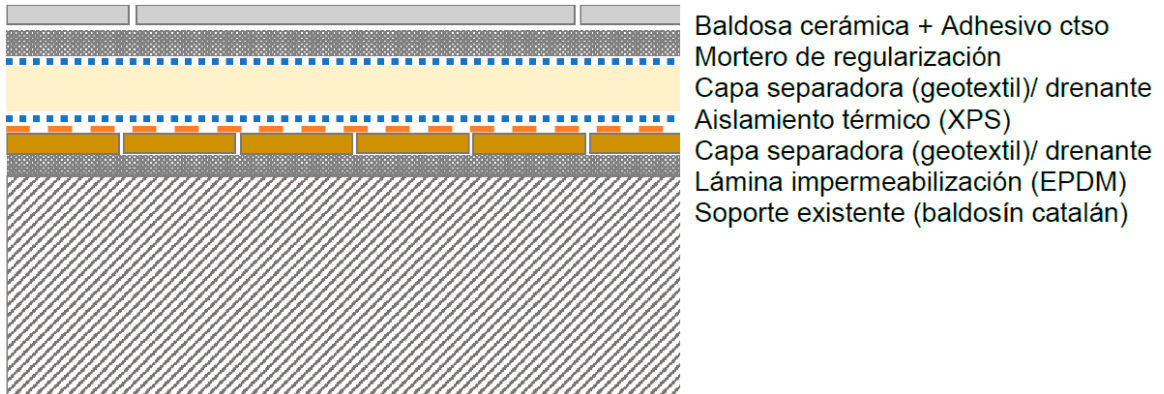


Figura 7. Esquema/ Componentes de la Cubierta invertida con pavimento cerámico adherido.

Fuente. Estudio multicriterio ROOFTILES

En la tabla 4 se presenta el cálculo del comportamiento térmico de esta solución de rehabilitación de cubierta plana con pavimento cerámico adherido, con soluciones comerciales reales.

Invertida aplacada		Zona climática:	B3	Comprobación condensaciones						
ULIM: Tabla 3.1.1.a CTE DB HE2019 HR y Tª: DA DB-HE / 2. Apéndice C		U <sub>LIM</sub> :	0,44	HR <sub>INT</sub> :	55%	HR <sub>EXT</sub> :	68%			
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor		Cerramiento horizontal / Flujo ascendente		Intersticiales						
EXTERIOR		e	lamda	R	R	Tª	Psat	µ	Sdn	Pn
R <sub>se</sub>		metros	W/mK	m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K/W					
Plaqueta o baldosa cerámica		80	0,008	1	0,008	10,1	1235			839,5
MORTERO DE CEMENTO 1800<d<2000		89	0,025	1,3	0,019	10,3	1249	30	0,24	842,1
Aislante XPS Expandido con dióxido de carbono CO2		8	0,057	0,034	1,676	10,4	1259	10	0,25	844,8
EPDM		30	0,0015	0,25	0,006	17,7	2021	100	5,70	907,0
Plaqueta o baldosa cerámica		60	0,010	1	0,010	17,7	2024	6000	9,00	1005,1
Formación de pendientes y mortero agarre		92	0,125	0,8	0,156	17,8	2030	30	0,30	1008,4
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm		91	0,300	1,429	0,210	18,4	2118	10	1,25	1022,0
Enlucido de yeso		113	0,015	0,3	0,050	19,3	2242	80	24,00	1283,6
R <sub>si</sub>					0,100	19,6	2273	4	0,06	1284,3
Resistencia térm Rt = Suma Ri		0,5415		m <sup>2</sup> K/W	2,276	20,0	2335		41	1284,3
Transmitancia U = 1 / Rt				W/m <sup>2</sup> K	0,439					
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn						INTERSTICIALES CUMPLE				
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U · 0,25 ≥ fRsimin		0,89	≥	0,520	SUPERFICIALES CUMPLE					

Tabla 4. Transmitancia Cubierta invertida con pavimento cerámico adherido. Fuente. Estudio multicriterio ROOFTILES

4.1.4 CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO PERMEABLE

En este caso consiste en la incorporación de losas compuestas por una baldosa con el aislamiento térmico incorporado en su parte inferior, que se colocan en seco sobre la nueva lamina impermeabilizante que se instala sobre la cubierta original

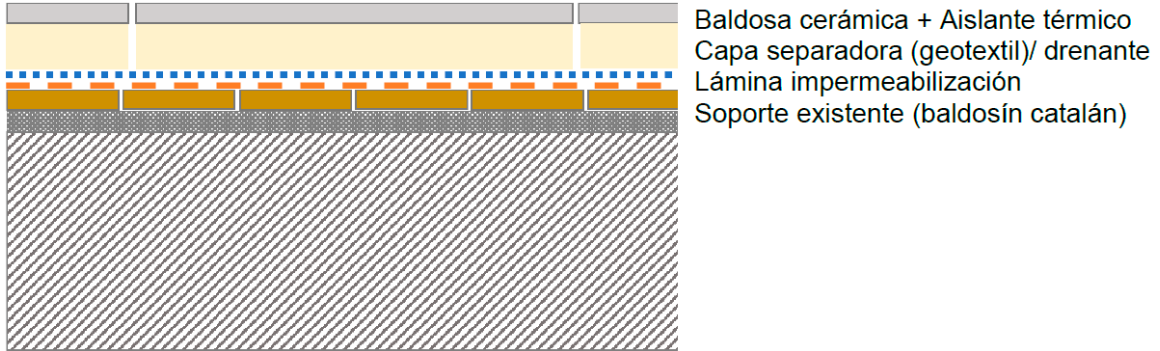


Figura 8. Esquema/ Componentes de la Cubierta invertida con pavimento permeable. Fuente. Estudio multicriterio ROOFTILES

En la tabla 5 se ha calculado el comportamiento térmico de esta solución de rehabilitación de cubierta plana con pavimento permeable

Invertida con losa filtrón		Zona climática:	B3	Comprobación condensaciones						
ULIM: Tabla 3.1.1 a CTE DB HE2019 HR y T*: DA DB-HE / 2, Apéndice C		U <sub>LIM</sub> :	0,44	HR <sub>INT</sub> :	55%	HR <sub>EXT</sub> :	68%			
Posición del cerramiento y sentido del flujo del calor		Cerramiento horizontal / Flujo ascendente		Intersticiales						
EXTERIOR		e metros	lamda W/mK	R m2K/W	R m2K/W	Tª	Psat	μ	Sdn	Pn
<b>Rse</b>										
Hormigón poroso		68	0,000	0	0,040	10,1	1235			839,5
Aislante XPS Expandido con dióxido de carbono CO2		67	0,035	0,67	0,052	10,3	1249	0	0,00	839,5
EPDM		8	0,056	0,034	1,647	10,3	1249	0	0,00	839,5
Plaqueta o baldosa cerámica		30	0,0015	0,25	0,006	10,3	1249	0	0,00	839,5
Formación de pendientes y mortero agarre		80	0,010	1	0,010	17,7	2020	100	5,60	904,7
FORJADO UNIDIRECCIONAL BOV HORMIGÓN 30cm		92	0,125	0,8	0,156	17,7	2023	6000	9,00	1003,4
Enlucido de yeso		91	0,300	1,429	0,210	17,8	2029	30	0,30	1006,7
Rsi		113	0,015	0,3	0,050	18,4	2118	10	1,25	1020,4
Resistencia térmica Rt = Suma Ri		0,5425		m2K/W	2,271	19,3	2242	80	24,00	1283,6
Transmitancia U = 1 / Rt				W/m2K	0,440	19,6	2273	4	0,06	1284,3
Condensaciones intersticiales Psat ≥ Pn						20,0	2335			1284,3
Condensaciones superficiales fRsi = 1-U·0,25 ≥ fRsimin		0,89		≥	0,520	INTERSTICIALES CUMPLE				
						SUPERFICIALES CUMPLE				

Tabla 5. Transmitancia Cubierta invertida con pavimento permeable. Fuente. Estudio multicriterio ROOFTILES

## 4.2 SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área urbana seleccionada para este estudio se encuentra en la ciudad de Castelló de la Plana, una ciudad mediterránea de tamaño medio con 171.852 habitantes, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) de 2022. El reciente Plan General de Castellón entró en vigor el 12 de diciembre de 2022, en la ciudad se identifican 17 zonas o barrios vulnerables, denominados ARRU (Áreas de Regeneración, Rehabilitación y Renovación Urbanas) (García et al., 2017).

El área seleccionada forma parte de una de las 17 áreas vulnerables. Se localiza en el barrio del Grao de Castelló. Administrativamente se corresponde con el Distrito 9, está formado por las secciones censales 09001, 9002, 9003, 9004, 9006, 9007 y 9010. De acuerdo con la identificación de ARRU's del Plan General, corresponde al número 15.

Si bien, el resto de los barrios de la ciudad se localizan a unos cuatro kilómetros de la línea litoral, éste se sitúa junto al mar, lo que constituye una característica diferenciadora, tal y como muestra la figura 9.

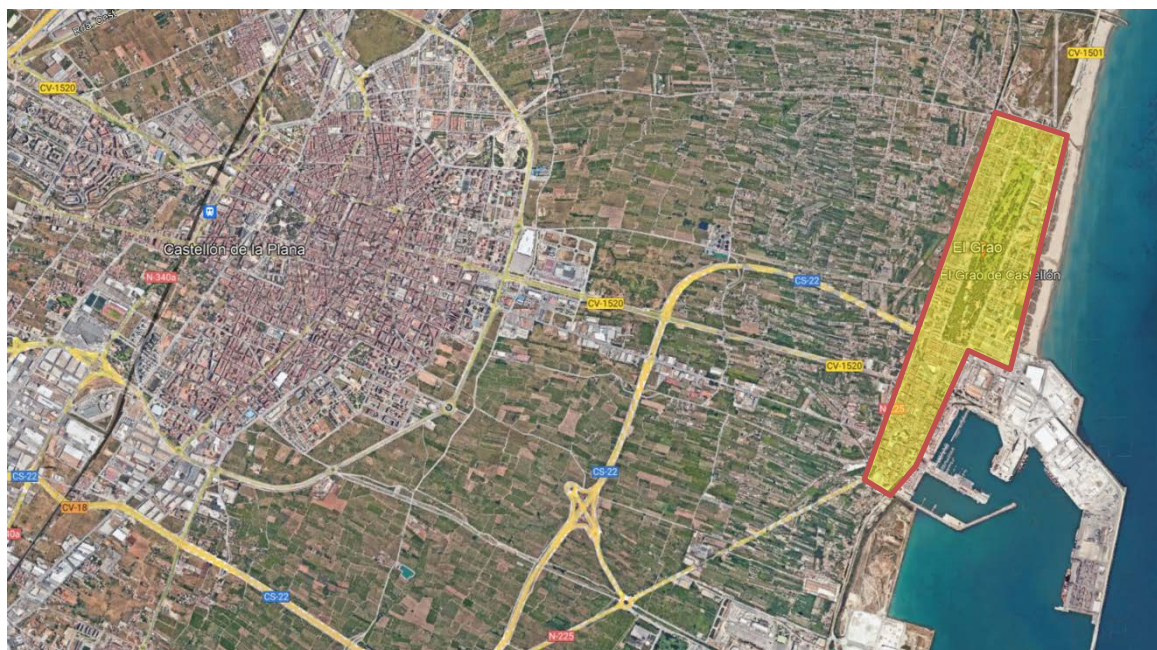


Figura 9. Mapa de Situación del Grao con respecto al núcleo urbano de Castellón. Fuente: Google earth

### 4.3 IDENTIFICACIÓN EDIFICIOS REPRESENTATIVOS DEL ÁREA

Respecto al parque edificatorio que conforma el barrio, se observan dos zonas claramente diferenciadas, una de elevada densidad, caracterizada por edificación en altura y otra, de baja densidad, compuesta mayoritariamente por edificios residenciales unifamiliares. De la información obtenida del Catastro se contabilizan 794 edificios, de los cuales 775 son residenciales, con 335 multifamiliares y 440 unifamiliares, el 43% y 57% aproximadamente (Pitarch et al., 2020).



Figura 10. Características del parque edificatorio del Grao de Castellón. Fuentes: Google earth y sedecatastro.gob.es

Otra clasificación de la edificación se realiza de acuerdo con el periodo de construcción. Esto permite estimar las soluciones constructivas utilizadas en los distintos periodos, en función de las normativas de edificación vigentes en la época. Como ocurre en otros estudios (Generalitat Valenciana 2016; Braulio, 2016), se pueden distinguir varios periodos, relacionados con sistemas constructivos características de la época y con las normas que tratan las condiciones térmicas de la envolvente. Se establecen así 5 periodos: anterior a 1936, 1937-1959, 1960-1979, 1980-2006 y posterior a 2007. Una fecha importante respecto al comportamiento energético, está asociada a la primera norma que tuvo en cuenta las condiciones térmicas, en el año 1979 (NBE-CT-79). Previo a esta norma, no se aislaban las soluciones constructivas de la envolvente térmica, y tampoco en la cubierta. Esta nueva regulación establecía unos requisitos muy poco exigentes en cuanto a aislamiento en la cubierta, y en cualquier caso insuficientes y muy alejados de los estándares actuales, aunque ya incluía alguna condición al respecto. La actualización de esta norma, no llegó hasta 2006, con el CTE, y sus posteriores modificaciones, con requisitos más estrictos en 2013 y 2019. En muchas de las ciudades españolas, la nueva normativa no ha tenido mucha repercusión, ya que el parque edificatorio anterior a 2006, supera ampliamente a los edificios construidos después del CTE. En este caso, los datos muestran que, del total de edificios, sólo un 3% fueron construidos después de la CTE, lo que confirma la necesidad de rehabilitación energética en un elevado porcentaje de edificación. Respecto a las viviendas unifamiliares, alrededor del 70% se construyeron entre 1980 y 2006, destacando las viviendas construidas en el boom inmobiliario entre 2000-2005, frecuentemente tipologías de viviendas adosadas, en cualquier caso, previas al CTE.

Por otro lado, destaca una intensa actividad constructiva que da como resultado gran porcentaje de edificios plurifamiliares construidos en los periodos 1960-1979 y 1980-2006. Alrededor del 44% durante 1960-1979 (de ellos 19% unifamiliares y 81% plurifamiliares), y el 38% durante 1980-2006 (siendo el 75% unifamiliares y el 25% plurifamiliares). Esto implica cerca de la mitad de los edificios plurifamiliares construidos sin ninguna norma con requisitos de comportamiento térmico, previos a la NBE-CT-79.

Aprovechando la herramienta que ofrece el visor de cartografía de la Generalitat Valenciana (<https://visor.gva.es/visor/>), se ha realizado la consulta de las edificaciones con más de 50 años de antigüedad y uso residencial de la zona de estudio, obteniendo el siguiente resultado:

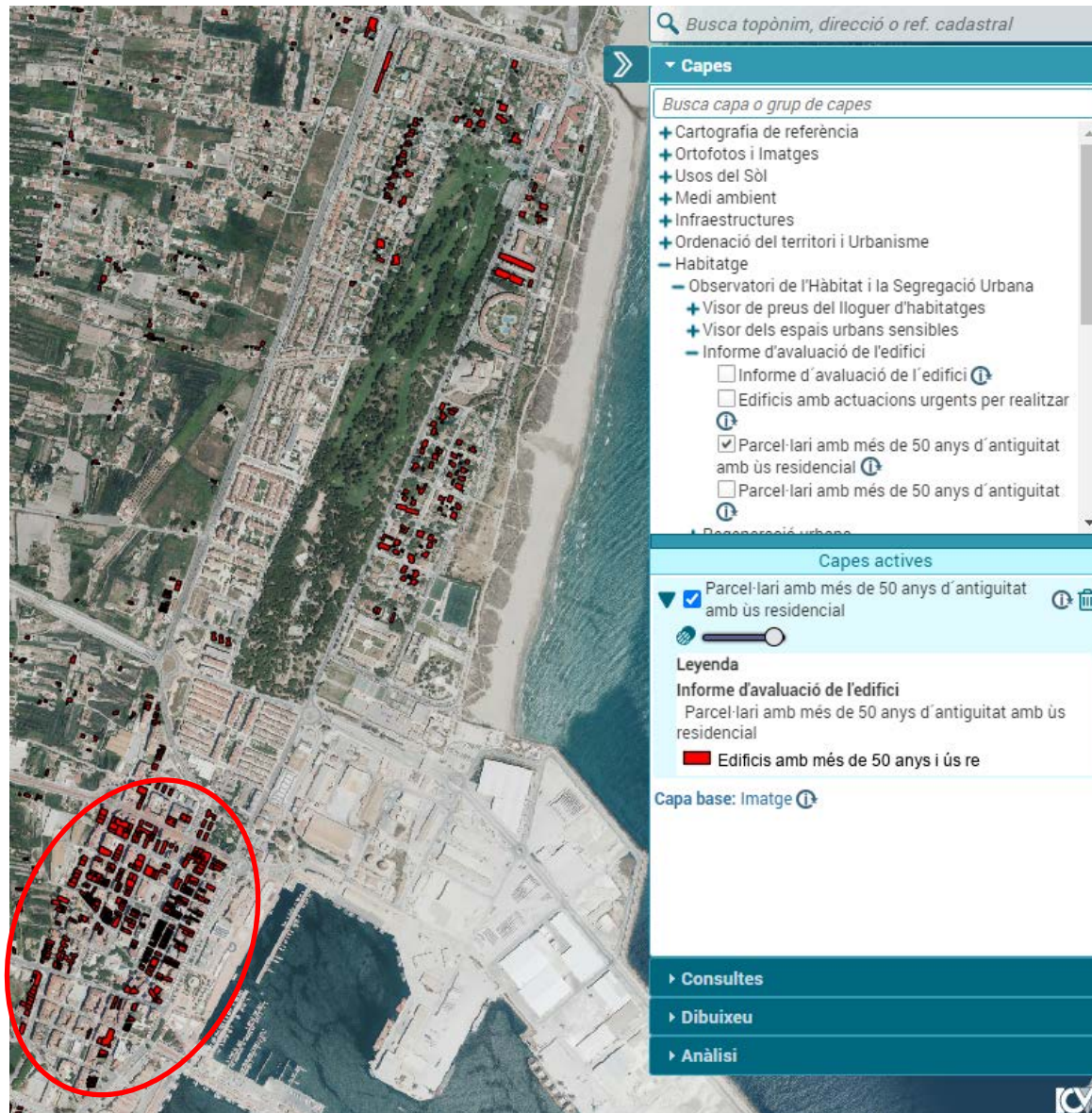
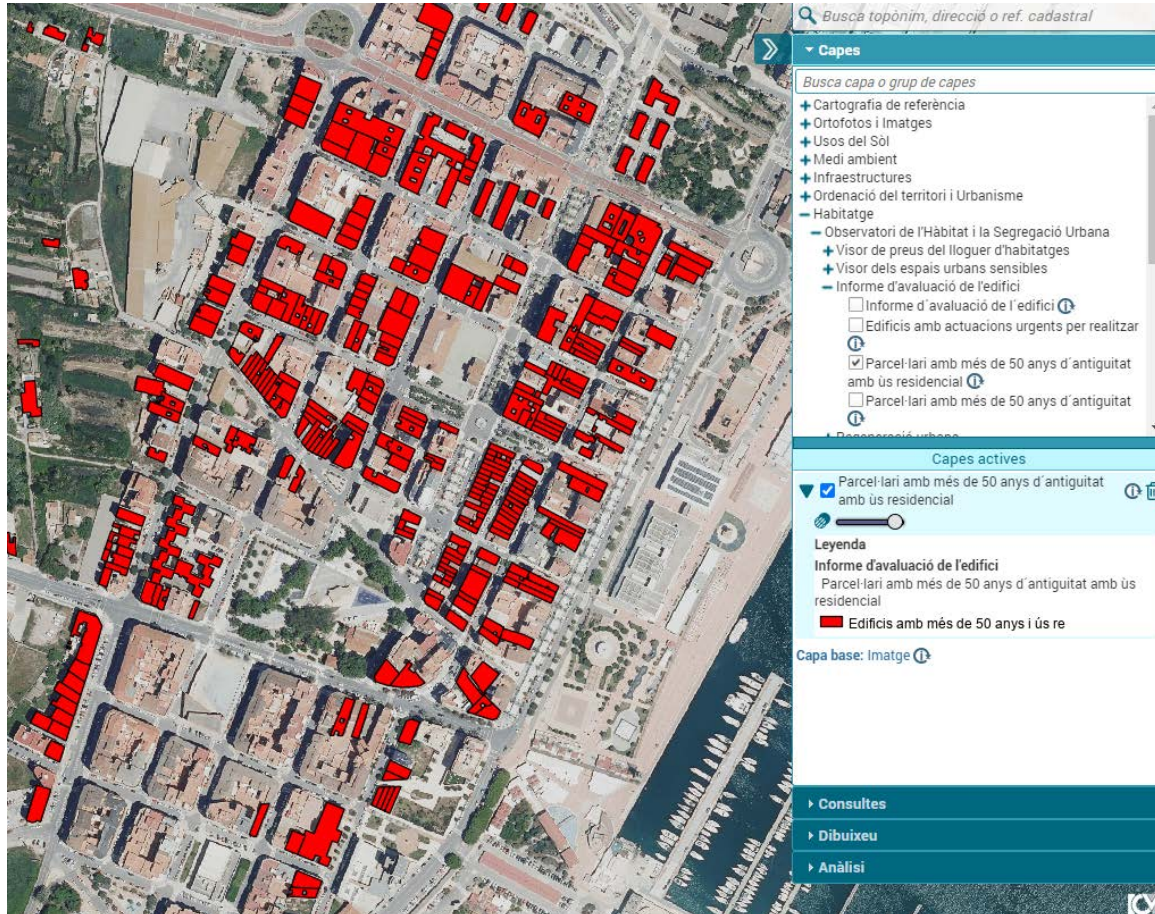


Figura 11. Plano general de la zona del Grao de Castellón con identificación de los edificios de más de 50 años.

Fuentes: Visor.gva.es

Como se puede observar en la figura 11, la zona de mayor concentración de edificaciones con más de 50 años se encuentra en la zona con la edificación de alta densidad. Un zoom sobre esa zona aparece en la figura 12, permite obtener un mayor detalle.

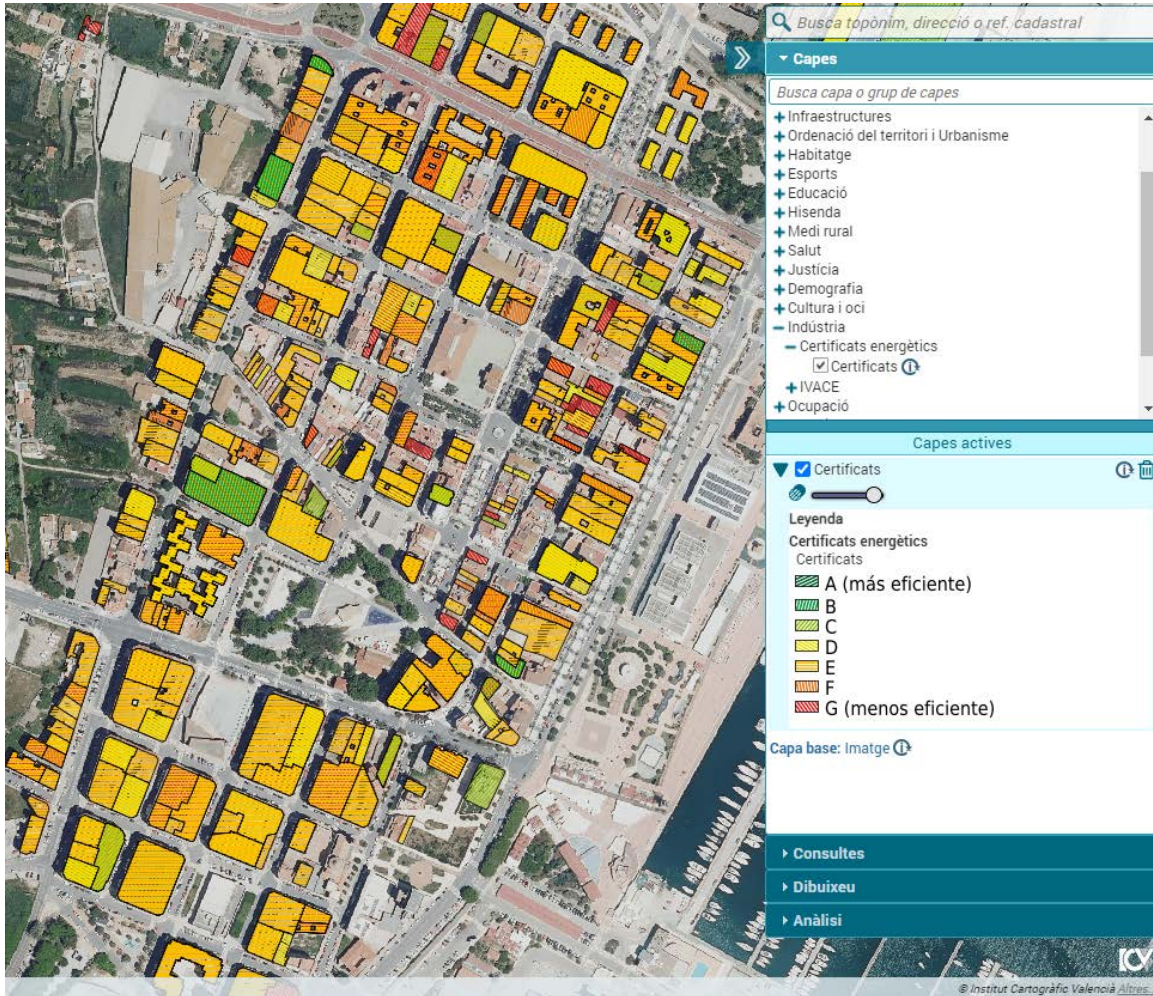


**Figura 12.** Plano detallado de la zona sur del Grao de Castellón con identificación de los edificios de más de 50 años.

Fuentes: Visor.gva.es

Se puede ver como la gran mayoría de las edificaciones de esta área concreta tienen más de 50 años, lo que supone como indicábamos anteriormente alrededor del 62% del total de edificaciones, concentrándose casi todas ellas en la parte norte de esta área de alta densidad edificatoria.

También hemos realizado la consulta de los Certificados de Eficiencia Energética (CEE), registrados en esta zona del Grao, y la calificación de los mismos, a través del visor de la gva.



**Figura 13.** Plano detallado de la zona sur del Grao de Castellón con identificación de los edificios CEE y su calificación.  
Fuentes: Visor.gva.es

Como era de esperar, del mapa de color resultante, se puede ver claramente que los colores predominantes son los tonos amarillos, anaranjados y rojos que se corresponden con las peores calificaciones energéticas, dado que como ya se ha comentado anteriormente, la mayor parte de las edificaciones se construyeron sin ningún tipo de normativa que regulara las condiciones térmicas de los mismos (previas a la normativa del año 1979).



Este trabajo se centra en las cubiertas que afectan a edificios en altura, mayoritariamente, cubiertas planas, que se agrupan en el área que ocupan las secciones censales 9001, 9002, 9003 y 9004, al extremo este del barrio. Por periodo de construcción, se va a considerar el de 1960-1979, por acercarse a la mitad del parque edificatorio en tipología plurifamiliar y por el escaso desempeño de las soluciones a nivel energético en esta etapa constructiva.

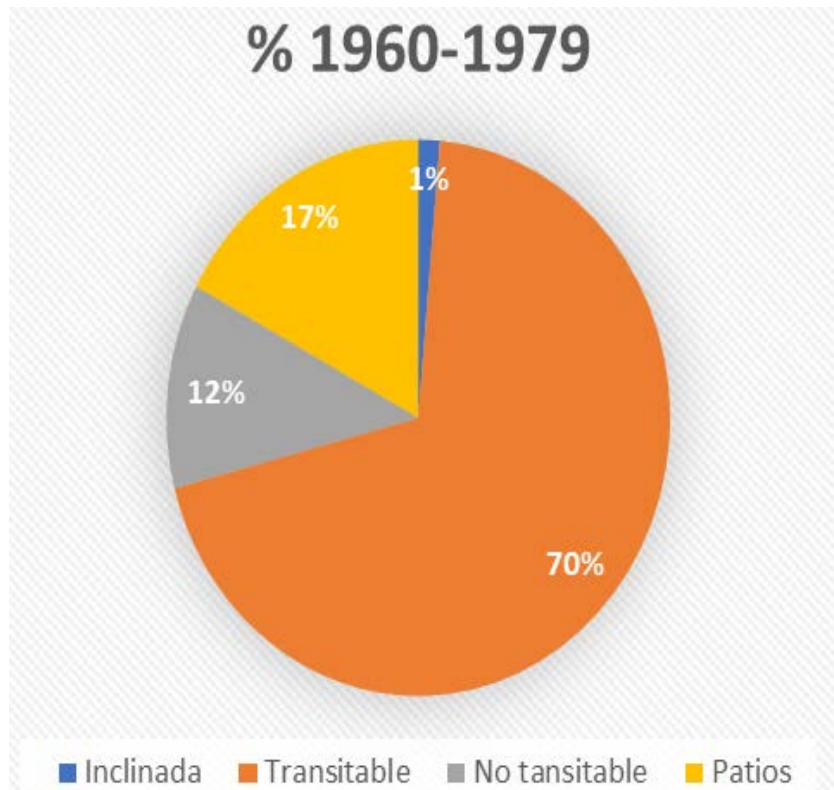
### Tipos de cubierta

A partir del análisis realizado por Pitarch et al. (2020) se identificaron los tipos de cubiertas en la zona y se midieron las áreas, obteniendo las superficies por tipos de cubierta. Los tipos de cubierta son: cubierta inclinada, cubierta plana no transitable, cubierta plana transitable y patios interiores. La tabla 6 muestra la distribución de áreas, por tipos de cubierta, tipología edificatoria (unifamiliar o multifamiliar) y periodo constructivo. Se han sombreado las celdas que se van a considerar en este estudio.

**Tabla 6.** Medición de superficie por tipología edificatoria, tipo de cubierta y periodo constructivo

Periodo	1840-1936		1937-1959		1960-1979		1980-2006		2007-2012		TOTAL
	Pf	Uf	Pf	Uf	Pf	Uf	Pf	Uf	Pf	Uf	
Inclinada	2003	2622	452	771	612	466	18717	10293	4355	110	<b>40400</b>
Plana no transitable	758	555	1281	786	<b>5286</b>	492	<b>3245</b>	2459	71	35	<b>14969</b>
Plana transitable	1237	1657	3379	1742	<b>30837</b>	2271	<b>16392</b>	1091	2498	127	<b>61231</b>
Patio interior	390	672	510	712	7609	650	14119	8657	1993		<b>35314</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4388</b>	<b>5507</b>	<b>5622</b>	<b>4011</b>	<b>44344</b>	<b>3878</b>	<b>52474</b>	<b>22501</b>	<b>8917</b>	<b>272</b>	<b>151913</b>

Vicent Bodí Ortells



**Figura 14.** Porcentaje de las áreas de cada tipo de cubierta en el periodo de los años 60-79

En la figura 14, se puede observar, que teniendo en cuenta el área cubierta, que, en ese periodo, las no transitables suponen el 12% del total, mientras que las planas transitables, ascienden al 70% del total.

Por lo tanto, a efectos de este trabajo, se va a codificar las cubiertas analizadas de la siguiente manera para su más fácil identificación y sistematización, a la hora de realizar la simulación del comportamiento energético:

- NT y T, representan las cubiertas planas no transitables y transitables, respectivamente. Las cubiertas no transitables se corresponden en su gran mayoría con las cubiertas de los casetones de acceso a cubierta, mientras que las transitables son las correspondientes a las cubiertas planas accesibles de la gran parte de los bloques de edificios estudiados en este proyecto.
- La solución constructiva se representa con un subíndice, siendo O la solución original y las soluciones de rehabilitación E, P y A, las de acabados con pavimento elevado, permeable y adherido, respectivamente.

Vicent Bodí Ortells

Se plantean así 8 combinaciones para las simulaciones, con el fin de llevar a cabo el análisis comparativo, representadas en la tabla 7:

**Tabla 7.** Codificación de cubiertas para la simulación energética

SOLUCIÓN	TIPO	COMBINACIONES	
ORIGINAL (O)	NO TRANSITABLE (NT)	NT1 <sub>O</sub>	T1 <sub>O</sub>
ELEVADO (E)	TRANSITABLE (T)	NT1 <sub>E</sub>	T1 <sub>E</sub>
PERMEABLE (P)		NT1 <sub>P</sub>	T1 <sub>P</sub>
ADHERIDO (A)		NT1 <sub>A</sub>	T1 <sub>A</sub>

Como hemos indicado anteriormente las cubiertas no transitables se corresponden en su gran mayoría con las cubiertas de los casetones de acceso a cubierta, mientras que las transitables son las correspondientes a las cubiertas planas accesibles de la gran parte de los bloques de edificios estudiados en este proyecto.

Para realizar el estudio del comportamiento energético tomamos el estado original de las mismas, y la misma solución que se plantea para la cubierta transitable, se aplicara también a la no transitable.

### Selección de edificios representativos

Un análisis estadístico básico permite estimar el valor medio, para el número de plantas, número de viviendas y área de cubiertas, para el período considerado, según se presenta en la tabla 8:

**Tabla 8.** Valores estadísticos básicos

ESTADÍSTICOS BÁSICOS	1960-1979
Número de plantas medio	6,1
Número de viviendas medio	31,0
Área cubierta media (m <sup>2</sup> )	298,6
Área cubierta transitable media (m <sup>2</sup> )	253,4
Área cubierta no transitable media (m <sup>2</sup> )	36,7

Mayoritariamente los edificios plurifamiliares de este periodo presentan cubierta transitable, a la que se suma un pequeño porcentaje de no transitable que se suele corresponder con el casetón de escalera. Con el fin de simular un edificio lo más cercano posible a la realidad, se han obtenido algunos edificios del área que se aproximan a los valores medios detectados, como se puede observar en la tabla 9. Tras la visita al área para una mejor toma de datos in situ, entre los posibles 5 edificios que se aproximan a las condiciones de los valores estadísticos básicos, se ha seleccionado el de la calle Alcocebre, 45, (última fila en tabla 9).



Figura 15. Vista aérea de la Situación y Emplazamiento de los 5 edificios que cumplen las condiciones medias.

Fuente: Google earth

Tabla 9. Edificios tipo

Referencia catastral / Dirección	Nº plantas	Nº viviendas y locales	Sup cub (m <sup>2</sup> )	Sup cubierta tipo T (m <sup>2</sup> )	Sup cubierta tipo NT (m <sup>2</sup> )	Orientación	Fotografía fachada
7395404YK5279N C/Magallanes, 31	6	40	337	232,3	68,17	este	
7091316YK5279S C/Ciudadela, 22	6	40	339	281,9	18	aislado	
7296402YK5279N C/Juan de Austria, 85	6	30	314	229,4	18,4	este	
7395403YK5279N C/Magallanes, 35	6	30	323	219	9,07	este	
7396905YK5279N C/Alcocebre, 45	6	40	262	208,1	35,96	este-sur	

El edificio elegido, se sitúa en esquina y en una zona central del barrio, tal y como se puede comprobar en la figura 16.



Figura 16. Vista aérea de la Situación y Emplazamiento del edificio elegido para el estudio. Fuente: Google earth

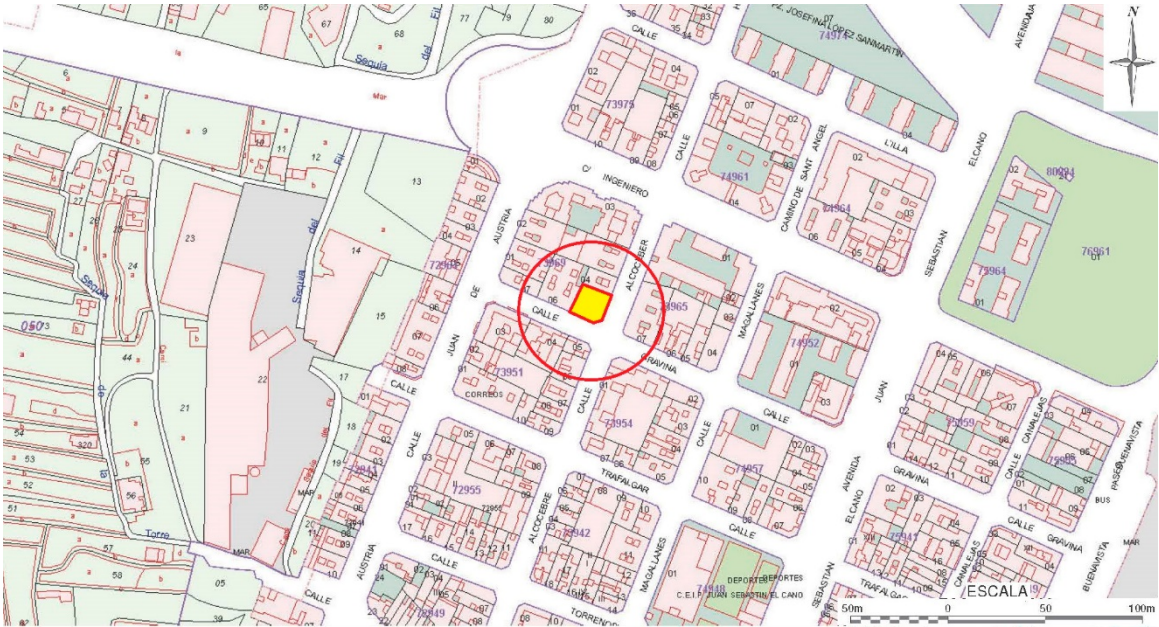


Figura 17. Plano de Emplazamiento y Situación del Edificio situado en la C/ Alcocebre, 45. Fuente: sedecatastro.gob.es

Se trata de un edificio situado en el cruce de las calles Alcocebre y Gravina, en el Grao de Castellón construido el año 1967, consta de planta baja más cinco alturas, cuenta con tres bajos comerciales



Figura 18. Foto Fachadas del Edificio Tipo. Fuente: Elaboración propia

con una superficie total de 229m<sup>2</sup>, y cuatro viviendas por planta, lo que hace un total de 20 viviendas con una superficie residencial total de 1399 m<sup>2</sup>.

Todo ello construido sobre un solar sensiblemente rectangular de 262m<sup>2</sup>.

La cubierta es plana transitable, no ventilada con acabado en rasilla cerámica.

Vicent Bodí Ortells



En la tabla 10, tenemos el listado de todos los inmuebles que forman parte del edificio, con las características de cada uno de ellos.

REFERENCIA CATASTRAL	DIRECCIÓN	USO	SUP.	CONST.	AÑO	PARTIC
7396905YK5279N0001AU	CL ALCOCEBRE 45 Pl:00 Pt:A	Comercial	64	1967	5,20	
7396905YK5279N0002SI	CL ALCOCEBRE 45 Pl:00 Pt:B	Comercial	75	1967	7,00	
7396905YK5279N0003DO	CL ALCOCEBRE 45 Pl:01 Pt:01	Residencial	79	1967	4,00	
7396905YK5279N0004FP	CL ALCOCEBRE 45 Pl:01 Pt:02	Residencial	69	1967	4,00	
7396905YK5279N0005GA	CL ALCOCEBRE 45 Pl:01 Pt:03	Residencial	67	1967	4,00	
7396905YK5279N0006HS	CL ALCOCEBRE 45 Pl:01 Pt:04	Residencial	64	1967	4,00	
7396905YK5279N0007JD	CL ALCOCEBRE 45 Pl:02 Pt:05	Residencial	79	1967	4,00	
7396905YK5279N0008KF	CL ALCOCEBRE 45 Pl:02 Pt:06	Residencial	69	1967	4,00	
7396905YK5279N0009LG	CL ALCOCEBRE 45 Pl:02 Pt:07	Residencial	67	1967	4,00	
7396905YK5279N0010JD	CL ALCOCEBRE 45 Pl:02 Pt:08	Residencial	64	1967	4,00	
7396905YK5279N0011KF	CL ALCOCEBRE 45 Pl:03 Pt:09	Residencial	79	1967	4,00	
7396905YK5279N0012LG	CL ALCOCEBRE 45 Es:1 Pl:03 Pt:11	Residencial	73	1967	4,19	
7396905YK5279N0013BH	CL ALCOCEBRE 45 Pl:03 Pt:12	Residencial	64	1967	4,00	
7396905YK5279N0014ZJ	CL ALCOCEBRE 45 Pl:04 Pt:13	Residencial	79	1967	4,00	
7396905YK5279N0015XK	CL ALCOCEBRE 45 Pl:04 Pt:14	Residencial	69	1967	4,00	
7396905YK5279N0016ML	CL ALCOCEBRE 45 Pl:04 Pt:15	Residencial	67	1967	4,00	
7396905YK5279N0017QB	CL ALCOCEBRE 45 Pl:04 Pt:16	Residencial	64	1967	4,00	
7396905YK5279N0018WZ	CL ALCOCEBRE 45 Pl:05 Pt:17	Residencial	79	1967	4,00	
7396905YK5279N0019EX	CL ALCOCEBRE 45 Pl:05 Pt:18	Residencial	69	1967	4,00	
7396905YK5279N0020QB	CL ALCOCEBRE 45 Pl:05 Pt:19	Residencial	67	1967	4,00	
7396905YK5279N0021WZ	CL ALCOCEBRE 45 Pl:05 Pt:20	Residencial	64	1967	4,00	
7396905YK5279N0022EX	CL GRAVINA 22 Pl:00 Pt:A1	Comercial	90	1967	7,80	
7396905YK5279N0023RM	CL ALCOCEBRE 45 Es:1 Pl:03 Pt:10	Residencial	67	1967	3,81	

Tabla 10. Listado de los inmuebles que forman el edificio tipo. Fuente: sedecatastro.gob.es



Figura 19. Fachada calle Alcocebre.



Figura 16. Fachada calle Gravina.

Fuente: Elaboración propia

Vicent Bodí Ortells

## 4.4 SIMULACIÓN COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO EDIFICIO TIPO



Hemos realizado la simulación del edificio a través del programa CERMA v5\_11, y CEX v2.3

### 4.4.1 SIMULACIÓN EDIFICIO TIPO ORIGINAL CON CERMA v5\_11

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

#### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES



INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
		33,06	CALEFACCIÓN		ACS		
			Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	
			22,31			8,88	
			G		G		
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
			Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		B		
			1,87				

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	10,75	13499,00
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	22,31	28007,00

#### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
		168,81	CALEFACCIÓN		ACS		
			Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	
			105,34			52,41	
			G		G		
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
			Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		C		
			11,06				

#### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
------------------------	--------------------------

**4.4.2 SIMULACIÓN EDIFICIO TIPO ORIGINAL CON CEX v2.3**  
**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO**

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

**1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES**

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	D	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A
	9.83		0.55	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	D	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-
	4.31		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	4.85	6091.49
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	9.83	12345.27

**2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE**

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> año]	D	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> año]	A
	46.43		3.23	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> año]	E	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> año]	-
	25.41		-	

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**



La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción [kWh/m <sup>2</sup> año]	Demanda de refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> año]



El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

De los datos obtenidos en las dos simulaciones realizadas, y dada la disparidad obtenida en cuanto a la calificación energética de los mismos, y de sus emisiones.

En el caso del programa CERMA v5\_11 se obtiene una calificación E con unas emisiones globales de 33,06 (kgCO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup>año)

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
		33,06	CALEFACCIÓN		ACS	
			Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	G
			22,31		8,88	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	B		
			1,87			

En el caso del programa CEX v2.3 se obtiene una calificación D con unas emisiones globales de 14,70 (kgCO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup>año)

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
		14,7	CALEFACCIÓN		ACS	
			Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	D	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	A
			9,83		0,55	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]			Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	D	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	-
			4,31		-	

Conociendo el edificio modelizado, y tras la experiencia adquirida en la realización de Certificados de Eficiencia Energética, en la vida profesional del técnico que suscribe, creemos que los resultados obtenidos a través de CERMA v5\_11 son más reales y se adaptan mejor a la realidad física del edificio, que los obtenidos a través de CEX v2.3.

**Por tanto, damos como válidos los resultados obtenidos a través de la modelización realizada con el programa CERMA v5\_11, y a partir de ahora realizaremos la modelización de todos los casos de rehabilitación de cubierta a través de este programa.**


## 4.5 SIMULACIÓN CON CERMA v5\_11, CASOS DE REHABILITACIÓN

### 4.5.1 CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO SOBREELEVADO (VENTILADA)

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

#### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES


INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	31,28	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	E	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	G
		20,69		8,88	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	B		
		1,71			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	10,59	13292,00
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	20,69	25977,00





#### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	160,20	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	E	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	G
		97,71		52,41	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	C		
		10,09			

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.



DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
		78,00	
		13,01	
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	

#### 4.5.2 CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO ADHERIDO

##### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

##### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES



INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
		31,28	CALEFACCIÓN		ACS	
			Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	G
			20,70		8,88	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	B	ILUMINACIÓN		
				1,71		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	10,59	13292,00
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	20,70	25983,00


##### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
		160,23	CALEFACCIÓN		ACS	
			Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	G
			97,73		52,41	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	C	ILUMINACIÓN		
				10,09		

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	 78,02		 13,01
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>	





### 4.5.3 CUBIERTA INVERTIDA CON PAVIMENTO PERMEABLE

#### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

#### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

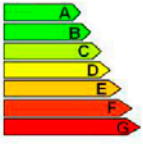

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
		31,28	CALEFACCIÓN		ACS		
			Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	
			20,70			8,88	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		B			
		1,71					

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	10,59	13292,00
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	20,70	25983,00



#### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
		160,23	CALEFACCIÓN		ACS		
			Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	
			97,73			52,41	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		C			
		10,09					

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**


La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
	78,02		13,01
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>	

### 4.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ENERGÉTICOS OBTENIDOS


Como era de esperar, dado que la transmitancia de las tres soluciones de rehabilitación de la cubierta es muy similar, aproximadamente unos 0,440 W/m<sup>2</sup>K. El resultado de la Calificación energética de los tres supuestos es prácticamente idéntico, quedando finalmente:

#### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
	E	31,28	CALEFACCIÓN		ACS	
			Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	G
			20,70		8,88	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	B		
			1,71			



#### 2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES			
	E	160,23	CALEFACCIÓN		ACS	
			Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	G
			97,73		52,41	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	C		
			10,09			


#### 3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN		
	G	78,02		C	13,01

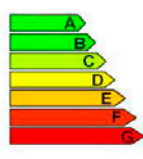
Comparando estos resultados con el resultado obtenido en la modelización del edificio original, que es el que a continuación mostramos

**1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES**

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES				
	E	33,06	CALEFACCIÓN		ACS		
			Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	
			22,31			8,88	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		B		
			1,87				

**2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE**

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL			INDICADORES PARCIALES				
	E	168,81	CALEFACCIÓN		ACS		
			Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	
			105,34			52,41	
			REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>			Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		C		
			11,06				

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN			DEMANDA DE REFRIGERACIÓN		
	G	84,10		D	14,27
		Demanda global de calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]			Demanda global de refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]

A continuación, en la tabla 12, mostramos de manera global y comparativamente, las mejoras que se obtienen con la rehabilitación de la cubierta respecto al edificio original

	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO REHABILITADO	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL
EMISIONES GLOBALES <b>KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año</b>	E 33,06	E 31,28	-1,78	-5,38%
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE <b>kWh/m<sup>2</sup> año</b>	E 168,81	E 160,23	-8,58	-5,08%
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN <b>kWh/m<sup>2</sup> año</b>	G 84,10	G 78,02	-6,08	-7,23%
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN <b>kWh/m<sup>2</sup> año</b>	D 14,27	C 13,01	-1,26	-8,83%

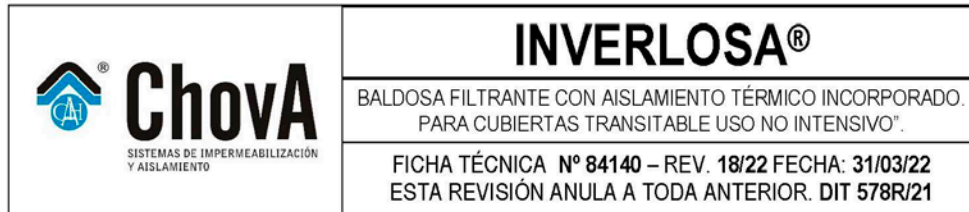
Tabla 12. Tabla comparativa resultados obtenidos. Fuente: Elaboración propia

Hasta este momento, hemos realizado las simulaciones de rehabilitación con tres tipos de cubierta; con pavimento cerámico flotante, adherido y filtrante.

Como hemos comprobado que el comportamiento energético de las tres cubiertas es similar, vamos a centrar ahora el estudio del comportamiento energético con la cubierta de pavimento filtrante. Puesto que esta solución era la mejor valorada de las tres en los índices de idoneidad de las diferentes soluciones ponderadas por usuarios y expertos, pero variando el espesor del aislamiento según los formatos comerciales existentes en el mercado

#### 4.7 ESTUDIO CUBIERTA CON PAVIMENTO FILTRANTE

Existen en el mercado varias marcas comerciales que comercializan este tipo de pavimento, de entre todas ellas hemos elegido INVERLOSA de CHOVA, porque tiene la mayor gama de piezas según el espesor del aislamiento, en concreto tienen cuatro tipos de baldosas con un espesor de aislamiento de 40, 50, 60, y 80 mm.



##### DESCRIPCIÓN.

Baldosa aislante constituida por una plancha de poliestireno extruido unida a una capa superior de mortero de cemento, de 35 mm, a base de agregados minerales seleccionados y aditivos especiales. Disponible en color **GRIS**.

Con acabado superficial poroso constituido por minerales inertes, de granulometría seleccionada, de 2 a 4 mm, que actúan como capa de protección mecánica y drenante. La capa superior de protección mecánica presenta las aristas biseladas. Por su configuración proporciona una rápida evacuación del agua, después de la lluvia, de la superficie de la cubierta.

Su utilización está especialmente indicada para cubiertas invertidas, de uso "transitable-visitable" peatonal. Realización de caminos de acceso en cubiertas "no transitables", de protección ligera o de protección pesada con acabado de grava, o caminos de acceso en cubiertas ajardinadas, etc. También para el apoyo de pequeñas máquinas de clima, o apoyos de paneles solares fijados sobre dados de hormigón (no anclar los paneles solares a la INVERLOSA).



##### PRESENTACION

Se presenta con espesores de aislamiento de 40, 50, 60 y 80 mm de espesor.

##### RESISTENCIA TÉRMICA. (Del aislamiento)

Tipo XPS 40 mm	Conductividad térmica	0,034 (W/m K)	Resistencia térmica (R <sub>D</sub> )	<b>1,20</b> (m <sup>2</sup> K/W) (EN 12667)
Tipo XPS 50 mm	Conductividad térmica	0,034 (W/m K)	Resistencia térmica (R <sub>D</sub> )	<b>1,50</b> (m <sup>2</sup> K/W) (EN 12667)
Tipo XPS 60 mm	Conductividad térmica	0,034 (W/m K)	Resistencia térmica (R <sub>D</sub> )	<b>1,80</b> (m <sup>2</sup> K/W) (EN 12667)
Tipo XPS 80 mm	Conductividad térmica	0,036 (W/m K)	Resistencia térmica (R <sub>D</sub> )	<b>2,20</b> (m <sup>2</sup> K/W) (EN 12667)

Figura 20. Ficha técnica del producto INVERLOSA. Fuente: <https://chova.com/producto/losa-filtrante/>

A continuación, vamos a mostrar los resultados obtenidos con el programa informático CERMA v5\_11, con las simulaciones realizadas en nuestro edificio de estudio para cada tipo de INVERLOSA con los 4 espesores de aislante existentes en el mercado

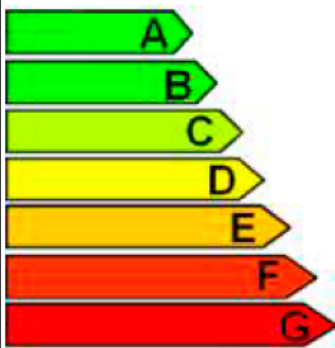

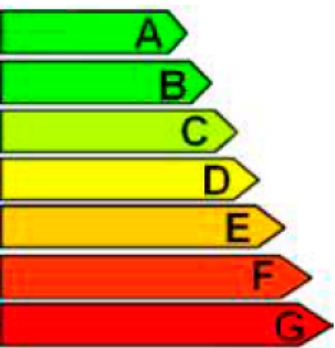

4.7.1 INVERLOSA CON AISLANTE XPS DE 40 mm DE ESPESOR

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> ·año]			EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		
	<b>E</b>	159,93		<b>E</b>	31,22

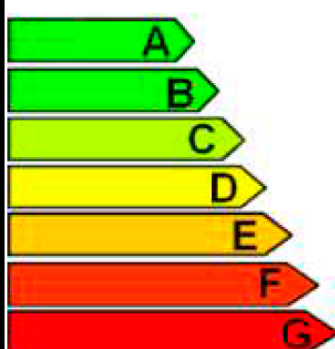

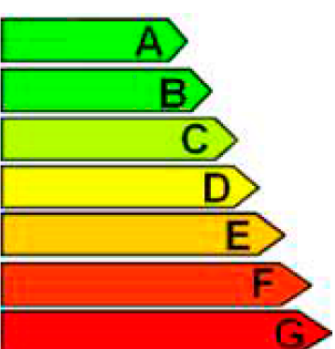

4.7.2 INVERLOSA CON AISLANTE XPS DE 50 mm DE ESPESOR

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> ·año]			EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		
	<b>E</b>	159,55		<b>E</b>	31,14

4.7.3 INVERLOSA CON AISLANTE XPS DE 60 mm DE ESPESOR

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> ·año]			EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		
		159,41			31,11

4.7.4 INVERLOSA CON AISLANTE XPS DE 80 mm DE ESPESOR

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> ·año]			EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		
		158,96			31,02



#### 4.7.5 COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL ENERGÉTICO

En la tabla 13 hemos realizado la comparativa a nivel energético de los resultados obtenidos

TABLA COMPARATIVA RESULTADOS OBTENIDOS CON INVERLOSAS DE DIFERENTES ESPESOR DE AISLAMIENTO	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 40		EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 50			
	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	E 33,06	E 31,22	-1,84	-5,57%	E 31,14	-1,92	-5,81%
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año	E 168,81	E 159,93	-8,88	-5,26%	E 159,55	-9,26	-5,49%
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	G 84,1	G 77,81	-6,29	-7,48%	G 77,54	-6,56	-7,80%
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	D 14,27	C 12,97	-1,3	-9,11%	C 12,91	-1,36	-9,53%

TABLA COMPARATIVA RESULTADOS OBTENIDOS CON INVERLOSAS DE DIFERENTES ESPESOR DE AISLAMIENTO	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 60		EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 80			
	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	E 33,06	E 31,11	-1,95	-5,90%	E 31,02	-2,04	-6,17%
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año	E 168,81	E 159,41	-9,4	-5,57%	E 158,96	-9,85	-5,83%
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	G 84,1	G 77,44	-6,66	-7,92%	G 77,13	-6,97	-8,29%
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	D 14,27	C 12,89	-1,38	-9,67%	C 12,82	-1,45	-10,16%

**Tabla 13.** Tabla comparativa resultados energéticos con diferentes tipos de INVERLOSA. Fuente: Elaboración propia  
Como era de esperar, cuanto mayor espesor tiene el aislante térmico, en este caso XPS, mejores resultados se obtienen a nivel de ahorro energético, llegando a reducirse en más de un 10% la demanda global de refrigeración en el mejor de los casos, cuando el espesor del aislante es de 80mm.

Vicent Bodí Ortells

#### 4.7.6 COMPARATIVA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL ECONÓMICO

La tabla 14 añade el resultado del ahorro económico, considerando que el edificio objeto de estudio tiene 1399 m<sup>2</sup> de uso residencial y estimando un precio medio de la energía de 0,3 €/kWh

TABLA COMPARATIVA RESULTADOS OBTENIDOS CON INVERLOSAS DE DIFERENTES ESPESOR DE AISLAMIENTO	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 40				EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 50			
	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	E 33,06	E 31,22	-1,84	-2574,16 KgCO <sub>2</sub>		E 31,14	-1,92	-2686,08 KgCO <sub>2</sub>	
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año	E 168,81	E 159,93	-8,88	-12423,12 kWh	-3.726,94 €	E 159,55	-9,26	-12954,74 kWh	-3.886,42 €
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	G 84,1	G 77,81	-6,29	-8799,71 kWh	-2.639,91 €	G 77,54	-6,56	-9177,44 kWh	-2.753,23 €
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	D 14,27	C 12,97	-1,3	-1818,70 kWh	-545,61 €	C 12,91	-1,36	-1902,64 kWh	-570,79 €

TABLA COMPARATIVA RESULTADOS OBTENIDOS CON INVERLOSAS DE DIFERENTES ESPESOR DE AISLAMIENTO	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 60				EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 80			
	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	E 33,06	E 31,11	-1,95	-2728,05 KgCO <sub>2</sub>		E 31,02	-2,04	-2853,96 KgCO <sub>2</sub>	
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año	E 168,81	E 159,41	-9,4	-13150,60 kWh	-3.945,18 €	E 158,96	-9,85	-13780,15 kWh	-4.134,05 €
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	G 84,1	G 77,44	-6,66	-9317,34 kWh	-2.795,20 €	G 77,13	-6,97	-9751,03 kWh	-2.925,31 €
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	D 14,27	C 12,89	-1,38	-1930,62 kWh	-579,19 €	C 12,82	-1,45	-2028,55 kWh	-608,57 €

Tabla 14. Tabla comparativa resultados económicos con diferentes tipos de INVERLOSA. Fuente: Elaboración propia

Se podría así llegar a obtener un ahorro anual de **4.134,05€**, en el caso de realizar una rehabilitación de la cubierta con losas de pavimento filtrante ( en este caso, modelo **INVERLOSA de CHOVA**), con 80mm de aislamiento de XPS

#### 4.7.7 COSTE DE EJECUCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE LA CUBIERTA

Para conocer el coste de la ejecución de la rehabilitación de la cubierta con las losas filtrantes seleccionadas, se ha realizado un presupuesto con los precios que proporciona la Base de Datos de la Construcción 2022, a través de la web del INSTITUT VALENCIÀ DE L'EDIFICACIÒ.


















Base de datos de construcción













A continuación, se muestran los precios obtenidos, para cada uno de los tipos de losas filtrantes estudiadas, y para los diferentes espesores:

### COSTE DE REHABILITACIÓN DE CUBIERTA CON INVERLOSA DE 40 mm DE AISLANTE

	Código	Unidad	Resumen	Precio unitario	Rendimiento	IMPORTE
	EQAT14agaa/m2/Cub HC LBM XPS80 c/ pav filtrante					104,14 €
Cubierta plana, transitable y no ventilada de uso privado, invertida con pavimento filtrante con losas modelo INVERLOSA de CHOVA, con una capa de regularización de 1,5 cm. de mortero de cemento impermeabilizante fratasado, capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2, impermeabilización mediante membrana no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliéster (LBM-40-FP), capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2, y pavimento filtrante con losas modelo INVERLOSA de CHOVA de 40 mm de espesor de aislamiento XPS, incluso limpieza previa de soporte, replanteo, formación de baberos, mimbres, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapos. Medida en proyección horizontal						
	MOOA.8a	h	Oficial 1º construcción	20,55 €	1,410	28,98 €
	MOOA11a	h	Peón especializado construcción	16,80 €	1,030	17,30 €
	PBPM33b	m3	Mortero hidrófugo	118,18 €	0,012	1,42 €
	PNIA.6a	m2	Fieltro de fibra de vidrio FV-120	1,45 €	1,100	1,60 €
	PNIL.3cabb	m2	LBM(SBS)-40-FPPE	10,68 €	1,100	11,75 €
	PNIA.6a	m2	Fieltro de fibra de vidrio FV-120	1,45 €	1,100	1,60 €
	PNIA.2ae	m2	Geotextil no tejido de poliéster 300 gr/m2	0,59 €	1,100	0,65 €
	PBPM.1da	m3	Mto cto M-5 man	97,70 €	0,015	1,47 €
	PRRB.4e		Baldosa aislante Inverlosa "CHOVA", formada por 35 mm de mortero y 40 mm de poliestireno extruido, conductividad térmica 0,034 W/(mK).	27,92 €	1,050	29,32 €
	PNIB.8b	m	Cordon premodelado 20mm BH-II	2,76 €	0,300	0,83 €
	PNIL.5a	m	Banda 33 refz a -punz betún elstm	3,93 €	0,600	2,36 €
	PNIL.5b	m	Banda 50 refz a -punz betún elstm	9,51 €	0,400	3,80 €
	PNIW17a	u	Caz sif desagüe vert diametro 80 mm.	26,08 €	0,040	1,04 €
	%		Costes directos complementarios	102,10 €	0,020	2,04 €
<b>COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>						<b>104,14 €</b>
				Gastos Generales	13%	13,54 €
				Beneficio Industrial	6%	6,25 €
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>						<b>123,93 €</b>
				IVA	10%	12,39 €
<b>COSTE FINAL POR M2 DE CUBIERTA</b>						<b>136,32 €</b>
				m2 de cubierta del edificio tipo	303,5	
<b>COSTE TOTAL DE LA REHABILITACIÓN DE LA CUBIERTA</b>						<b>41.373,43 €</b>

Obteniéndose un **COSTE FINAL** de rehabilitación de cubierta de **41.373,43€**
















### COSTE DE REHABILITACIÓN DE CUBIERTA CON INVERLOSA DE 50 mm DE AISLANTE

	Código	Unidad	Resumen	Precio unitario	Rendimiento	IMPORTE
	EQAT14agaa/m2/Cub HC LBM XPS80 c/ pav filtrante					106,68 €
Cubierta plana, transitable y no ventilada de uso privado, invertida con pavimento filtrante con losas modelo INVERLOSA de CHOVA, con una capa de regularización de 1,5 cm. de mortero de cemento impermeabilizante fratasado, capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2, impermeabilización mediante membrana no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliéster (LBM-40-FP), capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2, y pavimento filtrante con losas modelo INVERLOSA de CHOVA de 50 mm de espesor de aislamiento XPS, incluso limpieza previa de soporte, replanteo, formación de baberos, mimbales, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapos. Medida en proyección horizontal						
	MOOA.8a	h	Oficial 1º construcción	20,55 €	1,410	28,98 €
	MOOA11a	h	Peón especializado construcción	16,80 €	1,030	17,30 €
	PBPM33b	m3	Mortero hidrófugo	118,18 €	0,012	1,42 €
	PNIA.6a	m2	Fieltro de fibra de vidrio FV-120	1,45 €	1,100	1,60 €
	PNIL.3cabb	m2	LBM(SBS)-40-FPPE	10,68 €	1,100	11,75 €
	PNIA.6a	m2	Fieltro de fibra de vidrio FV-120	1,45 €	1,100	1,60 €
	PNIA.2ae	m2	Geotextil no tejido de poliéster 300 gr/m2	0,59 €	1,100	0,65 €
	PBPM.1da	m3	Mto cto M-5 man	97,70 €	0,015	1,47 €
	PRRB.4e		Baldosa aislante Inverlosa "CHOVA", formada por 35 mm de mortero y 50 mm de poliestireno extruido, conductividad térmica 0,034 W/(mK).	30,29 €	1,050	31,80 €
	PNIB.8b	m	Cordon premodelado 20mm BH-II	2,76 €	0,300	0,83 €
	PNIL.5a	m	Banda 33 refz a -punz betún elstm	3,93 €	0,600	2,36 €
	PNIL.5b	m	Banda 50 refz a -punz betún elstm	9,51 €	0,400	3,80 €
	PNIW17a	u	Caz sif desagüe vert diametro 80 mm.	26,08 €	0,040	1,04 €
	%		Costes directos complementarios	104,59 €	0,020	2,09 €
<b>COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>						<b>106,68 €</b>
				Gastos Generales	13%	13,87 €
				Beneficio Industrial	6%	6,40 €
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>						<b>126,95 €</b>
				IVA	10%	12,69 €
<b>COSTE FINAL POR M2 DE CUBIERTA</b>						<b>139,64 €</b>
				m2 de cubierta del edificio tipo	303,5	
<b>COSTE TOTAL DE LA REHABILITACIÓN DE LA CUBIERTA</b>						<b>42.381,84 €</b>

Obteniéndose un **COSTE FINAL** de rehabilitación de cubierta de **42.381,84€**

Vicent Bodí Ortells
















### COSTE DE REHABILITACIÓN DE CUBIERTA CON INVERLOSA DE 60 mm DE AISLANTE

	Código	Unidad	Resumen	Precio unitario	Rendimiento	IMPORTE
	EQAT14agaa/m2/Cub HC LBM XPS80 c/ pav filtrante					113,51 €
Cubierta plana, transitable y no ventilada de uso privado, invertida con pavimento filtrante con losas modelo INVERLOSA de CHOVA, con una capa de regularización de 1,5 cm. de mortero de cemento impermeabilizante fratasado, capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2, impermeabilización mediante membrana no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliéster (LBM-40-FP), capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2, y pavimento filtrante con losas modelo INVERLOSA de CHOVA de 60 mm de espesor de aislamiento XPS, incluso limpieza previa de soporte, replanteo, formación de baberos, mimbales, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapos. Medida en proyección horizontal						
	MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	20,55 €	1,410	28,98 €
	MOOA11a	h	Peón especializado construcción	16,80 €	1,030	17,30 €
	PBPM33b	m3	Mortero hidrófugo	118,18 €	0,012	1,42 €
	PNIA.6a	m2	Fieltro de fibra de vidrio FV-120	1,45 €	1,100	1,60 €
	PNIL.3cabb	m2	LBM(SBS)-40-FPPE	10,68 €	1,100	11,75 €
	PNIA.6a	m2	Fieltro de fibra de vidrio FV-120	1,45 €	1,100	1,60 €
	PNIA.2ae	m2	Geotextil no tejido de poliéster 300 gr/m2	0,59 €	1,100	0,65 €
	PBPM.1da	m3	Mto cto M-5 man	97,70 €	0,015	1,47 €
	PRRB.4e		Baldosa aislante Inverlosa "CHOVA", formada por 35 mm de mortero y 60 mm de poliestireno extruido, conductividad térmica 0,034 W/(mK).	36,67 €	1,050	38,50 €
	PNIB.8b	m	Cordon premodelado 20mm BH-II	2,76 €	0,300	0,83 €
	PNIL.5a	m	Banda 33 refz a -punz betún elstm	3,93 €	0,600	2,36 €
	PNIL.5b	m	Banda 50 refz a -punz betún elstm	9,51 €	0,400	3,80 €
	PNIW17a	u	Caz sif desagüe vert diametro 80 mm.	26,08 €	0,040	1,04 €
	%		Costes directos complementarios	111,29 €	0,020	2,23 €
<b>COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>						<b>113,51 €</b>
				Gastos Generales	13%	14,76 €
				Beneficio Industrial	6%	6,81 €
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>						<b>135,08 €</b>
				IVA	10%	13,51 €
<b>COSTE FINAL POR M2 DE CUBIERTA</b>						<b>148,59 €</b>
				m2 de cubierta del edificio tipo	303,5	
<b>COSTE TOTAL DE LA REHABILITACIÓN DE LA CUBIERTA</b>						<b>45.096,45 €</b>

Obteniéndose un **COSTE FINAL** de rehabilitación de cubierta de **45.096,45€**

Vicent Bodí Ortells

### COSTE DE REHABILITACIÓN DE CUBIERTA CON INVERLOSA DE 80 mm DE AISLANTE

	Código	Unidad	Resumen	Precio unitario	Rendimiento	IMPORTE
	EQAT14agaa/m2/Cub HC LBM XPS80 c/ pav filtrante					114,55 €
Cubiertaplana, transitable y no ventilada de uso privado, invertida con pavimento filtrante con losas modelo INVERLOSA de CHOVA, con una capa de regularización de 1,5 cm. de mortero de cemento impermeabilizante fratasado, capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2, impermeabilización mediante membrana no adherida al soporte constituida por lámina de betún modificado armada con fieltro de poliéster (LBM-40-FP), capa separadora a base de fieltro de fibra de vidrio de 120 gr/m2, y pavimento filtrante con losas modelo INVERLOSA de CHOVA de 80 mm de espesor de aislamiento XPS, incluso limpieza previa de soporte, replanteo, formación de baberos, mimbres, sumideros y otros elementos especiales con bandas de refuerzo, mermas y solapos. Medida en proyección horizontal						
	MOOA.8a	h	Oficial 1º construcción	20,55 €	1,410	28,98 €
	MOOA11a	h	Peón especializado construcción	16,80 €	1,030	17,30 €
	PBPM33b	m3	Mortero hidrófugo	118,18 €	0,012	1,42 €
	PNIA.6a	m2	Fieltro de fibra de vidrio FV-120	1,45 €	1,100	1,60 €
	PNIL.3cabb	m2	LBM(SBS)-40-FPPE	10,68 €	1,100	11,75 €
	PNIA.6a	m2	Fieltro de fibra de vidrio FV-120	1,45 €	1,100	1,60 €
	PNIA.2ae	m2	Geotextil no tejido de poliéster 300 gr/m2	0,59 €	1,100	0,65 €
	PBPM.1da	m3	Mto cto M-5 man	97,70 €	0,015	1,47 €
	PRRB.4e		Baldosa aislante Inverlosa "CHOVA", formada por 35 mm de mortero y 80 mm de poliestireno extruido, conductividad térmica 0,034 W/(mK).	37,64 €	1,050	39,52 €
	PNIB.8b	m	Cordon premodelado 20mm BH-II	2,76 €	0,300	0,83 €
	PNIL.5a	m	Banda 33 refz a -punz betún elstm	3,93 €	0,600	2,36 €
	PNIL.5b	m	Banda 50 refz a -punz betún elstm	9,51 €	0,400	3,80 €
	PNIW17a	u	Caz sif desagüe vert diametro 80 mm.	26,08 €	0,040	1,04 €
	%		Costes directos complementarios	112,31 €	0,020	2,25 €
<b>COSTE DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>						<b>114,55 €</b>
				Gastos Generales	13%	14,89 €
				Beneficio Industrial	6%	6,87 €
<b>PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>						<b>136,32 €</b>
				IVA	10%	13,63 €
<b>COSTE FINAL POR M2 DE CUBIERTA</b>						<b>149,95 €</b>
				m2 de cubierta del edificio tipo	303,5	
<b>COSTE TOTAL DE LA REHABILITACIÓN DE LA CUBIERTA</b>						<b>45.509,18 €</b>

Obteniéndose un **COSTE FINAL** de rehabilitación de cubierta de **45.509,18€**

## 4.8 ANÁLISIS ECONÓMICO- RETORNO DE LA INVERSIÓN

La Directiva EPBD del 2002 no consideraba el aspecto económico en la valoración de la eficiencia energética. En la Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, EPBD de 2010, disponía, Anexo III, se mencionaba que se debía desarrollar un método para analizar la costo-eficiencia de las medidas de mejora de la eficiencia energética en los edificios. Esta metodología se desarrolló a través del Reglamento Delegado 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012, donde se define una metodología que permite comparar y calcular la mejor rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de los elementos que lo componen y cuya base de cálculo es el VAN. El documento Directrices que acompañan al Reglamento Delegado (UE) 244/2012 de la Comisión, de 16 de enero de 2012, establece un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos y hace un análisis de los tipos de costes.

El Reglamento Delegado 244/2012 presenta dos opciones:

- **Enfoque Financiero:** Solo incluye costes privados, es decir, la suma de la inversión inicial, los costes anuales de funcionamiento, costes de eliminación, de mantenimiento y de sustitución. En este caso se debe considerar los impuestos aplicables a cualquier tipo de coste. Este es el que ha adoptado España.
- **Enfoque Macroeconómico:** Además de los costes privados que se incluyen en el análisis financiero, se deben incorporar los costes sociales. Para ello, se analizan los costes derivados de las emisiones de gases efecto invernadero, representados por las emisiones de CO<sub>2</sub> derivados del consumo energético del edificio. El Reglamento indica unos valores económicos del CO<sub>2</sub> estimativos de referencia, a partir del mercado de emisiones ETS (Emissions Trade Scheme).

El cálculo que presenta el Reglamento Delegado 244/2012 se denomina **Coste Global**, que se define como la suma del valor actual de los costes de inversión inicial, de los costes de funcionamiento y de los costes de sustitución (con referencia al año inicial), así como en su caso, de los costes de eliminación. Además, para el cálculo a nivel macroeconómico, se añadirá el coste de las emisiones de gases de efecto invernadero.



#### 4.8.1 ANÁLISIS ESTÁTICO

A partir de estas premisas y con los resultados obtenidos en los apartados anteriores, tenemos los siguientes datos de partida:

LOSA FILTRANTE	AHORRO ANUAL ECONÓMICO	COSTE EJECUCIÓN CUBIERTA
XPS de 40 mm	3.726,94 €	41.373,43 €
XPS de 50 mm	3.886,42 €	42.381,84 €
XPS de 60 mm	3.945,18 €	45.095,45 €
XPS de 80 mm	4.134,05 €	45.509,18 €

Tabla 15. Datos de partida para el estudio económico. Fuente: Elaboración propia

Partiendo de los mismos se ha realizado un primer **análisis estático**, con los siguientes resultados:

ANÁLISIS ESTÁTICO	COSTE INVERSIÓN	AHORRO ANUAL CONSUMO (Kwh)	REPERCUSIÓN ANUAL €/Kwh	AHORRO ANUAL ECONÓMICO	PERIODO DE RETORNO (Años)
XPS 40 mm	41.373,43 €	12423,12	3,33035743	3.726,94 €	11,10117952
XPS 50 mm	42.381,84 €	12954,74	3,27153150	3.886,42 €	10,90511062
XPS 60 mm	45.096,45 €	13150,60	3,42923137	3.945,18 €	11,43077122
XPS 80 mm	45.509,18 €	13780,15	3,30251703	4.134,05 €	11,00837677

Tabla 16. Resultados obtenidos en el análisis estático. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el periodo de retorno es muy similar en los cuatro casos analizados entorno a los 11 años, siendo curiosamente la losa con 50 mm de espesor de aislamiento XPS la que tiene un periodo de retorno menor (10,905 años) por tanto en principio sería la más rentable.

No obstante, dada la poca diferencia con el periodo de retorno que se obtiene con la losa de mayor espesor (11,008 años) sería preferible realizar la rehabilitación de la cubierta con este tipo de losa filtrante de 80mm de espesor de aislante de XPS, dado que se produce una reducción mayor del consumo energético del edificio (13.780,15 Kwh)

#### 4.8.2 ANÁLISIS DINÁMICOS

La fórmula de cálculo en el RD 244/2012, es la que se presenta en la ecuación 1:

$$C_{g(\tau)} = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

**Ecuación 1** Cálculo del Coste Global

donde:

$\tau$ , Período de cálculo.

$C_{g(\tau)}$ , Costes global (referido al año inicial  $\tau_0$ ) a lo largo del periodo de cálculo.

$C_I$ , Costes de la inversión iniciales de la medida o conjunto de medidas  $j$ .

$C_{a,i}(j)$ , Coste anual durante el año  $i$  de la medida o conjunto de medidas  $j$ .

$C_{c,i}(j)$ , es el coste del carbono de la medida o conjunto de medidas  $j$  durante un año  $i$ .

$V_{f,\tau}(j)$ , Es el valor residual de la medida o conjunto de medidas  $j$  al final del periodo de cálculo (actualizado al año inicial  $\tau_0$ ).

$R_d(p)$ , Es el factor de actualización aplicable al año  $i$ , basado en la tasa de actualización  $r$ , y es el número por el que se multiplica el flujo de tesorería registrado en un momento dado para obtener su valor equivalente en el momento inicial; este factor se deriva de la tasa de actualización. Se calcula con la ecuación 2:

$$R_d(p) = \left( \frac{1}{1 + r/100} \right)^p$$

**Ecuación 2** Cálculo del Factor de Actualización

donde:

$p$ , es el número de años desde el año inicial

$r$ , es la tasa de actualización real

Vicent Bodí Ortells

**Coste de la inversión inicial  $C_i$ :** todos aquellos que se realicen hasta el momento en que el edificio o el elemento del edificio se entregue, listo para su uso, al cliente; estos costes incluyen los derivados del diseño, la compra de los elementos, la conexión con los suministradores y los procesos de instalación y puesta en servicio. Corresponde al Presupuesto de Ejecución por Contrata de cada una de las medidas de mejora.

**Coste anual  $C_{a,i}$ :** Es la suma de los costes de funcionamiento y de los costes periódicos o de explotación pagados en un determinado año. El Reglamento lo define como costes anuales derivados de las medidas de conservación y restauración del nivel de calidad deseado para un edificio o para uno de sus elementos; esto incluye los costes anuales de las actividades de inspección, limpieza, ajuste y reparación, así como los de los productos consumibles. Estos incluirían:

- Costes de funcionamiento serían los gastos derivados de las facturas energéticas. Habría que conocer el tipo de energía empleado para el servicio del edificio (electricidad, gas natural, biomasa, etc.) y el precio del mismo. Al incorporar una medida de eficiencia energética, sería en realidad un ahorro, una cantidad de dinero que se deja de pagar en las facturas como consecuencia de la medida.
- Costes periódicos se derivarían de:
  - *Operaciones de mantenimiento* que se realizan teóricamente en los años de vida útil del edificio. Este cálculo, al realizarse un análisis dinámico (en un horizonte temporal), requiere conocer la vida útil del elemento y la periodicidad de las labores de mantenimiento, así como su coste económico.
  - *Coste de sustitución:* Sería la inversión destinada a sustituir durante el período de cálculo un elemento de edificio de acuerdo con el ciclo de vida útil estimado. Por ejemplo, el cambio de una caldera, con una vida útil de unos 15 años, a lo largo de la vida útil del edificio, o los equipamientos de baños o cocinas. Este término de la ecuación requiere conocer las vidas útiles medias de los elementos integrantes del edificio. Es necesario establecer cuál es la vida útil del edificio y cuál es el momento de la sustitución de aquellas medidas que requieran ser reemplazadas más de una vez durante la vida útil del edificio. A este respecto, es difícil llegar a un acuerdo entre distintos autores sobre la duración real de un edificio. Se pueden ver en las ciudades edificios de más de un siglo perfectamente funcionales si se les ha hecho un mantenimiento y renovación adecuados. Algunos autores hablan de 100 años, otros de 50 años, etc. El RD 244/12 indica que se haga el cálculo a 30 años, atendiendo a una posible vida económica media del inmueble, es decir, el tiempo que un propietario podría residir en un mismo

Vicent Bodí Ortells

inmueble. Sin embargo, algunas de las medidas, como las de aislamiento térmico de la fachada, superan ese horizonte temporal, llegando a 50 años.

- *Costes de eliminación*, definidos un posible coste al final de la vida útil de alguno de los elementos, por ejemplo, por demolición, retirada, transporte y reciclado.

**Tasa de actualización  $R_d(p)$** , que afecta a los costes anuales: Se utiliza para actualizar el valor del dinero y se expresa en términos reales. El Reglamento Delegado 244/2012, propone adoptar un 3% y como mínimo otro tipo de actualización, para hacer un análisis de sensibilidad, tomando y conocer un intervalo de valores, en función del valor de la tasa utilizada.

**Coste de las emisiones de gases efecto invernadero  $C_{ci}$** : Sólo aplicable en la perspectiva macroeconómica. Se define como el valor monetario de los daños medioambientales causados por las emisiones de CO<sub>2</sub> por el consumo de energía de los edificios. El Reglamento indica que, a falta de otras fuentes de información, se podría adoptar el precio del CO<sub>2</sub> del mercado de emisiones ETS (Emissions Trade Scheme), de acuerdo al Reglamento Delegado 244/2012, se cifra en: 20€/tonelada hasta 2025, 30 €/tonelada hasta 2030 y 50€/tonelada desde 2030. Estos valores actualmente son más elevados. Sería posible aplicar otros de forma justificada. Este coste, junto con el energético, es el único que supondrá un ahorro al usuario, cuanto más eficiente energéticamente sea el edificio.

**$V_f, \tau(j)$** , Es el valor residual de la medida o conjunto de medidas  $j$  al final del periodo de cálculo (actualizado al año inicial  $\tau_0$ ): Se aplicaría si se obtuviera algún valor del elemento considerado, al terminar su vida útil, por ejemplo, por su valor por piezas o valor del residuo.

Al igual que se ha realizado con el estudio estático, para realizar el estudio dinámico vamos a partir de las mismas premisas, con los siguientes datos de partida:

LOSA FILTRANTE	AHORRO ANUAL ECONÓMICO	COSTE EJECUCIÓN CUBIERTA
XPS de 40 mm	3.726,94 €	41.373,43 €
XPS de 50 mm	3.886,42 €	42.381,84 €
XPS de 60 mm	3.945,18 €	45.095,45 €
XPS de 80 mm	4.134,05 €	45.509,18 €

Tabla 15. Datos de partida para el estudio económico. Fuente: Elaboración propia

A partir de estos se han realizado los análisis dinámicos de las losas con diferente espesor de aislamiento (40, 50, 60 y 80 mm de XPS), cuyos resultados se ofrecen a continuación, en las páginas posteriores.

En resumen, las hipótesis de cálculo son:

$T$ , Período de cálculo: 30 años

$CI$ , Costes de la inversión iniciales de la medida de rehabilitación para los distintos espesores de XPS, que figuran en la tabla 15.

$Ca,i(j)$ , Coste anual durante el año  $i$  de la medida, representado por el ahorro de energía que se consigue con la medida (lo que se deja de pagar en las facturas al rehabilitar), que figura en la columna de ahorro anual de la tabla 15.

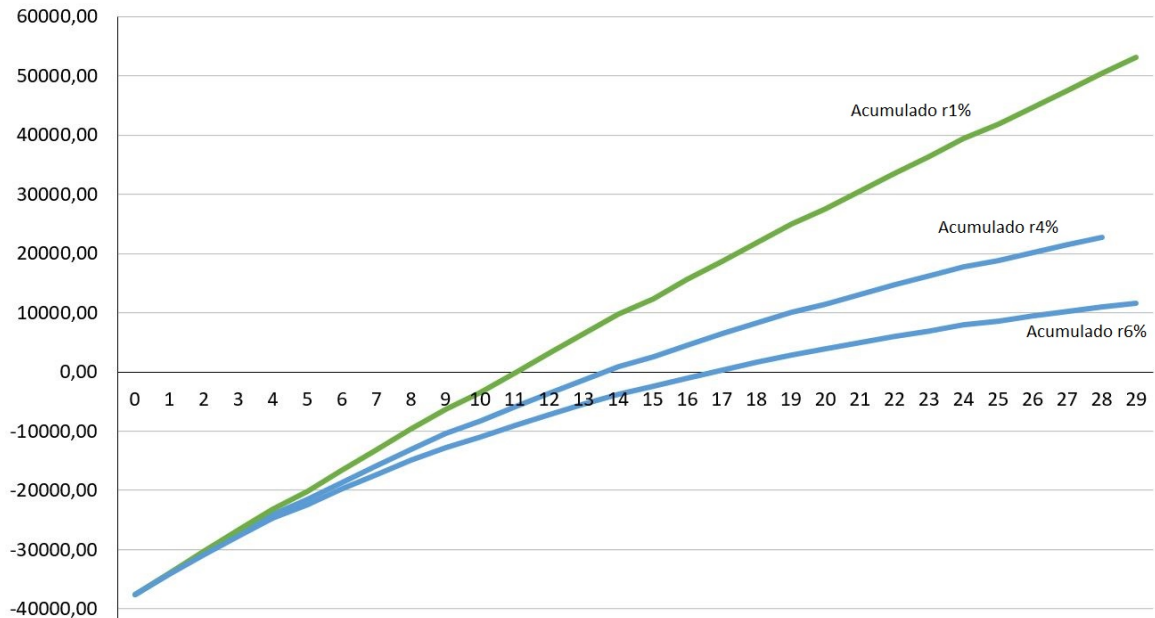
$Cci(j)$ , es el coste del carbono de la medida: 0 euros.

$Vf,\tau(j)$ , Es el valor residual de la medida: 0 euros.

$r$ , es la tasa de actualización real: Tres valores para un escenario optimista, intermedio y pesimista, de 1, 4 y 6%, respectivamente.

ANÁLISIS DINÁMICO DE CUBIERTA CON LOSA FILTRANTE DE 40 mm DE AISLANTE

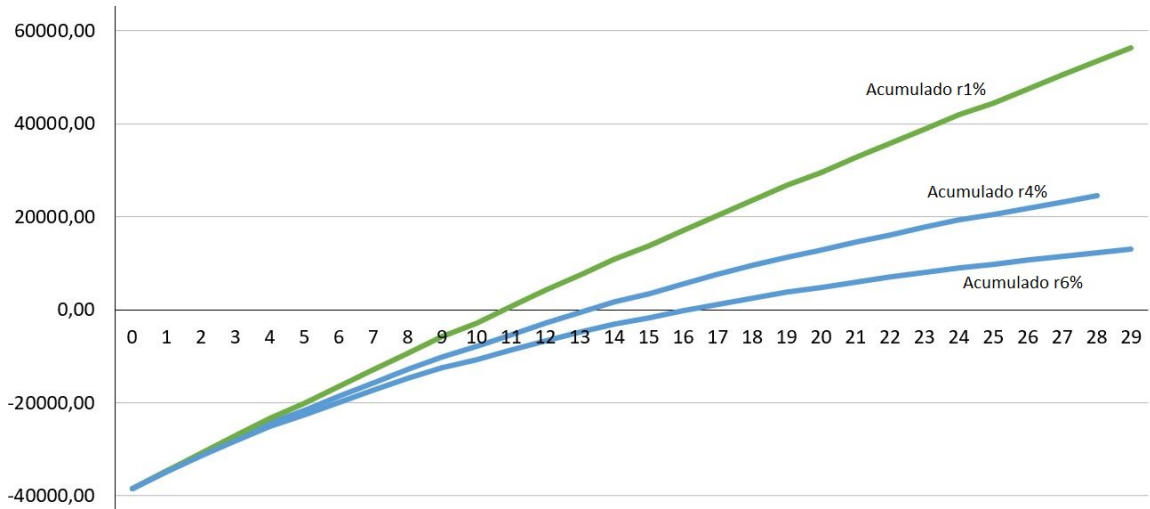
AÑO	Ci	Coste anual (Ca)			Ahorro kWh *€/kWh	Ahorro TCO2*€/T (Macroec)	Flujos caja	Análisis de sensibilidad			Gráficos				
		(PEC)						Ahorro energía	Ahorro CO2 (Macroec)	Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%
		Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste mantenimiento											
0	-41373,43			3726,94		3726,94	-37646,49	-37646,49	-37646,49	-37646,49	-37646,49	-37646,49			
1				3726,94		3726,94	3690,04	3583,60	3515,98	-33956,45	-34062,89	-34130,51			
2				3726,94		3726,94	3653,50	3445,77	3316,96	-30302,95	-30617,13	-30813,55			
3				3726,94		3726,94	3617,33	3313,24	3129,21	-26685,61	-27303,89	-27684,33			
4				3726,94		3726,94	3581,52	3185,80	2952,09	-23104,10	-24118,09	-24732,25			
5			-600,00	3726,94		3126,94	2975,18	2570,12	2336,63	-20128,92	-21547,97	-22395,62			
6				3726,94		3726,94	3510,95	2945,45	2627,35	-16617,98	-18602,52	-19768,27			
7				3726,94		3726,94	3476,18	2832,17	2478,63	-13141,79	-15770,35	-17289,64			
8				3726,94		3726,94	3441,77	2723,24	2338,33	-9700,03	-13047,11	-14951,32			
9				3726,94		3726,94	3407,69	2618,50	2205,97	-6292,34	-10428,61	-12745,35			
10			-600,00	3726,94		3126,94	2830,78	2112,45	1746,07	-3461,56	-8316,16	-10999,28			
11				3726,94		3726,94	3340,54	2420,95	1963,31	-121,01	-5895,21	-9035,97			
12				3726,94		3726,94	3307,47	2327,84	1852,17	3186,46	-3567,38	-7183,80			
13				3726,94		3726,94	3274,72	2238,30	1747,33	6461,18	-1329,07	-5436,46			
14				3726,94		3726,94	3242,30	2152,21	1648,43	9703,48	823,14	-3788,03			
15			-600,00	3726,94		3126,94	2693,39	1736,28	1304,76	12396,87	2559,42	-2483,27			
16				3726,94		3726,94	3178,41	1989,84	1467,10	15575,28	4549,26	-1016,18			
17				3726,94		3726,94	3146,94	1913,31	1384,05	18722,23	6462,57	367,88			
18				3726,94		3726,94	3115,79	1839,72	1305,71	21838,01	8302,30	1673,59			
19				3726,94		3726,94	3084,94	1768,96	1231,80	24922,95	10071,26	2905,39			
20			-600,00	3726,94		3126,94	2562,67	1427,09	974,99	27485,62	11498,36	3880,38			
21				3726,94		3726,94	3024,15	1635,51	1096,30	30509,77	13133,86	4976,68			
22				3726,94		3726,94	2994,21	1572,60	1034,24	33503,98	14706,46	6010,93			
23				3726,94		3726,94	2964,56	1512,12	975,70	36468,54	16218,58	6986,63			
24				3726,94		3726,94	2935,21	1453,96	920,47	39403,75	17672,54	7907,11			
25			-600,00	3726,94		3126,94	2438,29	1172,97	728,57	41842,04	18845,51	8635,68			
26				3726,94		3726,94	2877,38	1344,27	819,22	44719,42	20189,78	9454,90			
27				3726,94		3726,94	2848,89	1292,56	772,85	47568,30	21482,34	10227,75			
28				3726,94		3726,94	2820,68	1242,85	729,10	50388,99	22725,19	10956,85			
29				3726,94		3726,94	2792,75	1195,05	687,83	53181,74	23920,24	11644,68			
VAN						93619	53182	23920	11645						



Vicent Bodí Ortells

ANÁLISIS DINÁMICO DE CUBIERTA CON LOSA FILTRANTE DE 50 mm DE AISLANTE

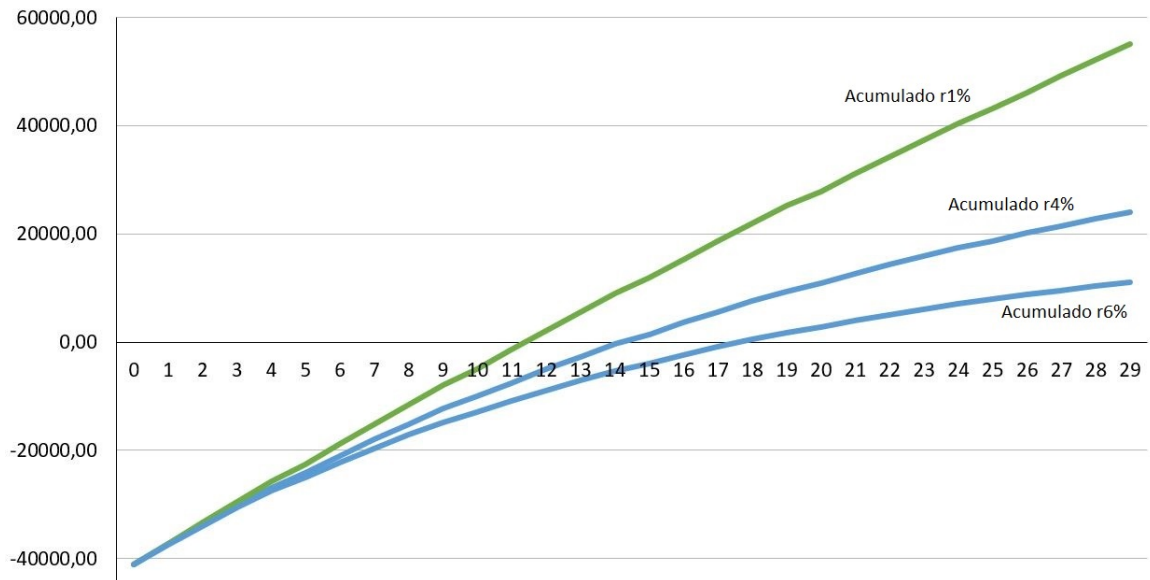
AÑO	Coste anual (Ca)			Ahorro kWh *€/kWh	Ahorro CO2 TCO2*€/T (Macroec)	Flujos caja	Análisis de sensibilidad			Gráficos		
	(PEC)						Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%
	Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste mantenimiento									
0	-42381,84			3886,42		3886,42	-38495,42	-38495,42	-38495,42	-38495,42	-38495,42	
1				3886,42		3886,42	3847,94	3736,94	3666,43	-34647,48	-34758,48	-34828,99
2				3886,42		3886,42	3809,84	3593,21	3458,90	-30837,64	-31165,26	-31370,09
3				3886,42		3886,42	3772,12	3455,01	3263,11	-27065,52	-27710,25	-28106,97
4				3886,42		3886,42	3734,77	3322,13	3078,41	-23330,74	-24388,12	-25028,56
5			-600,00	3886,42		3286,42	3126,92	2701,20	2455,80	-20203,83	-21686,92	-22572,76
6				3886,42		3886,42	3661,18	3071,49	2739,77	-16542,64	-18615,43	-19832,99
7				3886,42		3886,42	3624,93	2953,36	2584,69	-12917,71	-15662,07	-17248,30
8				3886,42		3886,42	3589,04	2839,77	2438,39	-9328,67	-12822,30	-14809,91
9				3886,42		3886,42	3553,51	2730,55	2300,37	-5775,16	-10091,75	-12509,54
10			-600,00	3886,42		3286,42	2975,15	2220,19	1835,12	-2800,00	-7871,57	-10674,42
11				3886,42		3886,42	3483,49	2524,54	2047,32	683,49	-5347,02	-8627,10
12				3886,42		3886,42	3449,00	2427,45	1931,43	4132,49	-2919,58	-6695,67
13				3886,42		3886,42	3414,85	2334,08	1822,11	7547,34	-585,49	-4873,57
14				3886,42		3886,42	3381,04	2244,31	1718,97	10928,38	1658,82	-3154,60
15			-600,00	3886,42		3286,42	2830,76	1824,83	1371,31	13759,14	3483,65	-1783,29
16				3886,42		3886,42	3314,42	2074,99	1529,87	17073,56	5558,64	-253,42
17				3886,42		3886,42	3281,61	1995,18	1443,28	20355,16	7553,93	1189,88
18				3886,42		3886,42	3249,11	1918,45	1361,58	23604,28	9472,27	2551,44
19				3886,42		3886,42	3216,94	1844,66	1284,51	26821,22	11316,93	3835,96
20			-600,00	3886,42		3286,42	2693,37	1499,88	1024,72	29514,59	12816,81	4860,68
21				3886,42		3886,42	3153,56	1705,49	1143,21	32668,15	14522,30	6003,89
22				3886,42		3886,42	3122,34	1639,90	1078,50	35790,48	16162,20	7082,39
23				3886,42		3886,42	3091,42	1576,82	1017,45	38881,90	17739,02	8099,84
24				3886,42		3886,42	3060,81	1516,18	959,86	41942,72	19255,20	9059,71
25			-600,00	3886,42		3286,42	2562,65	1232,79	765,73	44505,36	20487,99	9825,44
26				3886,42		3886,42	3000,50	1401,79	854,27	47505,87	21889,78	10679,71
27				3886,42		3886,42	2970,79	1347,87	805,92	50476,66	23237,65	11485,63
28				3886,42		3886,42	2941,38	1296,03	760,30	53418,04	24533,69	12245,93
29				3886,42		3886,42	2912,26	1246,19	717,27	56330,30	25779,87	12963,20
VAN						97735	56330	25780	12963			



Vicent Bodí Ortells

ANÁLISIS DINÁMICO DE CUBIERTA CON LOSA FILTRANTE DE 60 mm DE AISLANTE

AÑO	CI	Coste anual (Ca)			Cc	Flujos caja	Análisis de sensibilidad			Gráficos		
	Coste Inversión (Ci)	(PEC)		€/kWh	TCO2*€/T		Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%
0	-45096,45					3945,18	-41151,27	-41151,27	-41151,27	-41151,27	-41151,27	
1						3945,18	3906,12	3793,44	3721,87	-37245,15	-37357,83	-37429,40
2						3945,18	3867,44	3647,54	3511,20	-33377,71	-33710,29	-33918,21
3						3945,18	3829,15	3507,25	3312,45	-29548,55	-30203,04	-30605,76
4						3945,18	3791,24	3372,36	3124,95	-25757,31	-26830,68	-27480,80
5			-600,00			3945,18	3716,54	3117,93	2781,20	-18857,95	-20963,25	-22199,90
6						3945,18	3679,74	2998,01	2623,77	-15178,21	-17965,24	-19576,13
7						3945,18	3643,31	2882,70	2475,25	-11634,90	-15082,54	-17100,87
8						3945,18	3607,24	2771,83	2335,15	-7927,67	-12310,70	-14765,72
9			-600,00			3945,18	3536,16	2562,71	2078,27	-1363,16	-7488,11	-10819,52
10						3945,18	3501,15	2464,15	1960,63	-2137,98	-6023,96	-8858,89
11						3945,18	3466,48	2369,37	1849,65	-5604,47	-4654,59	-3009,23
12						3945,18	3432,16	2278,24	1744,96	-9036,63	-376,34	-5264,28
13			-600,00			3945,18	3398,37	2187,46	1657,83	-11918,00	1481,12	-3868,45
14						3945,18	3364,53	2106,36	1573,01	-15282,53	3587,48	-2315,44
15						3945,18	3331,22	2025,35	1485,10	-18613,75	5612,83	-850,35
16						3945,18	3298,24	1947,45	1407,17	-21911,99	7560,28	531,82
17			-600,00			3945,18	3265,58	1872,55	1333,93	-25177,57	9432,83	1835,76
18						3945,18	3232,52	1800,70	1264,04	-28919,10	10959,53	2878,80
19						3945,18	3201,24	1731,28	1202,50	-31120,33	12690,81	4039,30
20						3945,18	3169,54	1664,69	1147,81	-34289,88	14355,50	5134,10
21						3945,18	3138,16	1600,66	1097,84	-37428,04	15966,16	6166,94
22						3945,18	3107,09	1539,10	1051,37	-40535,13	17495,26	7141,32
23			-600,00			3945,18	3076,47	1474,83	1007,42	-43143,59	18750,09	7920,74
24						3945,18	3045,87	1422,98	967,19	-46189,46	20173,08	8787,93
25						3945,18	3015,71	1368,25	925,10	-49205,17	21541,33	9606,03
26						3945,18	2985,85	1315,63	881,80	-52191,03	22856,96	10377,83
27						3945,18	2956,29	1265,03	838,11	-55147,32	24121,99	11105,94
28						3945,18						
29						3945,18						
VAN						99251	55147	24122	11106			

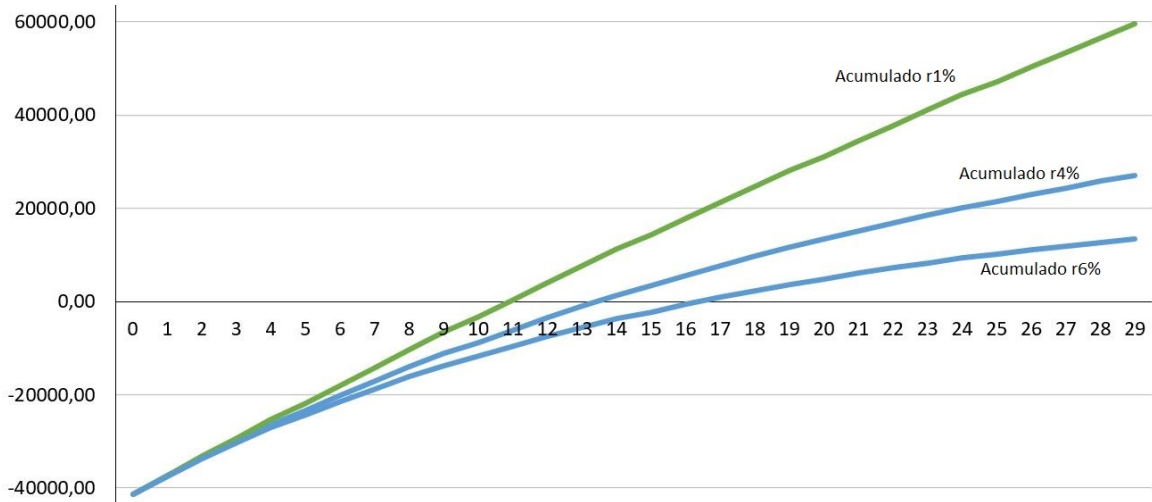


Vicent Bodí Ortells



**ANÁLISIS DINÁMICO DE CUBIERTA CON LOSA FILTRANTE DE 80 mm DE AISLANTE**

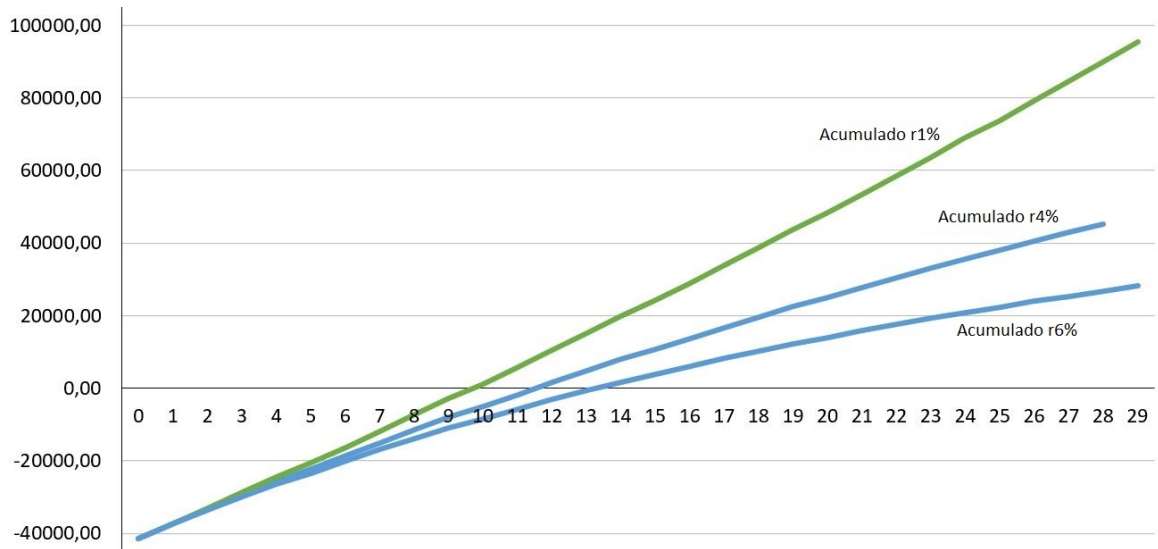
AÑO	Ci	Coste anual (Ca)			€/kWh	TCO2€/T	Flujos caja	Análisis de sensibilidad			Gráficos		
		(PEC)		Ahorro energía				Ahorro CO2 (Macroec)	Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%
0	-45509,18			4134,05		4134,05	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	
1				4134,05		4134,05	4093,12	3975,05	3900,05	-37282,01	-37400,08	-37475,08	
2				4134,05		4134,05	4052,59	3822,16	3679,29	-33229,42	-33577,92	-33795,79	
3				4134,05		4134,05	4012,47	3675,16	3471,03	-29216,95	-29902,76	-30324,76	
4				4134,05		4134,05	3972,74	3533,80	3274,55	-25244,21	-26368,96	-27050,21	
5			-600,00	4134,05		3534,05	3362,53	2904,73	2640,85	-21881,68	-23464,23	-24409,36	
6				4134,05		4134,05	3894,46	3267,20	2914,34	-17987,22	-20197,03	-21495,02	
7				4134,05		4134,05	3855,90	3141,54	2749,38	-14131,32	-17055,49	-18745,64	
8				4134,05		4134,05	3817,73	3020,71	2593,75	-10313,59	-14034,78	-16151,89	
9				4134,05		4134,05	3779,93	2904,53	2446,94	-6533,66	-11130,25	-13704,95	
10			-600,00	4134,05		3534,05	3199,33	2387,48	1973,40	-3334,34	-8742,78	-11731,55	
11				4134,05		4134,05	3705,45	2685,40	2177,77	371,11	-6057,38	-9553,79	
12				4134,05		4134,05	3668,76	2582,12	2054,50	4039,87	-3475,26	-7499,29	
13				4134,05		4134,05	3632,44	2482,80	1938,20	7672,31	-992,46	-5661,09	
14				4134,05		4134,05	3596,47	2387,31	1828,49	11268,78	1394,85	-3732,59	
15			-600,00	4134,05		3534,05	3044,05	1962,33	1474,64	14312,83	3357,19	-2257,96	
16				4134,05		4134,05	3525,61	2207,20	1627,35	17838,43	5564,39	-630,60	
17				4134,05		4134,05	3490,70	2122,31	1535,24	21329,13	7686,70	904,63	
18				4134,05		4134,05	3456,14	2040,68	1448,34	24785,27	9727,38	2352,97	
19				4134,05		4134,05	3421,92	1962,20	1366,36	28207,19	11689,58	3719,33	
20			-600,00	4134,05		3534,05	2896,31	1612,89	1101,93	31103,50	13302,47	4821,26	
21				4134,05		4134,05	3354,49	1814,16	1216,05	34457,99	15116,63	6037,32	
22				4134,05		4134,05	3321,28	1744,38	1147,22	37779,27	16861,02	7184,54	
23				4134,05		4134,05	3288,40	1677,29	1082,28	41067,67	18538,31	8266,82	
24				4134,05		4134,05	3255,84	1612,78	1021,02	44323,51	20151,09	9287,84	
25			-600,00	4134,05		3534,05	2755,74	1325,68	823,43	47079,25	21476,77	10111,27	
26				4134,05		4134,05	3191,68	1491,11	908,71	50270,93	22967,88	11019,98	
27				4134,05		4134,05	3160,08	1433,76	857,27	53431,02	24401,64	11877,25	
28				4134,05		4134,05	3128,80	1378,61	808,74	56559,81	25780,25	12685,99	
29				4134,05		4134,05	3097,82	1325,59	762,97	59657,63	27105,84	13448,96	
VAN						104126	59658	27106	13449				



Vicent Bodí Ortells

**ANÁLISIS DINÁMICO DE CUBIERTA CON LOSA FILTRANTE DE 80 mm DE AISLANTE Y AUMENTO DE LA ENERGIA 2%**

AÑO	Coste anual (Ca)			€/kWh	Cc	Flujos caja	Análisis de sensibilidad			Gráficos				
	(PEC)						Ahorro energía	Ahorro CO2 (Macroec)	Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%
	Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste mantenimiento											
0	-45509,18			4134,05		4134,05	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13		
1				4216,73		4216,73	4174,98	4054,55	3978,05	-37200,15	-37320,58	-37397,08		
2				4301,07		4301,07	4216,32	3976,58	3827,93	-32983,83	-33344,00	-33569,15		
3				4387,09		4387,09	4258,06	3900,10	3683,48	-28725,77	-29443,90	-29885,67		
4				4474,83		4474,83	4300,22	3825,10	3544,48	-24425,55	-25618,80	-26341,18		
5			-600,00	4564,33		3964,33	3771,92	3258,39	2962,37	-20653,63	-22360,41	-23378,81		
6				4655,61		4655,61	4385,80	3679,40	3282,02	-16267,83	-18681,01	-20096,79		
7				4748,72		4748,72	4429,22	3608,64	3158,17	-11838,61	-15072,37	-16938,61		
8				4843,70		4843,70	4473,07	3539,24	3039,00	-7365,53	-11533,13	-13899,62		
9				4940,57		4940,57	4517,36	3471,18	2924,32	-2848,17	-8061,95	-10975,30		
10			-600,00	5039,38		4439,38	4018,92	2999,09	2478,93	1170,74	-5062,86	-8496,37		
11				5140,17		5140,17	4607,26	3338,96	2707,78	5778,00	-1723,90	-5788,59		
12				5242,97		5242,97	4652,87	3274,75	2605,60	10430,88	1550,84	-3182,99		
13				5347,83		5347,83	4698,94	3211,77	2507,27	15129,82	4762,61	-675,72		
14				5454,79		5454,79	4745,47	3150,01	2412,66	19875,28	7912,62	1736,94		
15			-600,00	5563,89		4963,89	4275,64	2756,27	2071,26	24150,93	10668,89	3808,20		
16				5675,16		5675,16	4839,90	3030,02	2234,01	28990,83	13698,91	6042,20		
17				5788,67		5788,67	4887,82	2971,75	2149,71	33878,65	16670,65	8191,91		
18				5904,44		5904,44	4936,22	2914,60	2068,58	38814,86	19585,25	10260,49		
19				6022,53		6022,53	4985,09	2858,55	1990,52	43799,95	22443,80	12251,02		
20			-600,00	6142,98		5542,98	4542,72	2529,74	1728,33	48342,67	24973,54	13979,34		
21				6265,84		6265,84	5084,29	2749,66	1843,13	53426,96	27723,21	15822,48		
22				6391,16		6391,16	5134,63	2696,78	1773,58	58561,59	30419,99	17596,05		
23				6518,98		6518,98	5185,47	2644,92	1706,65	63747,06	33064,91	19302,71		
24				6649,36		6649,36	5236,81	2594,06	1642,25	68983,87	35658,97	20944,95		
25			-600,00	6782,35		6182,35	4820,80	2319,10	1440,48	73804,67	37978,07	22385,43		
26				6917,99		6917,99	5341,02	2495,25	1520,64	79145,70	40473,32	23906,08		
27				7056,35		7056,35	5393,90	2447,26	1463,26	84539,60	42920,58	25369,34		
28				7197,48		7197,48	5447,31	2400,20	1408,04	89986,91	45320,78	26777,38		
29				7341,43		7341,43	5501,24	2354,04	1354,91	95488,16	47674,82	28132,29		
VAN						139601	95488	47675	28132					



Vicent Bodí Ortells

### 4.8.3 RESUMEN DIFERENTES ANÁLISIS DINÁMICOS

De las cuatro hipótesis iniciales, con cada uno de los espesores disponibles (40, 50, 60 y 80 mm), se desprende de los análisis realizados, que la mejor opción es la del XPS de 80mm de espesor dado que se obtiene un VAN (Valor Actual Neto) mayor para cada una de las tasas de actualización previstas, y por tanto obtendríamos un periodo de retorno menor. Tal y como queda reflejado en la tabla 17.

Además, con la última de las hipótesis calculadas, con 80 mm de aislamiento y suponiendo un aumento anual de la energía del 2%, se aumenta considerablemente el VAN, resultando todavía más rentable la inversión y menor el periodo de retorno (entre 9 y 10 años)

COMPARATIVA VAN	COSTE INVERSIÓN	AHORRO ANUAL CONSUMO (Kwh)	VAN 1% ANUAL	VAN 4% ANUAL	VAN 6% ANUAL
XPS 40 mm	41.373,43 €	12423,12	53181,74	23920,24	11644,68
XPS 50 mm	42.381,84 €	12954,74	56330,30	25779,87	12963,20
XPS 60 mm	45.096,45 €	13150,60	55147,32	24121,99	11105,94
XPS 80 mm	45.509,18 €	13780,15	59657,63	27105,84	13448,96
XPS 80 mm +2% ENERGIA	45.509,18 €	13780,15	95488,16	47674,82	28132,29

**Tabla 17.** Tabla comparativa resultados obtenidos en los análisis dinámicos. Fuente: Elaboración propia

#### 4.9 EXTRAPOLACIÓN DE VALORES A ESCALA DE BARRIO

Con todos los datos obtenidos en los apartados anteriores referentes al edificio modelo elegido, vamos a extrapolarlos en este apartado a la escala de barrio, con los datos que disponemos y que se indicaron en el apartado 4.3, página 27.

Estos ponen de manifiesto que en el periodo elegido (1960-1979) existen un total de 5.286m<sup>2</sup> de cubiertas planas transitables y 30.837m<sup>2</sup> de cubiertas planas no transitables. El edificio modelo dispone de 248,5m<sup>2</sup> de cubierta plana transitable y 55m<sup>2</sup> de cubierta plana no transitable y como en este estudio se ha dado la misma solución de rehabilitación de cubierta a los dos tipos, sea transitable o no transitable, para la extrapolación de los datos podemos considerar la suma de los dos tipos de cubierta, por lo tanto se consideran **36.123 m<sup>2</sup> de cubierta plana en el barrio y 303,5 m<sup>2</sup> en el edificio modelo.**

Vamos van a tomar los datos de la rehabilitación de cubierta con losa filtrante con 80 mm de espesor de aislante XPS (tabla 18), que se ha visto en el análisis económico, que es la opción más rentable.

TABLA DE EXTRAPOLACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A LA ESCALA DE BARRIO	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO MODELO REHABILITADO INVERLOSA 80									
	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO	COSTE DE LA INVERSIÓN	M2 DE CUBIERTA REHABILITADA	DIFERENCIA ANUAL / M2 CUBIERTA REHABILITADA	AHORRO ECONÓMICO / M2 CUBIERTA REHABILITADA	COSTE DE LA INVERSIÓN / M2 CUBIERTA REHABILITADA
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	E	E	-2,04	-6,17%	-2853,96				-9,40		
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año	E	E	-9,85	-5,83%	-13780,15	-4.134,05 €	45.509,18 €	303,50	-45,40	-13,62 €	149,95 €
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	G	G	-6,97	-8,29%	-9751,03	-2.925,31 €			-32,13	-9,64 €	
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	D	C	-1,45	-10,16%	-2028,55	-608,57 €			-6,68	-2,01 €	

Tabla 18. Tabla resumen resultados obtenidos con losa filtrante de 80 mm de espesor. Fuente: Elaboración propia

Con todas estas premisas hemos realizado la tabla 19 de extrapolación de resultados a la escala de barrio, que pone de manifiesto los siguientes resultados:

TABLA DE EXTRAPOLACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A LA ESCALA DE BARRIO	EXTRAPOLACIÓN A LA ESCALA DE BARRIO			
	M2 DE CUBIERTA A REHABILITAR	DIFERENCIA ANUAL DE EMISIONES CONSUMOS Y DEMANDAS	AHORRO ECONÓMICO	COSTE DE LA INVERSIÓN
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	36.123,00	-339.682,36		5.416.567,08 €
		KgCO <sub>2</sub>		
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año		-1.640.132,98	-492.039,89 €	
		kWh		
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año		-1.160.581,41	-348.174,42 €	
		kWh		
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año		-241.440,90	-72.432,27 €	
		kWh		

Tabla 19. Extrapolación de resultados a la escala de barrio. Fuente: Elaboración propia

En definitiva, se conseguiría un **ahorro anual** en emisiones a la atmosfera de casi **440 Toneladas de CO<sub>2</sub>**, con una disminución de consumo de energía de **1.640.132,98 kWh**, que se traduciría en un ahorro económico de **492.039,89 €**.

Para lo cual se debería realizar una inversión de **5.416.567,08 €**

Vicent Bodí Ortells

## 5 CONCLUSIONES

Para finalizar, vamos a poner de manifiesto una serie de conclusiones que hemos podido sacar de todo el estudio y análisis realizado a lo largo de este trabajo.

- I. Los **programas informáticos oficiales** para realizar las certificaciones energéticas de los edificios (**HULC, CERMA y CE3X**) **no son fiables a efectos de investigación**, dada la disparidad de resultados que ofrecen cada uno de ellos sobre el mismo edificio modelo, tal y como ha quedado de manifiesto en el apartado 4.4 del presente estudio.  
Son herramientas que están pensadas para la obtención de certificados energéticos y, por lo tanto, no permiten controlar a un nivel profundo los parámetros de cálculo, como sería necesario para una investigación en más detalle.
- II. Actuando solamente en la cubierta del edificio, que en nuestro caso representa el **20%** sobre el total de la envolvente térmica del mismo, se consiguen ahorros en el consumo global de energía primaria no renovable entorno al **5 o 6%**, y para una zona climática benigna, como la analizada en este caso. Probablemente, los resultados serían más significativos en una zona fría, dado que, además, la demanda de energía es especialmente elevada por calefacción.
- III. Los periodos del retorno de inversión de los casos estudiados están entorno a los **10-12 años** en el mejor de los casos, y entorno a los **15-17 años** en el peor de los escenarios.
- IV. Si se extrapolan los resultados obtenidos para el edificio estadísticamente representativo a la escala de barrio, se estiman unos valores que ya son cuantitativamente significativos. Con un **ahorro anual** en emisiones a la atmosfera de casi **440 Toneladas de CO<sub>2</sub>**, y una disminución de consumo de energía de **1.640.132,98 kWh**, que se traduciría en un ahorro económico de **492.039,89 €**.
- V. En esta actuación de rehabilitación energética de la cubierta, **no solo se mejora el aislamiento** de la misma, sino que también **se mejora la impermeabilización**, y por tanto las **condiciones de habitabilidad**, sobre todo de las **viviendas de última planta**, consiguiéndose también una **mejora de la funcionalidad de la cubierta plana**, las grandes olvidadas y recuperada su utilización, como se pudo constatar durante el confinamiento por el COVID-19. Este argumento refuerza la conveniencia de la rehabilitación de la cubierta, ya que no sólo se mejora el comportamiento energético del edificio, sino que se consigue un aumento de su vida útil al mejorar y reparar una zona muy expuesta de su envolvente, evitando potenciales patologías.

Vicent Bodí Ortells

- VI. Las **inversiones** que se tienen que realizar son **elevadas, unos 150€/m<sup>2</sup> de cubierta**, y lamentablemente el **poder adquisitivo de los vecinos** de esta tipología edificatoria es **medio/bajo**, por tanto, es recomendable solicitar y poder optar a las **subvenciones y ayudas existentes en la actualidad para la mejora de eficiencia energética de edificios**. Pero para ello se tiene que **reducir** el consumo global de energía primaria no renovable un **30%**, debiéndose **actuar**, tal y como queda de manifiesto en el punto II, **en la totalidad de la envolvente térmica y no solamente en la cubierta**. No obstante, el análisis económico realizado da una idea del retorno de la inversión, bastante razonable, con la intervención exclusivamente en la cubierta.
- VII. Esperamos que este trabajo, que ha sido continuación de unas líneas de investigación abiertas con anterioridad, sirva también para abrir futuras líneas de investigación, tanto con la incorporación de los resultados de las monitorizaciones que están llevando a cabo desde la Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE), como extendiendo el estudio de rehabilitación al resto de la envolvente térmica del edificio

## 6 AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto de investigación de la Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE) y en especial a Carmen Segarra Ferrando y Jorge Corrales Garcia, por la labor de investigación y monitorización que están realizando.

A Angel Pitarch Roig, Lucía Reig Cerdá; Inés Arín Gallego y Marta Braulio Gonzalo por sus líneas de investigación llevadas a cabo y que han servido de punto de partida de este trabajo.

A M<sup>a</sup> José Ruá Aguilar por su encomiable ayuda, atención, paciencia y conocimientos aplicados en la tutorización del TFM que está en sus manos.

*A la persona amb la qual compartisc la meua vida des de fa més de 16 anys.  
Gràcies per tot, sense tu açò no hauria estat possible.  
Per tot lo bo que té que vindre.....*

*Finalment m'agradaria recordar al meu pare, que ha faltat durant aquest curs  
Papà, allà on estigues, GRÀCIES, gràcies pels valors que m'has donat,  
per la constància, les ganes de treballar i sobretot per l'honestedat  
Sempre estaras al meu cor.....*

Vicent Bodí Ortells



## 7 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. García-Bernal, D.; Huedo, P.; Babiloni, S.; Braulio, M.; Carrascosa, C.; Civera, V.; Ruá, M.J.; Agost-Felip, R. Estudio y Propuesta de Áreas de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbana, con Motivo de la Tramitación del Plan. General Estructural de Castellón de la Plana. 2017. Tomo I. Disponible online: [https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/urbanismo/TOMO\\_I.pdf](https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/urbanismo/TOMO_I.pdf) (accessed on 18 May 2020). Tomo II. Available online: [https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/urbanismo/TOMO\\_II.pdf](https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/urbanismo/TOMO_II.pdf) (accessed on 18 May 2020). Tomo III. Available online: [https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/urbanismo/TOMO\\_III.pdf](https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/urbanismo/TOMO_III.pdf) (accessed on 18 May 2020). Tomo IV. Available online: [https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/urbanismo/TOMO\\_IV.pdf](https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/urbanismo/TOMO_IV.pdf) (accessed on 18 May 2020).
2. P Espinoza-Zambrano, C Marmolejo-Duarte. Hacia un Pasaporte de Renovación de Edificios en España: necesidades y oportunidades a la luz de experiencias europeas. Informes de la Construcción 74 (565), e424-e424.
3. P Espinoza-Zambrano, C Marmolejo-Duarte, A García-Hooghuis. Libro del Edificio Electrónico (LdE-e): Advancing towards a Comprehensive Tool for the Management and Renovation of Multifamily Buildings in Spain. Sustainability 15 (4), 2957.
4. M Gómez-Gil, A Espinosa-Fernández, B López-Mesa. Review and analysis of models for a european digital building logbook. Energies 2022, 15(6), 1994; <https://doi.org/10.3390/en15061994>
5. Generalitat Valenciana; Instituto Valenciano de la Edificación. Catálogo de Tipología Edificatoria Residencial; Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Vertebración del Territorio: Valencia, Spain, 2016.
6. Braulio, M. Propuesta Metodológica Para la Caracterización del Comportamiento Energético Pasivo del Parque Edificatorio Residencial Existente Considerando su Contexto Urbano. Ph.D. Thesis, Universitat Jaume I., Castellón, España, 9 June 2016, doi:10.6035/14031.2016.142239. <http://hdl.handle.net/10803/386243>
7. Ángel Pitarch, María José Ruá, Lucía Reig e Inés Arín. Contribution of Roof Refurbishment to Urban Sustainability. Sustainability 2020, 12, 8111; doi:10.3390/su12198111.

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO I-CEE EDIFICIO ORIGINAL, REALIZADO CON CERMA v5\_11

21/02/23, 17:04

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

**IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:**

Nombre del edificio	ALCOCEBRE 45		
Dirección	C/ ALCOCEBRE, 45		
Municipio	Castellón de la Plana/Castelló de la Plana	Código postal	12100
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1967
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	Anterior a NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7396905YK5279N		

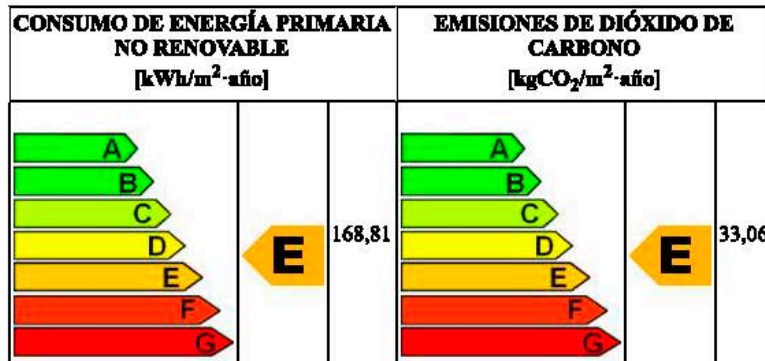
**Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:**

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

**DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:**

Nombre y apellidos	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF/NIE	18977961V
Razón social	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF	18977961V
Domicilio	C/ SANT VICENT, 2		
Municipio	Alquerías del Niño Perdido	Código Postal	12539
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
E-mail:	al314973@uji.es	Teléfono	686470980
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:**



21/6/23, 17:04

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:20/06/2023

Firma del técnico certificador:

*Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*

*Anexo II. Calificación energética del edificio.*

*Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*

*Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

**ANEXO I**  
**DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO**

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

**1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN**

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	1255,5
--	--------



**2. ENVOLVENTE TÉRMICA**

**Cerramientos opacos**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta Hz Exterior	229,5	1,6	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Hz Exterior	55	1,6	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Hz Exterior	19	1,6	Definido por el usuario
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	306,3	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	283,5	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	179,8	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	171,1	1,5455	En función de su composición
MEDIANERA ALCOCEBRE 45	Muro adiabático	561,9	1,33	En función de su composición
Suelo Terreno Ejemplo Valencia B	Suelo al terreno	263	2,72	En función de su composición
No definido	Suelo al terreno	40	2,86	Definido por el usuario

**Huecos y lucernarios**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar	Fermeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )

21/6/23, 17:04

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Grupo 1	VentanasMonolíticos	51	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 2	VentanasMonolíticos	34	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 3	VentanasMonolíticos	63	5,47	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 4	VentanasMonolíticos	8,25	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	50
Grupo 5	VentanasMonolíticos	54,45	5,29	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 6	Puertas	31,2	5,51	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 7	Puertas	5,04	5,47	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 8	VentanasMonolíticos	6	5,39	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	95	GasNatural	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	360	Electricidad	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	<b>1512</b>
--	-------------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Tipo de energía	Modo de obtención
ACS	(20x) Termo electrico	20	100	Electricidad	Definido por usuario

### 4. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

(no aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

(no aplicable)

### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

21/6/23, 17:04

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00
Medio ambiente BdC	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00

**Eléctrica**

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Fotovoltaica insitu	0,00
TOTAL	0,00

**ANEXO II  
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO**

<b>Zona climática</b>	B3	<b>Uso</b>	Residencial
-----------------------	----	------------	-------------

**1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES**

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
	33,06	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	
		22,31			8,88	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		G
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]				
		1,87		B		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	10,75	13499,00
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	22,31	28007,00

**2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE**

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
	168,81	CALEFACCIÓN		ACS		
		Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	
		105,34			52,41	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		G
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]				
		11,06		C		

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

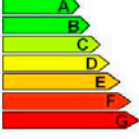
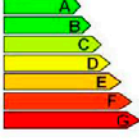
La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN



21/6/23, 17:04

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

	
<b>G</b>	<b>D</b>
84,10	14,27
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>	<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

21/6/23, 17:04

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

file:///C:/Users/Vicent/Desktop/MASTER EFICIENCIA ENERGETICA/TFM\_VICENT BODÍ/7396905YK5279N\_ALCOCEBRE, 45/CEE ALCOCEB... 8/10

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

21/6/23, 17:04

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**ANEXO IV  
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO  
CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	Visita 1. Fecha:
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	

## 8.2 ANEXO II-CEE EDIFICIO ORIGINAL, REALIZADO CON CEX v2.3

## CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

### IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	ALCOCEBRE 45		
Dirección	C/ ALCOCEBRE, 45 GRAO DE CASTELLÓN		
Municipio	Castellón de la Plana	Código Postal	12100
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1967
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7396905YK5279N		

### Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input checked="" type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul>	<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul>

### DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF(NIE)	18977961V
Razón social	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF	18977961V
Domicilio	C/ SANT VICENT, 2		
Municipio	LES ALQUERIES	Código Postal	12539
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	al314973@uji.es	Teléfono	686470980
Titulación habilitante según normativa vigente	ARQUITECTO TÉCNICO		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 10/06/2023

Firma del técnico certificador

**Anexo I.** Descripción de las características energéticas del edificio.

**Anexo II.** Calificación energética del edificio.

**Anexo III.** Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

**Anexo IV.** Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

## ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

### 1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	1255.5
--	--------



### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
F1-E	Fachada	200.48	2.38	Por defecto
F2-SO	Fachada	184.13	2.38	Por defecto
M1-O	Fachada	276.5	0.00	
M2-N	Fachada	285.25	0.00	
FV1-N	Fachada	17.4	2.38	Por defecto
FV2-SO	Fachada	17.4	2.38	Por defecto
FV3-O	Fachada	17.4	2.38	Por defecto
FP1-N	Fachada	155.6	2.38	Por defecto
FP2-N	Fachada	146.9	2.38	Por defecto
SUE-1 EN CONTACTO CON TERRENO	Suelo	263.0	1.00	Por defecto
SUE-2 SUELO VOLADIZOS	Suelo	40.0	2.50	Por defecto
CUB-1	Cubierta	229.5	1.60	Conocidas
CUB-2	Cubierta	40.0	1.60	Conocidas
CUB-3	Cubierta	15.0	1.60	Conocidas
CUB-4	Cubierta	10.0	1.60	Conocidas
CUB-5	Cubierta	9.0	1.60	Conocidas

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
H-1	Hueco	38.25	5.70	0.69	Estimado	Estimado
H-2	Hueco	31.5	5.70	0.59	Estimado	Estimado
H-3	Hueco	8.25	5.70	0.69	Estimado	Estimado
H-4	Hueco	6.05	5.70	0.69	Estimado	Estimado
H-5	Hueco	31.5	5.70	0.57	Estimado	Estimado
H-6	Hueco	34.0	5.70	0.69	Estimado	Estimado
H-7	Hueco	12.75	5.70	0.69	Estimado	Estimado
H-8	Hueco	24.2	5.70	0.69	Estimado	Estimado
H-9	Hueco	24.2	5.70	0.69	Estimado	Estimado
H-10	Hueco	8.4	5.70	0.66	Estimado	Estimado
H-11	Hueco	3.0	5.70	0.69	Estimado	Estimado
H-12	Hueco	2.52	5.70	0.63	Estimado	Estimado
H-13	Hueco	7.8	5.70	0.17	Estimado	Estimado
H-14	Hueco	7.8	5.70	0.50	Estimado	Estimado
H-15	Hueco	7.8	5.70	0.37	Estimado	Estimado
H-16	Hueco	2.52	5.70	0.17	Estimado	Estimado
H-17	Hueco	3.0	5.70	0.69	Estimado	Estimado

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Calefacción				

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
TOTALES	Refrigeración				

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	110.0
--	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				



julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

Fecha  
Ref. Catastral

10/06/2023  
7396905YK5279N

Página 4 de 7

**ANEXO II  
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO**

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

**1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES**

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	D	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	A
	9.83		0.55	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	D	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	-
	4.31		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	4.85	6091.49
Emisiones CO2 por otros combustibles	9.83	12345.27

**2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE**

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES			
	CALEFACCIÓN		ACS	
	Energía primaria calefacción [kWh/m² año]	D	Energía primaria ACS [kWh/m² año]	A
	46.43		3.23	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
	Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]	E	Energía primaria iluminación [kWh/m² año]	-
	25.41		-	

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
Demanda de calefacción [kWh/m² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m² año]

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

**ANEXO III  
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**Apartado no definido**

**ANEXO IV  
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL  
TÉCNICO CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	10/06/2023
--	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------

### 8.3 ANEXO III-CEE CUBIERTA CON PAVIMENTO SOBREELEVADO

21/02/23, 17:01

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

**IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:**

Nombre del edificio	ALCOCEBRE 45		
Dirección	C/ ALCOCEBRE, 45		
Municipio	Castellón de la Plana/Castelló de la Plana	Código postal	12100
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1967
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	Anterior a NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7396905YK5279N		

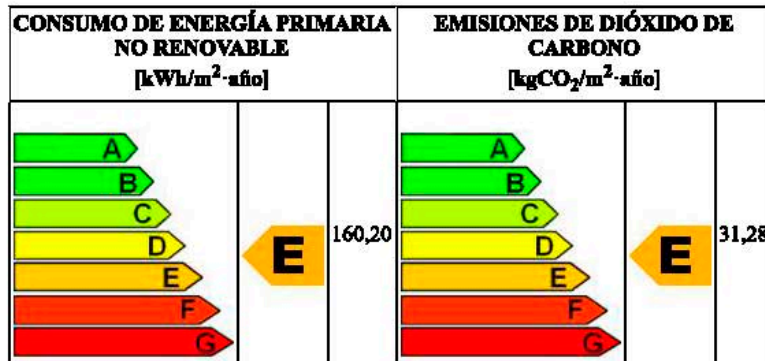
**Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:**

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

**DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:**

Nombre y apellidos	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF/NIE	18977961V
Razón social	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF	18977961V
Domicilio	C/ SANT VICENT, 2		
Municipio	Alquerías del Niño Perdido	Código Postal	12539
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
E-mail:	al314973@uji.es	Teléfono	686470980
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:**



21/6/23, 17:01

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:20/06/2023

Firma del técnico certificador:

*Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*

*Anexo II. Calificación energética del edificio.*

*Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*

*Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

**ANEXO I**  
**DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO**

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

**1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN**

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	1255,5
--	--------



**2. ENVOLVENTE TÉRMICA**

**Cerramientos opacos**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta Hz Exterior	229,5	0,44	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Hz Exterior	55	0,44	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Hz Exterior	19	0,44	Definido por el usuario
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	306,3	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	283,5	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	179,8	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	171,1	1,5455	En función de su composición
MEDIANERA ALCOCEBRE 45	Muro adiabático	561,9	1,33	En función de su composición
Suelo Terreno Ejemplo Valencia B	Suelo al terreno	263	2,72	En función de su composición
No definido	Suelo al terreno	40	2,86	Definido por el usuario

**Huecos y lucernarios**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar	Fermeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )



21/6/23, 17:01

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Grupo 1	VentanasMonolíticos	51	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 2	VentanasMonolíticos	34	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 3	VentanasMonolíticos	63	5,47	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 4	VentanasMonolíticos	8,25	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	50
Grupo 5	VentanasMonolíticos	54,45	5,29	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 6	Puertas	31,2	5,51	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 7	Puertas	5,04	5,47	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 8	VentanasMonolíticos	6	5,39	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	95	GasNatural	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	360	Electricidad	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	<b>1512</b>
--	-------------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Tipo de energía	Modo de obtención
ACS	(20x) Termo electrico	20	100	Electricidad	Definido por usuario

### 4. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

(no aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

(no aplicable)

### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

21/6/23, 17:01

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00
Medio ambiente BdC	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00

**Eléctrica**

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Fotovoltaica insitu	0,00
TOTAL	0,00

**ANEXO II  
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO**

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

**1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES**

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
	31,28	CALEFACCIÓN		ACS		
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]		E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	
		20,69			8,88	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		G
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]				
		1,71		B		

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	10,59	13292,00
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	20,69	25977,00

**2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE**

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
	160,20	CALEFACCIÓN		ACS		
		Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]		E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	
		97,71			52,41	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN		G
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]				
		10,09		C		





**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

21/6/23, 17:01

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

		78,00			13,01
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>			<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

21/6/23, 17:01

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

21/6/23, 17:01

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**ANEXO IV  
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO  
CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	Visita1. Fecha: 21/06/2023
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	

## 8.4 ANEXO IV-CEE CUBIERTA CON PAVIMENTO ADHERIDO



21/02/23, 17:12

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

**IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:**

Nombre del edificio	ALCOCEBRE 45		
Dirección	C/ ALCOCEBRE, 45		
Municipio	Castellón de la Plana/Castelló de la Plana	Código postal	12100
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1967
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	Anterior a NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7396905YK5279N		

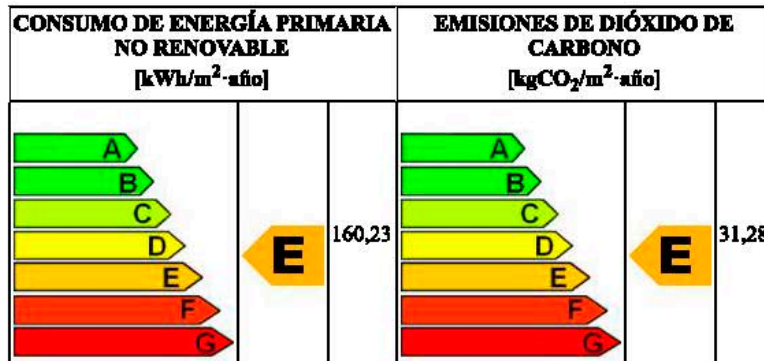
**Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:**

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

**DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:**

Nombre y apellidos	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF/NIE	18977961V
Razón social	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF	18977961V
Domicilio	C/ SANT VICENT, 2		
Municipio	Alquerías del Niño Perdido	Código Postal	12539
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
E-mail:	al314973@uji.es	Teléfono	686470980
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:**



21/6/23, 17:12

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:  
Fecha:20/06/2023

Firma del técnico certificador:

*Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*

*Anexo II. Calificación energética del edificio.*

*Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*

*Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

**ANEXO I  
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO**

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

**1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN**

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	1255,5
--	--------



**2. ENVOLVENTE TÉRMICA**

**Cerramientos opacos**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta Hz Exterior	229,5	0,44	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Hz Exterior	55	0,44	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Hz Exterior	19	0,44	Definido por el usuario
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	306,3	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	283,5	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	179,8	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	171,1	1,55	En función de su composición
MEDIANERA ALCOCEBRE 45	Muro adiabático	561,9	1,33	En función de su composición
Suelo Terreno Ejemplo Valencia B	Suelo al terreno	263	2,72	En función de su composición
No definido	Suelo al terreno	40	2,86	Definido por el usuario

**Huecos y lucernarios**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )

21/6/23, 17:12

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Grupo 1	VentanasMonolíticos	51	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 2	VentanasMonolíticos	34	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 3	VentanasMonolíticos	63	5,47	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 4	VentanasMonolíticos	8,25	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	50
Grupo 5	VentanasMonolíticos	54,45	5,29	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 6	Puertas	31,2	5,51	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 7	Puertas	5,04	5,47	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 8	VentanasMonolíticos	6	5,39	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	95	GasNatural	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	360	Electricidad	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	<b>1512</b>
--	-------------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Tipo de energía	Modo de obtención
ACS	(20x) Termo electrico	20	100	Electricidad	Definido por usuario

### 4. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

(no aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

(no aplicable)

### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

21/6/23, 17:12

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00
Medio ambiente BdC	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00

**Eléctrica**

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Fotovoltaica insitu	0,00
TOTAL	0,00

**ANEXO II  
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO**

<b>Zona climática</b>	B3	<b>Uso</b>	Residencial
-----------------------	----	------------	-------------

**1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES**

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	31,28	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	E	<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	G
		20,70		8,88	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]<sup>1</sup></i>		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	B		
		1,71			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	10,59	13292,00
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	20,70	25983,00

**2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE**

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	160,23	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	E	<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	G
		97,73		52,41	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m<sup>2</sup>·año]<sup>1</sup></i>		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	C		
		10,09			

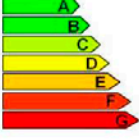

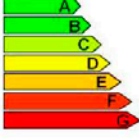

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

21/6/23, 17:12

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

		78,02			13,01
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>			<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

21/6/23, 17:12

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES



julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

21/6/23, 17:12

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**ANEXO IV  
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO  
CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	Visita 1. Fecha:
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	

## 8.5 ANEXO V-CEE CUBIERTA CON PAVIMENTO PERMEABLE

21/02/23, 17:18

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

**IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:**

Nombre del edificio	ALCOCEBRE 45		
Dirección	C/ ALCOCEBRE, 45		
Municipio	Castellón de la Plana/Castelló de la Plana	Código postal	12100
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1967
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	Anterior a NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7396905YK5279N		

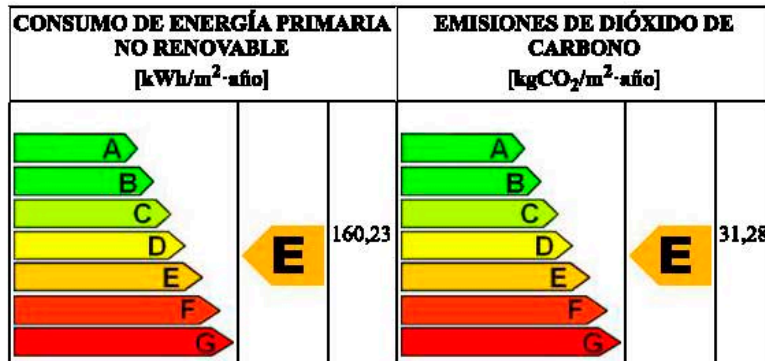
**Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:**

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

**DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:**

Nombre y apellidos	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF/NIE	18977961V
Razón social	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF	18977961V
Domicilio	C/ SANT VICENT, 2		
Municipio	Alquerías del Niño Perdido	Código Postal	12539
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
E-mail:	al314973@uji.es	Teléfono	686470980
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:**



21/6/23, 17:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:20/06/2023

Firma del técnico certificador:

*Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*

*Anexo II. Calificación energética del edificio.*

*Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*

*Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:

**ANEXO I  
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO**

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

**1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN**

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	1255,5
--	--------



**2. ENVOLVENTE TÉRMICA**

**Cerramientos opacos**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
No definido	Cubierta Hz Exterior	229,5	0,44	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Hz Exterior	55	0,44	Definido por el usuario
No definido	Cubierta Hz Exterior	19	0,44	Definido por el usuario
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	306,3	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	283,5	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	179,8	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	171,1	1,55	En función de su composición
MEDIANERA ALCOCEBRE 45	Muro adiabático	561,9	1,33	En función de su composición
Suelo Terreno Ejemplo Valencia B	Suelo al terreno	263	2,72	En función de su composición
No definido	Suelo al terreno	40	2,86	Definido por el usuario

**Huecos y lucernarios**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )

21/6/23, 17:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Grupo 1	VentanasMonolíticos	51	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 2	VentanasMonolíticos	34	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 3	VentanasMonolíticos	63	5,47	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 4	VentanasMonolíticos	8,25	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	50
Grupo 5	VentanasMonolíticos	54,45	5,29	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 6	Puertas	31,2	5,51	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 7	Puertas	5,04	5,47	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 8	VentanasMonolíticos	6	5,39	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	95	GasNatural	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	360	Electricidad	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	<b>1512</b>
--	-------------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Tipo de energía	Modo de obtención
ACS	(20x) Termo electrico	20	100	Electricidad	Definido por usuario

### 4. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

(no aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

(no aplicable)

### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

Térmica

21/6/23, 17:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00
Medio ambiente BdC	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00

**Eléctrica**

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Fotovoltaica insitu	0,00
TOTAL	0,00



**ANEXO II  
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO**

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

**1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES**

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	31,28	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	G
		20,70		8,88	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	B		
		1,71			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	10,59	13292,00
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	20,70	25983,00

**2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE**

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	160,23	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	G
		97,73		52,41	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
		Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	C		
		10,09			

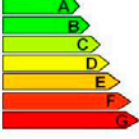

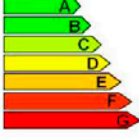

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

21/6/23, 17:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

		78,02			13,01
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>			<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

21/6/23, 17:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

21/6/23, 17:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**ANEXO IV  
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO  
CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	Visita 1. Fecha:
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	

## 8.6 ANEXO VI-CEE CUBIERTA CON LOSA FILTRANTE DE 80mm AISLANTE XPS

29/07/23, 10:18

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS**

**IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:**

Nombre del edificio	ALCOCEBRE 45		
Dirección	C/ ALCOCEBRE, 45		
Municipio	Castellón de la Plana/Castelló de la Plana	Código postal	12100
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1967
Normativa vigente (construcción/rehabilitación)	Anterior a NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	7396905YK5279N		

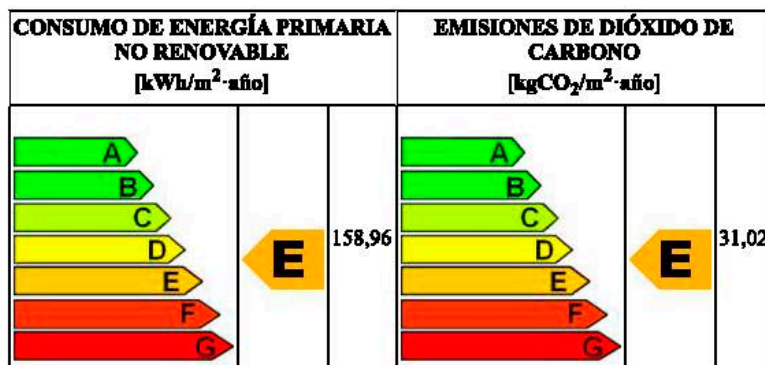
**Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:**

<input type="checkbox"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Edificio Existente
<input checked="" type="checkbox"/> Vivienda <input type="checkbox"/> Unifamiliar <input checked="" type="checkbox"/> Bloque <input checked="" type="checkbox"/> Bloque completo <input type="checkbox"/> Vivienda individual	<input type="checkbox"/> Terciario <input type="checkbox"/> Edificio completo <input type="checkbox"/> Local

**DATOS TÉCNICOS DEL CERTIFICADOR:**

Nombre y apellidos	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF/NIE	18977961V
Razón social	VICENT BODÍ ORTELLS	NIF	18977961V
Domicilio	C/ SANT VICENT, 2		
Municipio	Alquerías del Niño Perdido	Código Postal	12539
Provincia	Castellón/Castelló	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
E-mail:	al314973@uji.es	Teléfono	686470980
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto técnico		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CERMA V_5.11		

**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:**



29/6/23, 10:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

El técnico certificador abajo firmante certifica que ha realizado la calificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha:20/06/2023

Firma del técnico certificador:

*Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.*

*Anexo II. Calificación energética del edificio.*

*Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*

*Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

Registro del Órgano Territorial Competente:



**ANEXO I  
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO**

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

**1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN**

Superficie habitable [m <sup>2</sup> ]	1255,5
--	--------



**2. ENVOLVENTE TÉRMICA**

**Cerramientos opacos**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
C2.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B 80	Cubierta Hz Exterior	229,5	0,27	En función de su composición
C2.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B 80	Cubierta Hz Exterior	55	0,27	En función de su composición
C2.1 Forjado unidireccional de entrevigado de EPS B 80	Cubierta Hz Exterior	19	0,27293	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	306,3	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	283,5	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	179,8	1,55	En función de su composición
Fachada y medianeras ALCOCEBRE 45	Muro Exterior	171,1	1,55	En función de su composición
MEDIANERA ALCOCEBRE 45	Muro adiabático	561,9	1,33	En función de su composición
Suelo Terreno Ejemplo Valencia B	Suelo al terreno	263	2,72	En función de su composición
No definido	Suelo al terreno	40	2,86	Definido por el usuario

**Huecos y lucernarios**

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/ m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención.	Modo de obtención.	Permeabilidad (m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> )
--------	------	------------------------------	--------------------------------------	--------------	--------------------	--------------------	---

29/6/23, 10:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

					Transmitancia	Factor solar	
Grupo 1	VentanasMonolíticos	51	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 2	VentanasMonolíticos	34	5,42	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 3	VentanasMonolíticos	63	5,47	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 4	VentanasMonolíticos	8,25	5,70	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	50
Grupo 5	VentanasMonolíticos	54,45	5,29	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 6	Puertas	31,2	5,51	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 7	Puertas	5,04	5,47	0,16	Función de su composición	Definido por usuario	300
Grupo 8	VentanasMonolíticos	6	5,39	0,78	Función de su composición	Definido por usuario	300

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	95	GasNatural	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Energía	Modo de obtención
Sistema sustitución	Rend. constante	-	360	Electricidad	Por defecto
<b>TOTALES</b>		-			

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60°C (litros/día)</b>	<b>1512</b>
--	-------------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional(%)	Tipo de energía	Modo de obtención
ACS	(20x) Termo electrico	20	100	Electricidad	Definido por usuario

### 4. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

(no aplicable)

### 5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

(no aplicable)

### 6. ENERGÍAS RENOVABLES

#### Térmica

29/6/23, 10:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Sistema solar térmico	0,00	0,00	0,00	0,00
Caldera de biomasa	0,00	0,00	0,00	0,00
Medio ambiente BdC	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00

**Eléctrica**

Nombre	Energía eléctrica generada y autoconsumida [kWh/año]
Fotovoltaica insitu	0,00
TOTAL	0,00

**ANEXO II  
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO**

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

**1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES**

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	31,02	CALEFACCIÓN		ACS	
		Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	E	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	G
		20,46		8,88	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	B		
		1,68			

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año	kgCO <sub>2</sub> /año
Emisiones CO <sub>2</sub> por consumo eléctrico	10,56	13261,00
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	20,46	25686,00

**2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE**

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	158,96	CALEFACCIÓN		ACS	
		Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	E	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	G
		96,61		52,41	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año] <sup>1</sup>		Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	C		
		9,94			

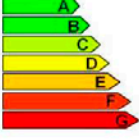

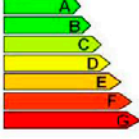

**3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN**

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

29/6/23, 10:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

		77,13			12,82
<i>Demanda global de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>			<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>año]</i>		

<sup>1</sup> El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales.

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

29/6/23, 10:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

file:///C:/Users/Vicent/Desktop/MASTER EFICIENCIA ENERGETICA/TFM\_VICENT BODI/7396905YK5279N\_ALCOCEBRE, 45/CEE ALCOCEB... 8/10

julio de 2023

[TRABAJO FINAL DE MÁSTER: OPORTUNIDADES DE  
REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE LAS CUBIERTAS DE  
EDIFICIOS. ESTIMACIÓN DE UNA POTENCIAL MEJORA EN EL  
GRAO DE CASTELLÓ]

29/6/23, 10:16

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS EXISTENTES

**ANEXO III**  
**RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**ANEXO IV  
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO  
CERTIFICADOR**

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	Visita 1. Fecha:
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	
<b>Fecha de realización de la visita del técnico certificador</b>	



## 8.7 ANEXO VII-FICHA CATASTRAL DE ALCOCEBRE, 45

### CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 7396905YK5279N0001AU

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA  
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA



#### DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

**Localización:**  
CL-ALCOCEBRE 45 Pl:00 Pl:A  
12100 CASTELLO DE LA PLANA (CASTELLÓN)

**Clase:** URBANO

**Uso principal:** Comercial

**Superficie construida:** 64 m2

**Año construcción:** 1967

#### Construcción

**Destino:**  
OCIO HOSTEL.

**Escalera / Planta / Puerta:**  
/00/A

**Superficie m²:**  
64

#### PARCELA

**Superficie gráfica:** 262 m2

**Participación del inmueble:** 5,200 %

**Tipo:** Parcela con varios inmuebles [división horizontal]



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Lunes 5 de Junio de 2023

## 8.8 ANEXO VIII-TABLAS EXCEL

TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL ENERGÉTICO

TABLA COMPARATIVA RESULTADOS OBTENIDOS CON INVERLOSAS DE DIFERENTES ESPESOR DE AISLAMIENTO	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 40			EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 50			EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 60			EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 80		
	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	E 33,06	E 31,22	-1,84	-5,57%	E 31,14	-1,92	-5,81%	E 31,11	-1,95	-5,90%	E 31,02	-2,04	-6,17%
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año	E 168,81	E 159,93	-8,88	-5,26%	E 159,55	-9,26	-5,49%	E 159,41	-9,4	-5,57%	E 158,96	-9,85	-5,83%
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	G 84,1	G 77,81	-6,29	-7,48%	G 77,54	-6,56	-7,80%	G 77,44	-6,66	-7,92%	G 77,13	-6,97	-8,29%
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	D 14,27	C 12,97	-1,3	-9,11%	C 12,91	-1,36	-9,53%	C 12,89	-1,38	-9,67%	C 12,82	-1,45	-10,16%

TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS OBTENIDOS A NIVEL ECONÓMICO

TABLA COMPARATIVA RESULTADOS OBTENIDOS CON INVERLOSAS DE DIFERENTES ESPESOR DE AISLAMIENTO	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 40				EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 50				EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 60				EDIFICIO REHABILITADO INVERLOSA 80			
	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	E 33,06	E 31,22	-1,84	-2574,16 KgCO2		E 31,14	-1,92	-2686,08 KgCO2		E 31,11	-1,95	-2728,05 KgCO2		E 31,02	-2,04	-2853,96 KgCO2	
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año	E 168,81	E 159,93	-8,88	-12423,12 kWh	-3.726,94 €	E 159,55	-9,26	-12954,74 kWh	-3.886,42 €	E 159,41	-9,4	-13150,60 kWh	-3.945,18 €	E 158,96	-9,85	-13780,15 kWh	-4.134,05 €
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	G 84,1	G 77,81	-6,29	-8799,71 kWh	-2.639,91 €	G 77,54	-6,56	-9177,44 kWh	-2.753,23 €	G 77,44	-6,66	-9317,34 kWh	-2.795,20 €	G 77,13	-6,97	-9751,03 kWh	-2.925,31 €
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	D 14,27	C 12,97	-1,3	-1818,70 kWh	-545,61 €	C 12,91	-1,36	-1902,64 kWh	-570,79 €	C 12,89	-1,38	-1930,62 kWh	-579,19 €	C 12,82	-1,45	-2028,55 kWh	-608,57 €

m <sup>2</sup> DE VIVIENDAS	1399
COSTE Kwh (€)	0,3

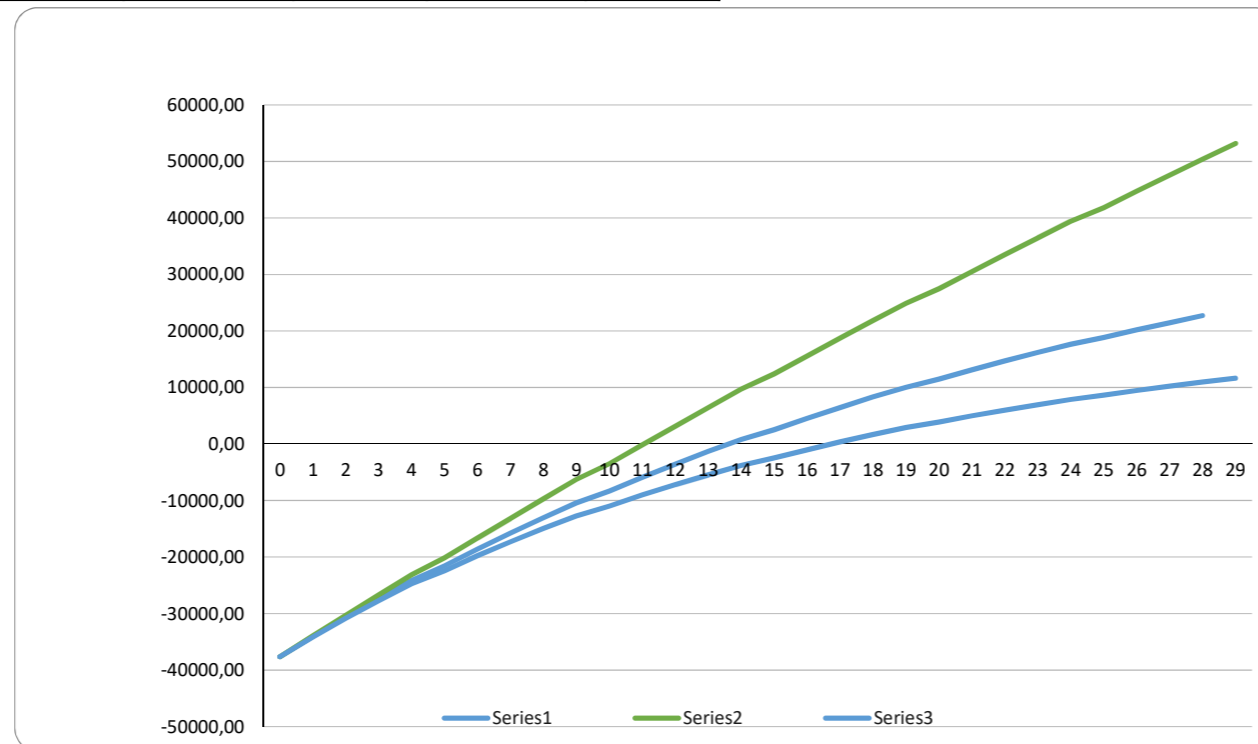
EXTRAPOLACIÓN A ESCALA DE BARRIO

TABLA DE EXTRAPOLACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A LA ESCALA DE BARRIO	EDIFICIO ORIGINAL	EDIFICIO MODELO REHABILITADO INVERLOSA 80										EXTRAPOLACIÓN A LA ESCALA DE BARRIO			
	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA	DIFERENCIA CUANTITATIVA	DIFERENCIA PORCENTUAL	DIFERENCIA ANUAL	AHORRO ECONÓMICO	COSTE DE LA INVERSIÓN	M2 DE CUBIERTA REHABILITADA	DIFERENCIA ANUAL / M2 CUBIERTA REHABILITADA	AHORRO ECONÓMICO / M2 CUBIERTA REHABILITADA	COSTE DE LA INVERSIÓN / M2 CUBIERTA REHABILITADA	M2 DE CUBIERTA A REHABILITAR	DIFERENCIA ANUAL DE EMISIONES CONSUMOS Y DEMANDAS	AHORRO ECONÓMICO	COSTE DE LA INVERSIÓN
EMISIONES GLOBALES KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	E 33,06	E 31,02	-2,04	-6,17%	-2853,96 KgCO2		45.509,18 €	303,50	-9,40 KgCO2		149,95 €	36.123,00	-339.682,36 KgCO2		5.416.567,08 €
CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA PRIMARIA NO RENOVABLE kWh/m <sup>2</sup> año	E 168,81	E 158,96	-9,85	-5,83%	-13780,15 kWh	-4.134,05 €			-45,40 kWh	-13,62 €			-1.640.132,98 kWh	-492.039,89 €	
DEMANDA GLOBAL DE CALEFACCIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	G 84,1	G 77,13	-6,97	-8,29%	-9751,03 kWh	-2.925,31 €			-32,13 kWh	-9,64 €			-1.160.581,41 kWh	-348.174,42 €	
DEMANDA GLOBAL DE REFRIGERACIÓN kWh/m <sup>2</sup> año	D 14,27	C 12,82	-1,45	-10,16%	-2028,55 kWh	-608,57 €			-6,68 kWh	-2,01 €			-241.440,90 kWh	-72.432,27 €	

m <sup>2</sup> DE VIVIENDAS	1399
COSTE Kwh (€)	0,3

$$C_{g(\tau)} = C_I + \sum_j [ \underbrace{\sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j))}_{\text{Cash flow}} - V_{f,\tau}(j) ]^j$$

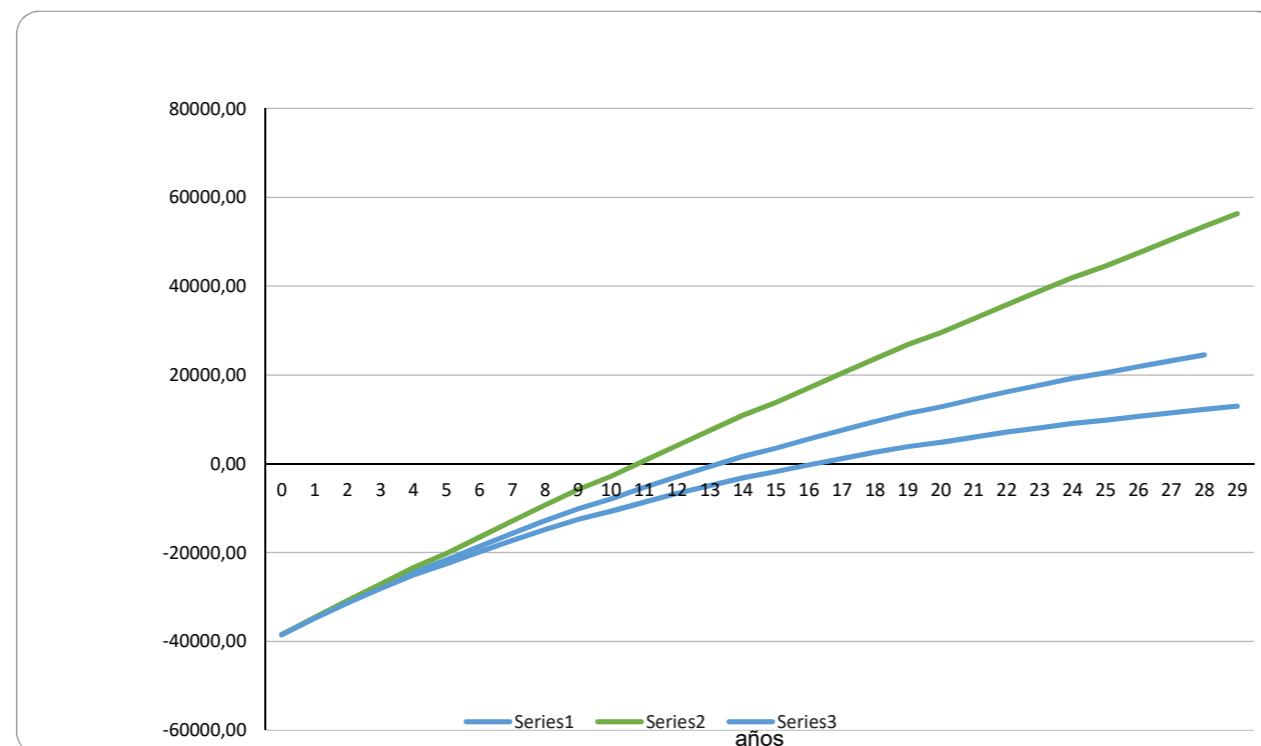
ANÁLISIS DINÁMICO ESPESOR DE AISLANTE DE 40mm												
AÑO	Ci	Coste anual (Ca)			Cc		Análisis de sensibilidad			Gráficos		
	(PEC)			Ahorro kWh *€/kWh	Ahorro CO2 (Macroec) €/T	Flujos caja	Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%
	Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste mantenimiento	Ahorro energía	Ahorro CO2 (Macroec)							
0	-41373,43			3726,94		3726,94	-37646,49	-37646,49	-37646,49	-37646,49	-37646,49	-37646,49
1				3726,94		3726,94	3690,04	3583,60	3515,98	-33956,45	-34062,89	-34130,51
2				3726,94		3726,94	3653,50	3445,77	3316,96	-30302,95	-30617,13	-30813,55
3				3726,94		3726,94	3617,33	3313,24	3129,21	-26685,61	-27303,89	-27684,33
4				3726,94		3726,94	3581,52	3185,80	2952,09	-23104,10	-24118,09	-24732,25
5			-600,00	3726,94		3126,94	2975,18	2570,12	2336,63	-20128,92	-21547,97	-22395,62
6				3726,94		3726,94	3510,95	2945,45	2627,35	-16617,98	-18602,52	-19768,27
7				3726,94		3726,94	3476,18	2832,17	2478,63	-13141,79	-15770,35	-17289,64
8				3726,94		3726,94	3441,77	2723,24	2338,33	-9700,03	-13047,11	-14951,32
9				3726,94		3726,94	3407,69	2618,50	2205,97	-6292,34	-10428,61	-12745,35
10			-600,00	3726,94		3126,94	2830,78	2112,45	1746,07	-3461,56	-8316,16	-10999,28
11				3726,94		3726,94	3340,54	2420,95	1963,31	-121,01	-5895,21	-9035,97
12				3726,94		3726,94	3307,47	2327,84	1852,17	3186,46	-3567,38	-7183,80
13				3726,94		3726,94	3274,72	2238,30	1747,33	6461,18	-1329,07	-5436,46
14				3726,94		3726,94	3242,30	2152,21	1648,43	9703,48	823,14	-3788,03
15			-600,00	3726,94		3126,94	2693,39	1736,28	1304,76	12396,87	2559,42	-2483,27
16				3726,94		3726,94	3178,41	1989,84	1467,10	15575,28	4549,26	-1016,18
17				3726,94		3726,94	3146,94	1913,31	1384,05	18722,23	6462,57	367,88
18				3726,94		3726,94	3115,79	1839,72	1305,71	21838,01	8302,30	1673,59
19				3726,94		3726,94	3084,94	1768,96	1231,80	24922,95	10071,26	2905,39
20			-600,00	3726,94		3126,94	2562,67	1427,09	974,99	27485,62	11498,36	3880,38
21				3726,94		3726,94	3024,15	1635,51	1096,30	30509,77	13133,86	4976,68
22				3726,94		3726,94	2994,21	1572,60	1034,24	33503,98	14706,46	6010,93
23				3726,94		3726,94	2964,56	1512,12	975,70	36468,54	16218,58	6986,63
24				3726,94		3726,94	2935,21	1453,96	920,47	39403,75	17672,54	7907,11
25			-600,00	3726,94		3126,94	2438,29	1172,97	728,57	41842,04	18845,51	8635,68
26				3726,94		3726,94	2877,38	1344,27	819,22	44719,42	20189,78	9454,90
27				3726,94		3726,94	2848,89	1292,56	772,85	47568,30	21482,34	10227,75
28				3726,94		3726,94	2820,68	1242,85	729,10	50388,99	22725,19	10956,85
29				3726,94		3726,94	2792,75	1195,05	687,83	53181,74	23920,24	11644,68
VAN						93619	53182	23920	11645			



$$C_{g(\tau)} = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

Cash flow

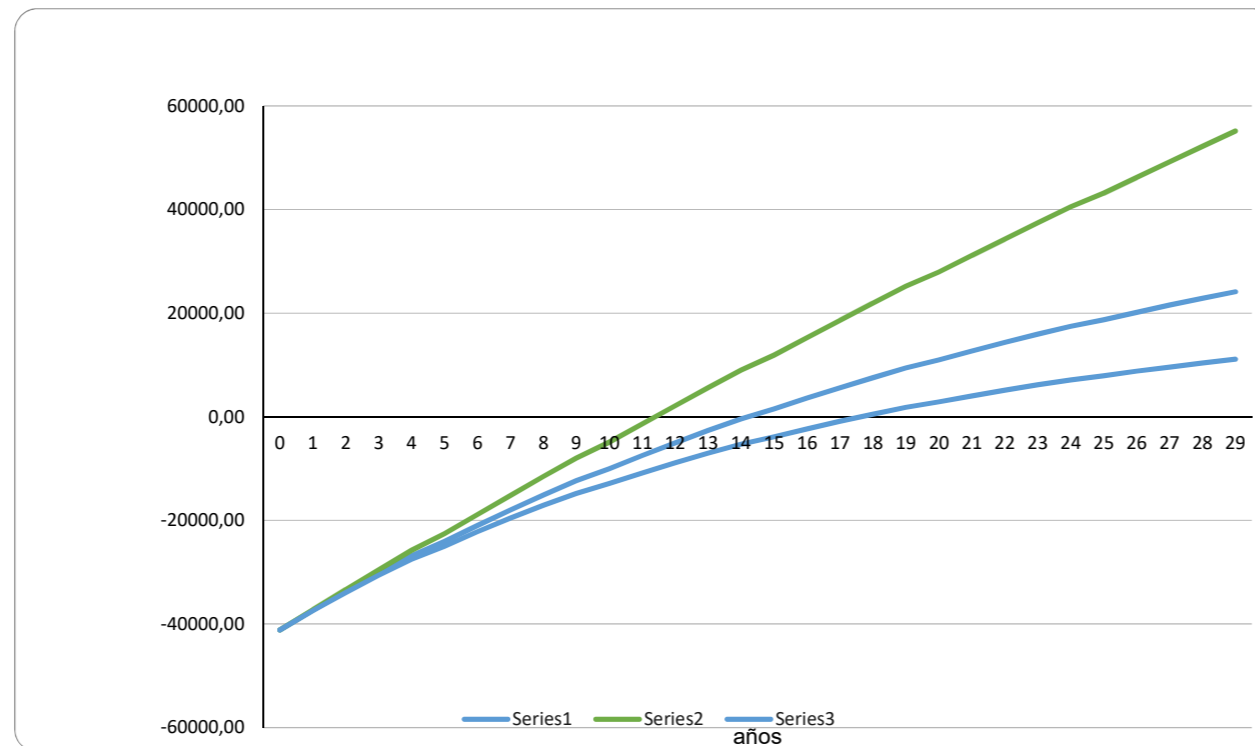
ANÁLISIS DINÁMICO ESPESOR DE AISLANTE DE 50mm													
AÑO	Ci	Coste anual (Ca)			Cc		Flujos caja	Análisis de sensibilidad			Gráficos		
	Coste inversión (Ci)	(PEC)		Ahorro kWh *€/kWh	Ahorro TCO2*€/T	Actualizado 1% año i		Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%	
		Coste de sustitución	Coste mantenimiento	Ahorro energía	Ahorro CO2 (Macroec)								
0	-42381,84			3886,42		3886,42	-38495,42	-38495,42	-38495,42	-38495,42	-38495,42	-38495,42	
1				3886,42		3886,42	3847,94	3736,94	3666,43	-34647,48	-34758,48	-34828,99	
2				3886,42		3886,42	3809,84	3593,21	3458,90	-30837,64	-31165,26	-31370,09	
3				3886,42		3886,42	3772,12	3455,01	3263,11	-27065,52	-27710,25	-28106,97	
4				3886,42		3886,42	3734,77	3322,13	3078,41	-23330,74	-24388,12	-25028,56	
5			-600,00	3886,42		3286,42	3126,92	2701,20	2455,80	-20203,83	-21686,92	-22572,76	
6				3886,42		3886,42	3661,18	3071,49	2739,77	-16542,64	-18615,43	-19832,99	
7				3886,42		3886,42	3624,93	2953,36	2584,69	-12917,71	-15662,07	-17248,30	
8				3886,42		3886,42	3589,04	2839,77	2438,39	-9328,67	-12822,30	-14809,91	
9				3886,42		3886,42	3553,51	2730,55	2300,37	-5775,16	-10091,75	-12509,54	
10			-600,00	3886,42		3286,42	2975,15	2220,19	1835,12	-2800,00	-7871,57	-10674,42	
11				3886,42		3886,42	3483,49	2524,54	2047,32	683,49	-5347,02	-8627,10	
12				3886,42		3886,42	3449,00	2427,45	1931,43	4132,49	-2919,58	-6695,67	
13				3886,42		3886,42	3414,85	2334,08	1822,11	7547,34	-585,49	-4873,57	
14				3886,42		3886,42	3381,04	2244,31	1718,97	10928,38	1658,82	-3154,60	
15			-600,00	3886,42		3286,42	2830,76	1824,83	1371,31	13759,14	3483,65	-1783,29	
16				3886,42		3886,42	3314,42	2074,99	1529,87	17073,56	5558,64	-253,42	
17				3886,42		3886,42	3281,61	1995,18	1443,28	20355,16	7553,83	1189,86	
18				3886,42		3886,42	3249,11	1918,45	1361,58	23604,28	9472,27	2551,44	
19				3886,42		3886,42	3216,94	1844,66	1284,51	26821,22	11316,93	3835,96	
20			-600,00	3886,42		3286,42	2693,37	1499,88	1024,72	29514,59	12816,81	4860,68	
21				3886,42		3886,42	3153,56	1705,49	1143,21	32668,15	14522,30	6003,89	
22				3886,42		3886,42	3122,34	1639,90	1078,50	35790,48	16162,20	7082,39	
23				3886,42		3886,42	3091,42	1576,82	1017,45	38881,90	17739,02	8099,84	
24				3886,42		3886,42	3060,81	1516,18	959,86	41942,72	19255,20	9059,71	
25			-600,00	3886,42		3286,42	2562,65	1232,79	765,73	44505,36	20487,99	9825,44	
26				3886,42		3886,42	3000,50	1401,79	854,27	47505,87	21889,78	10679,71	
27				3886,42		3886,42	2970,79	1347,87	805,92	50476,66	23237,65	11485,63	
28				3886,42		3886,42	2941,38	1296,03	760,30	53418,04	24533,69	12245,93	
29				3886,42		3886,42	2912,26	1246,19	717,27	56330,30	25779,87	12963,20	
VAN						97735	56330	25780	12963				



$$C_{g(\tau)} = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

Cash flow

ANÁLISIS DINÁMICO ESPESOR DE AISLANTE DE 60mm													
AÑO	Ci	Coste anual (Ca)			Cc		Flujos caja	Análisis de sensibilidad			Gráficos		
	(PEC)			*€/kWh	TCO2*€/T	Actualizado 1% año i		Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%	
	Coste inversión (Ci)	Coste de sustitución	Coste mantenimiento	Ahorro energía	Ahorro CO2 (Macroec)								
0	-45096,45			3945,18		3945,18	-41151,27	-41151,27	-41151,27	-41151,27	-41151,27	-41151,27	
1				3945,18		3945,18	3906,12	3793,44	3721,87	-37245,15	-37357,83	-37429,40	
2				3945,18		3945,18	3867,44	3647,54	3511,20	-33377,71	-33710,29	-33918,21	
3				3945,18		3945,18	3829,15	3507,25	3312,45	-29548,55	-30203,04	-30605,76	
4				3945,18		3945,18	3791,24	3372,36	3124,95	-25757,31	-26830,68	-27480,80	
5			-600,00	3945,18		3345,18	3182,82	2749,49	2499,71	-22574,49	-24081,19	-24981,09	
6				3945,18		3945,18	3716,54	3117,93	2781,20	-18857,95	-20963,25	-22199,90	
7				3945,18		3945,18	3679,74	2998,01	2623,77	-15178,21	-17965,24	-19576,13	
8				3945,18		3945,18	3643,31	2882,70	2475,25	-11534,90	-15082,54	-17100,87	
9				3945,18		3945,18	3607,24	2771,83	2335,15	-7927,67	-12310,70	-14765,72	
10			-600,00	3945,18		3345,18	3028,35	2259,88	1867,93	-4899,32	-10050,82	-12897,79	
11				3945,18		3945,18	3536,16	2562,71	2078,27	-1363,16	-7488,11	-10819,52	
12				3945,18		3945,18	3501,15	2464,15	1960,63	2137,98	-5023,96	-8858,89	
13				3945,18		3945,18	3466,48	2369,37	1849,65	5604,47	-2654,59	-7009,23	
14				3945,18		3945,18	3432,16	2278,24	1744,96	9036,63	-376,34	-5264,28	
15			-600,00	3945,18		3345,18	2881,37	1857,46	1395,83	11918,00	1481,12	-3868,45	
16				3945,18		3945,18	3364,53	2106,36	1553,01	15282,53	3587,48	-2315,44	
17				3945,18		3945,18	3331,22	2025,35	1465,10	18613,75	5612,83	-850,35	
18				3945,18		3945,18	3298,24	1947,45	1382,17	21911,99	7560,28	531,82	
19				3945,18		3945,18	3265,58	1872,55	1303,93	25177,57	9432,83	1835,76	
20			-600,00	3945,18		3345,18	2741,52	1526,70	1043,04	27919,10	10959,53	2878,80	
21				3945,18		3945,18	3201,24	1731,28	1160,50	31120,33	12690,81	4039,30	
22				3945,18		3945,18	3169,54	1664,69	1094,81	34289,88	14355,50	5134,10	
23				3945,18		3945,18	3138,16	1600,66	1032,84	37428,04	15956,16	6166,94	
24				3945,18		3945,18	3107,09	1539,10	974,37	40535,13	17495,26	7141,32	
25			-600,00	3945,18		3345,18	2608,47	1254,83	779,42	43143,59	18750,09	7920,74	
26				3945,18		3945,18	3045,87	1422,98	867,19	46189,46	20173,08	8787,93	
27				3945,18		3945,18	3015,71	1368,25	818,10	49205,17	21541,33	9606,03	
28				3945,18		3945,18	2985,85	1315,63	771,80	52191,03	22856,96	10377,83	
29				3945,18		3945,18	2956,29	1265,03	728,11	55147,32	24121,99	11105,94	
VAN						99251	55147	24122	11106				

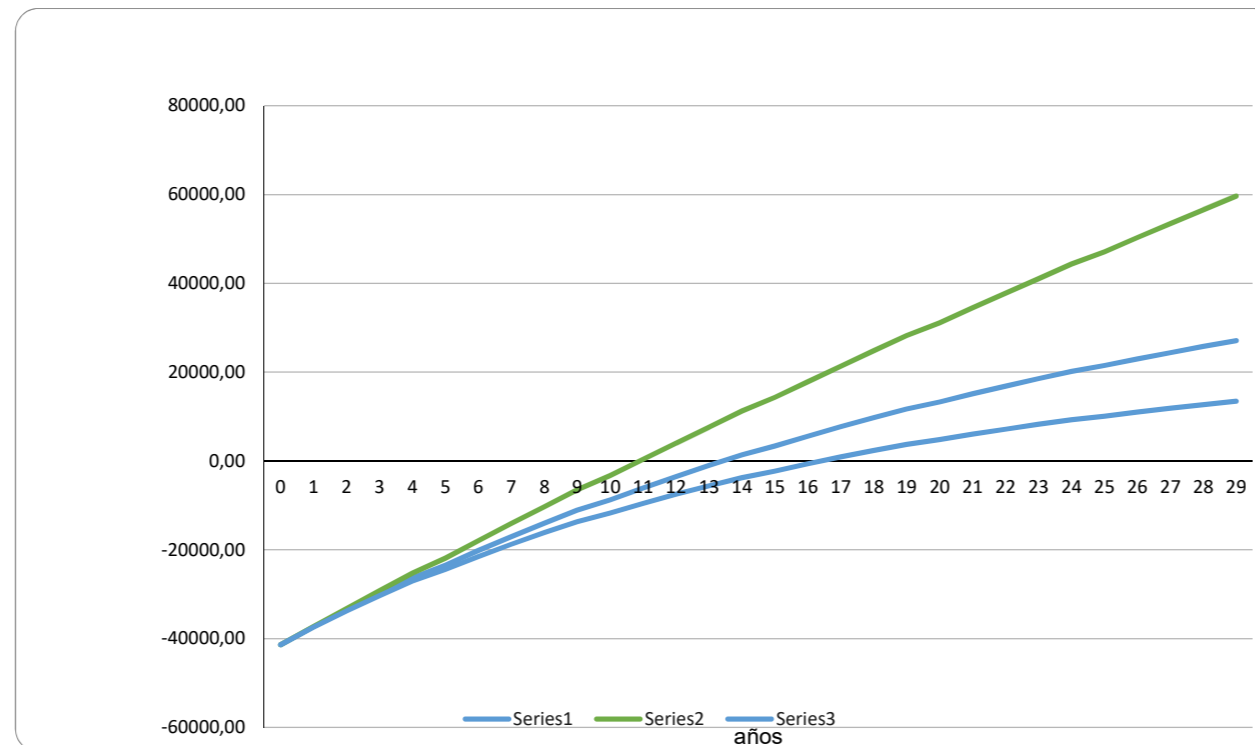




$$C_g(\tau) = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

Cash flow

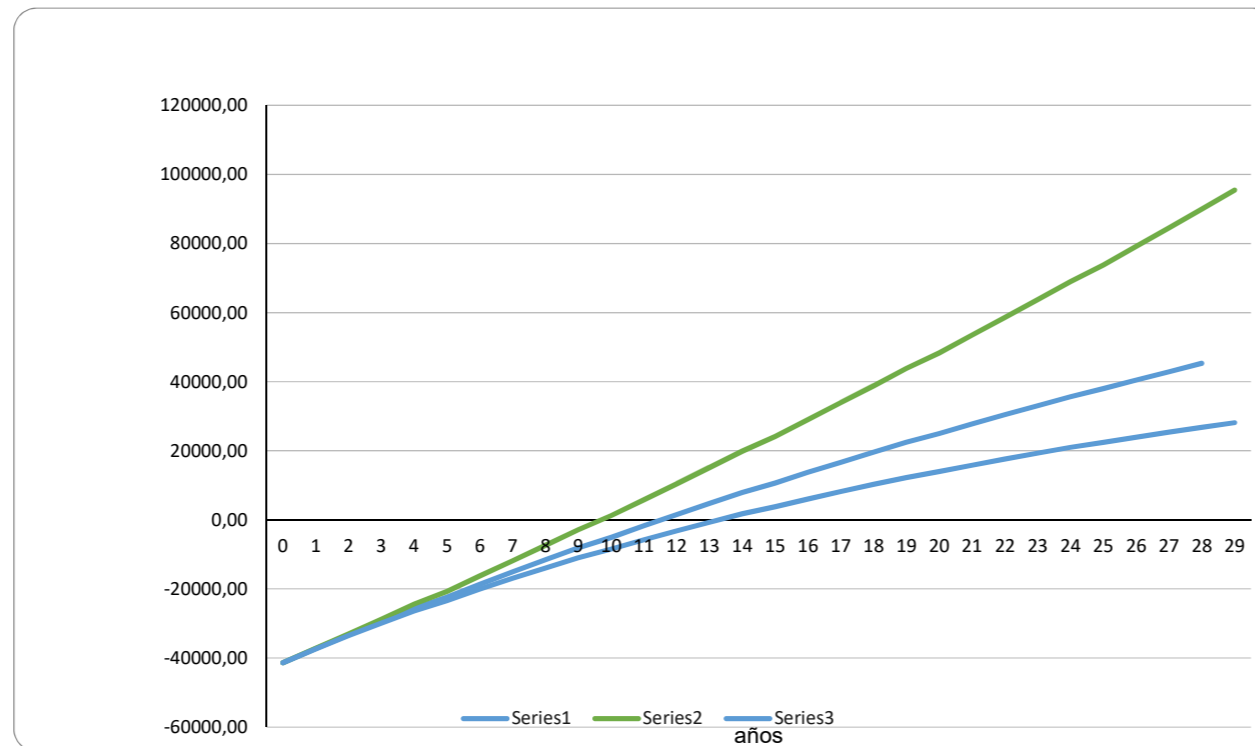
ANÁLISIS DINÁMICO ESPESOR DE AISLANTE DE 80mm												
AÑO	Ci	Coste anual (Ca)			Cc		Análisis de sensibilidad			Gráficos		
	Coste inversión (Ci)	(PEC)		*€/kWh	TCO2*€/T	Flujos caja	Actualizado 1% año i	Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%
	Coste de sustitución	Coste mantenimiento	Ahorro energía	Ahorro CO2 (Macroec)								
0	-45509,18			4134,05		4134,05	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13
1				4134,05		4134,05	4093,12	3975,05	3900,05	-37282,01	-37400,08	-37475,08
2				4134,05		4134,05	4052,59	3822,16	3679,29	-33229,42	-33577,92	-33795,79
3				4134,05		4134,05	4012,47	3675,16	3471,03	-29216,95	-29902,76	-30324,76
4				4134,05		4134,05	3972,74	3533,80	3274,55	-25244,21	-26368,96	-27050,21
5			-600,00	4134,05		3534,05	3362,53	2904,73	2640,85	-21881,68	-23464,23	-24409,36
6				4134,05		4134,05	3894,46	3267,20	2914,34	-17987,22	-20197,03	-21495,02
7				4134,05		4134,05	3855,90	3141,54	2749,38	-14131,32	-17055,49	-18745,64
8				4134,05		4134,05	3817,73	3020,71	2593,75	-10313,59	-14034,78	-16151,89
9				4134,05		4134,05	3779,93	2904,53	2446,94	-6533,66	-11130,25	-13704,95
10			-600,00	4134,05		3534,05	3199,33	2387,48	1973,40	-3334,34	-8742,78	-11731,55
11				4134,05		4134,05	3705,45	2685,40	2177,77	371,11	-6057,38	-9553,79
12				4134,05		4134,05	3668,76	2582,12	2054,50	4039,87	-3475,26	-7499,29
13				4134,05		4134,05	3632,44	2482,80	1938,20	7672,31	-992,46	-5561,09
14				4134,05		4134,05	3596,47	2387,31	1828,49	11268,78	1394,85	-3732,59
15			-600,00	4134,05		3534,05	3044,05	1962,33	1474,64	14312,83	3357,19	-2257,96
16				4134,05		4134,05	3525,61	2207,20	1627,35	17838,43	5564,39	-630,60
17				4134,05		4134,05	3490,70	2122,31	1535,24	21329,13	7686,70	904,63
18				4134,05		4134,05	3456,14	2040,68	1448,34	24785,27	9727,38	2352,97
19				4134,05		4134,05	3421,92	1962,20	1366,36	28207,19	11689,58	3719,33
20			-600,00	4134,05		3534,05	2896,31	1612,89	1101,93	31103,50	13302,47	4821,26
21				4134,05		4134,05	3354,49	1814,16	1216,05	34457,99	15116,63	6037,32
22				4134,05		4134,05	3321,28	1744,38	1147,22	37779,27	16861,02	7184,54
23				4134,05		4134,05	3288,40	1677,29	1082,28	41067,67	18538,31	8266,82
24				4134,05		4134,05	3255,84	1612,78	1021,02	44323,51	20151,09	9287,84
25			-600,00	4134,05		3534,05	2755,74	1325,68	823,43	47079,25	21476,77	10111,27
26				4134,05		4134,05	3191,68	1491,11	908,71	50270,93	22967,88	11019,98
27				4134,05		4134,05	3160,08	1433,76	857,27	53431,02	24401,64	11877,25
28				4134,05		4134,05	3128,80	1378,61	808,74	56559,81	25780,25	12685,99
29				4134,05		4134,05	3097,82	1325,59	762,97	59657,63	27105,84	13448,96
VAN						104126	59658	27106	13449			



$$C_{g(\tau)} = C_I + \sum_j \left[ \sum_{i=1}^{\tau} (C_{a,i}(j)R_d(i) + C_{c,i}(j)) - V_{f,\tau}(j) \right]$$

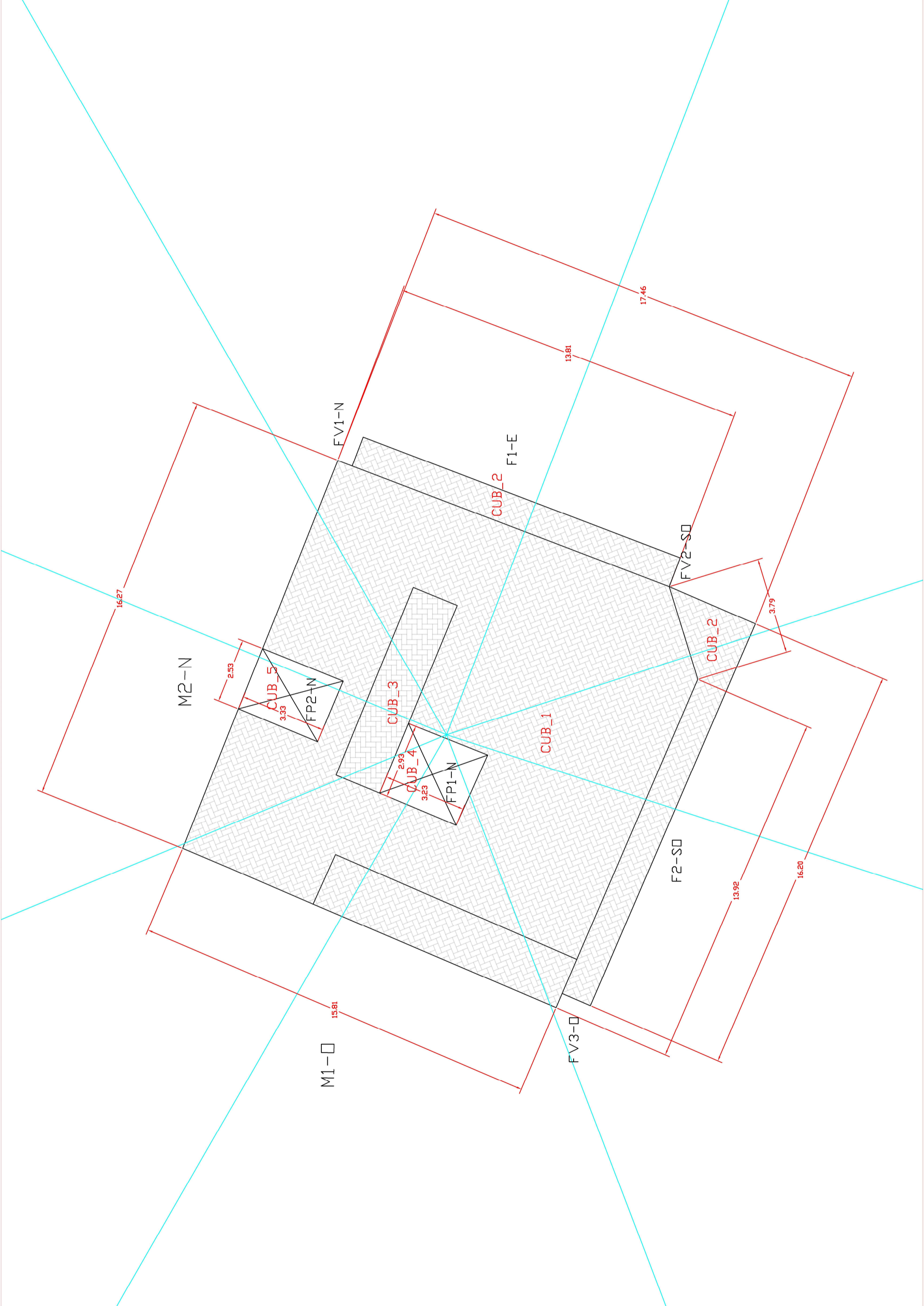
Cash flow

ANÁLISIS DINÁMICO ESPESOR DE AISLANTE DE 80mm & AUMENTO 2% ENERGÍA													
AÑO	Ci		Coste anual (Ca)		Cc		Flujos caja	Análisis de sensibilidad			Gráficos		
	Coste inversión (Ci)	(PEC)		*€/kWh Ahorro energía	TCO2*€/T Ahorro CO2 (Macroec)	Actualizado 1% año i		Actualizado 4% año i	Actualizado 6% año i	Acumulado r 1%	Acumulado r 4%	Acumulado r 6%	
		Coste de sustitución	Coste mantenimiento										
0	-45509,18			4134,05		4134,05	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	-41375,13	
1				4216,73		4216,73	4174,98	4054,55	3978,05	-37200,15	-37320,58	-37397,08	
2				4301,07		4301,07	4216,32	3976,58	3827,93	-32983,83	-33344,00	-33569,15	
3				4387,09		4387,09	4258,06	3900,10	3683,48	-28725,77	-29443,90	-29885,67	
4				4474,83		4474,83	4300,22	3825,10	3544,48	-24425,55	-25618,80	-26341,18	
5			-600,00	4564,33		3964,33	3771,92	3258,39	2962,37	-20653,63	-22360,41	-23378,81	
6				4655,61		4655,61	4385,80	3679,40	3282,02	-16267,83	-18681,01	-20096,79	
7				4748,72		4748,72	4429,22	3608,64	3158,17	-11838,61	-15072,37	-16938,61	
8				4843,70		4843,70	4473,07	3539,24	3039,00	-7365,53	-11533,13	-13899,62	
9				4940,57		4940,57	4517,36	3471,18	2924,32	-2848,17	-8061,95	-10975,30	
10			-600,00	5039,38		4439,38	4018,92	2999,09	2478,93	1170,74	-5062,86	-8496,37	
11				5140,17		5140,17	4607,26	3338,96	2707,78	5778,00	-1723,90	-5788,59	
12				5242,97		5242,97	4652,87	3274,75	2605,60	10430,88	1550,84	-3182,99	
13				5347,83		5347,83	4698,94	3211,77	2507,27	15129,82	4762,61	-675,72	
14				5454,79		5454,79	4745,47	3150,01	2412,66	19875,28	7912,62	1736,94	
15			-600,00	5563,89		4963,89	4275,64	2756,27	2071,26	24150,93	10668,89	3808,20	
16				5675,16		5675,16	4839,90	3030,02	2234,01	28990,83	13698,91	6042,20	
17				5788,67		5788,67	4887,82	2971,75	2149,71	33878,65	16670,65	8191,91	
18				5904,44		5904,44	4936,22	2914,60	2068,58	38814,86	19585,25	10260,49	
19				6022,53		6022,53	4985,09	2858,55	1990,52	43799,95	22443,80	12251,02	
20			-600,00	6142,98		5542,98	4542,72	2529,74	1728,33	48342,67	24973,54	13979,34	
21				6265,84		6265,84	5084,29	2749,66	1843,13	53426,96	27723,21	15822,48	
22				6391,16		6391,16	5134,63	2696,78	1773,58	58561,59	30419,99	17596,05	
23				6518,98		6518,98	5185,47	2644,92	1706,65	63747,06	33064,91	19302,71	
24				6649,36		6649,36	5236,81	2594,06	1642,25	68983,87	35658,97	20944,95	
25			-600,00	6782,35		6182,35	4820,80	2319,10	1440,48	73804,67	37978,07	22385,43	
26				6917,99		6917,99	5341,02	2495,25	1520,64	79145,70	40473,32	23906,08	
27				7056,35		7056,35	5393,90	2447,26	1463,26	84539,60	42920,58	25369,34	
28				7197,48		7197,48	5447,31	2400,20	1408,04	89986,91	45320,78	26777,38	
29				7341,43		7341,43	5501,24	2354,04	1354,91	95488,16	47674,82	28132,29	
VAN						139601	95488	47675	28132				



## 8.9 ANEXO IX-PLANOS DE TRABAJO





M2-N

M1-D

FV1-N

FV3-D

F2-SD

F1-E

CUB\_5

CUB\_3

CUB\_4

CUB\_1

CUB\_2

FP2-N

FP1-N

FV2-SD

16.27

15.81

13.81

17.46

2.53

3.33

2.93

3.23

3.79

13.92

16.20