

# Guía Técnica para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios

**Soluciones de Aislamiento con  
poliestireno extruido - XPS**

**Actualización al CTE HE-2019**

<b>1. Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>2. F.1 Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE .....</b>	<b>5</b>
2.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación .....	5
2.2 Aplicación a un edificio tipo.....	7
<b>3. F.2 Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso o con placa de yeso laminado.....</b>	<b>9</b>
3.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación .....	9
3.2 Aplicación a un edificio tipo.....	10
<b>4. C.1 Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables .</b>	<b>11</b>
4.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación .....	11
4.2 Aplicación a un edificio tipo.....	12
<b>5. C.2 Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas transitables .....</b>	<b>13</b>
5.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación .....	13
5.2 Aplicación a un edificio tipo.....	14
<b>6. C.3 Cubiertas Inclinadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja .....</b>	<b>15</b>
6.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación .....	15
6.2 Aplicación a un edificio tipo.....	16
<b>7. S.1 Suelos exteriores o con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior.....</b>	<b>17</b>
7.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación .....	17
7.2 Aplicación a un edificio tipo.....	18
<b>8. P.1 Particiones interiores horizontales (techo bajo cubierta) en contacto con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con placa de yeso laminado. ....</b>	<b>19</b>
8.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación .....	19
8.2 Aplicación a un edificio tipo.....	20

## 1. Introducción

Según la “Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España - ERESEE 2020” en nuestro país existen 25,8 millones de viviendas construidas. El 54% de ellas se construyó sin ninguna protección térmica al ser anteriores al año 1981, un 38% de ellas tienen una protección térmica mínima ya que se construyeron conforme a la NBE-CT/79 y tan sólo el 5% de ellas dispone de una protección térmica más actual al estar construidas cumpliendo el CTE HE 2006.

Con datos de 2018, las zonas climáticas con mayor número de viviendas son las B, C y D (casi el 83,9%) y además esas zonas climáticas tienen la mayor población (84%) y actualmente es donde se concentra la mayor actividad de la obra nueva (82,5%). Las provincias que concentran mayor actividad de obra nueva, por orden de mayor a menor, son: Madrid, Alicante, Málaga, Barcelona y Valencia.

Además, la rehabilitación energética de edificios está alineada con los objetivos de reducción de emisiones de la Unión Europea fijado en la descarbonización de la economía y la reducción en un 80% para 2050.

La movilización de fondos a través del programa Next Generation de la Unión Europea y el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia PRTR supondrá la financiación y subvención de las actuaciones de rehabilitación de edificios.

En la actualidad, el Real Decreto 853/2021 regula los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social y la puesta en funcionamiento, a nivel municipal, de las oficinas de rehabilitación.

La primera versión de la guía técnica para la rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios se publicó por el IDAE en el año 2008, desde entonces la Sección de Ahorro de Energía DB-HE del Código Técnico de la Edificación (CTE) ha sufrido dos revisiones.

Estando actualmente en vigor el DB-HE publicado a finales de 2019 cuyas exigencias están relacionadas con los Edificios de Consumo de Energía casi Nulo - NZEB. Esta versión ha supuesto una mejora en las exigencias de protección térmica de los edificios.

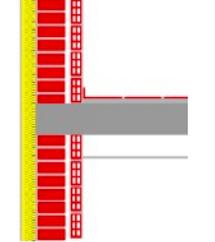
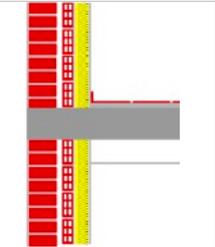
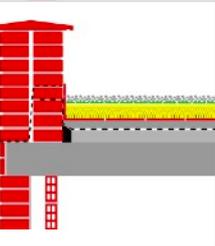
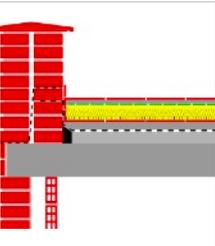
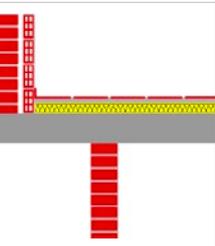
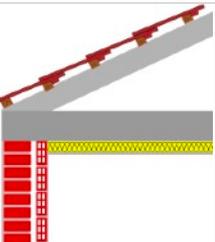
En el caso de la rehabilitación de edificios donde se interviene en más del 25% de la superficie de la envolvente y para aquellas actuaciones en las que no se alcanza ese nivel, obras de reforma, se debe incorporar unos valores de aislamiento superiores a los propuestos en la guía publicada en 2008.

Esta actualización de la guía pretende actualizar los sistemas de rehabilitación mencionados en ella y por la propia evolución del mercado de la rehabilitación, se incluyen soluciones nuevas que ya existían entonces, pero en los últimos años están ganando una mayor participación.

Al tener que modificarse los espesores de aislamiento térmico también se ha procedido a actualizar los costes de los materiales y mano de obra.

Para la comprensión general de esta guía, se entenderá como envolvente térmica del edificio, tanto los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior (cubiertas, suelos y fachadas) como las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables, que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

Este documento recoge la información técnica para la rehabilitación de edificios mediante el aislamiento térmico con productos de poliestireno extruido XPS que puede llevarse a cabo de las siguientes formas:

	<p>F.1 Fachada. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE</p>
	<p>F.2 Fachada. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso o con placa de yeso laminado.</p>
	<p>C.1 Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables</p>
	<p>C.2 Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas transitables</p>
	<p>C.3 Cubierta inclinadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja.</p>
	<p>S.1 Suelos exteriores o en contacto con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior</p>
	<p>P.1 Particiones interiores horizontales (techo bajo cubierta) en contacto con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con placa de yeso laminado.</p>

En todos los casos se ha considerado una conductividad térmica del material aislante térmico, poliestireno extruido XPS,  $\lambda_D$  de 0,034 W/m·K hasta 60 mm de espesor y de 0,036 W/m·K a partir de dicho espesor.

## 2. F.1 Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE

### 2.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación

En la siguiente tabla se resume el listado de materiales, componentes y mano de obra, necesaria para ejecutar un metro cuadrado de superficie de la solución de rehabilitación. Los precios de referencia empleados en este estudio se han obtenido a partir del Generador de Precios de CYPE Ingenieros.

Descripción de la actuación

m <sup>2</sup>	Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE
<p>Rehabilitación energética de fachada, mediante aislamiento térmico por el exterior, con sistema SATE, compuesto por: panel rígido de poliestireno extruido XPS, según UNE-EN 131634, superficie sin piel, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 150 y resistencia a tracción TR100, fijado al soporte con mortero, aplicado manualmente y fijaciones mecánicas con taco de expansión de polipropileno y clavo de polipropileno; capa de regularización de mortero, aplicado manualmente, armado con malla de fibra de vidrio, antiálcalis, de 5x4 mm de luz de malla, de 0,6 mm de espesor y de 160 g/m<sup>2</sup> de masa superficial; capa de acabado de mortero acrílico, color blanco, sobre imprimación acrílica. Incluso perfiles de arranque de aluminio, perfiles de cierre superior de aluminio, perfiles de esquina de PVC con malla, masilla selladora monocomponente y cordón de espuma de polietileno expandido de celdas cerradas para sellado de juntas. El precio incluye la ejecución de remates en los encuentros con paramentos, revestimientos u otros elementos recibidos en su superficie, pero no incluye la preparación de la superficie soporte.</p>	

Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE				
Ud	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales			
m	Perfil de arranque de aluminio, de 60 mm de anchura, con goterón, para nivelación y soporte de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior sobre la línea de zócalo.	0,320	1,44 €	0,46 €
m	Perfil de cierre superior, de aluminio, de 60 mm de anchura, para coronación de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior	0,320	5,05 €	1,62 €
kg	Mortero tipo GP W2, según UNE-EN 998-1, compuesto de cemento blanco, cal aérea, áridos ligeros, áridos calizos seleccionados, fibras naturales, aditivos y resinas en polvo, impermeable al agua de lluvia, permeable al vapor de agua y con resistencia al envejecimiento, para aplicar con llana, para adherir los paneles aislantes y como capa base, previo amasado con agua.	6,000	0,69 €	4,14 €
m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, superficie sin piel, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,76 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(m·K), Euroclase E de reacción al fuego según UNE EN 13501-1, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 150 y resistencia a tracción TR100.	1,050	14,22 €	14,93 €
Ud	Taco de expansión de polipropileno, de 120 mm de longitud, para fijación de placas aislantes.	6,000	0,18 €	1,08 €
m <sup>2</sup>	Malla de fibra de vidrio, antiálcalis, de 5x4 mm de luz de malla, de 0,6 mm de espesor, de 160 g/m <sup>2</sup> de masa superficial y de 1x50 m, para armar morteros.	1,120	1,26 €	1,41 €
m	Perfil de esquina de PVC con malla, para refuerzo de cantos	0,190	0,40 €	0,08 €
m	Perfil de cierre lateral de aluminio, en U, de 60 mm de anchura	0,190	4,93 €	0,94 €
m	Perfil para protección de cantos	0,320	2,25 €	0,72 €
kg	Imprimación acrílica, compuesta por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, para aplicar con brocha, rodillo o pistola.	0,250	3,27 €	0,82 €

kg	Mortero acrílico, color blanco, compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, antimoho y antiverdín, permeable al vapor de agua y con resistencia al envejecimiento, a la contaminación urbana y a los rayos UV, para revestimiento de paramentos exteriores.	2,500	2,95 €	7,38 €
m	Cinta adhesiva de pintor, de 25 mm de anchura	1,750	0,10 €	0,18 €
m	Cordón de espuma de polietileno expandido de celdas cerradas, de sección circular de 6 mm de diámetro, para el relleno de fondo de junta.	0,320	0,06 €	0,02 €
Ud	Cartucho de masilla elastómera tixotrópica, monocomponente, a base de polímeros híbridos (MS), de color gris, de 600 ml, de alta adherencia, con elevadas propiedades elásticas, resistencia al envejecimiento y a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 25 y alargamiento en rotura > 600%, según UNE-EN ISO 11600.	0,270	8,24 €	2,22 €
Subtotal materiales				35,98 €
2	Mano de obra			
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,109	20,48 €	2,23 €
h	Ayudante montador de aislamientos	0,109	18,92 €	2,06 €
h	Oficial 1ª revocador	0,822	19,93 €	16,38 €
h	Ayudante revocador	0,822	18,92 €	15,55 €
Subtotal mano de obra				36,23 €
3	Costes directos complementarios			
%	Costes directos complementarios	2 %	72,21 €	1,44 €
<b>Total costes directos (1 + 2 + 3)</b>				<b>73,66 €</b>

### Cuadro resumen

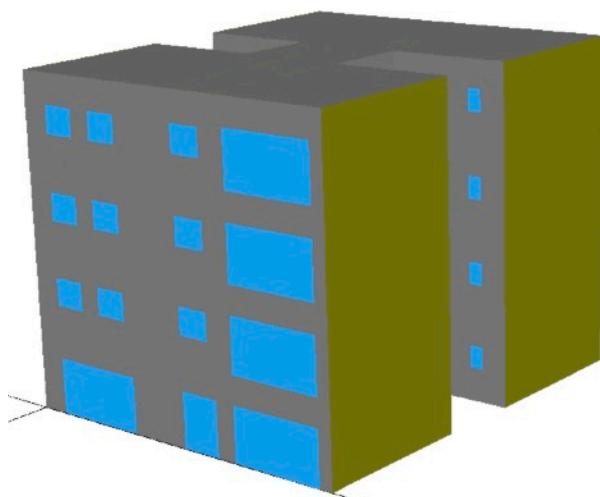
Ud	Descripción	Importe €/m²
m²	Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE con 50 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	71,10 €
m²	Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE con 80 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	79,08 €
m²	Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE con 100 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	85,15 €
m²	Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE con 110 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	89,16 €
m²	Fachadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Sistema SATE con 140 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	99,51 €

## 2.2 Aplicación a un edificio tipo

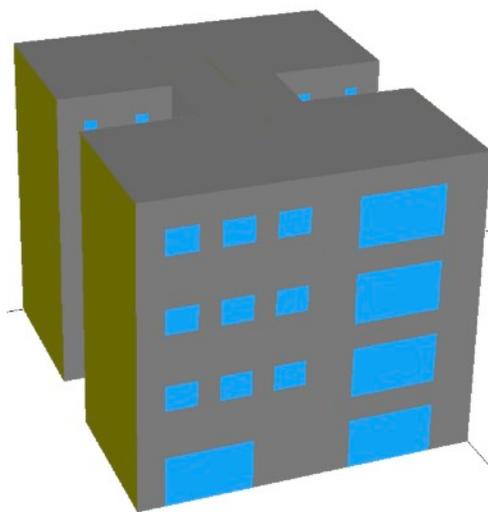
Los valores U obtenidos con la rehabilitación energética coinciden con los indicados en la Tabla A del Anejo E del DB-HE. A título de ejemplo, se adjunta la eficiencia energética que se obtiene con esta técnica aplicada al edificio tipo que se describe a continuación:

### Características del edificio tipo

Edificio entre medianeras	Año de construcción	Posterior a 1979	
Ancho de calle: 12 m			
Altura del edificio: PB con local comercial + 3 plantas			
Distribución por planta: 2 viviendas por planta + zonas comunes (distribuidor + escaleras)			
Cubierta plana			
Superficies.-			
Total del edificio.-	800 m <sup>2</sup>	Por planta (13 x 15,4 m) 184 +16.-	200 m <sup>2</sup>
Altura libre de planta.-	3,2 m en PB 2,5 en el resto	Superficie por vivienda.-	92 m <sup>2</sup>
		Superficie zonas comunes por planta.-	16 m <sup>2</sup>
		Superficie de patios interiores (4,5 x 3).-	27 m <sup>2</sup>
Superficie acristalada en fachadas	Por planta, 18,80 m <sup>2</sup>	3 huecos de 1,2 x 1 m y un hueco en terraza de 2 x 3,5 m en cada fachada (principal y posterior). Terraza de 6 m de largo con voladizo de 1 m	
Superficie acristalada de los patios interiores	Por planta, 3,2 m <sup>2</sup>	4 huecos de 0,8 x 0,5 m en cada patio interior	
Superficie de huecos en PB	16 m <sup>2</sup>	Fachada principal. Puerta de 2 x 1 m de acceso al zaguán. Locales comerciales: 2 puertas en fachada principal de 2 x 3,5 m y 2 puertas en fachada posterior de 2 x 3,3 m	



Fachada principal



Fachada posterior

## Soluciones constructivas de la envolvente térmica del edificio tipo en su situación sin rehabilitar

Elemento constructivo	Material	Espesor (cm)
Fachadas U = 1,48 W/(m <sup>2</sup> ·K)	Mortero monocapa exterior	2,0
	1/2 pie ladrillo perforado o hueco	11,5
	Cámara de aire	10,0
	Ladrillo hueco sencillo	4,0
	Enlucido de yeso interior	1,0
Divisiones interiores	Enlucido de yeso interior	1,0
	Ladrillo hueco	14,0
	Enlucido de yeso interior	1,0
Muros medianeros	1/2 pie ladrillo perforado o hueco	11,5
	Enlucido de yeso interior	1,0
Forjados entre plantas	Pavimento de plaqueta de gres	1,0
	Mortero de cemento	4,0
	Forjado unidireccional con bovedilla hormigón	30,0
	Enlucido de yeso interior	1,0
Suelo de planta baja sobre el terreno	Pavimento de plaqueta de gres	1,0
	Mortero de cemento	4,0
	Losa de hormigón armado	14,0
Cubierta U = 1,74 W/(m <sup>2</sup> ·K)	Pavimento de baldosa cerámica	4,0
	Mortero de cemento	5,0
	Impermeabilización	0,5
	Mortero de cemento	3,0
	Forjado unidireccional con bovedilla hormigón	30,0
	Enlucido de yeso interior	1,0
Huecos de fachada	Marcos de aluminio sin rotura de puente térmico	6,0
	Acrilamiento de vidrio monolítico	0,4

La tabla siguiente indica un resumen del porcentaje de reducción de la demanda energética del edificio en tres situaciones: (1) rehabilitando la parte ciega de la fachada; (2) rehabilitando fachada y ventanas; (3) rehabilitando fachada, ventanas y cubierta del edificio. También se indica el coste de dicha intervención para este edificio tipo.

### Demanda energética media del edificio kWh/(m<sup>2</sup>·año), espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial

Zona climática	Situación inicial	Incorporando SATE			Incorporando SATE y mejora ventanas		Incorporando SATE, mejora ventanas y cubierta	
	Total	Espesor aislamiento	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %
A3 (Cádiz)	134,13	50 mm	5.302,64 €	38,5 %	6.952,67 €	59,8 %	7.803,55 €	73,8 %
B4 (Sevilla)	185,74	80 mm	5.897,79 €	37,0 %	7.547,82 €	55,8 %	8.639,83 €	69,3 %
C2 (Barcelona)	198,34	100 mm	6.350,49 €	46,2 %	8.000,52 €	71,5 %	9.595,23 €	82,1 %
D3 (Madrid)	266,77	110 mm	6.649,55 €	52,8 %	8.299,59 €	68,0 %	9.978,90 €	79,8 %
E1 (Burgos)	357,14	140 mm	7.421,46 €	55,6 %	9.071,49 €	71,9 %	10.919,42 €	81,0 %

### 3. F.2 Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso o con placa de yeso laminado.

#### 3.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación

En la siguiente tabla se resume el listado de materiales, componentes y mano de obra, necesaria para realizar un metro cuadrado de superficie de la solución de rehabilitación. Los precios de referencia empleados en este estudio se han obtenido a partir del Generador de Precios de CYPE Ingenieros. Se muestra precios para la solución con revestimiento de enlucido de yeso, aunque también se ejecuta con placa de yeso laminado.

Descripción de la actuación

m <sup>2</sup>	Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso
Rehabilitación energética de fachada por el interior, mediante panel rígido de poliestireno extruido XPS, según UNE-EN 131634, superficie sin piel, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión mínima CS (10Y) 200, sobre el paramento vertical existente, fijado con pasta de agarre y capa de revestimiento de guarnecido y enlucido de yeso. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares.	

Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso				
Ud	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales			
kg	Mortero tipo GP W2, según UNE-EN 998-1, compuesto de cemento blanco, cal aérea, áridos ligeros, áridos calizos seleccionados, fibras naturales, aditivos y resinas en polvo, impermeable al agua de lluvia, permeable al vapor de agua y con resistencia al envejecimiento, para aplicar con llana, para adherir los paneles aislantes y como capa base, previo amasado con agua.	6,000	0,69 €	4,14 €
m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, superficie sin piel, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,76 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(m·K), Euroclase E de reacción al fuego según UNE EN 13501-1 y resistencia a compresión mínima CS (10Y) 200	1,050	14,22 €	14,93 €
m <sup>2</sup>	Malla de fibra de vidrio tejida, antiálcalis, de 5x5 mm de luz de malla, flexible e imputrescible en el tiempo, de 70 g/m <sup>2</sup> de masa superficial y 0,40 mm de espesor de hilo, para armar yesos	1,155	0,76 €	0,88 €
m <sup>3</sup>	Pasta de yeso de construcción B1, según UNE-EN 13279-1	0,012	148,50 €	1,78 €
m <sup>3</sup>	Pasta de yeso para aplicación en cada fina C6, según UNE-EN 13279-1	0,003	166,70 €	0,50 €
m	Guardavivos de plástico y metal, estable a la acción de los sulfatos	0,215	0,35 €	0,08 €
Subtotal materiales				22,31 €
2	Mano de obra			
h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,109	20,48 €	2,23 €
h	Ayudante montador de aislamientos	0,109	18,92 €	2,06 €
h	Oficial 1ª yesero	0,351	19,93 €	7,00 €
h	Ayudante yesero	0,234	18,92 €	4,43 €
Subtotal mano de obra				15,72 €
3	Costes directos complementarios			
%	Costes directos complementarios	2 %	38,02 €	0,76 €
<b>Total costes directos (1 + 2 + 3)</b>				<b>38,78 €</b>

Cuadro resumen		
Ud	Descripción	Importe €/m <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso. Con 50 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	36,22 €
m <sup>2</sup>	Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso. Con 80 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	44,20 €
m <sup>2</sup>	Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso. Con 100 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	50,28 €
m <sup>2</sup>	Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso. Con 110 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	55,83 €
m <sup>2</sup>	Fachadas. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con enlucido de yeso. Con 140 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	64,64 €

### 3.2 Aplicación a un edificio tipo

La tabla siguiente indica un resumen del porcentaje de reducción de la demanda energética del edificio en tres situaciones: (1) rehabilitando la parte ciega de la fachada; (2) rehabilitando fachada y ventanas; (3) rehabilitando fachada, ventanas y cubierta del edificio. También se indica el coste de dicha intervención para este edificio tipo.

#### Demanda energética media del edificio kWh/(m<sup>2</sup>·año), espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial

Zona climática	Situación inicial	Incorporando trasdosado			Incorporando trasdosado y mejora ventanas		Incorporando trasdosado, mejora ventanas y cubierta	
	Total	Espesor aislamiento	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %
A (Cádiz)	134,13	50 mm	2.701,29 €	27,5 %	4.351,32 €	34,8 %	5.202,20 €	49,1 %
B (Sevilla)	185,74	80 mm	3.296,44 €	27,9 %	4.946,47 €	37,1 %	6.038,48 €	51,0 %
C (Barcelona)	198,34	100 mm	3.749,88 €	35,7 %	5.399,92 €	47,2 %	6.994,63 €	58,4 %
D (Madrid)	266,77	110 mm	4.163,80 €	41,1 %	5.813,84 €	56,3 %	7.493,15 €	68,4 %
E (Burgos)	357,14	140 mm	4.820,85 €	43,6 %	6.470,89 €	60,4 %	8.318,82 €	69,8 %

## 4. C.1 Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables

### 4.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación

En la siguiente tabla se resume el listado de materiales, componentes y mano de obra, necesaria para realizar un metro cuadrado de superficie de la solución de rehabilitación. Los precios de referencia empleados en este estudio se han obtenido a partir del Generador de Precios de CYPE Ingenieros.

Descripción de la actuación

m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación energética por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables.
<p>Rehabilitación energética de cubierta plana no transitable, con la membrana impermeable en buen estado de conservación. Sin contacto entre la membrana impermeable y la nueva capa de aislamiento térmico. Panel rígido de poliestireno extruido XPS según UNE-EN 131634, superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 300, absorción de agua por inmersión total WL(T)0,7, absorción de agua por difusión WD(V)3. Capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado (200 g/m<sup>2</sup>). Capa de protección formada por cantos rodados lavados con espesor medio de 10 cm. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares.</p>	

Cubiertas planas. Rehabilitación energética por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables				
Ud	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales			
m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado material a media madera, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,76 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(m·K), Euroclase E de reacción al fuego según UNE EN 13501-1, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 300, absorción de agua por inmersión total WL(T)0,7, absorción de agua por difusión WD(V)3	1,050	14,22 €	14,93 €
m <sup>2</sup>	Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 1,63 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 2,08 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 27 mm, resistencia CBR a punzonamiento 0,4 kN y una masa superficial de 200 g/m <sup>2</sup> , según UNE-EN 13252	1,050	0,81 €	0,85 €
t	Capa de cantos rodados lavados, de granulometría comprendida entre 16 y 32 mm, con un espesor mínimo de 10 cm	0,180	21,23 €	3,82 €
Subtotal materiales				19,60 €
2	Mano de obra			
h	Oficial 1ª construcción	0,131	19,93 €	2,61 €
h	Ayudante construcción	0,131	18,92 €	2,48 €
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0,109	20,48 €	2,23 €
h	Ayudante montador de aislamientos	0,109	18,92 €	2,06 €
Subtotal mano de obra				9,38 €
3	Costes directos complementarios			
%	Costes directos complementarios	2 %	28,99 €	0,58 €
<b>Total costes directos (1 + 2 + 3)</b>				<b>29,57 €</b>

Cuadro resumen		
Ud	Descripción	Importe €/m <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables. Con 60 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	29,57 €
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables. Con 90 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	37,95 €
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables. Con 140 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	55,42 €
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables. Con 150 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	58,36 €
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas no transitables. Con 170 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	64,22 €

## 4.2 Aplicación a un edificio tipo

La tabla siguiente indica un resumen del porcentaje de reducción de la demanda energética del edificio en tres situaciones: (1) rehabilitando la cubierta; (2) rehabilitando la cubierta y las ventanas; (3) rehabilitando la cubierta, las ventanas y las fachadas. También se indica el coste de dicha intervención para este edificio tipo.

**Demanda energética media del edificio kWh/(m<sup>2</sup>·año), espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial**

Zona climática	Situación inicial	Incorporando aislamiento sobre la cubierta			Mejorando cubierta y ventanas		Mejorando cubierta, ventanas y fachadas SATE	
	Total	Espesor aislamiento	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %
A (Cádiz)	134,13	60 mm	850,88 €	14,1 %	2.500,91 €	21,9 %	7.803,55 €	73,8 %
B (Sevilla)	185,74	90 mm	1.092,01 €	13,9 %	2.742,05 €	23,4 %	8.639,83 €	69,3 %
C (Barcelona)	198,34	140 mm	1.594,71 €	11,2 %	3.244,75 €	23,2 %	9.595,23 €	82,1 %
D (Madrid)	266,77	150 mm	1.679,31 €	12,2 %	3.329,35 €	28,1 %	9.978,90 €	79,8 %
E (Burgos)	357,14	170 mm	1.847,93 €	9,8 %	3.497,97 €	26,9 %	10.919,42 €	81,0 %

## 5. C.2 Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas transitables

### 5.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación

En la siguiente tabla se resume el listado de materiales, componentes y mano de obra, necesaria para realizar un metro cuadrado de superficie de la solución de rehabilitación. Los precios de referencia empleados en este estudio se han obtenido a partir del Generador de Precios de CYPE Ingenieros.

Descripción de la actuación

m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación energética por el exterior. Cubiertas invertidas transitables.
<p>Rehabilitación energética de cubierta plana no transitable, con la membrana impermeable en buen estado de conservación. Sin contacto entre la membrana impermeable y la nueva capa de aislamiento térmico. Panel rígido de poliestireno extruido XPS según UNE-EN 131634, superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 300, absorción de agua por inmersión total WL(T)0,7, absorción de agua por difusión WD(V)3. Capa separadora bajo protección: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado (200 g/m<sup>2</sup>). Capa de protección formada por baldosas de cemento sobre soportes regulables. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares.</p>	

Cubiertas planas. Rehabilitación energética por el exterior. Cubiertas invertidas transitables				
Ud	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales			
m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado material a media madera, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,76 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(m·K), Euroclase E de reacción al fuego según UNE EN 13501-1, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 300, absorción de agua por inmersión total WL(T)0,7, absorción de agua por difusión WD(V)3	1,050	14,22 €	14,93 €
m <sup>2</sup>	Geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 1,63 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 2,08 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 27 mm, resistencia CBR a punzonamiento 0,4 kN y una masa superficial de 200 g/m <sup>2</sup> , según UNE-EN 13252	1,050	0,81 €	0,85 €
Ud	Soporte regulable, de poliolefinas, con adicción de carga mineral, de color negro, con 750 kg de capacidad mecánica a compresión y base redonda plana, para alturas entre 30 y 50 m; estabilidad térmica de -25°C hasta 110°C; imputrescible, con resistencia al envejecimiento y a la intemperie.	7,500	1,06 €	7,95 €
m <sup>2</sup>	Baldosa de cemento con acabado en garbancillo, de 40x40cm	1,050	8,13 €	8,54 €
Subtotal materiales				32,27 €
2	Mano de obra			
h	Oficial 1ª construcción	0,164	19,93 €	3,27 €
h	Ayudante construcción	0,164	18,92 €	3,10 €
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0,109	20,48 €	2,23 €
h	Ayudante montador de aislamientos	0,109	18,92 €	2,06 €
Subtotal mano de obra				10,67 €
3	Costes directos complementarios			
%	Costes directos complementarios	2 %	42,93 €	0,86 €
<b>Total costes directos (1 + 2 + 3)</b>				<b>43,79 €</b>

Cuadro resumen		
Ud	Descripción	Importe €/m <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas transitables. Con 60 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	43,79 €
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas transitables. Con 90 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	52,18 €
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas transitables. Con 140 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	69,65 €
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas transitables. Con 150 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	72,58 €
m <sup>2</sup>	Cubiertas planas. Rehabilitación térmica por el exterior. Cubiertas invertidas transitables. Con 170 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	78,45 €

## 5.2 Aplicación a un edificio tipo

La tabla siguiente indica un resumen del porcentaje de reducción de la demanda energética del edificio en tres situaciones: (1) rehabilitando la cubierta; (2) rehabilitando la cubierta y las ventanas; (3) rehabilitando la cubierta, las ventanas y las fachadas. También se indica el coste de dicha intervención para este edificio tipo.

### Demanda energética media del edificio kWh/(m<sup>2</sup>·año), espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial

Zona climática	Situación inicial	Incorporando aislamiento sobre la cubierta			Mejora cubierta y ventanas		Mejora cubierta, ventanas y fachadas SATE	
	Total	Espesor aislamiento	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %
A (Cádiz)	134,13	60 mm	1.260,06 €	14,1 %	2.910,09 €	21,9 %	8.212,73 €	73,8 %
B (Sevilla)	185,74	90 mm	1.501,48 €	13,9 %	3.151,52 €	23,4 %	9.049,30 €	69,3 %
C (Barcelona)	198,34	140 mm	2.004,18 €	11,2 %	3.654,21 €	23,2 %	10.004,70 €	82,1 %
D (Madrid)	266,77	150 mm	2.088,49 €	12,2 %	3.738,53 €	28,1 %	10.388,08 €	79,8 %
E (Burgos)	357,14	170 mm	2.257,40 €	9,8 %	3.907,43 €	26,9 %	11.328,89 €	81,0 %

## 6. C.3 Cubiertas Inclinadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja

### 6.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación

En la siguiente tabla se resume el listado de materiales, componentes y mano de obra, necesaria para realizar un metro cuadrado de superficie de la solución de rehabilitación. Los precios de referencia empleados en este estudio se han obtenido a partir del Generador de Precios de CYPE Ingenieros.

Descripción de la actuación

m <sup>2</sup>	Cubiertas inclinadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja.
<p>Rehabilitación energética de cubierta inclinada con una pendiente media del 30% a menos de 20 m de altura, con aislamiento térmico por el exterior, previo desmontaje de la capa de cobertura de teja cerámica existente. Panel rígido de poliestireno extruido XPS según UNE-EN 131634, superficie acanalada a ambas caras y mecanizado lateral a media madera, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 150, absorción de agua por inmersión total WL(T)0,7, absorción de agua por difusión WD(V)5. Fijación mecánica colocada directamente sobre la superficie soporte. Cobertura formada por tejas cerámicas fijadas mediante pelladas de mortero de cemento aplicadas directamente sobre la superficie acanalada del aislamiento térmico. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares.</p>	

Cubiertas inclinadas. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja				
Ud	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
	Materiales			
m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie acanalada a ambas caras y mecanizado material a media madera, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,76 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(m·K), Euroclase E de reacción al fuego según UNE EN 13501-1, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 150, absorción de agua por inmersión total WL(T)0,7, absorción de agua por difusión WD(V)5	1,050	14,22 €	14,93 €
m <sup>2</sup>	Fijación mecánica para paneles aislantes de poliestireno extruido, colocados directamente sobre la superficie soporte.	2,500	0,19 €	0,48 €
m <sup>3</sup>	Agua	0,010	1,50 €	0,02 €
t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, de color gris, categoría M-2,5 (resistencia a compresión 2,5 N/mm <sup>2</sup> , suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2	0,056	32,93 €	1,84 €
Ud	Teja cerámica curva, acabada con engobe color rojo, 40,8x15x11,6 cm, según UNE-EN 1304	33,000	0,61 €	20,13 €
kg	Pigmento de mortero	0,027	6,00 €	0,16 €
Subtotal materiales				37,56 €
	Mano de obra			
h	Oficial 1ª construcción	0,638	19,93 €	12,72 €
h	Peón ordinario construcción	0,319	18,69 €	5,96 €
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0,082	20,48 €	1,68 €
h	Ayudante montador de aislamientos	0,082	18,92 €	1,55 €
Subtotal mano de obra				21,91 €
	Costes directos complementarios			
%	Costes directos complementarios	2 %	59,47 €	1,19 €
<b>Total costes directos (1 + 2 + 3)</b>				<b>60,65 €</b>

Cuadro resumen		
Ud	Descripción	Importe €/m <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	Cubierta inclinada. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja. Con 60 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	60,65 €
m <sup>2</sup>	Cubierta inclinada. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja. Con 90 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	69,04 €
m <sup>2</sup>	Cubierta inclinada. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja. Con 140 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	86,51 €
m <sup>2</sup>	Cubierta inclinada. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja. Con 150 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	89,44 €
m <sup>2</sup>	Cubierta inclinada. Rehabilitación térmica por el exterior. Bajo teja. Con 170 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	95,31 €

## 6.2 Aplicación a un edificio tipo

La tabla siguiente indica un resumen del porcentaje de reducción de la demanda energética del edificio en tres situaciones: (1) rehabilitando la cubierta; (2) rehabilitando la cubierta y las ventanas; (3) rehabilitando la cubierta, las ventanas y las fachadas. También se indica el coste de dicha intervención para este edificio tipo.

### Demanda energética media del edificio kWh/(m<sup>2</sup>·año), espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial

Zona climática	Situación inicial	Incorporando aislamiento sobre la cubierta			Mejora cubierta y ventanas		Mejora cubierta, ventanas y fachadas SATE	
	Total	Espesor aislamiento	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %
A (Cádiz)	134,13	60 mm	1.745,20 €	14,1 %	3.395,24 €	21,9 %	8.697,88 €	73,8 %
B (Sevilla)	185,74	90 mm	1.986,63 €	13,9 %	3.636,66 €	23,4 %	9.534,45 €	69,3 %
C (Barcelona)	198,34	140 mm	2.489,33 €	11,2 %	4.139,36 €	23,2 %	10.489,85 €	82,1 %
D (Madrid)	266,77	150 mm	2.573,64 €	12,2 %	4.223,67 €	28,1 %	10.873,22 €	79,8 %
E (Burgos)	357,14	170 mm	2.742,55 €	9,8 %	4.392,58 €	26,9 %	11.814,04 €	81,0 %

## 7. S.1 Suelos exteriores o con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior

### 7.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación

En la siguiente tabla se resume el listado de materiales, componentes y mano de obra, necesaria para realizar un metro cuadrado de superficie de la solución de rehabilitación. Los precios de referencia empleados en este estudio se han obtenido a partir del Generador de Precios de CYPE Ingenieros.

Descripción de la actuación

m <sup>2</sup>	Suelos exteriores o con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior.
<p>Rehabilitación energética de suelo en contacto con el exterior o con espacios no habitables, con aislamiento térmico por el interior aplicado sobre el pavimento existente. Panel rígido de poliestireno extruido XPS según UNE-EN 131634, superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 60 mm de espesor, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 200. Film de polietileno de baja densidad LDPE de 0,2 mm de espesor. Capa de nivelación de 40 mm de espesor, de mortero de cemento autonivelante CT-C10-F3 según UNE-EN 13813, vertido con mezcladora bombeadora. Pavimento de baldosas cerámicas de gres esmaltado de 25x25 cm, capacidad de absorción de agua 3%≤E&lt;6%, grupo BIIa, resistencia al deslizamiento 35&lt;Rd≤45, clase 0, recibidas con adhesivo cementoso de uso exclusivo en interiores Ci y rejuntado con mortero de juntas cementoso tipo L, color blanco, para juntas de hasta 3 mm. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares.</p>	

Suelos exteriores o con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior				
Ud	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales			
m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, de superficie lisa y mecanizado material a media madera, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,76 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(m·K), Euroclase E de reacción al fuego según UNE EN 13501-1, resistencia a compresión mínima CS (10\Y) 200.	1,050	14,22 €	14,93 €
m <sup>2</sup>	Barrera de film de polietileno de baja densidad LDPE, de 0,2 mm de espesor y 200 g/m <sup>2</sup> de masa superficial.	1,100	0,60 €	0,66 €
m	Cinta autoadhesiva para sellado de juntas	0,400	0,30 €	0,12 €
m <sup>3</sup>	Mortero autonivelante, CT-C10-F3 según UNE-EN 13813, a base de cemento, para espesores de 4 a 10 cm, usado en nivelación de pavimentos	0,040	213,40 €	8,54 €
kg	Adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci, color gris	3,000	0,22 €	0,66 €
m <sup>2</sup>	Baldosa cerámica de gres esmaltado, 25x25 cm, capacidad de absorción de agua 3%≤E<6%, grupo BIIa, según UNE-EN 14411, resistencia al deslizamiento 35<Rd≤45 según UNE-EN 41901 EX, resbaladicidad clase 3 según CTE	1,050	8,00 €	8,40 €
kg	Mortero de juntas cementoso, tipo L, color blanco, para juntas de hasta 3 mm, a base de cemento blanco de alta resistencia y aditivos especiales, para rejuntado de piezas cerámicas con grado de absorción medio-alto	0,180	1,62 €	0,29 €
Subtotal materiales				33,60 €
2	Equipo y maquinaria			
h	Mescladora bombeadora para morteros y yesos proyectados de 3m <sup>3</sup> /h	0,015	8,52	0,13 €
Subtotal equipo y maquinaria				0,13 €
3	Mano de obra			
h	Oficial 1ª construcción	0,087	19,93 €	1,73 €
h	Peón ordinario construcción	0,058	18,69 €	1,08 €
h	Oficial 1ª solador	0,437	19,93 €	8,71 €
h	Ayudante solador	0,219	18,92 €	4,14 €
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0,109	20,48 €	2,23 €
h	Ayudante montador de aislamientos	0,109	18,92 €	2,06 €
Subtotal mano de obra				19,97 €
4	Costes directos complementarios			
%	Costes directos complementarios	2 %	53,69 €	1,07 €
<b>Total costes directos (1 + 2 + 3 + 4)</b>				<b>54,64 €</b>

Cuadro resumen		
Ud	Descripción	Importe €/m <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	Suelos exteriores o con espacios no habitable. Rehabilitación térmica por el interior. Con 50 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	52,08 €
m <sup>2</sup>	Suelos exteriores o con espacios no habitable. Rehabilitación térmica por el interior. Con 80 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	60,06 €
m <sup>2</sup>	Suelos exteriores o con espacios no habitable. Rehabilitación térmica por el interior. Con 100 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	66,13 €
m <sup>2</sup>	Suelos exteriores o con espacios no habitable. Rehabilitación térmica por el interior. Con 110 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	71,69 €
m <sup>2</sup>	Suelos exteriores o con espacios no habitable. Rehabilitación térmica por el interior. Con 140 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	80,49 €

## 7.2 Aplicación a un edificio tipo

En este caso se ha considerado que, en la planta primera del edificio, hay un voladizo tanto a sur como a norte, de 1,5 m de vuelo, en todo el ancho de las fachadas, por tanto la superficie de suelo exterior del edificio es de 51,88 m<sup>2</sup>.

La tabla siguiente indica un resumen del porcentaje de reducción de la demanda energética del edificio en tres situaciones: (1) rehabilitando el suelo; (2) rehabilitando el suelo y sustituyendo ventanas; (3) rehabilitando el suelo, la fachada con SATE y sustituyendo ventanas. También se indica el coste de dicha intervención para este edificio tipo.

### Demanda energética media del edificio kWh/(m<sup>2</sup>·año), espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial

Zona climática	Situación inicial	Incorporando aislamiento sobre el suelo			Mejora suelo y ventanas		Mejora suelo, ventanas y fachadas SATE	
	Total	Espesor aislamiento	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %
A (Cádiz)	126,80	50 mm	450,32 €	2,5 %	2.100,35 €	8,6 %	7.402,99 €	57,5 %
B (Sevilla)	176,53	80 mm	519,32 €	2,6 %	2.169,35 €	10,2 %	8.067,14 €	53,6 %
C (Barcelona)	176,50	100 mm	571,80 €	3,7 %	2.221,84 €	14,0 %	8.572,33 €	69,7 %
D (Madrid)	274,64	110 mm	619,88 €	4,8 %	2.269,92 €	18,4 %	8.919,47 €	65,1 %
E (Burgos)	350,09	140 mm	695,88 €	5,1 %	2.345,92 €	10,9 %	9.767,38 €	69,2 %

## 8. P.1 Particiones interiores horizontales (techo bajo cubierta) en contacto con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con placa de yeso laminado.

### 8.1 Listado de materiales y coste del sistema de rehabilitación

En la siguiente tabla se resume el listado de materiales, componentes y mano de obra, necesaria para realizar un metro cuadrado de superficie de la solución de rehabilitación. Los precios de referencia empleados en este estudio se han obtenido a partir del Generador de Precios de CYPE Ingenieros.

Descripción de la actuación

m <sup>2</sup>	Particiones interiores horizontales (techo bajo cubierta) en contacto con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con placa de yeso laminado
<p>Rehabilitación energética de partición interior horizontal, mediante falso techo, con aislamiento térmico por la cara inferior del forjado, mediante panel rígido de poliestireno extruido XPS según UNE-EN 131634, superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 60 mm de espesor. Falso techo continuo suspendido liso constituido por: estructura metálica de acero galvanizado de maestras primarias 60/27 mm con una modulación de 1000 mm y suspendidas del forjado o elemento soporte con descuelgues combinados cada 900 mm y maestras secundarias fijadas perpendiculares a las primarias con conectores tipo caballete con una modulación de 500mm y una capa de placas de yeso laminado de 12,5 mm de espesor con los bordes longitudinales afinados. Incluso banda autoadhesiva desolidarizante, perfiles en U de acero galvanizado, de 30 mm, fijaciones para el anclaje de los perfiles, tornillería para la fijación de las placas, pasta de juntas, cinta microperforada de papel y accesorios de montaje. El precio incluye las ayudas de albañilería para instalaciones y no incluye el revestimiento de pintura.</p>	

Particiones interiores horizontales (techo bajo cubierta) en contacto con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con placa de yeso laminado.				
Ud	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1	Materiales			
m <sup>2</sup>	Panel rígido de poliestireno extruido, según UNE-EN 13164, superficie lisa, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,76 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,034 W/(m·K), Euroclase E de reacción al fuego según UNE EN 13501-1	1,050	14,22 €	14,93 €
m	Perfil en U, de acero galvanizado, de 30 mm	0,400	0,87 €	0,35 €
Ud	Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27	2,000	0,06 €	0,12 €
Ud	Cuelgue para falsos techos suspendidos	1,200	0,46 €	0,55 €
Ud	Seguro para la fijación del cuelgue, en falsos techos suspendidos	1,200	0,04 €	0,05 €
Ud	Conexión superior para fijar la varilla al cuelgue, en falsos techos suspendidos	1,200	0,57 €	0,68 €
Ud	Varilla de cuelgue	1,200	0,38 €	0,46 €
m	Maestra 60/27, acero galvanizado, ancho 60mm, según UNE-EN 14195	3,200	0,85 €	2,72 €
Ud	Conector, para maestra 60/27	0,600	0,22 €	0,13 €
Ud	Conector tipo caballete, para maestra 60/27	2,300	0,26 €	0,60 €
m <sup>2</sup>	Placa de yeso laminado, espesor 12,5mm, bordes longitudinales afinados	1,000	4,67 €	4,67 €
Ud	Tornillo autoperforante 3,5x25 mm	17,000	0,01 €	0,17 €
m	Banda autoadhesiva desolidarizante de espuma de poliuretano de celdas cerradas, de 3,2 mm de espesor y 50 mm de anchura, resistencia térmica 0,10 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,032 W/(m·K)	0,400	0,25 €	0,10 €
kg	Pasta de juntas, según UNE-EN 13963	0,300	1,14 €	0,34 €
m	Cinta microperforada de papel, según UNE-EN 13963	0,450	0,04 €	0,02 €
			Subtotal materiales	25,89 €
2	Mano de obra			
h	Oficial 1ª montador	0,337	20,48 €	6,90 €
h	Ayudante montador	0,145	18,92 €	2,74 €
h	Oficial 1ª montador de aislamientos	0,076	20,48 €	1,56 €
h	Ayudante montador de aislamientos	0,076	18,92 €	1,44 €
			Subtotal mano de obra	12,64 €
3	Costes directos complementarios			
%	Costes directos complementarios	2 %	38,53 €	0,77 €
			<b>Total costes directos (1 + 2 + 3)</b>	<b>39,30 €</b>

Cuadro resumen		
Ud	Descripción	Importe €/m <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	Particiones interiores horizontales (techo bajo cubierta) en contacto con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con placa de yeso laminado. Con 30 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	31,68 €
m <sup>2</sup>	Particiones interiores horizontales (techo bajo cubierta) en contacto con espacios no habitables. Rehabilitación térmica por el interior. Para revestir con placa de yeso laminado. Con 60 mm de aislamiento térmico de poliestireno extruido XPS	39,30 €

## 8.2 Aplicación a un edificio tipo

La tabla siguiente indica un resumen del porcentaje de reducción de la demanda energética del edificio en tres situaciones: (1) rehabilitando la partición interior horizontal; (2) rehabilitando la partición y sustituyendo ventanas; (3) rehabilitando la partición, la fachada con SATE y sustituyendo ventanas. También se indica el coste de dicha intervención para este edificio tipo.

### Demanda energética media del edificio kWh/(m<sup>2</sup>·año), espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial

Zona climática	Situación inicial	Incorporando aislamiento en la partición interior horizontal			Mejora la partición y las ventanas		Mejora partición, ventanas y fachadas SATE	
	Total	Espesor aislamiento	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %	Coste intervención	Ahorro %
A (Cádiz)	134,13	30 mm	911,59 €	10,4 %	2.561,63 €	18,1 %	7.864,27 €	70,0 %
B (Sevilla)	185,74	30 mm	911,59 €	10,4 %	2.561,63 €	19,9 %	8.459,41 €	65,9 %
C (Barcelona)	198,34	60 mm	1.130,86 €	9,4 %	2.780,89 €	21,4 %	9.131,38 €	80,4 %
D (Madrid)	266,77	60 mm	1.130,86 €	10,2 %	2.780,89 €	26,0 %	9.430,45 €	77,8 %
E (Burgos)	357,14	60 mm	1.130,86 €	8,0 %	2.780,89 €	25,1 %	10.202,35 €	79,4 %