

Por ANDIMAT

AISLAR TU VIVIENDA ES TU INVERSIÓN MÁS RENTABLE

Caso de estudio 5 R

Simulación energética de un edificio plurifamiliar de 7 plantas sin medianerías.

Objetivo del caso de estudio 5 R

En este caso se simulan las demandas energéticas de un edificio existente construido sin aislamiento en toda su envolvente y con diferentes niveles de aislamiento. Se muestran las diferencias entre el cálculo de la demanda energética de calefacción y refrigeración del edificio existente y rehabilitado. Se proponen dos niveles de rehabilitación, uno de acuerdo con las exigencias mínimas del nuevo CTE HE1 2013 para rehabilitación y una segunda opción aplicando los valores orientativos del Apéndice E del CTE HE1 2013. Las zonas climáticas consideradas en este caso son la zona C1 (Barcelona, Gerona, Orense) y la zona C2 (Bilbao, Cuenca, Coruña, Oviedo, Pontevedra, San Sebastián, Santander).

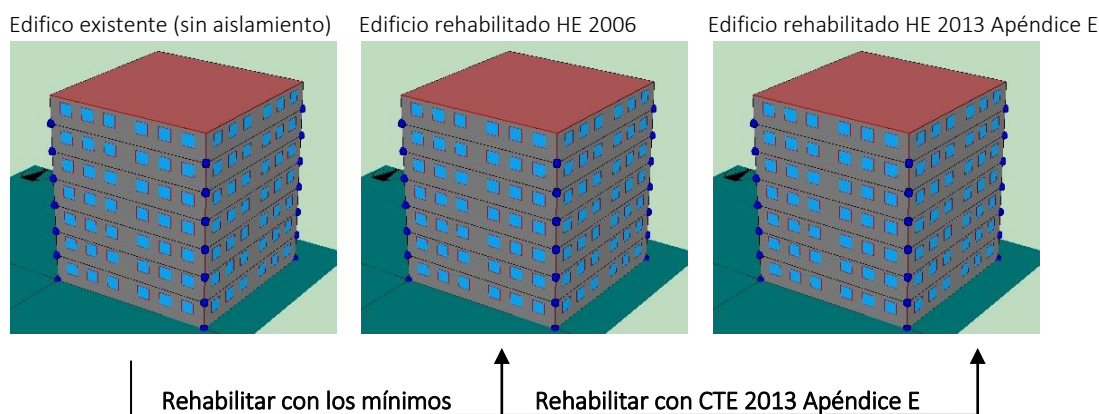


Figura1. Esquema de las simulaciones del caso 4R

Descripción del edificio

Edificio plurifamiliar con una altura de siete plantas aislado (sin medianerías).
Cuatro fachadas en orientación norte, sur, este y oeste.
Distribución por planta: cuatro viviendas de aproximadamente 100 m² más escalera y zonas comunes con un total de 24 viviendas excluyendo la planta baja.

Superficie total del edificio: 2.800 m²
Superficie por planta 400 m² y altura libre 2,9 m

Superficie de Fachadas 1.427 m² con una participación de huecos del 20%
 Superficie de Cubierta plana y Suelo en contacto con el terreno: 400 m²

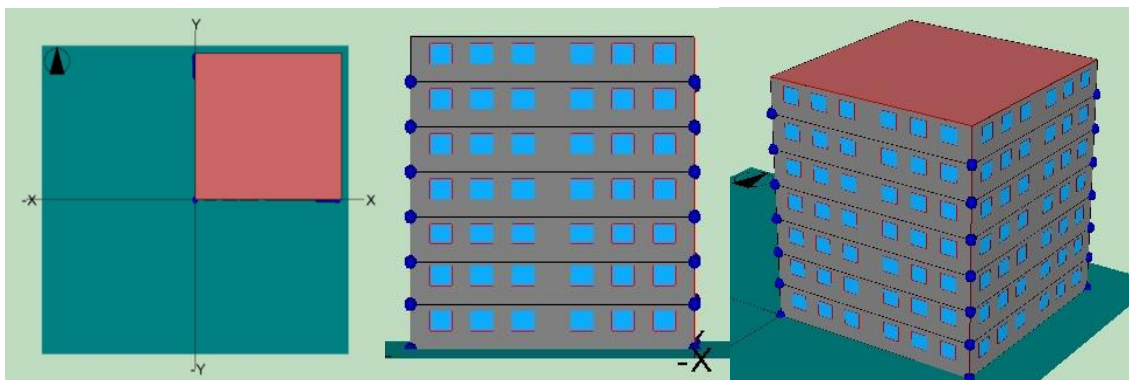


Figura 2. Planta, alzado y vista del edificio simulado.

Composición de los cerramientos del edificio para la zona climática D3

Los valores de transmitancia térmica de los cerramientos se describen en la siguiente tabla. Primero los valores del edificio existente, luego un primer nivel de rehabilitación con los valores mínimos recogidos en el CTE HE1 2013 y un último nivel suponiendo una rehabilitación mejorada incluyendo los valores de aislamiento del Apéndice E del CTE HE1 2013. En las propuestas de rehabilitación se ha tenido en cuenta el tratamiento de los puentes térmicos de los frentes de forjados, encuentro suelo exterior, encuentro de la cubierta con la fachada, esquina entrante y saliente, pilares, contorno de huecos y unión de la solera con la pared exterior.

Zona C1

CERRAMIENTO VERTICAL	MATERIAL	Edificio Existente		CTE DB-HE-1 2006		CTE DB-HE-1 2013 Apéndice E mejorado	
		Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)	Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)	Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)
FACHADA	½ pie de ladrillo perforado	1,5	0	0,73	0,9	0,22	3,90
	Mortero de cemento						
	Cámara de aire						
	Aislamiento térmico						
	Ladrillo hueco sencillo						
	Enlucido de yeso interior						

DIVISORIOS INTERIORES	Enlucido de yeso	1,9	0	1,2	0,35	0,57	1,25
	Tabicón de ladrillo hueco						
	Aislamiento térmico						
	placa de yeso laminado						
HUECOS DE FACHADA	Marco del cerramiento acristalado	5,7	Marco AL Vidrio monolítico	3,4	Marco AL sin RPT UVA 4-6-4	1,1	Marco PVC UVA ATR 4-16Ar-4
	Unidad de Vidrio Aislante						

ATR = Aislamiento térmico reforzado o vidrio bajo emisivo.

Ar = Cámara de aire con 90% gas Argón.

CERRAMIENTO HORIZONTAL	MATERIAL	Edificio Existente		CTE DB-HE-1 2006		CTE DB-HE-1 2013 Apéndice E mejorado	
		Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)	Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)	Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)
SOLERA	Plaqueta o baldosa de gres	2,1	0	0,5	1,7	0,36	2,50
	Mortero de cemento						
	Aislamiento térmico						
	Forjado de bovedilla cerámica						
FORJADO ENTRE PLANTAS	Pavimento gres	2,1	0	1,2	0,4	0,75	0,90
	Mortero						
	Aislamiento térmico						
	Forjado cerámico						
	Enlucido interior						

CUBIERTA	Pavimento baldosa cerámica	1,7	0	0,41	1,85	0,23	3,85
	Tela asfáltica						
	Hormigón de pendientes						
	Aislamiento térmico						
	Forjado cerámico						
	Enlucido interior						

Zona C2

CERRAMIENTO VERTICAL	MATERIAL	Edificio Existente		CTE DB-HE-1 2006		CTE DB-HE-1 2013 Apéndice E	
		Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)	Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)	Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)
FACHADA	½ pie de ladrillo perforado	1,5	0	0,73	0,9	0,29	2,95
	Mortero de cemento						
	Cámara de aire						
	Aislamiento térmico						
	Ladrillo hueco sencillo						
	Enlucido de yeso interior						
DIVISORIOS INTERIORES	Enlucido de yeso	1,9	0	1,2	0,35	0,57	1,25
	Tabicón de ladrillo hueco						
	Aislamiento térmico						
	placa de yeso laminado						
HUECOS DE FACHADA	Marco del cerramiento acristalado	5,7	Marco AL Vidrio monolítico	3,4	Marco AL sin RPT UVA 4-6-4	1,7	Marco PVC UVA ATR 4-16-4
	Unidad de Vidrio Aislante						

ATR = Aislamiento térmico reforzado o vidrio bajo emisivo.

CERRAMIENTO HORIZONTAL	MATERIAL	Edificio Existente		CTE DB-HE-1 2006		CTE DB-HE-1 2013 Apéndice E	
		Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)	Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)	Valor U (W/m ² .K)	R _{AT} (m ² .K/W)
SOLERA	Plaqueta o baldosa de gres	2,1	0	0,5	1,7	0,27	3,35
	Mortero de cemento						
	Aislamiento térmico						
	Forjado de bovedilla cerámica						
FORJADO ENTRE PLANTAS	Pavimento gres	2,1	0	1,2	0,4	0,75	0,90
	Mortero						
	Aislamiento térmico						
	Forjado cerámico						
	Enlucido interior						
CUBIERTA	Pavimento baldosa cerámica	1,7	0	0,41	1,85	0,18	4,90
	Tela asfáltica						
	Hormigón de pendientes						
	Aislamiento térmico						
	Forjado cerámico						
	Enlucido interior						

El número de renovaciones hora del edificio existente se ha fijado en 1,2 y en las propuestas de rehabilitación al mejorarse los cerramientos acristalados se ha considerado 0,8.

Costes estimados debido al aislamiento de la envolvente térmica del edificio

Se analizan los costes debidos a los cerramientos de fachada, cubierta y suelo del edificio sin tener en cuenta las fachadas medianeras, divisorios interiores ni forjados.

Para los cerramientos se toman precios promedio de referencia en función de la resistencia térmica, obtenidos a partir de los precios medios de los planes renove de fachadas y ventanas de la Comunidad de Madrid que gestionó ANDIMAT.

Zona C1. Precio de las prestaciones térmicas de envolvente del edificio.			
Cerramiento	HE- 2006	HE- 2013 Apéndice E mejorado	Diferencia
Fachada	119.134,98 €	136.264,38 €	17.129,40 €
Huecos de fachada	51.051,00 €	94.809,00 €	43.758,00 €
Solera	3.720,48 €	4.908,00 €	1.187,52 €
Cubierta	24.800,00 €	30.400,00 €	5.600,00 €
Total Edificio	194.985,98 €	261.473,38 €	67.674,92 €
Total por vivienda	8.124,42 €	10.894,72 €	2.819,79 €
Coste de aislamiento por m ²	69,64 €	93,38 €	24,17 €

Zona C2. Precio de las prestaciones térmicas de envolvente del edificio.			
Cerramiento	HE- 2006	HE- 2013 Apéndice E	Diferencia
Fachada	119.134,98 €	131.924,93 €	12.789,95 €
Huecos de fachada	51.051,00 €	82.046,25 €	30.995,25 €
Solera	3.720,48 €	6.169,74 €	2.449,26 €
Cubierta	24.800,00 €	30.400,00 €	5.600,00 €
Total Edificio	194.985,98 €	244.371,18 €	51.834,46 €
Total por vivienda	8.124,42 €	10.182,13 €	2.159,77 €
Coste de aislamiento por m ²	69,64 €	87,28 €	18,51 €

El coste debido a la rehabilitación de toda la envolvente del edificio supone 10.182 € por vivienda (87,30 €/m²) si se mejoran las prestaciones térmicas de envolvente del edificio con los mínimos establecidos en el CTE HE1 2013 en la zona C2. En el caso de C1 si se mejoran las prestaciones de la envolvente aún más de lo recomendado en el apéndice E del DB-HE-1 CTE 2013 para cumplir con el límite de demanda de calefacción, los costes son de 10.890 € por vivienda (94 €/m²).

Procedimiento empleado

Se ha utilizado el programa de calificación energética CALENER-VYP que facilita el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para la certificación energética de los edificios de viviendas. Se han introducido en este programa los datos que describen al edificio con las características térmicas del edificio sin aislamiento térmico y, después, se han fijado los valores mínimos y valores mejorados (valores orientativos de los parámetros característicos de la envolvente térmica descritos en el apéndice E del CTE DB-HE1 del año 2013), habiendo tratado los puentes térmicos en la rehabilitación, según el anexo 1.

Para este estudio se ha tenido en cuenta un equipo de rendimiento constante de calefacción empleando gas natural con un rendimiento del (0,7) y refrigeración empleando electricidad con un rendimiento de 2,6. La variación en la elección del sistema, afectará únicamente a la calificación energética del edificio y no tiene repercusión sobre las demandas energéticas de calefacción y refrigeración que son el objetivo del estudio.

Resultados de la simulación de demandas energéticas del edificio según el CTE HE-1 2013

Las demandas energéticas del edificio aplicando el apartado 2.2 del CTE DB-HE1 2013 y el Apéndice E para la zona climática C se muestran en la siguiente tabla.

Zona C1	Edificio existente	CTE 2006	CTE 2013 apéndice E
Demandas	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)
Calefacción	81,00	67,20	19,90
% Ahorro respecto a edificio existente (sin aislamiento)		17,0%	75,4%
Refrigeración	0,00	0,00	0,00
Consumos Energía Final	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)
Calefacción	102,70	85,10	26,20
Refrigeración	0,00	0,00	0,00
ACS	14,70	15,10	15,10
Total	117,40	100,20	41,30
% Ahorro respecto a edificio existente (sin aislamiento)		14,7%	64,8%
Consumos Energía Primaria	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)
Calefacción	103,90	86,10	26,50
Refrigeración	0,00	0,00	0,00
ACS	14,90	15,30	15,30
Total	118,80	101,40	41,80
% Ahorro respecto a edificio existente (sin aislamiento)		14,6%	64,8%
Calificación Energética	D	C	C
Coste total Energía (€/año)	20.457,36 €	17.461,08 €	7.197,96 €
Ahorro Energía (€/año)		2.996,28 €	13.259,40 €
Ahorro por vivienda (€/año)		124,85 €	552,48 €

Zona C2	Edificio existente	CTE 2006	CTE 2013 apéndice E
Demandas	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)
Calefacción	81,00	67,20	17,00
% Ahorro respecto a edificio existente (sin aislamiento)		17,0%	79,0%
Refrigeración	0,00	0,00	3,90
Consumos Energía Final	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)
Calefacción	102,70	85,10	21,90
Refrigeración	0,00	0,00	2,30
ACS	14,70	15,10	15,10
Total	117,40	100,20	39,30
% Ahorro respecto a edificio existente (sin aislamiento)		14,7%	66,5%
Consumos Energía Primaria	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)	(Kwh/m ² .año)
Calefacción	103,90	86,10	22,20
Refrigeración	0,00	0,00	6,00
ACS	14,90	15,30	15,30
Total	118,80	101,40	43,50
% Ahorro respecto a edificio existente (sin aislamiento)		14,6%	63,4%
Calificación Energética	D	C	C
Coste total Energía (€/año)	20.457,36 €	17.461,08 €	9.525,83 €
Ahorro Energía (€/año)		2.996,28 €	10.931,53 €
Ahorro por vivienda (€/año)		124,85 €	455,48 €

Los valores de la simulación se muestran en la tabla superior y la amortización de la inversión de aislar con los valores mejorados de aislamiento de la envolvente en lugar de los mínimos del CTE DB-HE-1 2006 se produce durante el primer año ya que el ahorro del primer año es de 552 € por vivienda y el sobrecoste de la inversión es de 388 € por vivienda para la zona C1. Para la zona C2 la amortización se produce en durante el primer año ya que el ahorro del primer año es de 445 € por vivienda y el sobrecoste de la inversión es de 288 € por vivienda.

Sin la ayuda del PAREER-CRECE la amortización de la inversión se produce en menos de 16 años rehabilitando con los valores de aislamiento mejorado del apéndice E DB-HE-1 CTE 2013 para la zona C1 y en un poco menos de 20 años con los valores de aislamiento del apéndice E DB-HE-1 CTE 2013 para la zona C2.

En ambos casos se mejora la calificación energética del edificio por tanto se puede solicitar la subvención del nuevo Programa de ayudas del IDAE para la rehabilitación energética de edificios existentes PAREER + CRECE ₁ (Plan de medidas para el Crecimiento, la Competitividad y la Eficiencia) que en finaliza 2020 y exige que se mejore la calificación del edificio en al menos una letra. Solicitando la ayuda del PAREER + CRECE La amortización de la inversión se produce en menos de 14 años rehabilitando con los valores de aislamiento mejorado del apéndice E DB-HE-1 CTE 2013 para la zona C1 y en un poco menos de 15 años con los valores de aislamiento del apéndice E DB-HE-1 CTE 2013 para la zona C2.

Simulación del PAREER + CRECE combinando otra medida (rehabilitar la envolvente y sustituir las instalaciones)

Si este edificio además de rehabilitar la envolvente se sustituye la caldera de calefacción la ayuda del PAREER + CRECE para la envolvente aumenta un 20%, es decir, si se rehabilita con el apéndice E la envolvente la ayuda sin contraprestación dineraria del PAREER + CRECE es del 55%. Aunque dependiendo de la CCAA donde esté el edificio la tasa de cofinanciación en % sobre el coste subvencionable no puede superar el 50% en Barcelona, Gerona, Bilbao, San Sebastián y Santander y el 80% Orense, Cuenca, Coruña, Oviedo y Pontevedra. En la siguiente tabla se muestran las inversiones por vivienda por la actuación de la envolvente.

	Coste rehabilitación mínimos HE 2013	Coste rehabilitación Apéndice E HE2013	Diferencia
Coste de la Rehabilitación sin IVA (coste elegible)	236.615 €	260.131 €	23.516 €
	9.859 €/viv.	10.839 €/viv.	980 €/viv.
Ayuda PAREER (50 % del coste elegible)	118.307 €	130.065 €	11.758 €
	4.929 €/viv.	5.419 €/viv.	490 €/viv.
Coste de la rehabilitación con la ayuda del PAREER	118.307 €	130.065 €	11.758 €
	4.929 €/viv.	5.419 €/viv.	490 €/viv.
Inversión inicial por rehabilitar toda la envolvente (10% IVA + 10% coste elegible)	23.661 €	52.026 €	2.352 €
	986 €/viv.	2.168 €/viv.	98 €/viv.
Cuantía financiable	94.646 €	104.052 €	9.406 €
Cuota mensual a 12 años a un tipo de 0% + Euribor	396 €	437 €	41 €
	17 €/viv.	18 €/viv.	2 €/viv.

Aplicación del Programa de ayudas del IDAE para la rehabilitación energética de edificios existentes del sector residencial (uso vivienda y hotelero) PAREER + CRECE a este edificio.



El edificio se puede acoger a la medida 1 del PAREER + CRECE: mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica, y a la ayuda adicional por subir la calificación 2 o más letras. Esta medida combina la entrega dineraria sin contraprestación de un máximo del 30 + 5% del coste elegible y un préstamo reembolsable máximo del 60% del coste elegible en caso que se solicite a un tipo de interés de Euribor + 0,0% y un plazo máximo de 12 años.

En la siguiente tabla se muestra los costes de la actuación de rehabilitación aplicando este programa de ayudas en este edificio.

Zona C1	Coste rehabilitación mínimos HE 2013	Coste rehabilitación Apéndice E HE2013	Diferencia
Coste de la Rehabilitación sin IVA (coste elegible)	194.985,98 €	261.473,38 €	66.487,40 €
	8.124,42 €/viv.	10.894,72 €/viv.	2.770,31 €/viv.
Ayuda PAREER (30 + 5 % del coste elegible)	58.495,79 €	91.515,68 €	19.946,22 €
	2.437,32 €/viv.	3.813,15 €/viv.	831,09 €/viv.

¹ <http://www.boe.es/boe/dias/2015/05/05/pdfs/BOE-A-2015-4993.pdf>
<http://www.idae.es/index.php/id.745/mod.pags/mem.detalle>

Coste de la rehabilitación con la ayuda del PAREER	136.490,18 €	169.957,70 €	46.541,18 €
	5.687,09 €/viv.	7.081,57 €/viv.	1.939,22 €/viv.
Inversión inicial por rehabilitar toda la envolvente (10% IVA + 10% coste elegible)	27.298,04 €	52.294,68 €	9.308,24 €
	1.137,42 €/viv.	2.178,94 €/viv.	387,84 €/viv.
Cuantía financiable	116.991,59 €	143.810,36 €	26.818,77 €
Cuota mensual a 12 años a un tipo de 0% + Euribor	837,00 €	1.029,00 €	192,00 €
	34,88 €/viv.	42,88 €/viv.	8,00 €/viv.
Ahorro en la factura energética al mes	10,40 €/viv.	46,04 €/viv.	-

Zona C2	Coste rehabilitación mínimos HE 2013	Coste rehabilitación Apéndice E HE2013	Diferencia
Coste de la Rehabilitación sin IVA (coste elegible)	194.985,98 €	244.371,18 €	49.385,20 €
	8.124,42 €/viv.	10.182,13 €/viv.	2.057,72 €/viv.
Ayuda PAREER (30 + 5 % del coste elegible)	58.495,79 €	85.529,91 €	14.815,56 €
	2.437,32 €/viv.	3.563,75 €/viv.	617,32 €/viv.
Coste de la rehabilitación con la ayuda del PAREER	136.490,18 €	158.841,27 €	34.569,64 €
	5.687,09 €/viv.	6.618,39 €/viv.	1.440,40 €/viv.
Inversión inicial por rehabilitar toda la envolvente (10% IVA + 10% coste elegible)	27.298,04 €	48.874,24 €	6.913,93 €
	1.137,42 €/viv.	2.036,43 €/viv.	288,08 €/viv.
Cuantía financiable	116.991,59 €	134.404,15 €	17.412,56 €
Cuota mensual a 12 años a un tipo de 0% + Euribor	837,00 €	961,00 €	124,00 €
	34,88 €/viv.	40,04 €/viv.	5,17 €/viv.
Ahorro en la factura energética al mes	10,40 €/viv.	37,96 €/viv.	-

Solicitando las ayudas del PAREER + CRECE la inversión inicial de cada vecino por rehabilitar toda la envolvente del edificio con los mínimos del CTE es de 1.137 € y de 2.179 € si se rehabilita con los valores mejorados del apéndice E del DB-HE1 para la zona C1 y para la zona C2 de 1.137 € y 2.036 € respectivamente con los valores del apéndice E del DB-HE1. La cuota mensual solicitando el préstamo del PAREER + CRECE a 12 años es de 34,88 €/vivienda con el aislamiento mínimo del CTE o 42,88 €/vivienda con el aislamiento mejorado respecto del apéndice E del CTE para la zona C1 y de 40 €/vivienda con el aislamiento del apéndice E del CTE para la zona C2.

Los ahorros en la factura energética debidos a la rehabilitación son de 10,40 € y 37,96 € al mes respectivamente para la zona C2 y de 10,40 € y 46 € para la zona C1 respectivamente considerando que no aumenta la factura energética. Por tanto, las cuotas que soportan los vecinos durante los 12 años del préstamo del PAREER + CRECE se pagan por si solas con los ahorros en la factura si se rehabilita con los valores del Apéndice E.

En el supuesto de que el coste energético tenga un a subida lineal del 2% anual, la rentabilidad de la inversión inicial pasados 15 años es de 103,65 % por vivienda en caso de rehabilitar con los niveles de aislamiento del Apéndice E del CTE HE-1 2013 para la zona C2 y de 155,13 % en el caso de mejorar el aislamiento en la zona C1.

En la siguiente tabla se muestran las inversiones por vivienda.

Zona C1	Rehabilitando con los valores de aislamiento del Apéndice E.
Inversión inicial para rehabilitar toda la envolvente por vivienda	2.179 €/vivienda
Retorno de la inversión pasados 15 años descontando el préstamo del PAREER	3.378 €/vivienda
Retorno de la inversión a 15 años	155 %

Zona C2	Rehabilitando con los valores de aislamiento del Apéndice E.
Inversión inicial para rehabilitar toda la envolvente por vivienda	2.036 €/vivienda
Retorno de la inversión pasados 15 años descontando el préstamo del PAREER	2.097 €/vivienda
Retorno de la inversión a 15 años	103 %

Conclusiones

La simulación de este edificio existente construido sin aislamiento térmico demanda en calefacción un 17% más que el mismo edificio si se rehabilita toda su envolvente con los valores mínimos de aislamiento indicados en el Código Técnico de la Edificación (CTE) DB-HE1 del año 2013. Si el mismo edificio se rehabilita con los valores del apéndice E del CTE del año 2013 la reducción de la demanda energética en calefacción es del 79 % para la zona C2 y del 75 % con los valores de aislamiento mejorados respecto al apéndice E del CTE 2013 para la zona C1.

Mejorar el aislamiento de la envolvente del edificio es la medida con mejor relación coste beneficio, ya que una vez instalado los ahorros producidos son constantes a lo largo de la vida útil del edificio y no requiere mantenimiento.

Los valores orientativos de transmitancia térmica para la envolvente indicados en el Apéndice E del DB-HE1 del CTE 2013 para la zona climática C2 deben emplearse para rehabilitar los edificios existentes y así no tener que actuar sobre los mismos en el futuro. En el caso de la zona C1 han de mejorarse con respecto a los valores recomendados en el apéndice E del CTE 2013 para cumplir con la demanda límite de calefacción.

CONCLUSIÓN 1: Todas las actuaciones de rehabilitación la envolvente térmica de los edificios deberían realizarse con valores más exigentes que los mínimos indicados en el Código Técnico de la Edificación ya que el sobrecoste de inversión se amortiza en dos años si no se aplica el PAREER + CRECE.

CONCLUSIÓN 2: Rehabilitar la envolvente térmica de los edificios supone una mejora del confort en las viviendas, reduce la factura energética, elimina emisiones contaminantes a la atmósfera, reduce patologías debidas a formación de condensaciones y aumenta el valor patrimonial del edificio.

CONCLUSIÓN 3: El incremento en coste por aislar la envolvente conforme a los mínimos del CTE 2013 respecto a los valores orientativos del apéndice E del CTE es menor al 26% (equivalente a 2.819 € por vivienda o un aumento de 24,17 €/m²) para la zona C1 y menor al 22% (equivalente a 2.159 € por vivienda o un aumento de 18,50 €/m²) para la zona C2.

CONCLUSIÓN 4: La inversión de mejorar o aplicar el Apéndice E del DB-HE-1 CTE 2013 acogiéndose al Programa de Ayudas del IDAE (PAREER – CRECE) en lugar de los mínimos CTE 2013 supone un sobrecoste inicial por vecino de 192 € y se consigue una reducción en factura de 46 € en el primer año en la zona C1 y de 124 € consiguiendo una reducción de factura de 38 € en el primer año en la zona C2.

CONCLUSIÓN 5: En 12 años de vida del edificio una vez rehabilitado con los valores del apéndice E y los valores mejorados, acogiéndose al Programa de Ayudas del IDAE (PAREER + CRECE) se ha recuperado toda la inversión por parte de la comunidad de propietarios en ambas zonas climáticas.

CONCLUSIÓN 6: La rehabilitación del edificio empleando los valores del apéndice E del CTE 2013 respecto al edificio existente, produce un ahorro energético en la factura del 65% en la zona C1 y del 63% en la zona C2.

CONCLUSIÓN 7: Acogiéndose a las ayudas del PAREER + CRECE y solicitando el préstamo se consigue rehabilitar toda la envolvente dejando un edificio con unos niveles de aislamiento equiparables a los que se exigen a un edificio nuevo. Siendo la inversión inicial por vecino de 2.179 € y 2.036 € para las zonas C1 y C2 respectivamente las cuotas mensuales se pagan por sí solas con los ahorros en factura. Por tanto es una solución más rentable comparando con otras actuaciones que se hagan de manera individual como cambiar las ventanas.

Anexo 1

Valores de Transmitancia térmica lineal ψ (W/mK) de puentes térmicos y factor de temperatura superficial f_{RSI}

Aislamiento de Puentes Térmicos						
Tipo	CTE 2013		CTE 2013 Apéndice E		Apéndice E mejorado	
	ψ	f_{RSI}	ψ	f_{RSI}	ψ	f_{RSI}
Forjados						
Encuentro forjado - fachada	0,41	0,76	0,18	0,82	-0,03	0,88
Encuentro suelo exterior - fachada	0,46	0,74	0,2	0,84	0,19	0,82
Encuentro cubierta - fachada	0,46	0,74	0,2	0,84	0,19	0,82
Cerramiento vertical						
Esquina saliente	0,16	0,81	0,16	0,81	0,02	0,66
Hueco de ventana	0,27	0,64	0,2	0,76	0,04	0,77
Esquina entrante	0,13	0,84	0,13	0,84	-0,13	0,84
Pilar	0,77	0,64	0,08	0,87	0,08	0,87
Contacto terreno						
Unión solera - pared exterior	0,13	0,75	0,12	0,72	0,12	0,72

Otras consideraciones

- Los forjados y divisorios interiores están aislados con valores más exigentes que los indicados en el DB-HE-1 2013 para dar cumplimiento a otros documentos básicos del CTE.
- En el edificio aislado conforme con el HE-1 2013 la demanda en refrigeración es un 20% menor comparado con el HE-1 2006 en la zona C-2.
- La calificación energética del edificio en la zona C2 según el Apéndice E del CTE DB-HE-1 del 2013 Apéndice E es de C. Si se mejoran los sistemas de climatización será fácil alcanzar la calificación B en el edificio.
- En la simulación de este ejemplo en zona C1 se han empleado valores mejorados de U del apéndice E del DB-HE1 2013 y se han mejorado sustancialmente los puentes térmicos, obteniendo una demanda de calefacción de 19,9 kWh/m² año. En caso de aislar con los valores del apéndice E y no tratar los puentes térmicos (mantener los valores por defecto de CALENER) la demanda de calefacción sube a 23,9 kWh/m² año siendo el límite 20,35 kWh/m² año.

Anexo 2

Resultados obtenidos del programa CALENER VYP al simular el mismo edificio inicialmente sin aislamiento en su envolvente y luego rehabilitándolo con las exigencias mínimas del Código Técnico de la Edificación (DB-HE1) del 2013 y los valores orientativos del apéndice E del CTE 2013.

Zona C. Edificio existente (sin aislar)

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto		
<7,1 A			
7,1-11,6 B			
11,6-18,1 C			
18,1-27,8 D	24,0 D		
27,8-48,1 E			
48,1-57,7 F			
>57,7 G			
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	E	81,0	226698,4
Demanda refrigeración	-	-	-
	Clase	kgCO₂/m²	kgCO₂/año
Emisiones CO₂ calefacción	D	21,0	58800,0
Emisiones CO₂ refrigeración	-	-	-
Emisiones CO₂ ACS	B	3,0	8400,0
Emisiones CO₂ totales	D	24,0	67200,0
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	E	103,9	290829,8
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	14,9	41653,3
Consumo energía primaria totales	E	118,7	332483,1

Edificio Objeto		
Demandas	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	81,0	226698,4
Refrigeración	0,0	0,0

Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	102,7	287665,5
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	14,7	41200,1
Total	117,5	328865,6

Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	103,9	290829,8
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	14,9	41653,3
Total	118,7	332483,1

Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calefacción	21,0	58800,0
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	3,0	8400,0
Total	24,0	67200,0

Zona C. Edificio conforme al CTE 2013 DB-HE-1

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto		
<7,0 A			
7,0-11,4 B			
11,4-17,8 C			
17,8-27,3 D	20,5 D		
27,3-55,9 E			
55,9-67,1 F			
>67,1 G			
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	D	67,2	188179,3
Demanda refrigeración	-	-	-
	Clase	kgCO₂/m²	kgCO₂/año
Emisiones CO₂ calefacción	D	17,4	48720,0
Emisiones CO₂ refrigeración	-	-	-
Emisiones CO₂ ACS	C	3,1	8680,0
Emisiones CO₂ totales	D	20,5	57400,0
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	D	86,1	240960,9
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	15,3	42689,7
Consumo energía primaria totales	D	101,3	283650,6

Edificio Objeto		
Demandas	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	67,2	188179,3
Refrigeración	0,0	0,0

Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	85,1	238339,2
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	15,1	42225,2
Total	100,2	280564,4

Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	86,1	240960,9
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	15,3	42689,7
Total	101,3	283650,6

Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calefacción	17,4	48720,0
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	3,1	8680,0
Total	20,5	57400,0

Zona C1. Edificio conforme CTE 2013 DB-HE-1 Apéndice E (no cumple límite D_{cal}.)

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m ²	Edificio Objeto		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
<7,0 A			
7,0-11,4 B		9,4	
11,4-17,8 C			
17,8-27,3 D			
27,3-55,9 E			
55,9-67,1 F			
>67,1 G			
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	B	23,9	66818,9
Demanda refrigeración	-	-	-
	Clase	kgCO2/m ²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	B	6,3	17640,0
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	C	3,1	8680,0
Emisiones CO2 totales	B	9,4	26320,0
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	B	31,3	87657,6
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	15,3	42689,7
Consumo energía primaria totales	B	46,6	130347,3

Edificio Objeto		
Demandas	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	23,9	66818,9
Refrigeración	0,0	0,0

Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	31,0	86703,8
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	15,1	42225,2
Total	46,1	128929,1

Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	31,3	87657,6
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	15,3	42689,7
Total	46,6	130347,3

Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO2/m ²	kgCO2/año
Calefacción	6,3	17640,0
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	3,1	8680,0
Total	9,4	26320,0

Zona C1. Edificio conforme CTE 2013 DB-HE-1 Apéndice E mejorado

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO2/m ²	Edificio Objeto		
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
<7,0 A			
7,0-11,4 B		8,5	
11,4-17,8 C			
17,8-27,3 D			
27,3-55,9 E			
55,9-67,1 F			
>67,1 G			
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Demanda calefacción	B	19,9	55821,4
Demanda refrigeración	-	-	-
	Clase	kgCO2/m ²	kgCO2/año
Emisiones CO2 calefacción	B	5,4	15120,0
Emisiones CO2 refrigeración	-	-	-
Emisiones CO2 ACS	C	3,1	8680,0
Emisiones CO2 totales	B	8,5	23800,0
	Clase	kWh/m ²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	B	26,5	74249,1
Consumo energía primaria refrigeración	-	-	-
Consumo energía primaria ACS	D	15,3	42689,7
Consumo energía primaria totales	B	41,8	116938,8

Edificio Objeto		
Demandas	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	19,9	55821,4
Refrigeración	0,0	0,0

Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	26,2	73441,2
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	15,1	42225,2
Total	41,3	115666,5

Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	26,5	74249,1
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	15,3	42689,7
Total	41,8	116938,8

Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO2/m ²	kgCO2/año
Calefacción	5,4	15120,0
Refrigeración	0,0	0,0
ACS	3,1	8680,0
Total	8,5	23800,0

Zona C2. Edificio conforme CTE 2013 DB-HE-1 Apéndice E

Certificación Energética de Edificios Indicador kgCO ₂ /m ²	Edificio Objeto		
<5,3 A			
5,3-8,7 B			
8,7-13,5 C	9,1 C		
13,5-20,8 D			
20,8-41,3 E			
41,3-48,3 F			
>48,3 G			
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Demanda calefacción	C	17,0	47566,3
Demanda refrigeración	B	3,9	10874,6
	Clase	kgCO₂/m²	kgCO₂/año
Emisiones CO ₂ calefacción	B	4,5	12600,0
Emisiones CO ₂ refrigeración	C	1,5	4200,0
Emisiones CO ₂ ACS	C	3,1	8680,0
Emisiones CO ₂ totales	C	9,1	25480,0
	Clase	kWh/m²	kWh/año
Consumo energía primaria calefacción	B	22,2	62057,1
Consumo energía primaria refrigeración	C	6,0	16655,3
Consumo energía primaria ACS	D	15,3	42689,7
Consumo energía primaria totales	C	43,4	121402,0

Edificio Objeto		
Demandas	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	17,0	47566,3
Refrigeración	3,9	10874,6

Edificio Objeto		
Consumos Energía Final	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	21,9	61381,8
Refrigeración	2,3	6398,5
ACS	15,1	42225,2
Total	39,3	110005,6

Edificio Objeto		
Consumos Energía Primaria	kWh/m ²	kWh/año
Calefacción	22,2	62057,1
Refrigeración	6,0	16655,3
ACS	15,3	42689,7
Total	43,4	121402,0

Edificio Objeto		
Emisiones	kgCO ₂ /m ²	kgCO ₂ /año
Calefacción	4,5	12600,0
Refrigeración	1,5	4200,0
ACS	3,1	8680,0
Total	9,1	25480,0