



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de  
Edificación

SISTEMAS DE FACHADAS CON AISLAMIENTO  
EXTERIOR MEDIANTE EL USO DE TEXTIL RECICLADO  
Y FIBRAS VEGETALES

Trabajo Fin de Grado

Grado en Arquitectura Técnica

AUTOR/A: Amlal, Reda

Tutor/a: Iborra Lucas, Milagro

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

## Resumen

«Decía Giuseppe Tomasi di Lampedusa Si queremos que todo siga como está, hace falta que cambie todo.» El objetivo general del presente Trabajo Fin de Grado consistirá en la exploración de una alternativa al sistema de fachadas con aislamiento térmico por el exterior, denominadas fachadas tipo “SATE”, compuesta por materiales ecológicamente responsables o de bajo impacto ambiental. Se centra principalmente en la combinación de dos materiales, el textil reciclado y las fibras vegetales. El material textil genera una considerable cantidad de residuos y apenas se recicla un 1% de ellos, además, se revela como un excelente aislante térmico y acústico, a pesar de no ser ampliamente utilizado en la industria de la construcción. Con respecto a las fibras vegetales, se enfoca en la utilización de las fibras vegetales de palma denominadas “Doum”, las cuales son extensamente empleadas en la construcción en Marruecos, mostrando una gran resistencia y durabilidad a lo largo del tiempo. Todo esto se sitúa dentro de la perspectiva ecológica y sostenible del proyecto.

### **Palabras clave:**

Eficiencia energética; Fibras vegetales; Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior “SATE”; Textil reciclado

«Said Giuseppe Tomasi di Lampedusa If we want everything to remain as it is, everything needs to change.». The general objective of this Final Degree Project will consist of the exploration of an alternative to the system of facades with thermal insulation on the outside, called “SATE” type facades, composed of ecologically responsible materials or materials with low environmental impact. It focuses mainly on the combination of two materials, recycled textile and plant fibers. Textile material generates a considerable amount of waste and barely 1% of it is recycled. In addition, it is an excellent thermal and acoustic insulator, despite not being widely used in the construction industry. With respect to plant fibers, it focuses on the use of palm plant fibers called “Doum”, which are widely used in construction in Morocco, showing great resistance and durability over time. All this is situated within the ecological and sustainable perspective of the project. As specific objectives

### **Keywords:**

Energy efficiency; Vegetable fibers; “SATE” Exterior Thermal Insulation System; Recycled textile

## Agradecimientos

Quiero dedicar este trabajo de fin de grado a la memoria de mi querida abuela, Fatima Halale. Este año ha sido especialmente difícil por su partida, pero su amor y Resiliencia siempre serán una fuente de inspiración para mí. Me enseñó el valor del esfuerzo y la importancia de la educación, valores que han sido fundamentales en la realización de este proyecto.

A mis queridos padres, Mohamed Amlal y Aicha Sakmassi: Gracias por su apoyo incondicional en todo momento, por creer en mí, por brindarme toda la ayuda que necesitaba y por todos los valores que me han transmitido.

A mis queridos hermanos, Mahdi Amlal y Omar Amlal: Gracias por estar siempre a mi lado, por su apoyo constante y por ser una fuente constante de motivación y alegría en mi vida.

A mi tutora, Milagro Iborra Lucas: gracias por toda la ayuda que me aportaste para la realización de este trabajo y por la orientación constante durante todo el proceso de elaboración. Agradezco profundamente que hayas compartido tus conocimientos y que me hayas ayudado a desarrollar mi capacidad de investigación.

A todos los profesores y a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación "ETSIE": gracias por toda la ayuda, conocimiento y recursos por permitirme llevar a cabo mi proyecto y a contribuir a mi formación académica.

A mis amigos Tani, Trombati, Chbarte y Essajide vuestra amistad ha sido un pilar fundamental en los momentos difíciles y una fuente de celebración en los momentos de triunfo. Gracias por vuestro apoyo constante.

Además, quiero expresar mi agradecimiento a mis amigos y familiares por su incondicional apoyo y motivación en todo momento. Sin su amor y comprensión, este trabajo no habría sido posible.

## Acrónimos utilizados

**CPR:** Construction Products Regulation

**CTE:** Código Técnico de la Edificación

**DB-HE:** Documento Básico de Ahorro de energía

**DB-HS:** Documento Básico de Salubridad

**DB-SI:** Documento Básico de Seguridad en caso de incendio

**EN:** Normas Europeas

**EPS:** El poliestireno expandido

**EUCEB:** European Certification Board for Mineral Wool Products

**LEED:** Leadership in Energy and Environmental Design

**MW:** Lana Mineral

**PUR:** Espuma de Poliuretano

**SATE:** Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior

**UNE:** Norma Española

**XPS :** Poliestireno Extruido

# Índice

<b><u>I. INTRODUCCIÓN .....</u></b>	<b><u>10</u></b>
<b>1 OBJETIVO GENERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>11</b>
<b><u>II. SISTEMA DE FACHADA CON AISLAMIENTO TÉRMICO POR EXTERIOR .....</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b>1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SATE .....</b>	<b>13</b>
<b>2 DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DEL SISTEMA.....</b>	<b>14</b>
2.1 TIPOS DE FIJACIONES.....	14
2.2 TIPOS DE AISLAMIENTOS.....	15
2.2.1. PROPIEDADES DE LOS AISLAMIENTOS TÉRMICO.....	17
2.3 CAPA BASE DE ARMADURA Y CAPA DE MORTERO DE ACABADO..	20
2.4 CAPA DE ACABADO .....	21
<b>3 NORMATIVAS VIGENTES DE APLICACIÓN EN SATE .....</b>	<b>21</b>
3.1 NORMATIVAS EUROPEAS.....	22
3.2 NORMATIVAS NACIONALES .....	22
<b><u>III. TEXTIL RECICLADO Y FIBRAS VEGETALES COMO AISLAMIENTO TÉRMICO .....</u></b>	<b><u>27</u></b>
<b>1 TEXTIL RECICLADO.....</b>	<b>27</b>
1.1 VENTAJAS DEL TEXTIL RECICLADO COMO AISLAMIENTO.....	29

1.2	PROPIEDADES TÉCNICAS DEL TEXTIL RECICLADO COMO AISLAMIENTO .....	30
1.3	EL PROCESO DE RECICLAJE DEL TEXTIL .....	31
<b>2</b>	<b>FIBRAS VEGETALES .....</b>	<b>33</b>
2.1	LAS FIBRAS DE PALMA .....	35
2.2	LAS FIBRAS DE LA PALMA “DOUM” .....	36
2.2.1.	EXTRACCIÓN DE LAS FIBRAS DEL PALMERO DOUM .....	38
2.2.2.	LAS FIBRAS DEL PALMERO DOUM EN LA CONSTRUCCIÓN.....	38
	.....	39
<b>3</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>39</b>

**IV. TEXTIL RECICLADO Y FIBRAS VEGETALES COMO ALTERNATIVA EN EL SATE..... 40**

<b>1</b>	<b>COMPOSICIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>2</b>	<b>PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL MATERIAL.....</b>	<b>41</b>
2.1	RAZONES POR LAS CUALES LA COMPRESIÓN ES NECESARIA .....	41
<b>3</b>	<b>EJECUCIÓN Y PUESTA EN OBRA .....</b>	<b>42</b>
3.1	CAPA AISLANTE .....	42
3.2	CAPA BASE DE ARMADURA .....	44
3.3	CAPA DE ACABADO .....	46
<b>4</b>	<b>DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS.....</b>	<b>48</b>

**V. ANÁLISIS COMPARATIVO .....** **56**

<b>1</b>	<b>ASPECTO TÉCNICO.....</b>	<b>57</b>
1.1	ANÁLISIS TEÓRICO.....	58
1.1.1.	RESISTENCIA TÉRMICA.....	63
1.1.2.	RESISTENCIA MECÁNICA .....	64

1.1.3.	RESISTENCIA A LA HUMEDAD .....	65
1.1.4.	RESISTENCIA AL FUEGO .....	66
1.2	ANÁLISIS PRACTICO “CASO DE ESTUDIO “ .....	68
1.2.1	INFORMACIÓN PREVIA DEL EDIFICIO.....	68
1.2.2	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	70
1.3	RESULTADOS .....	76
2.3	CONCLUSIÓN.....	76
<b>2</b>	<b>ASPECTO ECONÓMICO .....</b>	<b>77</b>
2.1	LOS COSTOS DE MATERIALES .....	77
2.2	LOS COSTES DE INSTALACIÓN Y COSTES TOTAL .....	79
2.3	COMPARATIVO.....	85
2.4	RESUMEN .....	86
<b>3</b>	<b>ASPECTO MEDIOAMBIÉNTALE .....</b>	<b>87</b>
3.1	HUELLA DE CARBONO .....	88
3.2	CONSUMO DE RECURSOS .....	89
3.3	RECICLABILIDAD Y REUTILIZACIÓN.....	91
3.4	DURABILIDAD Y VIDA ÚTIL .....	92
3.5	IMPACTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD .....	93
3.6	CERTIFICACIONES AMBIENTALES.....	95
3.6.1.	LANA DE ROCA .....	96
3.6.2.	POLIESTIRENO EXPANDIDO.....	96
3.6.3.	VIDRIO CELULAR.....	97
3.6.4.	TEXTIL RECICLADO.....	97
3.7	COMPARATIVO.....	99
3.8	RESUMEN .....	100
<b><u>VI.</u></b>	<b><u>CONCLUSIONES .....</u></b>	<b><u>101</u></b>
<b><u>VII.</u></b>	<b><u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u></b>	<b><u>104</u></b>

**VIII. ÍNDICE DE FIGURAS..... 107**

**IX. ANEXO..... 110**

# I. INTRODUCCIÓN

El trabajo se centra en la exploración de una alternativa al sistema de fachadas con aislamiento térmico por el exterior, conocido como fachadas tipo "SATE". Esta alternativa está compuesta por materiales ecológicamente responsables o de bajo impacto ambiental, enfocándose principalmente en la combinación de dos materiales: el textil reciclado y las fibras vegetales.

La estructura del trabajo consiste en cuatro partes. En primer lugar, analizar el sistema constructivo de aislamiento térmico por el exterior con un análisis más específico de los tipos de aislamiento térmico más utilizados en el mercado actual. En segundo lugar, examinar el textil reciclado y la fibra vegetal doum como materiales aislantes. En tercer lugar, realizar una unión entre los dos temas anteriores mediante la realización de un análisis constructivo de la aplicación de nuestra alternativa en el sistema de aislamiento térmico por el exterior "SATE". Por último, llevamos a cabo un análisis comparativo técnico, económico y medioambiental de la alternativa propuesta y otros aislamientos que se aplican al sistema.

## 1 OBJETIVO GENERAL

- Mostrar que el sistema propuesto puede ser una alternativa viable para su aplicación como aislamiento térmico en el SATE.
- Analizar el sistema desde el punto de vista técnico, económico y medioambiental.

## 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el sistema de aislamiento térmico por el exterior tipo "SATE".
- Analizar el textil reciclado y las fibras vegetales como material aislante.
- Análisis del sistema de aislamiento térmico por el exterior mediante la aplicación del textil reciclado y las fibras vegetales como aislamiento térmico en el sistema.
- Análisis comparativo desde el punto de vista técnico, económico y medioambiental de nuestra alternativa y otros aislamientos térmicos.

## II. SISTEMA DE FACHADA CON AISLAMIENTO TÉRMICO POR EXTERIOR

El sistema de aislamiento térmico por el exterior “SATE” encuentra su origen en Alemania, donde se desarrolló y comenzó a utilizarse en la década de 1950 (20). Surgió como respuesta a la necesidad de mejorar la eficiencia energética de los edificios y reducir las pérdidas de calor, el concepto se ha expandido por toda Europa y se ha convertido en una práctica común en la construcción sostenible. El sistema ha demostrado después años su eficacia energética y de reducir los costos de calefacción y refrigeración

### *Ventajas sistema SATE:*

Aislamiento acústico

Confort térmico

Mejora de la eficiencia energética

No se reduce el espacio habitable interior de las viviendas.

Protección de la estructura

Rápida instalación

Reduce el riesgo de condensaciones

## 1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SATE

El sistema de aislamiento térmico por el exterior consiste en un panel aislante, adherido a la fachada, habitualmente con adhesivo y fijación mecánica. El aislante se protege con un revestimiento que se aplica directamente sobre él y que está constituido por una o varias capas de morteros, una de las cuales lleva una malla como refuerzo. Se utiliza para llevar a cabo el aislamiento térmico de edificios (1). Esta solución versátil se emplea tanto en proyectos de nueva construcción como en la rehabilitación de edificios existentes.



*Imagen 1. Esquema de composición del SATE.ANFAPA. (5)*

## 2 DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DEL SISTEMA

El sistema de aislamiento térmico por el exterior está constituido por una variedad de elementos que le confieren sus propiedades aislantes. Entre estos elementos se incluyen el método de fijación, el material aislante empleado, la capa base de armadura y la capa de acabado.

### 2.1 Tipos de fijaciones

Los métodos de fijación utilizados en el sistema de aislamiento térmico por el exterior “SATE” pueden categorizarse en dos: la unión mecánica y la unión mediante adhesivo o se hacen los dos. La elección entre estos métodos se encuentra condicionada por las características específicas del soporte sobre el cual se aplicará la capa de aislante y el tipo de aislante seleccionado.

**Unión mecánica:** La fijación mecánica se puede realizar a través la utilización de espigas de platillo o espirales. En este contexto, es esencial cumplir con las especificaciones detalladas para la disposición de estas fijaciones, particularmente en lo que respecta a su ubicación con relación a las fuerzas de viento, que constituyen una carga significativa (según lo establecido en el documento básico de seguridad estructural frente a la acción del viento, apartado 3.3). Además, se debe realizar una distribución homogénea de las fijaciones a lo largo de la superficie para garantizar su eficacia.



*Imagen 2. Taco de polipropileno con clavo metálico. ANFAPA (5)*

**Adhesivo:** la fijación mediante la utilización de adhesivos, puede realizar con distintos materiales como (adhesivos cementosos, adhesivos acrílicos, adhesivos de poliuretano, adhesivos epoxi o adhesivos específicos del fabricante), la elección de este tipo de unión y del tipo de adhesivo a aplicar depende de dos variantes, el tipo de aislante seleccionado o el tipo de soporte sobre el que se coloca el sistema “SATE”.

## 2.2 Tipos de aislamientos

El sistema de aislamiento térmico por el exterior “SATE”, como se denomina, tiene como función principal el aislamiento térmico y acústico de los edificios. Por esta razón, la capa de aislante juega un rol fundamental y crucial en este sistema. Esta capa puede ser realizada utilizando una variedad de materiales y composiciones diversas. Los aislamientos más utilizados en el sistema son los siguientes:

**Poliestireno expandido “EPS”:** También conocido como espuma de poliestireno, es un polímero termoplástico se fabrica a partir de perlas de poliestireno expandido mediante un proceso que implica la expansión de las perlas mediante vapor de agua y la formación de una estructura celular cerrada y llena de aire.

**Lana mineral “MW”:** puede ser lana de roca o lana de vidrio, fabricado a partir de minerales naturales como la roca basáltica o el vidrio reciclado. Su composición puede variar ligeramente según el fabricante y el tipo específico de lana mineral.

**Poliuretano conformado “PUR”:** conocido como espuma de poliuretano, es un material plástico espumado que se forma a partir de la reacción de dos componentes principales son el poliol y el isocianato. La composición del poliuretano conformado varía según la formulación específica y la aplicación.

**Poliestireno extruido “XPS”:** es un material plástico espumado, se compone principalmente de poliestireno y un gas atrapado en su estructura celular. Esto resulta en un material con excelentes propiedades de aislamiento térmico.

**Corcho expandido:** es un material aislante natural que se obtiene a partir de la expansión del corcho natural mediante vapor de agua. Su composición es relativamente simple y consta principalmente de corcho natural, pero también puede contener pequeñas cantidades de aditivos según la formulación específica del producto.

**Vidrio celular:** también conocido como vidrio espumado o vidrio espuma, la composición exacta del vidrio celular puede variar según el fabricante. Este tipo de producto está compuesto principalmente de vidrio con una estructura celular abierta creada mediante la incorporación de agentes espumantes durante la fabricación

La capa de aislamiento térmico y acústico, como podemos observar, se puede realizar con distintos materiales. Pero, existen dos formas de suministro del material. La primera consiste en realizarla con paneles del aislante directamente mediante adhesivo y fijación mecánica sobre el soporte. La segunda manera es mediante paneles preparados para perfilarse, pero en este caso se realiza con paneles de poliestireno expandido “EPS”, y se recomienda que la fijación en este caso se realice mediante fijación mecánica

### 2.2.1. *Propiedades de los aislamientos térmico*

Cada tipología de aislante presenta ventajas y desventajas inherentes. Para llevar a cabo un análisis exhaustivo de las características de cada uno de estos aislantes, la siguiente tabla representa las especificaciones técnicas de cada uno de ellos, basándome sobre tres aspectos esenciales la parte técnica, económica y ecológica del material.

*Tabla 1. Propiedades de los aislantes. Elaboración propia*

		<b>Origen</b>	<b>Conductividad (W/m.K)</b>	<b>Factor de resistencia a la difusión del vapor de agua (<math>\mu</math>)</b>	<b>Inflamable</b>	<b>Precio aproximado (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Coste energético de producción (MJ/Kg<sup>2</sup>)</b>	<b>Contenido de producto reciclado. (0-3)</b>	<b>Biodegradable</b>
<b><i>Poliéstereno expandido (EPS)</i></b>		Sintético	0,025 - 0,053	20 - 40	SI	<5	75 - 125	1	NO
<b><i>Lana mineral</i></b>	<b><i>Lana de roca</i></b>	Mineral	0,03 - 0,05	1	NO	<5	15 - 25	1	NO

	<i>Lana de vidrio</i>	Mineral	0,03 - 0,05	1 - 1,3	NO	<5	15 - 50	2	NO
	<b><i>Poliuretano conformado (PUR)</i></b>	Sintético	0,019 - 0,040	60 - 150	SI	<10	70 - 125	1	NO
	<b><i>Poliestireno extruido (XPS)</i></b>	Sintético	0,025 - 0,04	100 - 220	SI	<15	75 - 125	1	NO
	<b><i>Corcho expandido</i></b>	Vegetal	0,034 - 0,100	5 - 30	NO	<25	1 - 25	0	SI
	<b><i>Vidrio celular</i></b>	Mineral	0,035 - 0,055	infinito	NO	<60	10 - 75	3	si

La tabla nos muestra la comparación de las diversas propiedades de los aislantes más comúnmente utilizados en el sistema de aislamiento térmico por exterior "SATE". Esta comparativo nos permite analizar la relación existente entre el origen de los materiales empleados y sus efectos en tres aspectos cruciales de análisis: los aspectos técnico, económico y ecológico. Si analizamos desde una perspectiva ecológica y del impacto medioambiente, podemos observar en la tabla que el vidrio celular presenta varias características destacables. En primer lugar, se

distingue por su alto contenido de material reciclable, lo que lo convierte en una opción sostenible desde el punto de vista ambiental. Además, su proceso de producción conlleva un costo energético relativamente moderado en comparación con otros materiales similares. Es importante señalar que, a pesar de sus ventajas ambientales, el vidrio celular suele tener un precio más elevado en el mercado.

El objetivo es arrojar luz sobre cómo el origen de los materiales impacta en las características técnicas, el costo económico y las implicaciones ecológicas de estos aislantes. Para facilitar una comprensión más completa, se ha diseñado una gráfica que ilustra visualmente la manera en que dicho origen ejerce su influencia en las propiedades y características específicas de estos materiales

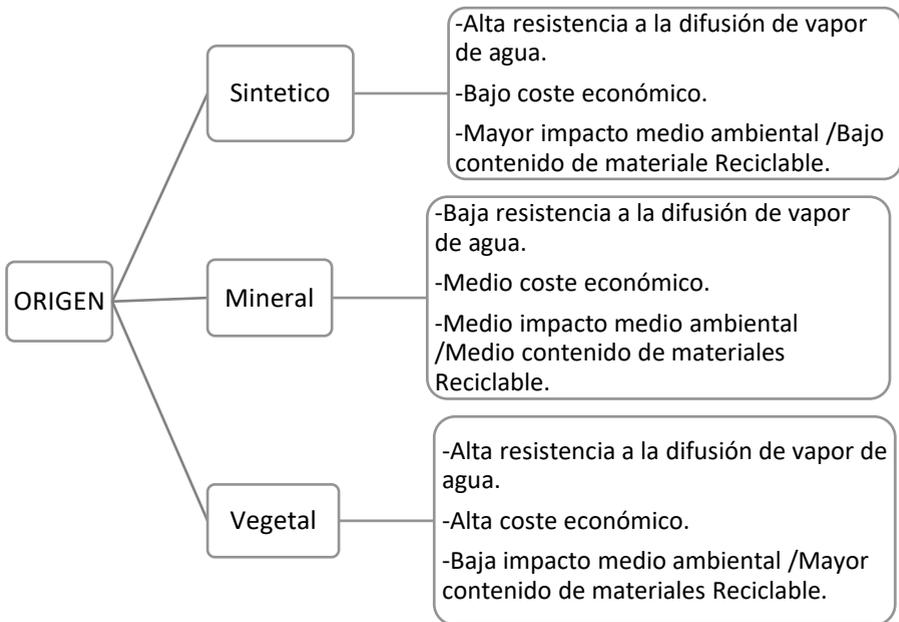


Figura 1. Esquema relación origen /propiedades. Elaboración propia

### 2.3 Capa base de armadura y capa de mortero de acabado

La capa base de armadura desempeña un papel fundamental en el sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE), destacándose por su importancia desde una perspectiva tanto estructural como de durabilidad. En primer lugar, esta capa refuerza la integridad estructural de la fachada al proporcionar una sólida base que es capaz de resistir las tensiones y cargas a las que el sistema pueda estar expuesto. La relevancia de esta función radica en su contribución esencial a la durabilidad y estabilidad del sistema de aislamiento térmico en su conjunto. La capa base de armadura cumple un papel fundamental como plataforma de anclaje para el material aislante y la capa de acabado del sistema. Esto garantiza una firme adhesión del aislamiento térmico a la superficie del edificio, asegurando así su efectividad a lo largo del tiempo. Otro aspecto relevante es su capacidad para actuar como una barrera protectora, previniendo daños mecánicos tanto al aislamiento térmico como a la capa de acabado. Esto incluye la protección contra impactos, golpes y abrasiones, lo cual es crucial para mantener la integridad del sistema.

El material más utilizado para la realización de esta capa es la malla de fibra de vidrio y esto debido a varias ventajas, entre ellas:

Resistencia y durabilidad

Peso ligero

Resistencia a la corrosión

Resistencia a la humedad

Flexibilidad

## 2.4 Capa de acabado

Dentro del sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE), la capa de acabado puede ser elaborada utilizando una variedad de materiales, lo que proporciona una ventaja significativa. Dado que este sistema se aplica en la cara exterior del edificio, se abren múltiples posibilidades en cuanto a los tipos de revestimientos finales que se pueden utilizar como:

**Acabado de mortero:** es el acabado más utilizado para él “SATE” consiste en la aplicación de una capa de mortero sobre el aislamiento térmico y la malla, y se le puede texturizar y pintar

**Revestimiento de paneles:** los paneles prefabricados, como los paneles de fibrocemento o paneles de aluminio.

**Revestimiento de acabado acrílico:** pueden ser lisos o texturizados y están disponibles en una amplia gama de colores.

## 3 NORMATIVAS VIGENTES DE APLICACIÓN EN SATE

El sistema de aislamiento térmico por exterior “SATE” dispone de varias normativas para garantizar la eficiencia energética, la seguridad de los edificios y las que tienen que cumplir los materiales. Las normativas de aplicación en SATE se dividen en tres grupos, las normativas europeas, que se aplican a todos los países de la Unión Europea; las normativas nacionales, propias de cada país, en nuestro caso, la normativa española; y, por último, las normativas locales y municipales, que son más específicas y adaptadas a un municipio en concreto.

### 3.1 Normativas europeas

Se basan principalmente por las directivas y regulaciones europeas relacionadas con la eficiencia energética de los edificios y los materiales de construcción

*Directiva de eficiencia energética de los edificios (Directiva 2010/31/EU):* establece los requisitos mínimos de eficiencia energética que deben cumplir los edificios en la Unión Europea. Promueve el uso de sistemas de aislamiento térmico, como el SATE, para mejorar la eficiencia energética de los edificios

*Directiva de productos de construcción (Construction Products Regulation, CPR):* establece las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción en la Unión Europea, incluyendo los materiales de aislamiento utilizados en el SATE.

Los productos de construcción deben llevar la marca CE, que indica que cumplen con los requisitos esenciales de seguridad y rendimiento.

*Normas EN (European Norms):* establecen los requisitos técnicos y las especificaciones para productos y sistemas de construcción, incluyendo los relacionados con el SATE. Por ejemplo, la norma “EN 13499:2004” se aplica específicamente a los productos aislantes térmicos en el SATE y establece los requisitos técnicos para los sistemas de aislamiento térmico por el exterior.

### 3.2 Normativas nacionales

En España, las normativas nacionales se fundamentan principalmente en el Código Técnico de la Edificación “CTE” y sus documentos básicos, siendo de aplicación para mejorar el sistema de aislamiento de fachadas.

***Código Técnico de la Edificación (CTE):*** la normativa principal que regula la construcción en España. Incluye disposiciones técnicas y requisitos relacionados con la eficiencia energética de los edificios y el aislamiento térmico, lo que afecta directamente a la aplicación del SATE. Los documentos básicos del CTE relacionados con la eficiencia energética son el DB-HE (Documento Básico de Ahorro de Energía), el DB-HS (Documento Básico de Salubridad) y el DB-SI (Documento Básico de Seguridad contra incendios).

***DB-HE (Documento Básico de Ahorro de Energía):*** Establece las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Indica que los edificios dispondrán de una envolvente que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico. Se reduce así el riesgo de aparición de condensaciones superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características, y permite tratar adecuadamente los puentes térmicos, para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar los problemas higrotérmicos en los mismos

En sus secciones HE0, Limitación del consumo energético, y HE1, Limitación de demanda energética, se establece que el consumo y la demanda energética de los edificios se limitan en función de la zona climática, su ubicación y el uso previsto. Es de aplicación tanto en edificios de nueva construcción como en intervenciones que se realicen en edificios existentes en los siguientes casos:

Ampliaciones en las que se incremente más de un 10% la superficie o el volumen construido de la unidad o unidades de uso sobre las que se intervenga, cuando la superficie útil total ampliada supere los 50 m<sup>2</sup>.

Cambios de uso, cuando la superficie útil total supere los 50 m<sup>2</sup>.

Reformas en las que se renueven de forma conjunta las instalaciones de generación térmica y más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio.

Intervenciones en edificios existentes con una superficie útil total final (incluidas las partes ampliadas, en su caso) superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.

*DB-HS (Documento Básico de Salubridad):* Especifica los procedimientos que aseguran la reducción de los riesgos de molestias y enfermedades de los usuarios de un edificio hasta los límites admisibles, asimismo los que reducen el riesgo de que los edificios se deterioren, y/o deterioren el medioambiente inmediato, como consecuencia de las características de ejecución del proyecto, y del uso y mantenimiento del edificio.

El sistema “SATE”, al considerarse un revestimiento estable, impermeable y decorativo tipo R3, se clasifica con el máximo grado de impermeabilidad (tipo 5).

*DB-SI (Documento Básico de Seguridad contra incendios):* Establece las condiciones de reacción y resistencia al fuego que deben cumplir los elementos constructivos, conforme a los nuevos sistemas de clasificación Euroclases por la aplicación del Reglamento de productos de construcción. En el caso de los (SATE) nos afecta la exigencia básica SI 2 de propagación exterior en medianerías y fachadas que exige que se limite el riesgo de propagación del incendio por el exterior tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie será, en función de la altura total de la fachada:

D-s3, d0 en fachadas de altura hasta 10 m.

C-s3, d0 en fachadas de altura hasta 18 m.

B-s3, d0 en fachadas de altura superior a 18 m.

En aquellas fachadas de altura igual o inferior a 18 m. cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, la clase de reacción al fuego, tanto de los sistemas constructivos como de aquellos situados en el interior de cámaras ventiladas en su caso, debe ser al menos “B-s3, d0” hasta una altura de 3,5 m. como mínimo.

La reacción al fuego de los materiales en base a la normativa UNE-EN 13501 (Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación) define seis clases generales:

*A1, A2, B:* Productos no combustibles o poco combustibles.

*C, D, E:* Productos clasificados como combustibles.

*F:* Valores no declarados

la clasificación final al fuego de un (SATE) debe contener la clase general A1, A2; B, C, D, E o F, la producción de humo s1, s2 o s3 y la producción de partículas d0, d1 o d2.

*Tabla 2.Figura 4. Clasificación del comportamiento de aislamientos frente al fuego. CTE. DB-SI. (10)*

<b>Revestimientos de fachadas con SATE</b>	<b>D-s3-d0</b>	<b>C-s3-d0</b>	<b>B-s3-d0</b>
SATE con LM	✓	✓	✓
SATE con EPS	✓	✓	✓
SATE con XPS	✓	✓	✓
SATE con PU	✓	✓	✓
SATE con Corcho	✓	✓	✓

*Normas UNE:* También se aplican normas técnicas específicas, como Normas UNE (Normas Españolas), que detallan aspectos técnicos relacionados con los materiales y sistemas utilizados en la construcción, incluyendo los relacionados con el SATE.

*Tabla 3.Norma UNE de cada característica técnica de los aislamientos térmicos. Elaboración Propia. UNE EN.*

<b>DATO TÉCNICO</b>	<b>NORMAS UNE</b>
Anchura estándar	UNE EN 13163 EN 822
Clasificación al Fuego	UNE EN 13501-1
Conductividad Térmica ( $\lambda$ )	UNE EN 13163 EN 12939
Resistencia a Flexión	UNE EN 13163 EN 12089
Resistencia a la difusión de vapor de agua ( $\mu$ )	UNE EN 13163

La siguiente tabla representa los aspectos técnicos de los materiales que componen el Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior “SATE”, junto con las Normas UNE relacionadas con cada dato técnico.

### III. TEXTIL RECICLADO Y FIBRAS VEGETALES COMO AISLAMIENTO TÉRMICO

En este capítulo, realizaremos un análisis general de los dos materiales. Explicaremos el proceso de reciclaje del textil y sus ventajas como aislante, y estudiaremos la extracción de la fibra vegetal y sus beneficios como material aislante.

#### 1 TEXTIL RECICLADO

El textil es uno de los materiales que ha acompañado a la humanidad durante varios siglos, tanto por necesidad como por su utilidad, ya que hoy en día se puede decir que el textil se utiliza en la mayoría de las actividades humanas. Sin embargo, todo esto nos lleva a deducir que genera mucha contaminación, tanto por su producción, que implica el uso de diversas fuentes de energía, como por la contaminación y los residuos generados durante o al final de la vida de un producto textil. Tomemos, por ejemplo, los estudios realizados por *The Global Fashion Agenda* “En 2050, la industria representará el 26 % de las emisiones de gases de efecto invernadero”]y este no es el único dato a tener en cuenta, ya que se genera 60 mil millones de metros cuadrados de residuos textil cada año, y se recicla solo un pequeño porcentaje, aprox 1%, a pesar de que el textil reciclado puede ser utilizado en varios campos, como la construcción

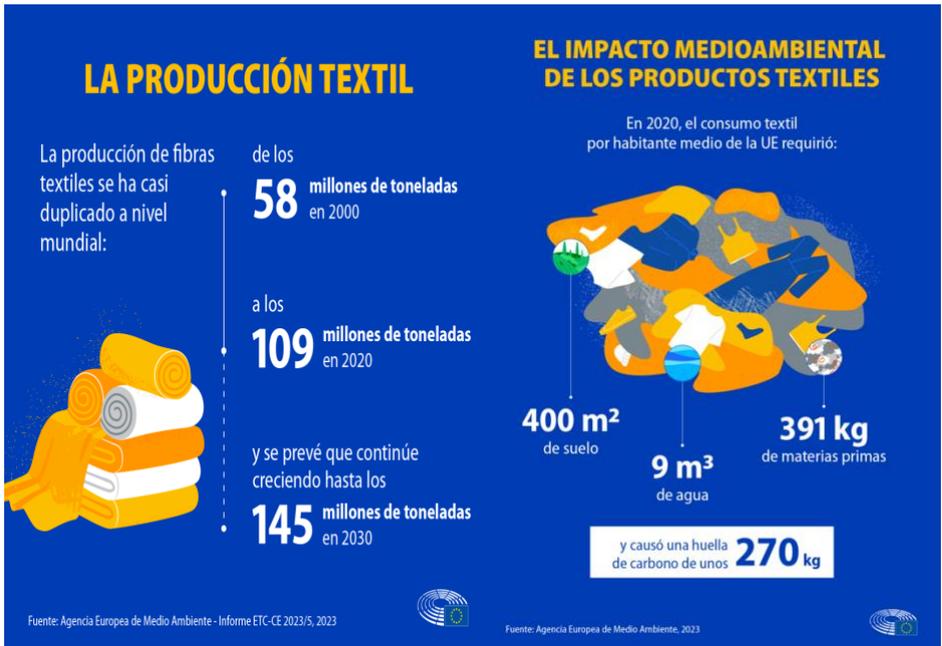


Figura 2. El impacto medioambiental de los productos textiles. Agencia europea (2020).(1)

El proceso para reciclar el textil se realiza en primer lugar recogiendo textiles usados de diferentes fuentes, como donaciones, contenedores de reciclaje y empresas de recogida de ropa usada. Después se clasifican los textiles en función de su calidad y tipo. Se separan los textiles en buen estado para su reutilización y aquellos en mal estado destinados al reciclaje. Una vez tenemos el textil clasificado, se desgarran o trituran en fibras más pequeñas, ya sea mecánica o químicamente, y se limpian para eliminar impurezas como botones, cremalleras y tintes. También se eliminan productos químicos, si es necesario. Cuando acabamos todas estas etapas, disponemos de textil triturado y reciclado que se puede utilizar como material aislante en la construcción.

## 1.1 Ventajas del textil reciclado como aislamiento

**Sostenibilidad Ambiental:** reduce la cantidad de desechos textiles que terminan en vertederos, lo que disminuye la contaminación ambiental y la demanda de recursos naturales para la producción de materiales nuevos.

**Eficiencia Energética:** tiene propiedades aislantes que ayudan a mantener la temperatura interior de los edificios, lo que reduce la necesidad de calefacción en invierno y refrigeración en verano, lo que ahorra energía.

**Aislamiento Acústico:** ofrecen propiedades de aislamiento acústico, lo que puede mejorar el confort en interiores al reducir el ruido exterior.

**Reducción De La Huella De Carbono:** El proceso de reciclaje de textiles suele ser menos intensivo en carbono en comparación con la producción de materiales aislantes convencionales, lo que contribuye a la reducción de la huella de carbono de un edificio.

**Fomento De La Economía Circular:** promueve la economía circular al darle una segunda vida a los productos textiles, reduciendo la necesidad de fabricar nuevos materiales y reduciendo el impacto ambiental.

## 1.2 Propiedades técnicas del textil reciclado como aislamiento

**Capacidad de aislamiento térmico:** El textil reciclado tiene la capacidad de reducir la transferencia de calor entre el interior y el exterior de un edificio, suelen ser efectivos en este aspecto debido a sus características de retención de aire y estructura de fibras.

**Conductividad térmica:** los textiles reciclados suelen tener una baja conductividad térmica, lo que significa que son eficaces para reducir la pérdida o ganancia de calor a través de las superficies donde se instalan.

**Densidad:** La densidad del material aislante influye en su capacidad de aislamiento. Los textiles reciclados a menudo tienen una densidad moderada que les permite proporcionar un buen aislamiento sin ser excesivamente voluminosos.

**Resistencia al fuego:** Los textiles reciclados suelen estar tratados con retardantes para mejorar su resistencia al fuego y cumplir con las regulaciones de seguridad.

**Facilidad de instalación:** los textiles reciclados son ligeros y fáciles de cortar y colocar, lo que facilita la manipulación y la estación también reduce el tiempo y los costes laborales en proyectos de construcción

**Compatibilidad con otros materiales:** el textil reciclado como aislante es compatible con otros materiales de construcción y sistemas, como tableros de yeso, vigas, y otros elementos estructurales.

Las propiedades técnicas de los textiles reciclados los convierten en un excelente aislamiento térmico y acústico. Su uso como aislante se ha

vuelto generalizado en la actualidad, aunque se utiliza principalmente para el aislamiento interior debido a su método de producción actual.



*Imagen 3. Paneles Epotex. PLACOMAT (18)*

### 1.3 El proceso de reciclaje del textil

Para llevar a cabo el proceso de reciclaje textil, se inicia con la recopilación de textiles usados procedentes de diversas fuentes, que pueden incluir donaciones de ropa, prendas desechadas, contenedores de reciclaje y empresas dedicadas a la recolección de ropa usada. Estos textiles recolectados pueden variar en tipo y calidad. Posteriormente, tras la recopilación, se procede a la clasificación de los textiles en función de su calidad y tipo. Los textiles en buen estado, que son susceptibles de ser reutilizados, se separan de aquellos que se encuentran en mal estado y están destinados al reciclaje. En el caso de los textiles en buen estado que se destinan al reciclaje, se lleva a cabo un proceso de desgarrado o trituración para reducirlos a fibras más pequeñas. Este proceso puede ser realizado de forma mecánica o química, dependiendo del tipo de textil y del proceso de reciclaje específico. Las fibras trituradas se someten a un proceso de limpieza para eliminar impurezas como botones, cremalleras, tintes y cualquier otro material no deseado. Los

productos textiles reciclados terminados se uso en una variedad de aplicaciones, como la fabricación de ropa, muebles, aislantes



*Figura 3. Proceso de reciclaje del textil. Elaboración propia*

Durante el procedimiento de reciclaje textil, la etapa de desgarrado o trituración puede llevarse a cabo mediante dos métodos, los cuales dependen del tipo de textil a reciclar y del proceso de reciclaje específico empleado:

***Desgarrado o trituración mecánica:*** se utilizan máquinas y equipos mecánicos para desgarrar o triturar los textiles en fibras más pequeñas, este proceso suele implicar el uso de cuchillas, rodillos o martillos que aplican fuerza física para romper y descomponer los textiles en fragmentos más pequeños, es un proceso más simple y directo desde el punto de vista técnico, y es adecuado para textiles resistentes o de mayor densidad.

***Desgarrado o trituración química:*** se emplean productos químicos para disolver o romper los enlaces que mantienen unidos los textiles, se aplican productos químicos, como álcalis o ácidos, para disolver componentes específicos de los textiles y convertirlos en fibras individuales, este método se utiliza a menudo en textiles más delicados o que contienen mezclas de fibras, ya que puede ser menos abrasivo que el desgarrado mecánico



*Imagen 4. Textil reciclado como aislamiento térmico. FABRICK. (13)*

## 2 FIBRAS VEGETALES

Las fibras vegetales desde tiempos ancestrales han tenido un rol esencial en la edificación de estructuras y construcciones en variadas culturas por su capacidad de adaptación debido a sus propiedades físicas, mecánicas y químicas. Las fibras vegetales pueden ser utilizadas en la fabricación de una amplia gama de productos y materiales, desde textiles y cuerdas hasta materiales de construcción, papel, envases y más, se Característica por la resistencia, la flexibilidad, la durabilidad, la capacidad de absorción de agua y otras propiedades que hacen que la fibra sea adecuada para múltiples aplicaciones. A lo largo de la historia, estas fibras han dejado una huella duradera en la arquitectura tradicional y en la construcción sostenible.

Las fibras vegetales pueden extraerse del fruto, la hoja o el tallo de una planta. Se utilizan principalmente por sus ventajas clave: la baja densidad, el poder de aislamiento térmico, las propiedades mecánicas y, en particular, la biodegradabilidad. Las fibras naturales vegetales son

estructuras biológicas compuestas principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina

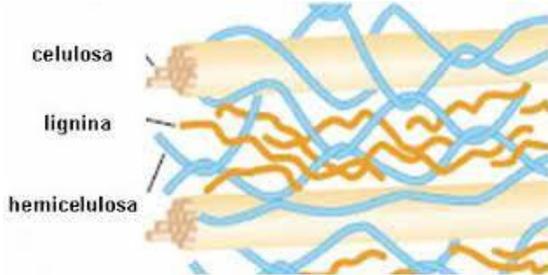


Imagen 5. Estructura biológica de fibras vegetales.  
ASTURNATURA. (27)

Las fibras vegetales se pueden clasificar por dos categorías:

**Las fibras vegetales cortas:** se extraen de las flores, frutos o semillas de ciertas plantas. Estas fibras suelen ser finas. La fibra más conocida y antigua de esta categoría es el algodón, que se utiliza en diversos campos

**Las fibras vegetales largas:** se deben al hecho de que estas fibras se presentan en forma de haces de fibras individuales que están unidas entre sí, formando así fibras de longitudes significativas. Las fibras vegetales largas se extraen ya sea de la corteza, se trata de fibras liberianas, también conocidas como fibras flexibles, o de hojas conocidas como fibras duras (fibras de palmares, abacá, pino o lino de Nueva Zelanda ...).

En este trabajo, nos centraremos en las fibras vegetales de la “palma doum” debido a sus propiedades mecánicas y durabilidad, así como por sus propiedades térmicas que le confieren un excelente uso en la

construcción. Las palmeras son plantas leñosas. Desde un punto de vista botánico, son monocotiledóneas y, por lo tanto, no son árboles. Las palmeras pertenecen a la familia de Las arecáceas (anteriormente Palmae). Esta familia varía considerablemente



*Imagen 6. Palmera Doum. WIKIPEDIA (23)*

## 2.1 Las fibras de palma

Las fibras de palma exhiben una increíble diversidad morfológica. Su valor paisajístico es innegable y caracteriza todos los paisajes tropicales. Estas plantas proporcionan una amplia variedad de recursos: alimentos (frutas, harina, aceite, cera comestible, azúcar, bebidas), vestimenta (fibras vegetales), mobiliario (ratán), construcción (troncos para estructuras, follaje para techos) y sustancias medicinales.

Las propiedades de las fibras vegetales de palma:

**Resistencia Mecánica:** La fibra de palma es conocida por su resistencia mecánica. Esto la hace adecuada para aplicaciones en las que se requiere un material resistente y sostenible, como en la construcción de estructuras y muebles

**Durabilidad:** La fibra de palma es resistente a la putrefacción y a la descomposición, lo que la convierte en una opción duradera para aplicaciones al aire libre y en entornos húmedos.

**Ligereza:** A pesar de su resistencia, la fibra de palma es un material ligero, lo que facilita su manejo y transporte en diversas aplicaciones.

**Aislamiento Térmico:** La fibra de palma tiene propiedades de aislamiento térmico, que la hace útil en la construcción

**Sostenibilidad:** es un recurso renovable, ya que se obtiene de las hojas o tallos de las palmas sin dañar la planta. Esto la convierte en una opción respetuosa con el medio ambiente.

**Versatilidad:** se puede tejer o trenzar para crear una variedad de productos, desde cestas y alfombras hasta muebles o materiales de construcción.

**Resistencia a Plagas:** La fibra de palma es naturalmente resistente a muchas plagas y no requiere el uso de productos químicos dañinos en su cultivo.

**Biodegradabilidad:** Al ser una fibra natural, la fibra de palma es biodegradable, lo que significa que es ambientalmente amigable al final de su vida útil.

## 2.2 Las fibras de la palma “doum”

La palma doum, con su nombre científico (*Hyphaene thebaica*), también conocido como "doum palm" en inglés, es una especie de palma nativa de varias regiones del norte de África y la península arábiga. Se trata de

un árbol resistente y adaptado a condiciones áridas, capaz de sobrevivir en áreas de clima seco, lo que lo convierte en una fuente importante de alimento y materiales para las comunidades que habitan en estas regiones. Además de los frutos, la palma doum proporciona fibras extraídas de sus hojas, que se utilizan para confeccionar cuerdas, cestas y otros productos artesanales. Estas comunidades locales han empleado sus frutos y fibras durante generaciones para fines alimenticios, construcción y fabricación de diversos productos.



*Imagen 7. Fibras de palma doum. ALAMY. (19)*

Las fibras de palma “doum” han utilizado en la construcción en diversas aplicaciones debido a sus propiedades naturales. Tradicionalmente en Marruecos (Refuerzo, aislamiento térmico, materiales de techo y revestimientos).

### 2.2.1. *Extracción de las fibras del palmero doum*

**Recolección de hojas de palma doum:** Las hojas secas de la palma doum son recolectadas cuando están maduras. Estas hojas son la fuente principal de las fibras utilizadas en la construcción.

**Separación de las fibras:** Las fibras se extraen de las hojas, generalmente mediante un proceso de separación manual. Esto puede implicar desgarrar las hojas en tiras más pequeñas para obtener las fibras individuales.

**Tratamiento de las fibras:** Las fibras pueden someterse a un proceso de tratamiento para mejorar su durabilidad y resistencia. Esto podría incluir técnicas como el secado al sol, tratamiento con soluciones naturales o incluso ahumado.

**Tejido de los paneles:** Las fibras tratadas se utilizan para tejer o entrelazar paneles. Estos paneles se pueden diseñar en diversas formas y tamaños para adaptarse a la estructura del techo deseado.

### 2.2.2. *Las fibras del palmero doum en la construcción*

Las fibras de palma doum se ha utilizado durante siglos en la fabricación de materiales y en la construcción, en las zonas donde estas palmas están presentes, como en el norte de África y una parte de la península árabe. Esto se debe a dos factores: en primer lugar, la abundancia de este tipo de vegetales en la zona, y en segundo lugar, a su capacidad de resistencia y durabilidad. el nombre "**Doum**" significa en árabe durabilidad, un nombre que refleja bien la capacidad de resistencia y durabilidad de las

fibras de este tipo de palmeras. Este tipo de fibras se utiliza mucho en la realización de los forjados y suelos debido a su capacidad de absorber los movimientos sin deformarse. En los forjados, la malla de fibra vegetal cumple dos funciones. La primera es actuar como una capa separadora y encofrado perdido entre las vigas de palmera doum, que constituyen la parte resistente del forjado, y la capa de "adobe". Al mismo tiempo, tiene la función de proteger el forjado contra deformaciones, similar a la función de las mallas electrosoldadas en los forjados de hormigón que se utilizan en la actualidad



*Imagen 8. Kasbah amridil, Ouarzazate. 2023, Marruecos*

### 3 Conclusión

En este apartado se explican los procesos de reciclaje del textil y las fibras vegetales para la composición de un aislante térmico. Dado que este material no existe en el mercado actual, nos apoyamos en el trabajo de la empresa francesa FABBRICK, que se dedica a la realización de un material similar, pero con fibra de carbono. Me gustaría tener la oportunidad, en mi futuro trabajo de máster, de realizar una investigación completa sobre el material propuesto, que ofrece una alternativa más ecológica que las actuales.

## IV. TEXTIL RECICLADO Y FIBRAS VEGETALES COMO ALTERNATIVA EN EL SATE

Como se explicó en el apartado anterior, en esta sección nos enfocaremos en analizar los resultados obtenidos por la empresa “FABBRICK”. Esta empresa se especializa en la creación de materiales de aislamiento térmico a partir del reciclaje de textiles combinados con fibras de carbono. Al estudiar su metodología y los resultados de su trabajo, podemos obtener un análisis más objetivo y fundamentado sobre las posibilidades y ventajas de utilizar estos materiales reciclados como aislantes térmicos. Dado que el material propuesto, que sustituye la fibra de carbono por fibras vegetales "dour", no existe en el mercado

### 1 COMPOSICIÓN

El material se compone de dos materiales que hemos analizado en las partes anteriores. En primer lugar, encontramos el material aislante, la función principal en el sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior “SATE”. Este componente está constituido por que son comprimidos, formando así una capa compacta de alta eficiencia térmica. Por otro lado, se integra fibra que aporta una función adicional de resistencia, mejorando la durabilidad global del material. La combinación estratégica de estos dos materiales resulta en un producto final que proporciona un excelente aislamiento térmico y ecológico.

## 2 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL MATERIAL

Para la creación del material, después de realizar todos los paseos que hemos observado en la parte interior destinada al reciclaje textil, con el objetivo de obtener un textil limpio y triturado, se procede a mezclarlo con las fibras. Una vez obtenida esta composición, se añade resina epoxi como medio de unión entre el textil y las fibras vegetales. Posteriormente, el material se coloca dentro de un molde y se le aplica una fuerza de compresión.

### 2.1 Razones por las cuales la compresión es necesaria

**Mejora de la eficiencia térmica:** Comprimir el textil reciclado puede aumentar su densidad, lo que a su vez mejora su capacidad para atrapar el aire. El aire es un buen aislante térmico, y al comprimir el material, se puede maximizar la cantidad de aire atrapado, mejorando así la eficiencia del aislamiento.

**Espesor reducido:** La compresión permite reducir el espesor del material sin comprometer su capacidad aislante

**Facilita la instalación:** Los materiales comprimidos son más fáciles de manejar y transportar. La compresión puede facilitar la instalación del aislamiento

**Mejora la estabilidad estructural:** La compresión puede proporcionar estabilidad estructural al material, evitando la degradación o el asentamiento con el tiempo.

**Control de la densidad:** La compresión permite controlar la densidad del

material, lo que puede ser crucial para adaptar el aislamiento térmico a diferentes requisitos y aplicaciones



*Imagen 9. Proceso de producción del material. FABBRICK. (13)*

### 3 EJECUCIÓN Y PUESTA EN OBRA

La disposición del material se lleva a cabo utilizando las mismas capas del sistema de aislamiento térmico por exterior "SATE". Se componía de una capa de aislamiento con el material analizado. Sobre este aislante, se coloca una malla para reforzar y garantizar la durabilidad del aislamiento. Finalmente, se aplica una capa de revestimiento con dos funciones fundamentales. En primer lugar, protege el aislamiento de las condiciones meteorológicas, y, en segundo lugar, contribuye al aspecto estético final del edificio.

#### 3.1 Capa aislante

La capa aislante que se analizará para la ejecución es el aislamiento térmico de "FABBRICK", compuesto de textil reciclado con fibra. Como se explicó anteriormente, el aislamiento mediante textil reciclado y fibras vegetales, en este caso de palma "douw", no existe en el mercado. Sin embargo, el producto que utilizaremos para nuestro análisis es similar,

ya que también se basa en el reciclaje de textiles combinados con fibras, aunque en este caso se emplea fibra de carbono. Al estudiar la metodología y los resultados obtenidos por FABBRICK, podemos evaluar de manera más objetiva las posibilidades y ventajas de utilizar estos materiales reciclados como aislantes térmicos, así permite proporcionando una visión completa de sus potenciales.

<b>FICHE TECHNIQUE</b>	
<b>Composition</b>	textiles broyés + liant biosourcé
<b>Dimensions (cm)</b> ces dimensions peuvent légèrement varier	20x10
<b>Épaisseur (cm)</b> ces dimensions peuvent légèrement varier	2,5
<b>Masse volumique (kg/m<sup>3</sup>)</b>	500
<b>Surface</b>	poreuse
<b>Coloris</b>	9 coloris catalogue ou sur mesure (sans colorant ajouté)
<b>Motif</b>	3 motifs possibles: uni, terrazzo et dégradé
<b>Finition</b>	vernis facultatif (fortement recommandé si la zone est sujet aux frottements)
<b>Coefficient d'absorption acoustique (NF EN ISO 11654)</b>	0,45
<b>Conductivité thermique (W/mK) (NF EN 12667 : 2001)</b>	0,085
<b>Classement de réaction au feu (NF P92-501 : 1995)</b>	M2 (possibilité M1)
<b>Émission de composés organiques volatils</b>	étiquetage français A+
<b>Entretien</b>	aspiration douce tous les 3 à 5 mois
<b>Indication geste de tri</b>	possibilité de réintroduire les rebuts à la production
<b>Production</b>	fabriqué à Paris

Cette fiche technique annule et remplace les précédentes. Assurez vous qu'elle est toujours en vigueur. Toute utilisation ou mise en œuvre des matériaux non conforme aux règles prescrites dans ce document, dégage le fabricant de toute responsabilité, notamment de sa responsabilité solidaire (art.1792-4 du code civil).

Mise à jour 06/2024

*Imagen 10. Ficha técnica del textil reciclado. FABBRICK (13)*

### 3.2 Capa base de armadura

Según lo observado en la parte interior, la capa de la malla base se aplica sobre el aislante térmico para proporcionarle una mayor resistencia y durabilidad a lo largo del tiempo, esto debido a una continuidad que debe tener esta capa. En nuestro proyecto, orientado hacia una perspectiva ecológica en el "SATE", consideramos reemplazar la convencional malla de fibra de vidrio, una de las opciones más comunes en el sistema, por una alternativa más ecológica y respetuosa con el medio ambiente, como:

**Malla de cáñamo:** El cáñamo es una fibra natural y renovable que se puede utilizar para fabricar mallas de refuerzo. Es resistente y biodegradable, lo que hace que sea una opción más sostenible.

**Malla de lino:** Similar al cáñamo, el lino es otra fibra natural que se puede utilizar para crear mallas de refuerzo. Es biodegradable y se obtiene de la planta del lino.

**Malla de yute:** El yute es una fibra vegetal que proviene de la planta del mismo nombre. Es biodegradable, renovable y tiene propiedades de resistencia que podrían ser útiles como malla de refuerzo.

**Malla de polímeros reciclados:** En lugar de utilizar nuevas materias primas, se pueden emplear polímeros reciclados, como el plástico reciclado, para fabricar mallas de refuerzo. Esto contribuye a la reducción de residuos y la reutilización de materiales existentes.

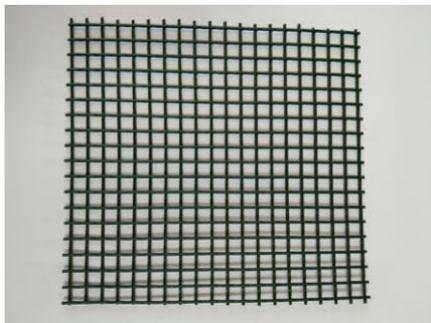
En este trabajo, centraremos nuestra atención en la utilización de Malla de polímeros reciclados. Esta elección se debe a que es un material

reciclado compatible con nuestro enfoque, que busca una alternativa ecológica para el Sistema de Aislamiento Térmico Exterior (SATE). Este material puede ofrecer diversas ventajas desde una perspectiva ambiental y de sostenibilidad como:

**Sostenibilidad:** El uso de polímeros reciclados contribuye a la reducción de residuos y a la promoción de prácticas más sostenibles. Al reciclar materiales existentes, se disminuye la demanda de recursos naturales y se evita la generación de nuevos desechos.

**Reducción de la huella de carbono:** La producción de polímeros reciclados suele requerir menos energía en comparación con la fabricación de materiales vírgenes. Esto puede resultar en una menor emisión de gases de efecto invernadero y, por ende, en una reducción de la huella de carbono asociada al uso de estas mallas.

**Promoción de la economía circular:** La adopción de mallas de polímeros reciclados fomenta la economía circular al reintroducir materiales reciclados en nuevos productos. Este enfoque contribuye a cerrar el ciclo de vida de los materiales y a minimizar la dependencia de recursos no renovables.



*Imagen 11. Malla de polímeros reciclados. LEROY MERLIN*

### 3.3 Capa de acabado

La capa de acabado Desarrolla un papel fundamental en el Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior "SATE", por dos elementos esenciales. En primer lugar, cumple la vital función de proteger la capa de aislamiento, realizando una protección efectiva que contribuye significativamente a prolongar su durabilidad. En segundo término, esta capa de acabado no solo se limita a aspectos puramente funcionales, sino que despliega una función estética, añadiendo un componente visual atractivo que no solo embellece la estructura, sino que también puede armonizar con el entorno arquitectónico circundante. De esta manera, la capa de acabado en el contexto del "SATE" no solo fortalece las propiedades físicas del sistema, sino que también aporta una dimensión estilística que contribuye a la apreciación estética global del edificio. Con los principios de sostenibilidad y respeto al medio ambiente, se propone la aplicación de una capa de acabado elaborada a partir de mortero natural de silicato.

**Mortero natural de silicato:** El mortero natural de silicato se compone principalmente de dos ingredientes clave, silicato de potasio y áridos minerales, el mortero natural de silicato es conocido por ser una opción respetuosa con el medio ambiente, ya que se basa en ingredientes naturales y no contiene productos químicos dañinos. Además, no solo se distingue por su composición respetuosa con el entorno, sino que también destaca por su capacidad para favorecer la transpiración de las paredes. Esta característica es esencial para prevenir la acumulación de humedad, Este mortero natural de silicato no solo se distingue por su composición respetuosa con el entorno, sino que también destaca por su

capacidad para favorecer la transpiración de las paredes. Esta característica es esencial para prevenir la acumulación de humedad, promoviendo así un ambiente estructural más saludable y duradero. La elección de este tipo de capa de acabado no solo aborda las preocupaciones ambientales, sino que también enfatiza la importancia de incorporar soluciones sostenibles en la construcción, contribuyendo así a un enfoque más holístico y sostenible en el diseño y mantenimiento de edificaciones.

El mortero natural de silicato proporciona una base versátil y resistente que puede ser recubierta con diversos tipos de revestimientos para cumplir con requisitos estéticos y funcionales. Los revestimientos comunes que se pueden aplicar son:

**Pinturas minerales:** Estas pinturas están formuladas para ser compatibles con el mortero de silicato. Proporcionan una capa de color duradera y permeable al vapor de agua, lo que mantiene la transpirabilidad de la pared.

**Revestimientos de cal:** Los revestimientos de cal son una opción tradicional y ecológica. Aportan una apariencia natural y permiten que la pared transpire. Además, son flexibles y pueden adaptarse bien a sustratos como el mortero de silicato.

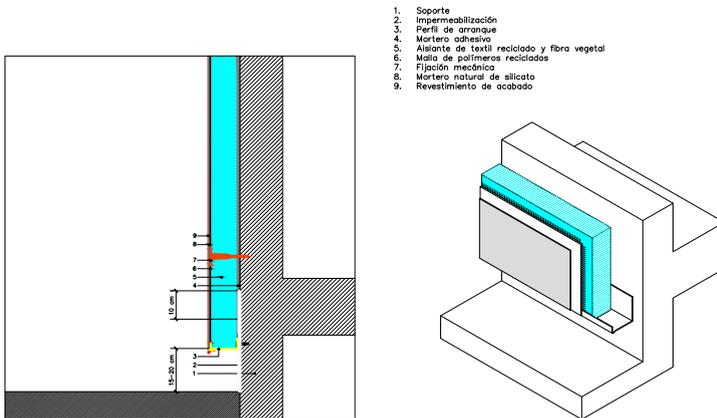
**Revestimientos texturizados:** Estos revestimientos a menudo contienen agregados como arena o gránulos que crean una textura especial en la superficie, añadiendo dimensión y estilo al acabado.

## 4 DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS

En este apartado, procederemos a analizar detalladamente los diferentes aspectos particulares y la metodología empleada para llevar a cabo los distintos puntos singulares en relación con el sistema propuesto.

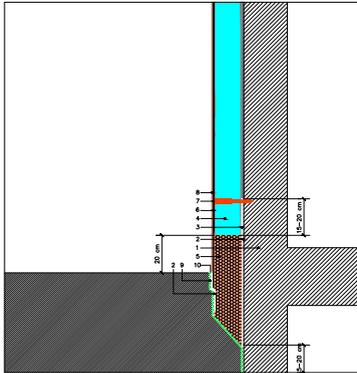
### 4.1 Detalle Constructivo Arranque

#### Detalle arranque sin enterrar



*Figura 4. Detalle constructivo arranque sin enterrar. Adaptación.*

## Detalle arranque enterrado



1. Soporte
2. Impermeabilización
3. Mortero adhesivo
4. Aislante Aislante de textil reciclado y fibra vegetal
5. Placa aislante XPS
6. Malla de polímeros reciclados
7. Mortero natural de silicato
8. Revestimiento de acabado
9. Lámina drenante
10. Sellado

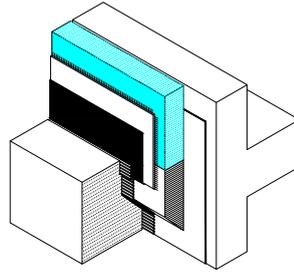
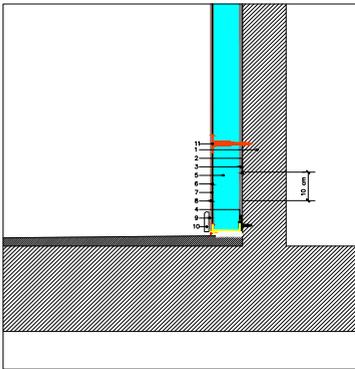


Figura 5. Detalle constructivo arranque enterrado. Adaptación.

## Detalle arranque en balcón



1. Soporte
2. Impermeabilización
3. Mortero adhesivo
4. Perfil de arranque
5. Aislante Aislante de textil reciclado y fibra vegetal
6. Malla de polímeros reciclados
7. Mortero natural de silicato
8. Revestimiento de acabado
9. Mortero cola
10. Rodapié
11. Fijación mecánica

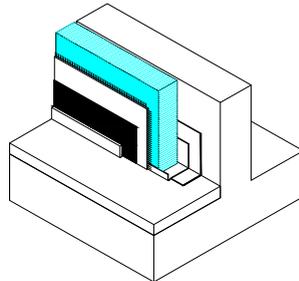
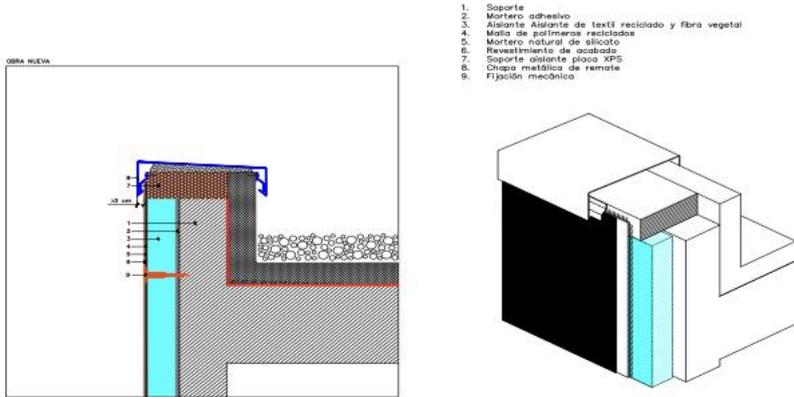


Figura 6. Detalle constructivo arranque en balcón. Adaptación.

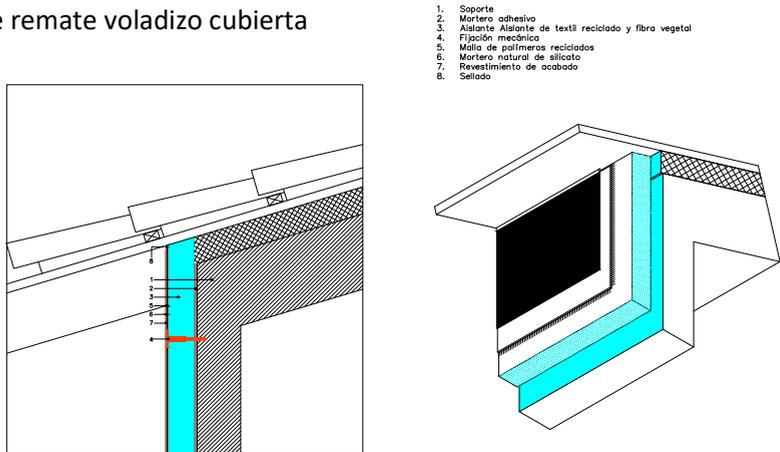
## 4.2 Detalle Constructivo remate



1. Soporte
2. Mortero adhesivo
3. Aislante Aislante de textil reciclado y fibra vegetal
4. Malla de polímeros reciclados
5. Mortero natural de silicato
6. Revestimiento de acabado
7. Soporte aislante placa XPS
8. Chapa metálica de remate
9. Fijación mecánica

Figura 7. Detalle constructivo remate albardilla. Adaptación

## Detalle remate voladizo cubierta

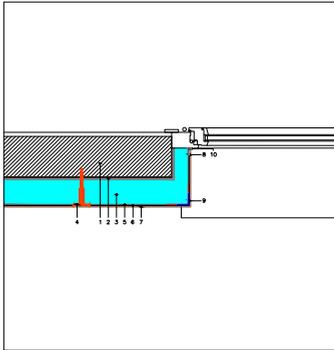


1. Soporte
2. Mortero adhesivo
3. Aislante Aislante de textil reciclado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Malla de polímeros reciclados
6. Mortero natural de silicato
7. Revestimiento de acabado
8. Sellado

Figura 8. Detalle constructivo remate voladizo. Adaptación.

### 4.3 Detalle constructivo hueco

#### Detalle hueco jamba aislada



1. Soporte
2. Mortero adhesivo
3. Aislante Aislante de textil reciclado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Mató de polímeros reciclados
6. Mortero natural de sílice
7. Revestimiento de acabado
8. Perfil de PVC remate ventana
9. Perfil cantonera esquinero
10. Sellado

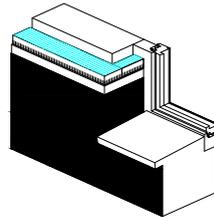
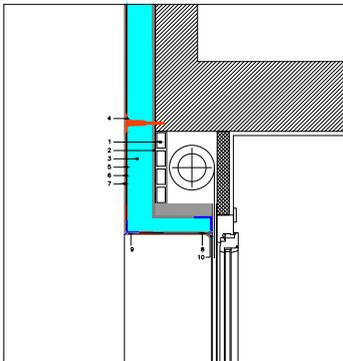


Figura 9. Figura 20. Detalle constructivo hueco jamba. Adaptación.

#### Detalle hueco caja de persiana



1. Soporte
2. Mortero adhesivo
3. Aislante Aislante de textil reciclado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Mató de polímeros reciclados
6. Mortero natural de sílice
7. Revestimiento de acabado
8. Perfil de PVC remate ventana
9. Perfil cantonera esquinero
10. Sellado

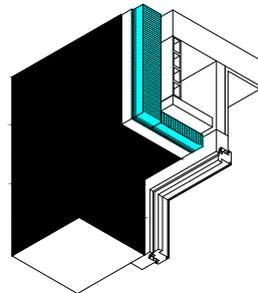
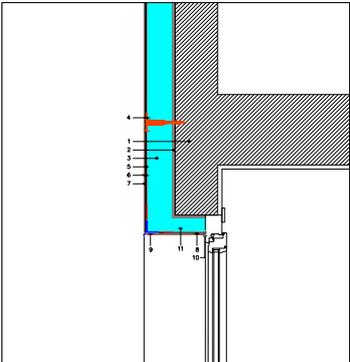


Figura 10. Figura 21. Detalle constructivo caja persiana. Adaptación.



Imagen 12. Imagen caja de persiana aislada. TECTONICA. (7)

Detalle hueco dintel



- 1. Soporte
- 2. Mortero adhesivo
- 3. Aislante Aislante de textil reciclado y fibra vegetal
- 4. Fijación mecánica
- 5. Malla de polímeros reciclados
- 6. Mortero natural de silicato
- 7. Revestimiento de acabado
- 8. Perfil de PVC remate ventana
- 9. Perfil cantonera esquinero
- 10. Sellado

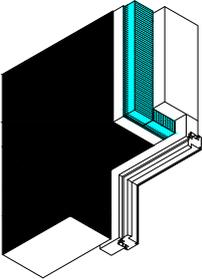


Figura 11. Detalle constructivo hueco dintel. Adaptación.

### Detalle hueco alfeizar metálico “obra nueva”

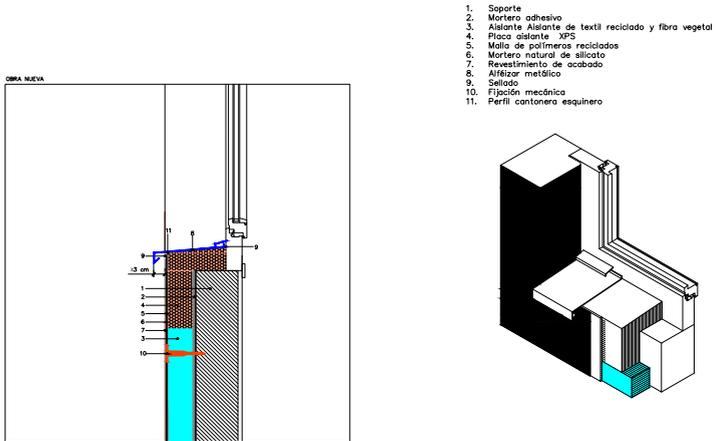


Figura 12. Detalle constructivo hueco alfeizar metálico. Adaptación.

### Detalle hueco alfeizar metálico “rehabilitación”

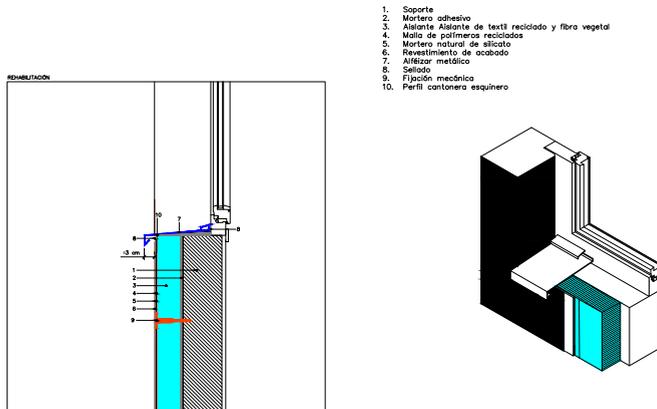


Figura 13. Detalle constructivo hueco alfeizar metálico. Adaptación

### Detalle hueco alfeizar de piedra “obra nueva”

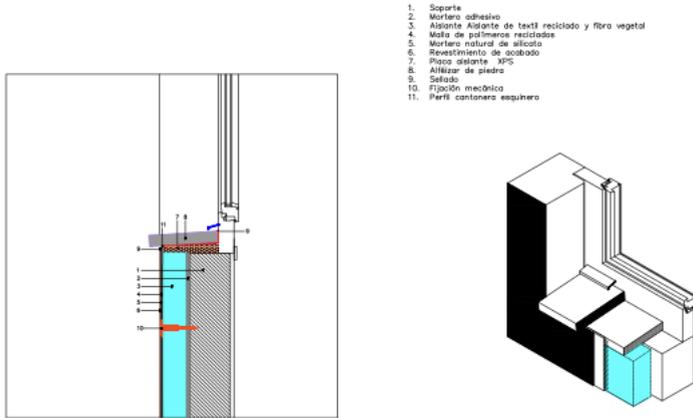


Figura 14. Detalle constructivo hueco alfeizar de piedra. Adaptación.

### Detalle hueco alfeizar de piedra “rehabilitación”

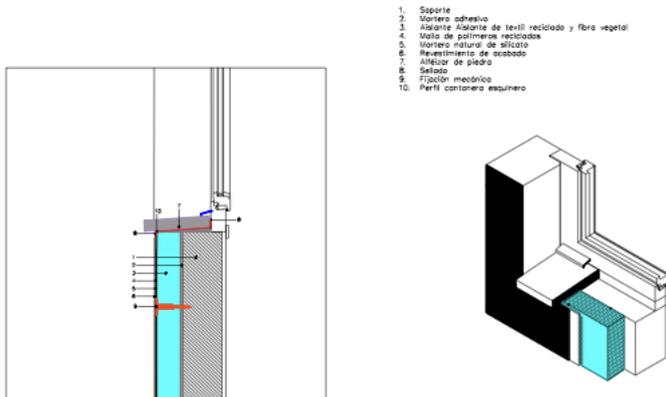


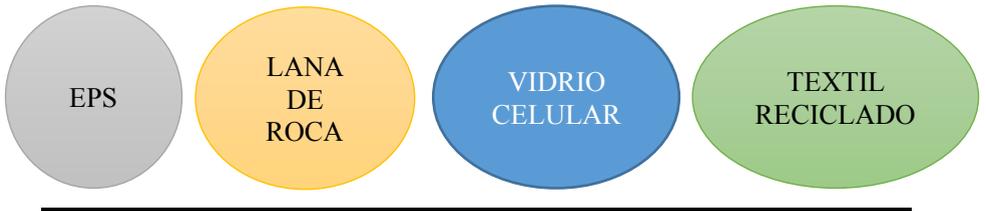
Figura 15. Detalle constructivo hueco alfeizar de piedra. Adaptación.

Según lo que podemos observar en los siguientes detalles constructivos, la forma de colocación del sistema de aislamiento térmico por el exterior "SATE" es la misma. El único cambio reside en los materiales empleados, como en nuestro caso, la incorporación del textil reciclado como capa de aislamiento, así como la consideración de alternativas ecológicas y respetuosas con el medio ambiente por la malla de refuerzo de cambiar la malla de fibra de vidrio por una malla poliméricos reciclados y cambiar la capa de mortero de protección por un mortero natural de silicato. Esto nos permite proponer una alternativa ecológica completa del "SATE".

Se pueden observar en algunos detalles que podemos proponer dos tipos de colocación, según si se trata de una nueva obra, lo que nos permite, por ejemplo, tener la parte del alféizar en las ventanas también aislado, mejorando así la eficiencia energética de la vivienda. Por otro lado, en el caso de una obra de rehabilitación, el sistema debe adaptarse al edificio existente, lo que también reduce las partes de eficiencia energética, pero a un grado menor. Lo que también podemos observar es que, en algunos detalles, como en el detalle de arranque enterrado, empleamos una placa de aislamiento XPS. Esto mejora el sistema en sí mismo, ya que el XPS conserva su forma y tamaño a lo largo del tiempo, lo que significa que no se encoge ni se deforma con el tiempo. Además, es capaz de soportar cargas pesadas sin perder sus propiedades de aislamiento, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en áreas donde se anticipan cargas elevadas. También se puede combinar fácilmente con otros materiales de construcción. Es por esto que, en zonas como el arranque enterrado, aplicamos placas de XPS en lugar de placas de textil reciclado, ya que la capacidad del XPS para soportar cargas pesadas es mayor que la del textil reciclado.

## V. Análisis Comparativo

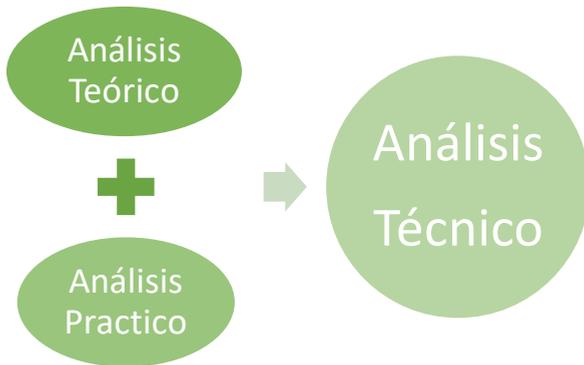
En esta parte del trabajo, nos sumergiremos en un análisis comparativo detallado, abordando los aspectos técnicos, económicos y ecológicos del sistema propuesto, que consiste en utilizar un material como el textil reciclado y fibra vegetal como aislamiento térmico por el exterior. Con el fin de garantizar la objetividad de nuestra comparación, contrastaremos nuestro material con tres tipos diferentes de aislamientos térmicos comúnmente utilizados en el mercado actual. Estos incluyen la lana de roca, un material de origen mineral que presenta numerosas ventajas desde varios puntos de vista; el poliestireno expandido "EPS", ampliamente empleado en aislamiento térmico debido a su bajo costo y capacidad aislante, y para tener también un punto de comparación más ecológico, hemos elegido el vidrio celular, por ser un material ecológico y reciclado, como punto de similitud con nuestro material. Esta comparación de estos cuatro materiales aislantes distintos puede ayudarnos a obtener resultados más objetivos sobre la competitividad de nuestro material con las distintas opciones que ofrece el mercado actual.



## 1 ASPECTO TÉCNICO

La comparación desde el punto de vista técnico se realizará de dos formas distintas pero complementarias. En primer lugar, llevaremos a cabo un análisis teórico de las características de cada material y sus ventajas. Este análisis se basará en la evaluación de propiedades clave como la conductividad térmica, la densidad, la resistencia a la compresión, la resistencia al fuego y la permeabilidad al vapor de agua, entre otras. Además, examinaremos las consideraciones técnicas específicas relacionadas con la instalación y el rendimiento a largo plazo de cada material en aplicaciones de aislamiento térmico. En segundo lugar, realizaremos un análisis de aplicación práctica de cada material mediante la implantación de un sistema de aislamiento térmico en el exterior de un edificio existente. Este análisis práctico implicará la simulación computacional del comportamiento térmico del edificio utilizando modelos de software especializados en dinámica de fluidos y transferencia de calor. Mediante la introducción de los datos específicos de cada material, como sus propiedades térmicas y geométricas, podremos evaluar cómo cada material afecta al rendimiento energético del edificio, su confort térmico interior y su durabilidad a lo largo del tiempo. Este enfoque integral nos permitirá obtener una visión completa

y detallada de las capacidades y limitaciones de cada material en términos de aislamiento térmico. Al combinar el análisis teórico con la simulación práctica, podremos identificar los materiales más adecuados para aplicaciones específicas en la construcción, teniendo en cuenta factores técnicos, económicos y medioambientales.



### 1.1 Análisis teórico

El primer paso es realizar fichas técnicas para cada uno de los materiales. Estas fichas nos proporcionarán un resumen detallado de las características importantes de cada material, lo que nos permitirá realizar un análisis comparativo exhaustivo. En estas fichas técnicas, se incluirán datos relevantes como la conductividad térmica, la densidad, la resistencia a la compresión, la clasificación de resistencia al fuego y la permeabilidad al vapor de agua, entre otros.

## LANA DE ROCA



-Conocida como lana de roca o lana de vidrio, fabricado a partir de minerales naturales como la roca basáltica o el vidrio reciclado. Su composición puede variar ligeramente según el fabricante y el tipo específico de lana mineral.

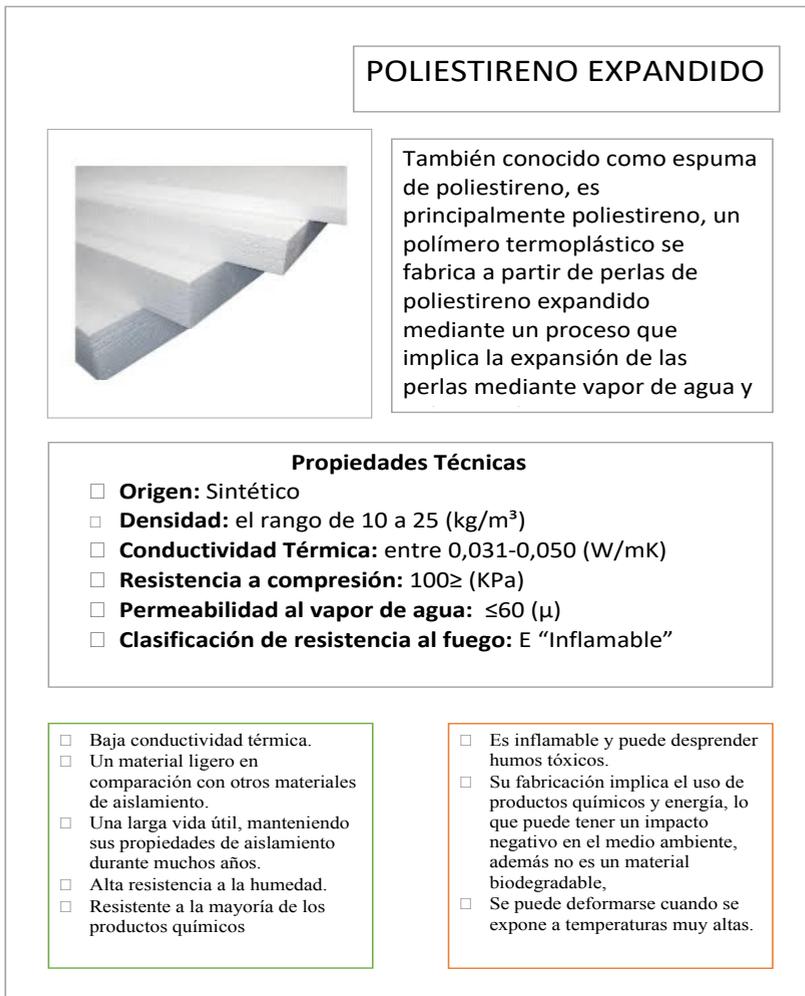
### Propiedades Técnicas

- Origen:** Mineral
- Densidad:** el rango de 40 a 200 (kg/m<sup>3</sup>)
- Conductividad Térmica:** entre 0.033 y 0.040 (W /m.K).
- Resistencia a compresión:** (≥50 KPa)
- Permeabilidad al vapor de agua:** 1(μ)
- Clasificación de resistencia al fuego:** A1 “No Combustible”

- Excelentes prestaciones térmicas y acústicas.
- Protección pasiva contra el fuego.
- Mantiene las prestaciones termo acústicas a lo largo de la vida útil del edificio.
- Químicamente neutro.

- Su fabricación requiere altas temperaturas y consume energía.
- Puede absorber humedad si se expone constantemente a condiciones húmedas.
- Favorecer el crecimiento de moho y hongos si no se maneja adecuadamente.

Figura 16. Ficha técnica de la lana de roca. Adaptación. SMARTROOF (24)



## VIDRIO CELULAR



El vidrio celular, también conocido como vidrio espumado o vidrio de células cerradas, es un tipo de vidrio que se caracteriza por tener una estructura celular interna similar a la de una espuma. Esta estructura se forma durante el proceso de fabricación.

### Propiedades Técnicas

- Origen:** Mineral
- Densidad:** el rango de 130 a 170 (kg/m<sup>3</sup>)
- Conductividad Térmica:** entre 0,038-0,050 (W/mK)
- Resistencia a compresión:** 700≥ (KPa)
- Permeabilidad al vapor de agua:** Nula
- Clasificación de resistencia al fuego:** A1 “no combustible”

- El vidrio celular es resistente a la humedad, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en áreas propensas a la humedad.
- Conserva su forma y tamaño original a lo largo del tiempo.
- El vidrio celular tiene una baja conductividad térmica, lo que significa que es eficaz para reducir la transferencia de calor .

- El vidrio celular tiende a ser más caro que otros materiales de aislamiento.
- Es un material frágil y quebradizo, lo que puede dificultar su manipulación e instalación.
- El vidrio celular puede tener un peso significativo, lo que puede aumentar la carga estructural en las áreas donde se instala.

Figura 18. Ficha técnica del vidrio celular. Adaptación. FOAMGLAC

Trabajo Fin de Grado Reda Amlal

Grado en Arquitectura Técnica – ETS de Ingeniería de Edificación – Universitat Politècnica de València

## TEXTIL RECICLADO



El textil reciclado se obtiene a partir de fibras textiles recuperadas de productos textiles que han llegado al final de su vida útil. Estas fibras textiles recicladas se procesan y transforman en un material adecuado para su uso como aislante térmico y acústico.

### Propiedades Técnicas

- Origen:** textil
- Densidad:** el rango de 30 a 400 (kg/m<sup>3</sup>)
- Conductividad Térmica:** entre 0,035-0,06 (W/mK)
- Resistencia a compresión:** ≥150 (KPa)
- Permeabilidad al vapor de agua:** 0.05
- Clasificación de resistencia al fuego:** C “combustible”

- El textil reciclado tiene una baja permeabilidad al vapor de agua.
- Puede ser susceptible a la degradación con el tiempo, especialmente si no se protege adecuadamente contra la humedad.
- La calidad del textil reciclado puede variar dependiendo de la fuente y el proceso de reciclaje.

- Proporcionar un buen aislamiento térmico y acústico, ayudando a mejorar la eficiencia energética de los edificios y proporcionando confort interior.
- Contribuye a la reducción de residuos textiles y al fomento de la economía circular.
- Reduce la necesidad de utilizar recursos naturales y energía para producir nuevos materiales.

Figura 19. Ficha técnica del textil reciclado. Adaptación. FABBRICK(3)

Según el análisis de las fichas técnicas que nos presentan las diversas características técnicas de cada uno de los cuatro aislamientos para su aplicación en sistemas de aislamiento térmico por el exterior, para mejorar el análisis podemos presentar los resultados de forma esquemática como lo siguiente:

### 1.1.1. Resistencia térmica

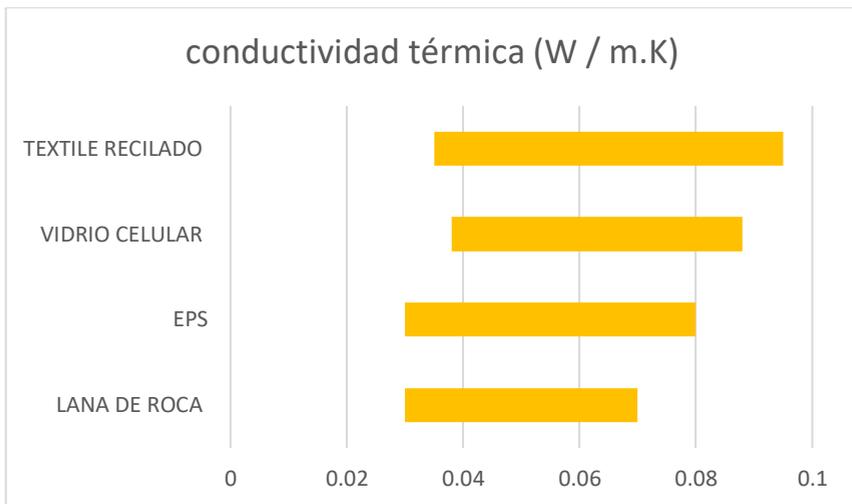


Figura 20. Gráfica comparativa de la resistencia térmica de lo aislamiento. Elaboración propia

Se puede observar que nuestro material ofrece los mismos valores y la misma capacidad de aislamiento que los varios materiales analizados, También se observa que la conductividad térmica es un poco más alta que en los otros aislamientos. Esto puede explicarse debido a que el textil reciclado está compuesto por una variedad de textiles, cuyos valores pueden variar mucho. Por eso, para lograr un mejor resultado durante el

reciclaje del textil, es mejor que utilicemos más los textiles de origen natural como componente principal, así ofrecen un mejor aislamiento.

$$R = \frac{e(m)}{\lambda (W/(K \cdot m))}$$

e el espesor de la capa (m) y  $\lambda$  (lambda) la conductividad térmica del material,  $W/(K \cdot m)$

Esta fórmula no permite calcular el valor de la resistencia térmica de cada material, y de ella podemos deducir que cuando un material tiene un menor valor de conductividad térmica, su espesor será menor para una eficiencia mejor. En este caso, el poliestireno expandido es el mejor material, ya que ofrece un mejor aislamiento térmico con un espesor de material menor. Sin embargo, al mismo tiempo, es el material con un mayor impacto medioambiental debido a su fabricación y su origen.

### 1.1.2. Resistencia mecánica

Es verdad que el aspecto mecánico de un aislamiento es una característica en la que nos fijamos mucho, pero en este caso, al hablar de aislamiento térmico por el exterior, donde el aislamiento recibe muchas fuerzas mecánicas, este valor tiene una importancia importante. En nuestro caso hemos analizado la resistencia a compresión Según nuestro análisis de los siguientes materiales, podemos observar lo siguiente:

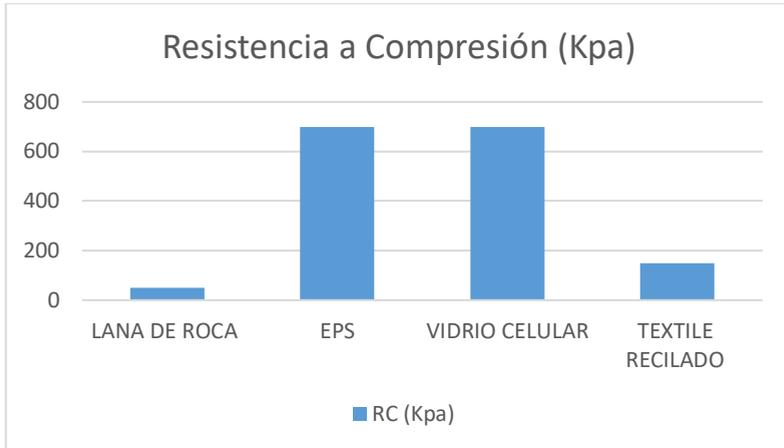


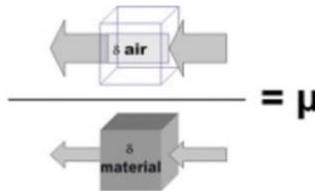
Figura 21. Gráfica comparativa de la resistencia a compresión de lo aislamiento. Elaboración propia

Se puede observar una gran diferencia entre los valores de los cuatro materiales. Esto se explica por dos factores, el origen de cada material, y también la estructura que tiene cada material, es lo que explica que el poliestireno expandido (EPS) y el vidrio celular tengan una mejor resistencia a la compresión. En cuanto a nuestro material, su resistencia a la compresión está tomada en los valores sin añadir la resistencia que le ofrecen las fibras vegetales de (Doum), y se puede mejorar más su resistencia si se añade resina como elemento de unión durante la fabricación del textil reciclado.

### 1.1.3. Resistencia a la humedad

La resistencia a la humedad es una característica muy importante al momento de realizar un aislamiento térmico por el exterior (SATE). Dado que este sistema se coloca en la parte exterior del edificio, el material

aislante estará expuesto a una variedad de elementos naturales, incluida la exposición al agua. Esta característica se evalúa mediante la fórmula del factor ( $\mu$ ) de resistencia a la difusión del vapor de agua. Se calcula dividiendo la permeabilidad del vapor de agua en el aire por la permeabilidad al vapor de un material poroso.



Esto significa que cuando el valor es más alto, el material aislante es más impermeable. En este caso, el poliestireno expandido EPS es el material con la resistencia al vapor de agua más alta. Esto se explica por su composición y también por la estructura del material, que le confiere una mejor capacidad de impermeabilización. Sin embargo, nuestro material presenta una baja capacidad de impermeabilización, y esto se explica por las mismas razones que para el EPS. Este aspecto se puede mejorar cuando usamos resina como elemento de unión al textil durante su fabricación, lo que permite mejorar su capacidad de resistencia a la humedad.

#### 1.1.4. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego es una característica crucial que ha demostrado su importancia, especialmente al seleccionar un sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE). Este aspecto cobra relevancia debido a los riesgos potenciales de incendio en edificios. La elección de un material con alta resistencia al fuego no solo proporciona protección contra la

propagación del fuego, sino que también puede contribuir a la seguridad estructural y a la preservación de vidas en caso de un incendio. Para analizar estas características, hemos decidido apoyarnos en la clasificación EUROCLASES EN13501-1.

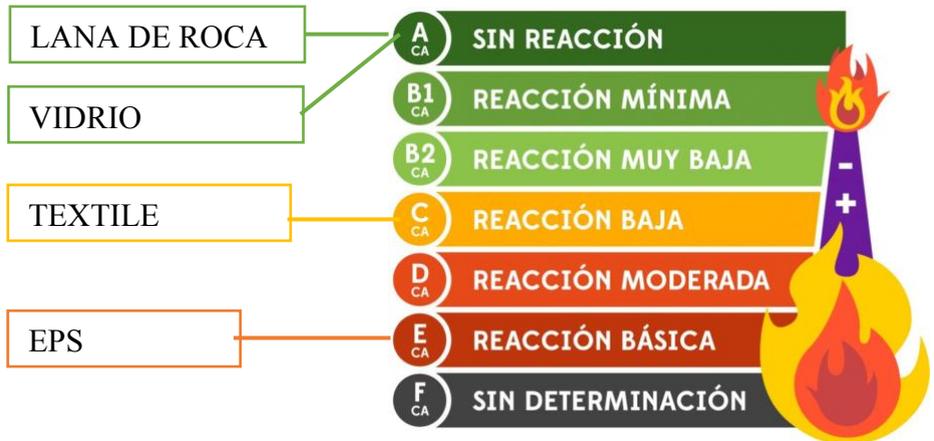


Figura 22. Clasificación de la resistencia al fuego. Metecno España, S.A.U. Interpretación. (20)

En este caso, el poliestireno expandido (EPS), que muestra buenos resultados en otras características, presenta una resistencia al fuego muy bajo, siendo clasificado según las EUROCLASES como inflamable. Esto se ha evidenciado en varios incidentes ocurridos al usar EPS como material aislante en sistemas de aislamiento por el exterior. Por otro lado, el vidrio celular y la lana de roca exhiben una mejor resistencia al fuego. Aunque el textil reciclado como aislamiento está clasificado como combustible, la adición de ciertos materiales puede mejorar su capacidad y resistencia al fuego como Aplicar tratamientos químicos ignífugos al textil reciclado para reducir su inflamabilidad y mejorar su resistencia al fuego.

## 1.2 Análisis práctico “caso de estudio “

Después de realizar un análisis teórico sobre los cuatro tipos de aislamiento térmico propuestos, en esta parte del trabajo vamos a realizar un análisis práctico aplicando los mismos cuatro tipos de aislamiento: lana de roca, poliestireno expandido, vidrio celular y textil reciclado, sobre el mismo edificio. Utilizaremos el programa “CE3X”, que es un software desarrollado por “Efinovatic” y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) para generar el Documento Reconocido para la Certificación Energética de Edificios Existentes. Este programa también cumple con los requisitos del CTE y su documento básico de eficiencia energética (DB-HE).

### 1.2.1 Información previa del edificio

El edificio elegido es un edificio residencial de 20 viviendas sobre 6 plantas y una planta sótano situado Calle Carretera de Picanya, 11 46200 PAIPORTA “VALENCIA” , con una superficie total construida es de 3.260,66 m<sup>2</sup>, siendo 2.440,71 m<sup>2</sup> la superficie construida de vivienda,

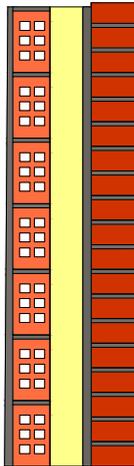


Imagen 13. Fachada actual del edificio

683,94 m<sup>2</sup> la de garaje y 136,01 m<sup>2</sup> la de trasteros . Su superficie de parcela es de 490 m<sup>2</sup>.

La referencia catastral es: 1977101YJ2617N

En la memoria del proyecto “anexo 1” la fachada se compuesta de Fábrica de ladrillo cara vista, enfoscado interior con mortero hidrófugo, aislamiento térmico de poliestireno extruido de 8 cm de espesor, cámara de aire y hoja interior de fábrica de ladrillo hueco de 7 cm revestido interiormente.



*Figura 23. Composición de la fachada. Elaboración Propia*

Para nuestro análisis comparativo, vamos a mantener la misma composición existente en la memoria del proyecto y aplicar sobre ella un sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE), donde el único material que cambiaremos será el aislamiento térmico aplicado. De esta

manera, podemos asegurarnos de que los resultados obtenidos serán afectados solamente por el cambio de aislamiento.

### 1.2.2 *Análisis de la eficiencia energética*

El primer paso en el software CE3X es añadir toda la información sobre la situación del edificio. Y también los datos del técnico que certifica.

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:			
Nombre del edificio	20 viviendas		
Dirección	Calle Carretera de Picanya,11		
Municipio	PAIPORTA	Código Postal	46200
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	2023
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	1977101YJ2617N		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vivienda                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li>• Bloque                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Terciario                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> </li> </ul>

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:			
Nombre y Apellidos	REDA AMLAL	NIF(NIE)	Y5700577h
Razón social	upv	NIF	xxxxx
Domicilio	calle ciscar 18		
Municipio	VALENCIA	Código Postal	46005
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	redaamlal@gmail.com	Teléfono	642190771
Titulación habilitante según normativa vigente	xxxxxx		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

Una vez que el programa disponga de toda la información necesaria sobre la situación del edificio, el siguiente paso es agregar los datos sobre los materiales que conforman la estructura del edificio, así como la información detallada sobre sus instalaciones. En esta sección del

análisis, mantendremos constantes tanto las instalaciones como la composición del edificio. El único elemento que modificaremos será el tipo de aislamiento térmico aplicado. Esto nos permitirá asegurarnos de que cualquier cambio en los resultados se deba exclusivamente a la variación en el tipo de aislamiento térmico utilizado. De este modo, podremos evaluar con precisión el impacto de cada material aislante sobre la eficiencia energética del edificio.

Una vez que el programa disponga de toda esta información, podremos generar un informe que contendrá los siguientes elementos que compararemos:

**Calificación energética del edificio en emisiones:** Este apartado evaluará las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el edificio, proporcionando una calificación que refleje su impacto ambiental.

**Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable:** En esta sección se analizará el consumo de energía primaria no renovable del edificio, proporcionando una calificación que indique la eficiencia energética en términos del uso de recursos no renovables.

**Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración:** Aquí se evaluará la demanda energética específica del edificio para calefacción y refrigeración, ofreciendo una calificación parcial que ayudará a entender la eficiencia del edificio en mantener un ambiente interior confortable.

Al comparar estos elementos, podremos determinar cómo los diferentes tipos de aislamiento térmico afectan la eficiencia energética global del edificio.

## 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			
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A
	1.37		0.39	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-	
0.17		-		
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>				

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>	0.17	376.87
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	1.76	3877.36

### 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			
	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> año]	A	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> año]	A
	6.47		1.85	
	<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	A	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> año]	-	
1.01		-		

### 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
<i>Demanda de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>

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

Fecha  
Ref. Catastral

09/06/2024  
1977101YJ2617N

Página 4 de 6

*Figura 24. Calificación energética de edificio con lana de roca en el "SATE". CE3X*

## 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			
	<b>4.6 B</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>ACS</b>	
	<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	3.81	C	<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>
		<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	0.43	A	<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>·año]</i>	-

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>	0.43	952.03
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	4.20	9254.03

### 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			
	<b>22.4 B</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>	<b>ACS</b>	
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	18.01	C	<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>
		<b>REFRIGERACIÓN</b>	<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	2.55	A	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	-

### 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
<i>Demanda de calefacción [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup>·año]</i>

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

Figura 25. Calificación energética de edificio con EPS en el "SATE".  
CE3X

### 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				
	<b>5.5 B</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	4.60	C	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	0.39
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	0.47	A	Emisiones iluminación [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-	-

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	0.47	1030.20
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	4.99	10987.20

#### 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				
	<b>26.3 B</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> año]	21.73	C	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> año]	1.85
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	2.76	A	Energía primaria iluminación [kWh/m <sup>2</sup> año]	-	-

#### 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.

Fecha: 09/06/2024  
Ref. Catastral: 1977101YJ2617N

Página 4 de 6

*Figura 26. Calificación energética de edificio con vidrio celular en el "SATE" .  
CE3X*

## 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				
	<b>5.5 B</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	Emisiones calefacción [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	4.60	C	Emisiones ACS [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	0.39
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Emisiones globales [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	0.47	A	Emisiones refrigeración [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·año]	-	-

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	0.47	1030.29
Emisiones CO <sub>2</sub> por otros combustibles	4.99	10987.83

### 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				
	<b>26.3 B</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
	Energía primaria calefacción [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	21.73	C	Energía primaria ACS [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	1.85
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	2.76	A	Energía primaria refrigeración [kWh/m <sup>2</sup> ·año]	-	-

### 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.

Fecha  
Ref. Catastral

09/06/2024  
1977101YJ2617N

Página 4 de 6

*Figura 27. Calificación energética de edificio con textil reciclado en el "SATE". CE3X*

### 1.3 Resultados

*Tabla 4. Indicador global del aislamiento. Elaboración propia*

	Lana de roca	EPS	Vidrio celular	Textil reciclado
Indicador global	1.9A	4,6B	5,5B	5,5B

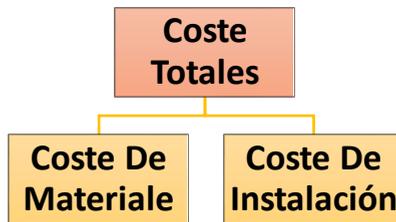
El uso de textil reciclado como aislamiento térmico proporciona una calificación de emisiones de 5.5B y un consumo de energía primaria no renovable de 26.3B. Estos valores indican una moderada eficiencia en comparación con otros materiales. La lana de roca demuestra ser la opción más eficiente entre los cuatro materiales analizados. Presenta una excelente calificación de emisiones de 1.9A y un consumo de energía primaria no renovable de 9.3A, destacándose por su alta capacidad de aislamiento y eficiencia energética. El poliestireno expandido ofrece una calificación de emisiones de 4.6B y un consumo de energía primaria no renovable de 22.4B. Aunque mejor que el textil reciclado, sigue siendo menos eficiente que la lana de roca. El vidrio celular tiene los mismos valores que el textil reciclado, con una calificación de emisiones de 5.5B y un consumo de energía primaria no renovable de 26.3B. Esto sugiere que, en términos de eficiencia energética, ambos materiales son equivalentes.

### 2.3 Conclusión

Comparando los cuatro tipos de aislamiento, la lana de roca emerge como la opción más eficiente. El poliestireno expandido se sitúa en una posición intermedia, mientras que el textil reciclado y el vidrio celular tienen las calificaciones menos favorables en esta comparación.

## 2 ASPECTO ECONÓMICO

Para llevar a cabo un análisis económico completo y objetivo, comenzaremos por desglosar los diversos componentes que conforman el costo total del Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior "SATE". Esto incluye el costo de los materiales, los costes de instalación. En cuanto al costo de los materiales, nos centraremos específicamente en el costo de los materiales de aislamiento. Esto se debe a que los demás materiales que componen el sistema se mantendrán constantes, lo que significa que no variarán los costos asociados.



### 2.1 Los costos de materiales

Para llevar a cabo un análisis exhaustivo de los costos de cada tipo de aislamiento que vamos a comparar, es importante tener en cuenta la diversidad de precios que existe en el mercado. Estos precios pueden variar según el fabricante, así como según las características específicas de cada tipo de aislamiento. Con el fin de obtener un panorama más preciso, hemos preparado la siguiente tabla. Esta nos permitirá calcular el precio medio de cada tipo de aislamiento.

Los precios obtenidos son del Instituto Valenciano de edificación.

Tabla 5. comparativa del precio de los aislamientos. IVE

	PRECIO BAJO (€/m <sup>2</sup> )	PRECIO ALTO (€/m <sup>2</sup> )	PRECIO MEDIO (€/m <sup>2</sup> )
LANA DE ROCA	14,30	61,65	37,97
EPS	5,00	38,70	21,85
VIDRIO CELULAR	18,5	73,27	45,88
TEXTIL RECICLADO	15,3	63,41	39,35

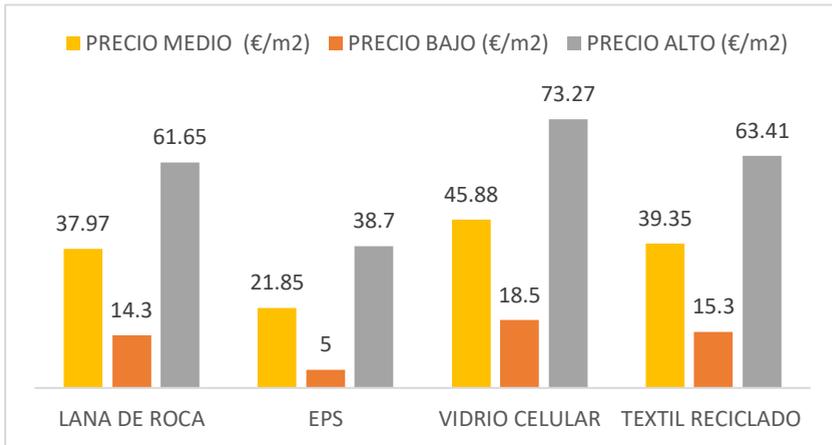


Figura 28. Grafica de comparativa del Precios de los aislamientos. Elaboración propia. IVE

Según las siguientes gráficas que muestran los precios medios de cada tipo de aislamiento, podemos observar que, desde un punto de vista económico, tanto la lana de roca como el poliestireno expandido (EPS) son las opciones más económicas en términos de coste. Sin embargo, el vidrio celular, que es más parecido a nuestro material desde el punto de vista ecológico, resulta ser más caro que estos últimos. Esta disparidad de precios se explica principalmente por la oferta y la demanda del mercado. La lana de roca y el EPS son dos materiales altamente demandados en el mercado actual, mientras que el vidrio celular, a pesar de sus ventajas ecológicas, tiene un alto costo de producción y no se utiliza tanto en comparación. Esta diferencia en la demanda y disponibilidad en el mercado influye directamente en los precios de cada material.

Para los demás componentes que integran el Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior "SATE", proponemos que tanto la malla de refuerzo, la capa de mortero y el acabado final sean los mismos empleados con los diversos tipos de aislamiento que estamos analizando. Esta decisión tiene como objetivo garantizar que el coste de estos componentes sea uniforme, lo que nos permitirá centrarnos más en el impacto que tiene el tipo de aislamiento en el coste total del sistema. Además, al mantener constante la selección de estos materiales, podremos realizar una comparación más precisa y objetiva entre los distintos tipos de aislamiento, sin que la variación en los materiales empleados afecte a los resultados del análisis.

## **2.2 Los costes de instalación y costes total**

Para calcular el costo de instalación, y también el coste total utilizaremos los precios de la base de datos del Instituto Valenciano de la Edificación "IVE" como fuente. Esto nos permitirá desglosar el precio del Sistema "SATE" con los diferentes tipos de aislamiento. El sistema de aislamiento

térmico que vamos a analizar se componía de los mismos materiales; la única variable es el tipo de aislamiento empleado en el sistema. A continuación, se ofrece una descripción completa del sistema:

Sistema de Aislamiento Térmico Exterior (SATE-ETICS), suministrado e instalado conforme a su correspondiente Documento de Idoneidad Técnica Europeo (DITE), compuesto por:

Aislamiento térmico a base (Lana de roca – Poliestireno expandido – Vidrio celular – Textil reciclado), un espesor de 40mm, fijados al soporte mediante mortero de cemento con resinas y aditivos y espigas de anclaje mecánico dispuestas en el perímetro, esquinas y centro de los paneles. Capa de refuerzo y base del acabado formada por una malla de fibra de vidrio convencional con tratamiento anti cal, con una abertura de malla de 4x4 mm, una resistencia a tracción (urdimbre) > 1500 N/50 mm y > 1000 N/50 mm tras el envejecimiento de entre 145 y 165 g/m<sup>2</sup>, embebida en el centro de una capa de 5cm espesor de mortero industrial de albañilería M-10 aplicado con llana y con solapes de malla de 10cm en las juntas, cantoneras, accesorios y perfiles de goteo.

Capa de acabado impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, formada por un revoco mineral de 1 mm de espesor acabado liso realizado con mortero de mixto de cal, áridos de granulometría compensada, pigmentos y resinas hidrófugas con marcado CE. Todo ello incluyendo la parte proporcional de la perfilaría de arranque, cantoneras, formación de juntas, jambas y dinteles, remates.

*Tabla 6. Precio descompuesto de instalación de lana de roca en el SATE. IVE*

<b>UNIDAD</b>	<b>RESUME</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>IMPORTE</b>
h	Oficial 1 construcción	23,05 €	1,08	24,89 €
h	Peón ordinario construcción	19,34 €	0,54	10,44 €
Kg	Panel MW e40mm	14,30 €	1,05	15,02 €
Kg	Mortero fijación	1,38 €	6,3	8,69 €
U	Espiga fijación	0,13 €	8	1,04 €
m2	Malla Fi-v convencional	1,78 €	1,1	1,96 €
m3	Mortero M-10 CEM	114,78 €	0,053	6,08 €
l	Imprimación de adherencia	6,93 €	0,33	2,29 €
kg	Rev mineral SATE	2,12 €	2	4,24 €
%	Costes directos complementarios	76,95 €	0,02	1,54 €
				<b>76,19 €</b>

*Tabla 7. Precio descompuesto de EPS en el SATE. Elaboración propia. IVE*

<b>UNIDAD</b>	<b>RESUME</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>IMPORTE</b>
h	Oficial 1 construcción	23,05 €	1,08	24,89 €
h	Peón ordinario construcción	19,34 €	0,54	10,44 €
Kg	Panel EPS e40mm	5,30 €	1,05	5,57 €
Kg	Mortero fijación	1,38 €	6,3	8,69 €
U	Espiga fijación	0,13 €	8	1,04 €
m2	Malla Fi-v convencional	1,78 €	1,1	1,96 €
m3	Mortero M-10 CEM	114,78 €	0,053	6,08 €
l	Imprimación de adherencia	6,93 €	0,33	2,29 €
kg	Rev mineral SATE	2,12 €	2	4,24 €
%	Costes directos complementarios	65,79 €	0,02	1,32 €
				<b>66,52 €</b>

*Tabla 8. Precio descompuesto de vidrio celular en el SATE. Elaboración propia. IVE*

<b>UNIDAD</b>	<b>RESUME</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>IMPORTE</b>
h	Oficial 1 construcción	23,05 €	1,08	24,89 €
h	Peón ordinario construcción	19,34 €	0,54	10,44 €
Kg	Panel CG e40mm	18,50 €	1,05	19,43 €
Kg	Mortero fijación	1,38 €	6,3	8,69 €
U	Espiga fijación	0,13 €	8	1,04 €
m2	Malla Fi-v convencional	1,78 €	1,1	1,96 €
m3	Mortero cto M-10 CEM	114,78 €	0,053	6,08 €
l	Imprimación de adherencia	6,93 €	0,33	2,29 €
kg	Rev mineral SATE	2,12 €	2	4,24 €
%	Costes directos complementarios	80,72 €	0,02	1,61 €
				<b>80,68 €</b>

*Tabla 9. Precio descompuesto de textil reciclado en el SATE. Elaboración propia. IVE*

<b>UNIDAD</b>	<b>RESUME</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>IMPORTE</b>
h	Oficial 1 construcción	23,05 €	1,08	24,89 €
h	Peón ordinario construcción	19,34 €	0,54	10,44 €
Kg	Panel TR e40mm	15,30 €	1,05	16,07 €
Kg	Mortero fijación	1,38 €	6,3	8,69 €
U	Espiga fijación	0,13 €	8	1,04 €
m2	Malla Fi-v convencional	1,78 €	1,1	1,96 €
m3	Mortero M-10 CEM	114,78 €	0,053	6,08 €
l	Imprimación de adherencia	6,93 €	0,33	2,29 €
kg	Rev mineral SATE	2,12 €	2	4,24 €
%	Costes directos complementarios	76,95 €	0,02	1,54 €
				<b>77,24 €</b>

### 2.3 Comparativo

La siguiente gráfica representa una comparativa de la composición de los costes totales para la instalación de las cuatro alternativas de sistemas de aislamiento térmico por el exterior (SATE) con cada uno de los aislamientos analizados: Lana de Roca, EPS, Vidrio Celular y Textil Reciclado.

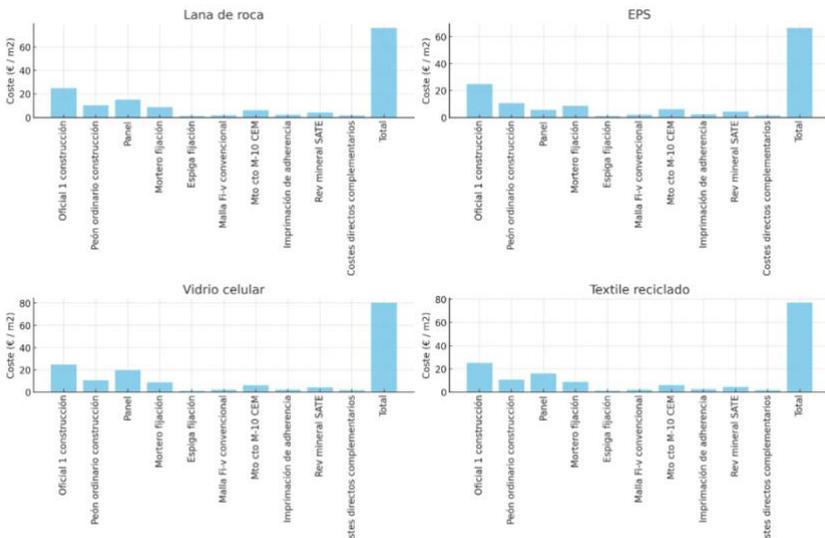


Figura 29. Gráfica de comparativa de coste total de los cuatro tipo de aislamiento en el SATE. Elaboración propia.

De las cuatro alternativas analizadas, el EPS resulta ser la opción más económica con un coste total de 66,52 €/m². Esto se explica en gran parte porque el coste del material aislante es más económico y su instalación es más fácil y rápida en comparación con otros materiales. La simplicidad

en el manejo y la eficiencia en el proceso de instalación contribuyen a reducir los costos laborales y, por ende, el coste total del sistema. El Vidrio Celular Ofrece beneficios ecológicos significativos, similares a los del Textil Reciclado, al estar compuesto de materiales reciclados y ser completamente reciclable. Resulta ser la alternativa más costosa. Lana de Roca y Textil Reciclado ofrecen opciones intermedias en cuanto a coste y beneficios. La Lana de Roca, siendo uno de los materiales más presentes en el mercado, es ligeramente más económica que el Textil Reciclado. Su coste total asciende a 76,19 €/m<sup>2</sup>, lo que la hace una opción competitiva y bien establecida para proyectos de aislamiento. Por otro lado, el Textil Reciclado, con un coste total de 77,24 €/m<sup>2</sup>, no solo proporciona una solución sostenible al reutilizar materiales textiles desechados, sino que también contribuye a la economía circular y a la reducción de residuos.

## 2.4 Resumen

En conclusión, cada material presenta ventajas y desventajas específicas que deben ser consideradas en función de las prioridades del proyecto. Mientras que el EPS es la opción más económica y fácil de instalar, el Vidrio Celular destaca por sus beneficios ecológicos y potenciales ahorros a largo plazo. La Lana de Roca y el Textil Reciclado representan soluciones equilibradas, con la Lana de Roca siendo una opción ligeramente más accesible en términos de coste. Nuestro material, con un coste comparable al de la Lana de Roca, se posiciona como una opción viable y competitiva en el mercado actual de aislamiento térmico por el exterior.

### 3 ASPECTO MEDIOAMBIÉNTALE

Para analizar el impacto ambiental de los diferentes de los cuatro materiales analizados como aislantes en el sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE), vamos a basarnos en seis características que influyen en dicho impacto. Esto nos permitirá comparar sus efectos ecológicos de manera más precisa y detallada.

#### 1. Huella de Carbono

**Producción: Emisiones de CO<sub>2</sub>:** Se evaluarán las emisiones de dióxido de carbono generadas durante el proceso de producción de cada material.

**Ciclo de vida: Emisiones totales:** Se considerarán las emisiones de CO<sub>2</sub> a lo largo de todo el ciclo de vida del material, desde la producción hasta la eliminación final.

#### 2. Consumo de Recursos

**Materias primas:** Se analizará el tipo y la cantidad de materias primas necesarias para la fabricación de cada material aislante.

**Consumo de agua y energía:** Se evaluará el consumo de agua y energía durante la producción y el ciclo de vida del material.

#### 3. Reciclabilidad y Reutilización

**Capacidad de reciclaje:** Se estudiará la capacidad de cada material para ser reciclado al final de su vida útil.

**Reutilización:** Se valorará la posibilidad de reutilizar el material en otros procesos o productos.

#### 4. Durabilidad y Vida Útil

**Durabilidad: Resistencia a lo largo del tiempo:** Se evaluará la resistencia del material a factores externos y su capacidad para mantener sus propiedades aislantes con el tiempo.

**Vida útil: Tiempo estimado de efectividad:** Se estimará el tiempo durante el cual el material es efectivo como aislante térmico.

## 5. Impacto en la Biodiversidad

**Efectos sobre la biodiversidad:** Se analizarán los posibles efectos que la producción, uso y eliminación del material pueden tener sobre la biodiversidad.

## 6. Certificaciones

**Certificaciones ambientales:** Se comprobará si el material cuenta con certificaciones ambientales que avalen su sostenibilidad.

Este enfoque integral nos permitirá comparar de manera objetiva y detallada el impacto ambiental de cada material aislante utilizado en el sistema SATE, facilitando la toma de decisiones informadas y sostenibles.

### 3.1 Huella de carbono

Cuando hablamos del impacto sobre el medio ambiente, el primer elemento en el que pensamos es la huella de carbono, ya que es uno de los factores que más afecta al medio ambiente. Este impacto se caracteriza por dos aspectos: el primero es la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida durante el proceso de producción, y el segundo es el ciclo de vida, porque nos permite conocer el valor de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>. A continuación, se presentan estos valores para cada uno de los aislamientos comparados.

*Tabla 10. Comparativo de huella de carbono de cada aislamiento. Elaboración propia*

<b>Característica</b>	<b>Lana de Roca</b>	<b>Poliestireno Expandido</b>	<b>Vidrio Celular</b>	<b>Textil Reciclado</b>
<b>Producción: Emisiones de CO2</b>	Moderadas	Altas	Bajas	Bajas
<b>Ciclo de vida: Emisiones totales</b>	Moderadas	Altas	Bajas	Bajas

Podemos explicar los valores obtenidos en la tabla a por un elemento importante. El origen de cada material. Por ejemplo, la lana de roca, que es de origen mineral, y el poliestireno expandido, que es de origen sintético, requieren una elevada cantidad de energía para su fabricación, lo que explica las altas emisiones de CO2 durante la producción y el ciclo de vida del material. Por otra parte, el vidrio celular y el textil reciclado, al ser productos de materiales reciclados, no requieren mucha energía en la producción y también permiten aumentar el ciclo de vida del material de origen, en este caso el vidrio y los textiles reciclados

### 3.2 Consumo de recursos

El consumo de recursos es un elemento esencial cuando queremos realizar una comparativa desde el punto de vista medioambiental. En este caso, analizaremos este aspecto considerando el consumo de agua y energía para la producción de cada material. Además, examinaremos el origen de cada material, ya que, al igual que en el punto anterior, el origen del material tiene un impacto significativo en el consumo de

recursos como el agua y la energía, Como lo podemos observas en la siguiente tabla:

*Tabla 11. Comparativo de consumo de recursos de cada aislamiento.  
Elaboración propia.*

<b>Característica</b>	<b>Lana de Roca</b>	<b>Poliestireno Expandido</b>	<b>Vidrio Celular</b>	<b>Textil Reciclado</b>
<b>Materias primas</b>	Minerales (basalto)	Derivados del petróleo	Vidrio reciclado	Textiles reciclados
<b>Consumo de agua y energía</b>	Moderado	Alto	Moderado	Bajo

En este caso, el material aislante con el consumo de agua y energía más bajo es el textil reciclado. Esto se debe a que es un material reciclado, lo que reduce significativamente la necesidad de energía y agua durante el reciclaje. Sin embargo, esto no es completamente cierto, ya que los valores obtenidos solo consideran el proceso de reciclaje del material. El textil de origen vegetal o sintético necesita mucha agua y energía durante su producción inicial, como se explicó en el segundo tema del trabajo, donde explicamos el impacto negativo de la producción textil sobre el medio ambiente. Al ser reciclado, el textil aumenta su vida útil y reduce su impacto medioambiental.

### 3.3 Reciclabilidad y reutilización

Cuando hablamos del impacto sobre el medio ambiente, otro aspecto crucial que debemos considerar es la Reciclabilidad y reutilización de los materiales aislantes. Estos factores son fundamentales para reducir los residuos y el consumo de recursos naturales. La Reciclabilidad se refiere a la capacidad de un material para ser reciclado al final de su vida útil, mientras que la reutilización implica la posibilidad de darle un nuevo uso sin necesidad de someterlo a procesos industriales complejos. El análisis de la Reciclabilidad y reutilización de los materiales aislantes se basa en varios elementos. En primer lugar, evaluamos la facilidad con la que el material puede ser reciclado. Esto incluye la disponibilidad de tecnologías de reciclaje adecuadas y la infraestructura existente para llevar a cabo el proceso. En segundo lugar, consideramos la capacidad del material para mantener sus propiedades y rendimiento después de ser reciclado. Además, la reutilización es una estrategia que permite extender la vida útil de los materiales aislantes. Los materiales que pueden ser reutilizados directamente en nuevas aplicaciones contribuyen significativamente a la sostenibilidad, ya que evitan la necesidad de producir nuevos materiales desde cero

*Tabla 12. Comparativo de Reciclabilidad de cada aislamiento. Elaboración propia.*

<b>Característica</b>	<b>Lana de Roca</b>	<b>Poliestireno Expandido</b>	<b>Vidrio Celular</b>	<b>Textil Reciclado</b>
<b>Capacidad de reciclaje</b>	Alta	Limitada	Alta	Alta
<b>Reutilización</b>	Moderada	Baja	Alta	Alta

La capacidad de reciclaje del vidrio celular y del textil reciclado es notablemente alta. Esta se explica que los ambos materiales son el resultado de un proceso de reciclado. Además, los dos materiales tienen una alta capacidad de reutilización. Por otro lado, la lana de roca también puede reciclarse, pero su capacidad de reutilización es limitada. Al reciclarse, pierde parte de su capacidad aislante, y el proceso en sí requiere un consumo considerable de energía. En contraste, el poliestireno expandido tiene una capacidad de reciclaje más limitada. Aunque, al mismo tiempo, su capacidad de reutilización es baja.

### 3.4 Durabilidad y vida útil

La vida útil de un material se relaciona con su capacidad para resistir los efectos del entorno, lo que implica una menor necesidad de reemplazo y, también, una reducción en el consumo de recursos naturales y energía asociada con la fabricación y el transporte de nuevos materiales. Además, una mayor durabilidad implica una menor generación de residuos, contribuyendo así a la reducción de la huella ambiental. La durabilidad del material también juega un papel crucial en la conservación de la energía y la eficiencia energética de los edificios y estructuras. Un material que mantenga sus propiedades aislantes con el tiempo permite un mejor control térmico del interior, lo que se traduce en un menor consumo de energía para la calefacción y refrigeración. Esto disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la producción de energía.

*Tabla 13. Comparativo de la durabilidad de cada aislamiento. Elaboración propia.*

<b>Característica</b>	<b>Lana de Roca</b>	<b>Poliestireno Expandido</b>	<b>Vidrio Celular</b>	<b>Textil Reciclado</b>
<b>Durabilidad:</b>	Alta	Moderada	Alta	Moderada
<b>Vida útil</b>	> 50 años	30-50 años	> 50 años	20-30 años

En este caso, la durabilidad del textil reciclado es inferior a la del vidrio celular, ya que ambos materiales son el resultado de un proceso de reciclaje. Mientras que el textil reciclado tiene una vida útil de entre 20 y 30 años, el vidrio celular presenta una durabilidad similar a la lana de roca, con más de 50 años de vida útil. Esta diferencia, como hemos observado en puntos anteriores, se atribuye a la composición del material, lo que justifica la alta durabilidad del vidrio celular y la lana de roca en comparación con el textil reciclado y el poliestireno expandido.

### 3.5 Impacto sobre la biodiversidad

Antes de empezar con el análisis del impacto sobre la biodiversidad de cada uno de los cuatro aislamientos térmicos que estamos analizando, es importante considerar el impacto ambiental del textil no reciclado. La grande cantidad de textiles que no se reciclan y acaban en las playas de países como Ghana es un problema grave. La acumulación de residuos textiles en las playas no solo representa una amenaza visual y sanitaria, sino que también tiene graves repercusiones en el ecosistema marino y terrestre. Los textiles desechados pueden liberar microfibras sintéticas al medio ambiente, las cuales son ingeridas por la fauna marina, causando

daños a los organismos y entrando en la cadena alimentaria. Además, la degradación de estos materiales en el medio ambiente puede liberar sustancias químicas tóxicas, afectando la calidad del suelo y el agua. Esto puede tener efectos adversos en la flora y fauna local, contribuyendo a la pérdida de biodiversidad. En países como Ghana, donde la gestión de residuos puede ser limitada, la llegada masiva de textiles desechados desde otras partes del mundo agrava los problemas de contaminación y gestión de desechos. Esto no solo afecta al medio ambiente, sino también a las comunidades locales, que deben lidiar con los impactos negativos en su salud y medios de vida.



*Imagen 14. Imagen de la costa de Ghana. LE MONDE*

Por lo tanto, antes de adentrarnos en el análisis específico del impacto sobre la biodiversidad de los aislamientos térmicos, es crucial entender y abordar el problema más amplio de los residuos textiles. Promover el reciclaje y la gestión sostenible de los textiles puede contribuir significativamente a la reducción de estos impactos negativos, mejorando tanto el medio ambiente como la calidad de vida de las comunidades afectadas.

La siguiente tabla representa el impacto de cada uno de los cuatro aislamientos térmicos analizados sobre la biodiversidad.

*Tabla 14. Comparativo del impacto sobre la biodiversidad de cada aislamiento. Elaboración propia.*

<b>Característica</b>	<b>Lana de Roca</b>	<b>Poliestireno Expandido</b>	<b>Vidrio Celular</b>	<b>Textil Reciclado</b>
<b>Efectos sobre la biodiversidad</b>	Moderados (extracción de minerales)	Altos (derivados del petróleo)	Bajos	Bajos

Los valores bajos de efectos sobre la biodiversidad del textil reciclado y el vidrio celular se explican por su origen reciclado. Durante la producción inicial de estos materiales, se impacta la biodiversidad, pero al ser reciclados, aumentamos su ciclo de vida y, al mismo tiempo, reducimos sus efectos sobre la biodiversidad y el medio ambiente en general.

### 3.6 Certificaciones ambientales

En este apartado, vamos a analizar las diferentes certificaciones ambientales de las que disponen cada uno de estos materiales. Las certificaciones ambientales son importantes porque aseguran que los productos cumplen con ciertos estándares ecológicos y de sostenibilidad, proporcionando así confianza tanto a los consumidores como a los profesionales del sector de la construcción.

### 3.6.1. *Lana de roca*

La certificación **EUCEB** "European Certification Board for Mineral Wool Products" es una acreditación específica para los productos de lana de roca y otros materiales de lana mineral. Esta certificación garantiza que los productos cumplen con los más altos estándares de seguridad y salud en Europa, así como con los estándares para un impacto ambiental reducido. Esto implica que los productos certificados por EUCEB suelen ser fabricados con procesos que minimizan el impacto ambiental, incluyendo la reducción de emisiones y el uso eficiente de recursos.

### 3.6.2. *Poliestireno expandido*

El certificado ambiental EPS Sostenible es una acreditación que asegura que el poliestireno expandido (EPS) se produce y se gestiona de manera respetuosa con el medio ambiente. Este certificado evalúa varios aspectos de la producción y el ciclo de vida del EPS para garantizar que cumple con ciertos estándares de sostenibilidad y minimiza su impacto ambiental. El poliestireno expandido cuenta con una variedad de certificaciones ambientales, como, por ejemplo:

- EPD (Environmental Product Declaration)
- Certificación ISO 14001
- Certificación CFC-Free
- Certification LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)
- Certificación GREENGUARD

Sin embargo, todas estas certificaciones ambientales solo aseguran la reducción del impacto ambiental durante la producción del poliestireno expandido, pero no significan que sea un material completamente ecológico.

### 3.6.3. *Vidrio celular*

El certificado ambiental LEED "Leadership in Energy and Environmental Design" es un sistema de certificación reconocido internacionalmente que evalúa y califica el diseño, construcción y operación sostenible de edificios. Dentro del marco de LEED, el vidrio celular se refiere a un tipo de material de construcción que puede ser evaluado y certificado por su contribución a la eficiencia energética, el uso responsable de recursos naturales y otros aspectos ambientales. El certificado ambiental LEED para el vidrio celular implica que este material cumple con ciertos estándares y criterios ambientales.

### 3.6.4. *Textil reciclado*

El textil reciclado utilizado como aislamiento térmico se encuentra respaldado por una amplia gama de certificaciones ambientales que garantizan su sostenibilidad y bajo impacto en el medio ambiente. Entre estas certificaciones se encuentran el Global Recycled Standard "GRS", un estándar reconocido internacionalmente que evalúa no solo el contenido reciclado del producto, sino también la trazabilidad del material y diversos aspectos ambientales y sociales a lo largo de su proceso de producción. Esto asegura que el textil reciclado cumpla con rigurosos estándares de sostenibilidad y responsabilidad social. Otro importante certificado ambiental aplicable es el "EU Ecolabel", una etiqueta ecológica respaldada por la Unión Europea que certifica

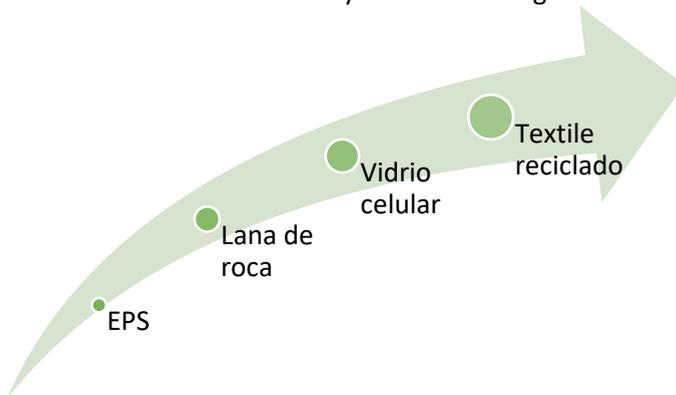
productos y servicios que cumplen con exigentes estándares ambientales a lo largo de todo su ciclo de vida. Esta certificación garantiza que el textil reciclado como aislamiento térmico ha sido producido de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente, desde su fabricación hasta su eventual disposición final. Es importante destacar que la disponibilidad de certificaciones ambientales puede variar según el país, la región y los estándares específicos de la industria. Sin embargo, estas certificaciones proporcionan una garantía adicional de que el textil reciclado utilizado como aislamiento térmico cumple con los más altos estándares de sostenibilidad y contribuye positivamente a la preservación del medio ambiente.

### 3.7 Comparativo

Característica	Lana de Roca	Poliestireno Expandido	Vidrio Celular	Textil Reciclado
<b>Huella de Carbono</b>				
<b>Producción: Emisiones de CO2</b>	Moderadas	Altas	Bajas	Bajas
<b>Ciclo de vida: Emisiones totales</b>	Moderadas	Altas	Bajas	Bajas
<b>Consumo de Recursos</b>				
<b>Consumo de agua y energía</b>	Moderado	Alto	Moderado	Bajo
<b>Reciclabilidad y Reutilización</b>				
<b>Capacidad de reciclaje</b>	Alta	Limitada	Alta	Alta
<b>Reutilización</b>	Moderada	Baja	Alta	Alta
<b>Durabilidad y Vida Útil</b>				
<b>Durabilidad:</b>	Alta	Moderada	Alta	Moderada
<b>Vida útil:</b>	> 50 años	30-50 años	> 50 años	20-30 años

### 3.8 Resumen

En resumen, al observar detenidamente, podemos notar que uno de los aspectos más significativos que influyen en el impacto ambiental y la biodiversidad es el origen del material y el proceso de producción. Estos dos elementos juegan un papel crucial y pueden proporcionar justificación a los resultados obtenidos en la tabla siguiente. Es importante destacar cómo el origen de los materiales utilizados y la manera en que se producen pueden tener un efecto significativo en la sostenibilidad ambiental y en la conservación de la biodiversidad. Por lo tanto, al analizar los datos presentados en la tabla, es esencial tener en cuenta estos factores para comprender plenamente las implicaciones ambientales de cada tipo de aislamiento. También es crucial considerar la capacidad de un material para ser reciclado, ya que esto puede prolongar su ciclo de vida y reducir su impacto ambiental en general. La capacidad de reciclaje no solo contribuye a la sostenibilidad del material, sino que también fomenta la economía circular, donde los recursos se utilizan de manera más eficiente y se minimiza la generación de residuos.



## VI. Conclusiones

La estructura del presente trabajo permite, en primer lugar, examinar de manera detallada las diferentes capas que componen el sistema de aislamiento térmico por exterior "SATE", lo que nos ofrece la oportunidad de analizar los diversos tipos de aislamiento térmico utilizados en este sistema en la actualidad, así como las características técnicas de cada uno. Además, hemos revisado las normativas pertinentes aplicadas a este sistema para garantizar su cumplimiento y eficacia.

En un segundo apartado, nos hemos centrado en los dos materiales que componen nuestro aislamiento: el textil reciclado y las fibras vegetales de palma "dour". En cuanto al textil reciclado, hemos analizado detalladamente el proceso de reciclaje y fabricación del aislamiento, comparando las ventajas que ofrece este material. Además, hemos examinado las fibras vegetales de palma "dour", explicando el proceso para obtener estas fibras y analizando sus ventajas y características.

En el tercer apartado, se establece una conexión entre los dos apartados anteriores, donde en el primero se ha profundizado en la composición del sistema de aislamiento térmico por el exterior "SATE", utilizando textil reciclado de FABBRICK como componentes aislantes. Además, se han presentado materiales más ecológicos para los diferentes elementos que componen el sistema; En el segundo apartado, se ha abordado de manera detallada la implementación práctica de este

aislamiento, mediante una exposición de los detalles constructivos necesarios para su aplicación en distintos contextos arquitectónicos.

En el último apartado del trabajo, hemos llevado a cabo un análisis comparativo exhaustivo de nuestro material en relación con otros tipos de aislamiento térmico. El objetivo era obtener resultados objetivos que nos permitieran evaluar las ventajas y desventajas de cada opción. Esta comparación se basó en tres aspectos clave: la parte técnica, la parte económica y el impacto medioambiental. En cuanto a la parte técnica, realizamos un análisis teórico detallado de las características técnicas de cada material. Esto implicó examinar su capacidad de aislamiento térmico, su resistencia y cualquier otra especificación técnica relevante. Además, llevamos a cabo un análisis práctico “caso de estudio” aplicando cada uno de estos materiales en el sistema de aislamiento térmico por el exterior "SATE" en el mismo edificio. Esto nos permitió obtener datos concretos sobre la eficiencia energética de cada tipo de aislamiento. En lo que respecta a la parte económica, comparamos los costos de los materiales y de la instalación, variando únicamente la capa aislante. Este análisis nos proporcionó información importante sobre la viabilidad financiera de cada opción. Finalmente, abordamos la dimensión medioambiental, que desempeña un papel crucial en nuestro trabajo. Realizamos un análisis comparativo de las características medioambientales de cada tipo de aislamiento, considerando su impacto en términos de huella de carbono, uso de recursos naturales y capacidad de reciclaje. Este análisis nos permitió evaluar el grado de sostenibilidad de cada opción y tomar decisiones informadas sobre la mejor alternativa en términos medioambientales.

Después de un análisis comparativo entre diferentes tipos de aislamiento térmico, podemos concluir que el uso de textil reciclado con fibras vegetales como material aislante es una opción altamente beneficiosa y

efectiva. Este tipo de aislamiento no solo demuestra un rendimiento técnico sólido, proporcionando una eficiencia térmica adecuada y una resistencia estructural satisfactoria, sino que también ofrece ventajas económicas al ser una alternativa más accesible en términos de costos de materiales y de instalación en comparación con material parecidos desde el punto de vista medio ambiente en este caso el vidrio celular. Además, desde una perspectiva medioambiental, el uso de textil reciclado y fibras vegetales demuestra un compromiso con la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental. Al reciclar materiales existentes y utilizar fibras naturales renovables, este tipo de aislamiento contribuye a la conservación de recursos naturales y a la mitigación de la huella de carbono.

En conclusión, el textil reciclado con fibras vegetales emerge como una excelente opción para el aislamiento térmico en el contexto del sistema de aislamiento térmico por exterior "SATE", ofreciendo un equilibrio óptimo entre eficiencia técnica, viabilidad económica y sostenibilidad medioambiental.

## VII. Referencias Bibliográficas

1. Agencia Europea de Medio Ambiente — Agencia Europea de Medio Ambiente <https://www.eea.europa.eu/es>.
2. Aislamiento térmico. POLYDROS. <https://www.polydros.es/construccion/aislamiento-termico/>
3. Aislamiento térmico FOAMGLAS® de vidrio celular. <https://www.foamglas.com/es-es>.
4. AISLA, Asociación de Instaladores de Aislamiento en Edificación. AISLA. <https://www.aisla.org/>
5. ANFAPA - Asociación de fabricantes de morteros y SATE. ANFAPA - Asociación de fabricantes de morteros y SATE. <https://anfapa.com/home>.
6. Boudet, Alain M., et al. «Lignins and lignocellulosics: a better control of synthesis for new and improved uses». Trends in Plant Science, vol. 8, n.o 12, diciembre de 2003, pp. 576-81. ScienceDirect, <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2003.10.001>.
7. Cajón de persiana aislado acústicamente. <https://tectonica.archi/materials/cajon-de-persiana-aislado-acusticamente/>.
8. CE3X / CE3X / CEX Programa para la certificación energética de edificios. (s/f). Efinova.es. Recuperado 2024, de <http://www.efinova.es/CE3X>
9. De energía, A. (s/f). Documento Básico HE. Codigotecnico.org. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HE/DBHE.pdf>
10. de Infraestructuras, S. de E., de Arquitectura, T. y. V. S. G. de V. D. G., & Suelo, V. y. (s/f). Ministerio de Fomento. Codigotecnico.org. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SI/DBSI.pdf>
11. EPD international. (s/f). Environdec.com. Recuperado 2024, de <https://www.environdec.com/home>

12. Esturo, Amaya Vildósola. «SISTEMA AISLAMIENTO EXTERIOR EDIFICIO: SATE». MKR SOLUCIONES, 23 de febrero de 2017, <https://mkroluciones.com/blog/sate>.
13. FabBRICK. (s/f). FabBRICK. <https://www.fab-brick.com/>
14. Fernandez, I. LEED. Arquitectura Sostenible. <https://arquitectura-sostenible.es/certificados/leed/>
15. Filéco, l'isolant écologique nouvelle génération issue d'une économie circulaire via le recyclage des vêtements usagés. (s/f). Ouateco. Recuperado 2024, de <https://ouateco.com/coton-recycle/>
16. [https://Polibuscador.Upv.Es/Discovery/Search?Query=any,Cont ains,milagro%20iborra%20lucas%20aislamiento&tab=BUS\\_GENE RAL&search\\_scope=MyInst\\_and\\_CI&vid=34UPV\\_INST:Bibupv&offset=0](https://Polibuscador.Upv.Es/Discovery/Search?Query=any,Cont ains,milagro%20iborra%20lucas%20aislamiento&tab=BUS_GENE RAL&search_scope=MyInst_and_CI&vid=34UPV_INST:Bibupv&offset=0).
17. Codigotecnico.org. <https://www.codigotecnico.org/>
18. Isolation Coton et Textiles Recyclés. Kenzai. <https://www.kenzai.fr/120-isolation-coton-et-textile-recycle>
19. «Isoltex: el aislamiento textil más sostenible». Blog Placomat, 2 noviembre 2020, <https://www.placomat.com/blog/isoltex-aislamiento-textil-sostenible/>.
20. Limited, Alamy. Trachycarpus Fortunei Palm Tree Detail Stock Photo - Alamy. <https://www.alamy.com/trachycarpus-fortunei-palm-tree-detail-image352087548.html>.
21. Metecno: grupo internacional primer productor mundial de panel sandwich. <https://www.metecno.es/es>.
22. SATE. ANFAPA - Asociación de fabricantes de morteros y SATE. Recuperado 2024, de <https://anfapa.com/sate/introduccion>
23. SATE - Aislamiento Térmico por el Exterior. Weber ES. Recuperado 2024, de <https://www.es.weber/sate>
24. «Sistema de aislamiento térmico exterior». Wikipedia, la enciclopedia libre, 8 février 2024. Wikipedia,

- [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema de aislamiento exterior&oldid=158072763](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Sistema_de_aislamiento_exterior&oldid=158072763).
25. Smart Roof Thermal. Knauf Insulation., de <https://www.knaufinsulation.es/lana-mineral/smart-roof-thermal>
  26. Smart Roof Thermal | Knauf Insulation. <https://www.knaufinsulation.es/lana-mineral/smart-roof-thermal>.
  27. «Façades, sols, carrelage, ITE, GOTP | Construction et rénovation». Weber, <https://www.fr.weber/>.
  28. Valorisation des fibres naturelles de renfort pour matériaux composites. Researchgate.net., de [https://www.researchgate.net/profile/Adel-Benchabane/publication/289532078 Valorisation des fibres naturelles de renfort pour matériaux composites/links/568f802408aead3f42f1af10/Valorisation-des-fibres-naturelles-de-renfort-pour-materiaux-composites.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Adel-Benchabane/publication/289532078_Vvalorisation_des_fibres_naturelles_de_renfort_pour_materiaux_composites/links/568f802408aead3f42f1af10/Valorisation-des-fibres-naturelles-de-renfort-pour-materiaux-composites.pdf)
  29. (S/f-a).Codigotecnico.org. Recuperado 2024, de <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>
  30. (S/f-b). Aenor.com., de <https://www.aenor.com/>
  31. (S/f-c). Canapi.es., de <https://canapi.es/certificados/cfc-free.html>

## VIII. Índice de Figuras

Figura 1. Esquema relación origen /propiedades. Elaboración propia ..	19
Figura 2. El impacto medioambiental de los productos textiles. Agencia europea (2020).(1).....	28
Figura 3. Proceso de reciclaje del textil. Elaboración propia .....	32
Figura 4. Detalle constructivo arranque sin enterrar. Adaptación.....	48
Figura 5. Detalle constructivo arranque enterrado. Adaptación. ....	49
Figura 6. Detalle constructivo arranque en balcón. Adaptación.....	49
Figura 7. Detalle constructivo remate albardilla. Adaptación .....	50
Figura 8. Detalle constructivo remate voladizo. Adaptación. ....	50
Figura 9. Figura 20. Detalle constructivo hueco jamba. Adaptación.....	51
Figura 10. Figura 21. Detalle constructivo caja persiana. Adaptación. ...	51
Figura 11. Detalle constructivo hueco dintel. Adaptación. ....	52
Figura 12. Detalle constructivo hueco alfeizar metálico. Adaptación... ..	53
Figura 13. Detalle constructivo hueco alfeizar metálico. Adaptación....	53
Figura 14. Detalle constructivo hueco alfeizar de piedra. Adaptación... ..	54
Figura 15. Detalle constructivo hueco alfeizar de piedra. Adaptación... ..	54
Figura 16. Ficha técnica de la lana de roca. Adaptación. SMARTROOF (24).....	59
Figura 17. Ficha técnica del EPS. Adaptación. WEBER (26).....	60
Figura 18. Ficha técnica del vidrio celular. Adaptación. FOAMGLAC .....	61
Figura 19. Ficha técnica del textil reciclado. Adaptación. FABBRICK(3) .	62
Figura 20. Gráfica comparativa de la resistencia térmica de lo aislamiento. Elaboración propia .....	63
Figura 21. Gráfica comparativa de la resistencia a compresión de lo aislamiento. Elaboración propia .....	65
Figura 22. Clasificación de la resistencia al fuego. Metecno España, S.A.U. Interpretacion. (20) .....	67

Figura 23. Composición de la fachada. Elaboración Propia .....	69
Figura 24. Calificación energética de edificio con lana de roca en el "SATE". CE3X.....	72
Figura 25. Calificación energética de edificio con EPS en el "SATE". CE3X .....	73
Figura 26. Calificación energética de edificio con vidrio celular en el "SATE ". CE3X.....	74
Figura 27. Calificación energética de edificio con textil reciclado en el "SATE" . CE3X.....	75
Figura 28. Grafica de comparativa del Precios de los aislamientos. Elaboración propia. IVE.....	78
Figura 29. Grafica de comparativa de coste total de los cuatros tipo de aislamiento en el SATE. Elaboración propia.....	85
Tabla 1. Propiedades de los aislantes. Elaboración propia .....	17
Tabla 2. Figura 4. Clasificación del comportamiento de aislamientos frente al fuego. CTE. DB-SI. (10).....	26
Tabla 3. Norma UNE de cada característica técnica de los aislamientos térmicos. Elaboración Propia. UNE EN.....	26
Tabla 4. Indicador global de los aislamiento. Elaboración propia .....	76
Tabla 5. comparativa del precio de los aislamientos. IVE .....	78
Tabla 6. Precio descompuesto de instalación de lana de roca en el SATE. Elaboración propia. IVE.....	81
Tabla 7. Precio descompuesto de EPS en el SATE. Elaboración propia. IVE .....	82
Tabla 8. Precio descompuesto de vidrio celular en el SATE. Elaboración propia. IVE.....	83
Tabla 9. Precio descompuesto de textil reciclado en el SATE. Elaboración propia. IVE.....	84
Tabla 10. Comparativo de huella de carbono de cada aislamiento. Elaboración propia.....	89

Tabla 11. Comparativo de consumo de recursos de cada aislamiento. Elaboración propia.....	90
Tabla 12. Comparativo de Reciclabilidad de cada aislamiento. Elaboración propia.....	91
Tabla 13. Comparativo de la durabilidad de cada aislamiento. Elaboración propia.....	93
Tabla 14. Comparativo del impacto sobre la biodiversidad de cada aislamiento. Elaboración propia.....	95
Imagen 1. Esquema de composición del SATE. ANFAPA. (5) .....	13
Imagen 2. Taco de polipropileno con clavo metálico. ANFAPA (5) .....	14
Imagen 3. Paneles Epotex. PLACOMAT (18) .....	31
Imagen 4. Textil reciclado como aislamiento térmico. FABBRICK. (13)....	33
Imagen 5. Estructura biológica de fibras vegetales. ASTURNATURA. (27) .....	34
Imagen 6. Palmera Doum. WIKIPEDIA (23) .....	35
Imagen 7. Fibras de palma doum. ALAMY. (19) .....	37
Imagen 8. Kasbah amridil, Ouarzazate. 2023, Marruecos .....	39
Imagen 9. Proceso de producción del material. FABBRICK. (13) .....	42
Imagen 10. Ficha técnica del textil reciclado. FABBRICK (13) .....	43
Imagen 11. Malla de polímeros reciclados. LEROY MERLIN.....	45
Imagen 12. Imagen caja de persiana aislada. TECTONICA. (7) .....	52
Imagen 13. Fachada actual del edificio.....	68
Imagen 14. Imagen de la costa de Ghana. LE MONDE.....	94

## IX. Anexo

## Objetivos de Desarrollo Sostenible

Este trabajo tiene un enfoque ecológico y se centra en la investigación y desarrollo de materiales aislantes innovadores que combinan textiles reciclados y fibras vegetales. Estos materiales se utilizarán como una alternativa ecológica al aislamiento tradicional en el Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior (SATE).



### Contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible:



El uso de materiales aislantes mejora la eficiencia energética de los edificios, reduciendo la necesidad de calefacción y refrigeración. Esto contribuye a un menor consumo de energía y, en consecuencia, a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.



La incorporación de materiales reciclados y naturales en la construcción fomenta la innovación en la industria de la construcción. Este enfoque no solo mejora las prácticas de construcción sostenible, sino que también impulsa el desarrollo de infraestructuras más ecológicas.



Promover el uso de materiales aislantes ecológicos contribuye al desarrollo de ciudades más sostenibles. Los edificios con mayor eficiencia energética reducen su impacto ambiental y mejoran la calidad de vida de sus habitantes.



Al utilizar textiles reciclados y fibras vegetales, el proyecto promueve la economía circular y reduce la dependencia de recursos no renovables. Este enfoque contribuye a una gestión más sostenible de los recursos naturales y minimiza la generación de residuos.



La mejora de la eficiencia energética de los edificios a través de materiales aislantes sostenibles ayuda a reducir los efectos del cambio climático. La reducción del consumo de energía y de las emisiones de CO2 son pasos cruciales para abordar esta crisis global.

# Briques de Revêtement

MODE D'EMPLOI



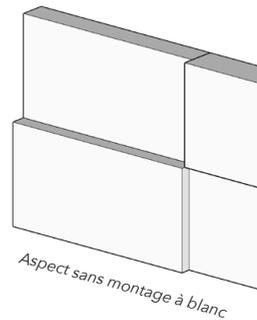
[contact@fabbrick.fr](mailto:contact@fabbrick.fr)

# 1 MONTAGE & FIXATION

## Montage à blanc

Nos briques sont toutes uniques, ainsi leurs épaisseurs peuvent légèrement varier donnant un aspect « mur de pierre ».

Si vous préférez un aspect plus lisse, nous vous préconisons de faire un montage à blanc et d'homogénéiser les épaisseurs avant de coller les briques.

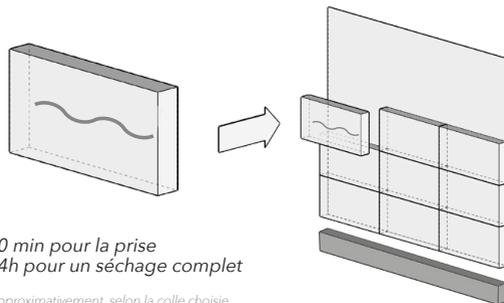


## Fixation du revêtement mural (réf: REV20102.5)

Poncez grossièrement la surface de votre support (plâtre, bois, béton...), dépoussiérez, encollez le dos des briques et collez sur le support.

**Conseil :** Commencez toujours le collage par les lignes du bas. Un tasseau peut être utilisé comme soutien du rang le plus bas pendant que la colle sèche.

Veillez à ce que la ligne précédente soit suffisamment stable avant de poursuivre.



30 min pour la prise  
24h pour un séchage complet

Approximativement, selon la colle choisie

# 2 MATÉRIELS PRÉCONISÉS

## Quel type de colle ?

Colle mastic polymère (ex: Rectafix<sup>®</sup>, Ni clou ni vis<sup>®</sup>...)

## Quel type de support ?

**BOIS :** contreplaqué, bois massif, MDF, OSB...

**MUR :** plaque de plâtre, enduit, béton, parpaing...

## Quel type de finition ? (facultatif)

**VERNIS :** Si votre projet nécessite d'augmenter la résistance aux frottements, nous vous préconisons d'appliquer le vernis **BIOVEST N578** au rouleau.

**BAGUETTE DE FINITION :** Pour protéger les chants de votre revêtement mural, nous vous préconisons de les protéger à l'aide d'une **baguette de finition** (métal ou bois).

# 3 LA DÉCOUPE

**Nous ne préconisons pas la découpe de notre matériau.**

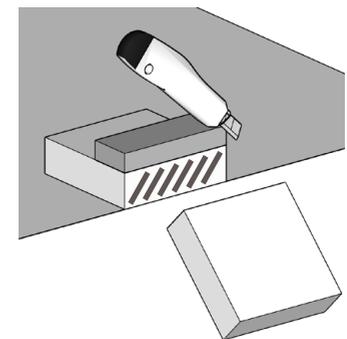
S'il est absolument nécessaire de couper les briques, veuillez suivre ces instructions:

**1-** Munissez vous d'un gabarit de découpe (règle en métal, tasseau,...).

**2-** Fixez votre gabarit et la brique à découper sur votre zone de travail à l'aide d'un serre-joint.

**3-** Munissez vous d'un cutter et coupez la brique en réalisant plusieurs passages le long de votre gabarit.

**4-** Veillez à positionner le bord coupé contre la brique voisine.

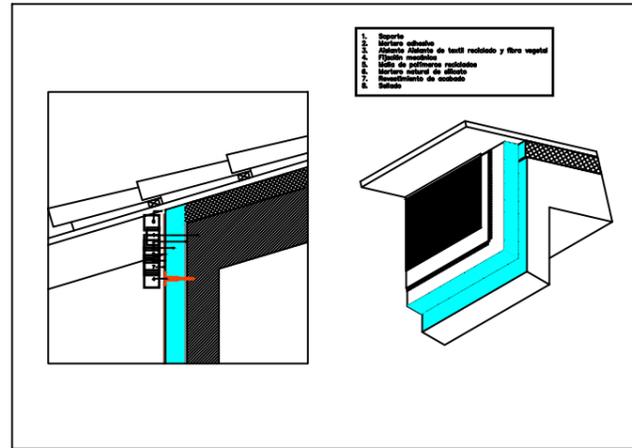


# FICHE TECHNIQUE

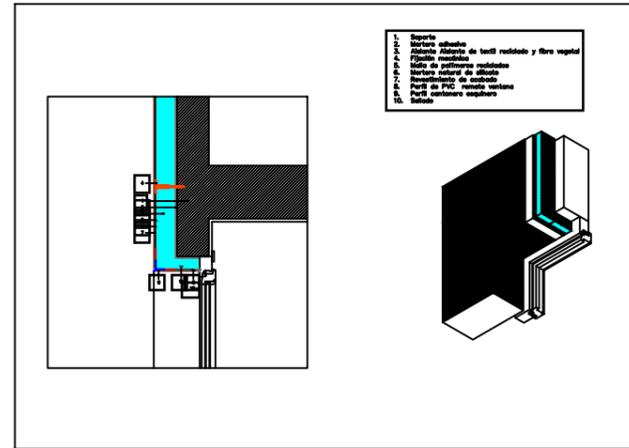
<b>Composition</b>	textiles broyés + liant biosourcé
<b>Dimensions (cm)</b> ces dimensions peuvent légèrement varier	20x10
<b>Épaisseur (cm)</b> ces dimensions peuvent légèrement varier	2,5
<b>Masse volumique (kg/m<sup>3</sup>)</b>	500
<b>Surface</b>	poreuse
<b>Coloris</b>	9 coloris catalogue ou sur mesure (sans colorant ajouté)
<b>Motif</b>	3 motifs possibles: uni, terrazzo et dégradé
<b>Finition</b>	vernis facultatif (fortement recommandé si la zone est sujet aux frottements)
<b>Coefficient d'absorption acoustique (NF EN ISO 11654)</b>	0,45
<b>Conductivité thermique (W/mK) (NF EN 12667 : 2001)</b>	0,085
<b>Classement de réaction au feu (NF P92-501 : 1995)</b>	M2 (possibilité M1)
<b>Émission de composés organiques volatils</b>	étiquetage français A+
<b>Entretien</b>	aspiration douce tous les 3 à 5 mois
<b>Indication geste de tri</b>	possibilité de réintroduire les rebuts à la production
<b>Production</b>	fabriqué à Paris

Cette fiche technique annule et remplace les précédentes. Assurez vous qu'elle est toujours en vigueur. Toute utilisation ou mise en oeuvre des matériaux non conforme aux règles prescrites dans ce document, dégage le fabricant de toute responsabilité, notamment de sa responsabilité solidaire (art.1792-4 du code civil).

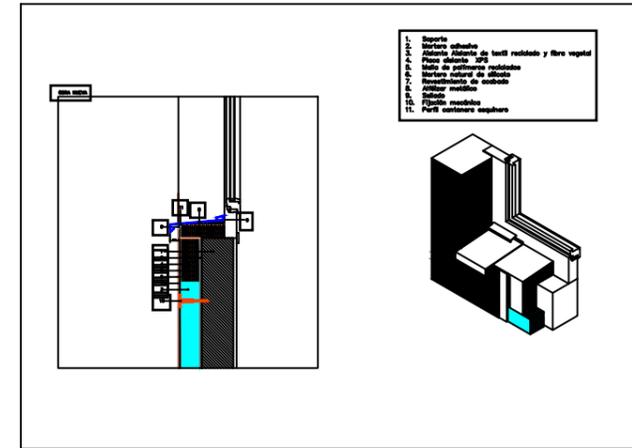
Mise à jour 06/2024



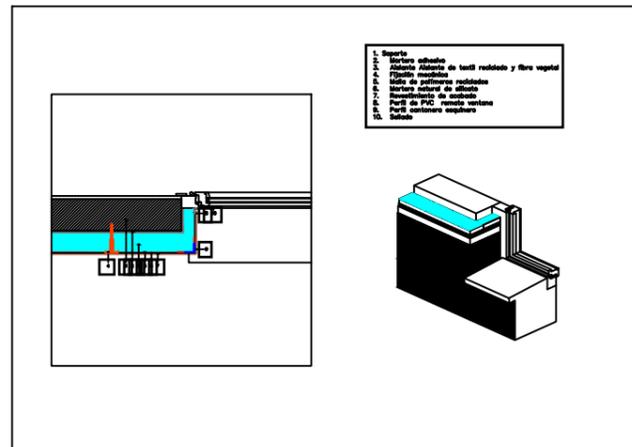
1. Soporte
2. Muestra adhesiva
3. Aluminio Aluminio de perfil redondeado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Malla de polímero reforzado
6. Muestra adhesiva de aluminio
7. Revestimiento de acabado
8. Perfil de PVC - rinde ventana
9. Perfil contenedor cañalera
10. Soporte
11. Perfil contenedor cañalera



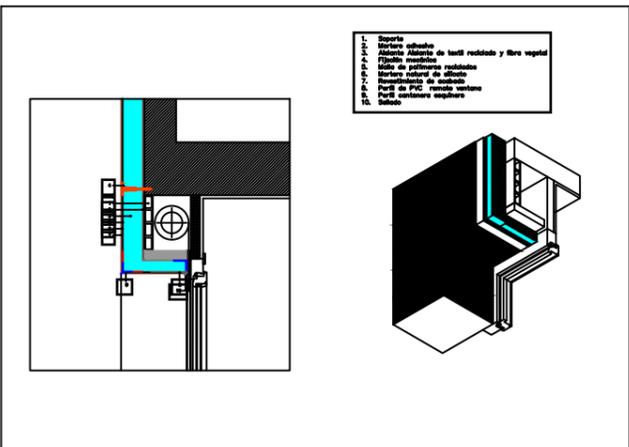
1. Soporte
2. Muestra adhesiva
3. Aluminio Aluminio de perfil redondeado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Malla de polímero reforzado
6. Muestra adhesiva de aluminio
7. Revestimiento de acabado
8. Perfil de PVC - rinde ventana
9. Perfil contenedor cañalera
10. Soporte
11. Perfil contenedor cañalera



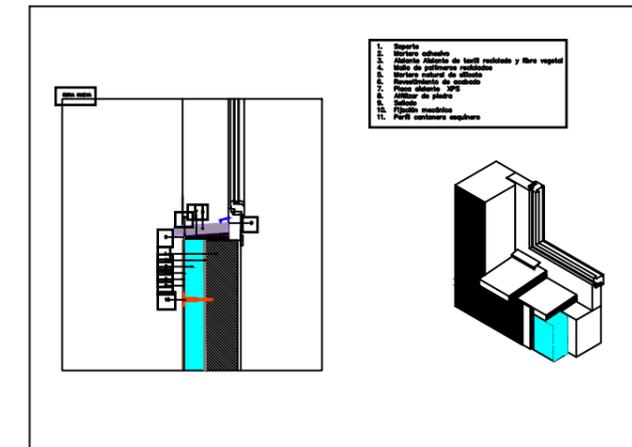
1. Soporte
2. Muestra adhesiva
3. Aluminio Aluminio de perfil redondeado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Malla de polímero reforzado
6. Muestra adhesiva de aluminio
7. Revestimiento de acabado
8. Perfil de PVC - rinde ventana
9. Perfil contenedor cañalera
10. Soporte
11. Perfil contenedor cañalera



1. Soporte
2. Muestra adhesiva
3. Aluminio Aluminio de perfil redondeado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Malla de polímero reforzado
6. Muestra adhesiva de aluminio
7. Revestimiento de acabado
8. Perfil de PVC - rinde ventana
9. Perfil contenedor cañalera
10. Soporte
11. Perfil contenedor cañalera



1. Soporte
2. Muestra adhesiva
3. Aluminio Aluminio de perfil redondeado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Malla de polímero reforzado
6. Muestra adhesiva de aluminio
7. Revestimiento de acabado
8. Perfil de PVC - rinde ventana
9. Perfil contenedor cañalera
10. Soporte
11. Perfil contenedor cañalera



1. Soporte
2. Muestra adhesiva
3. Aluminio Aluminio de perfil redondeado y fibra vegetal
4. Fijación mecánica
5. Malla de polímero reforzado
6. Muestra adhesiva de aluminio
7. Revestimiento de acabado
8. Perfil de PVC - rinde ventana
9. Perfil contenedor cañalera
10. Soporte
11. Perfil contenedor cañalera



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

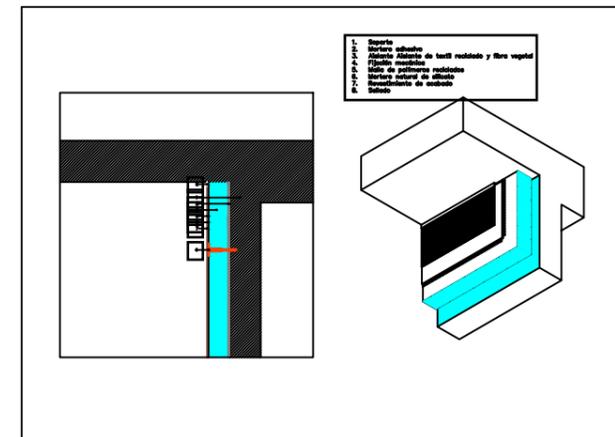
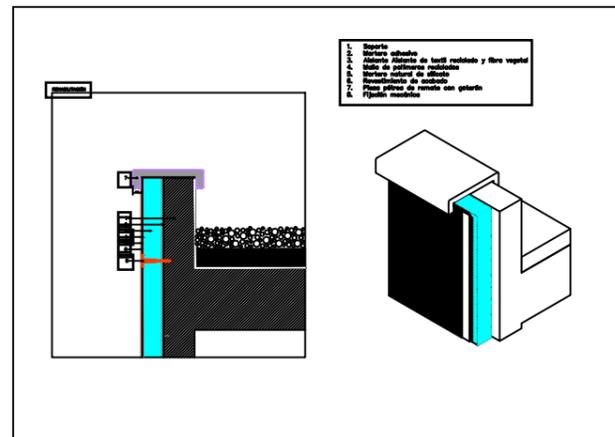
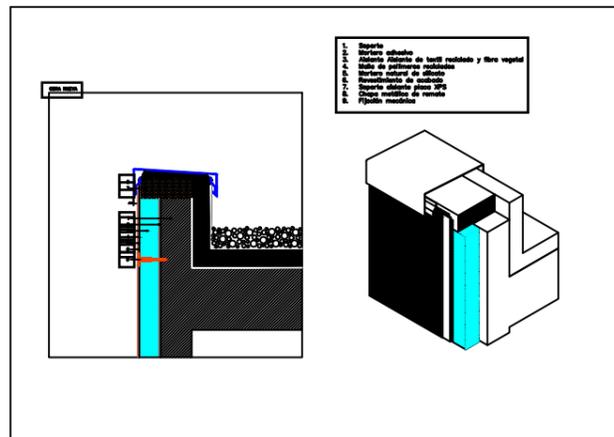
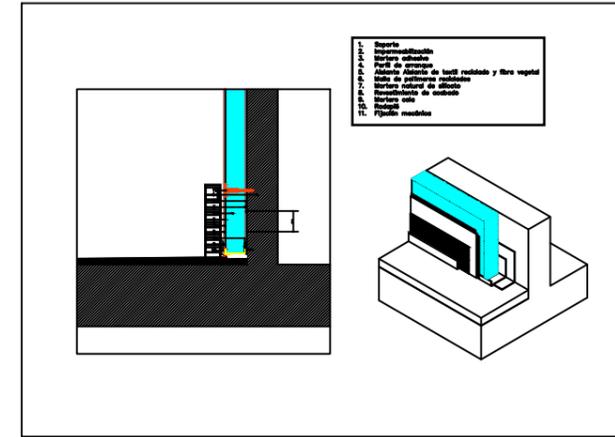
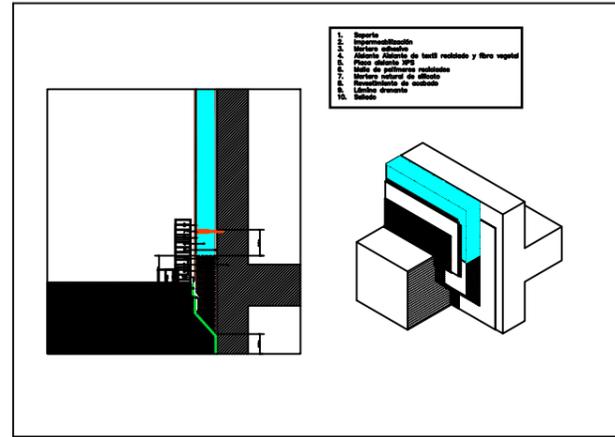
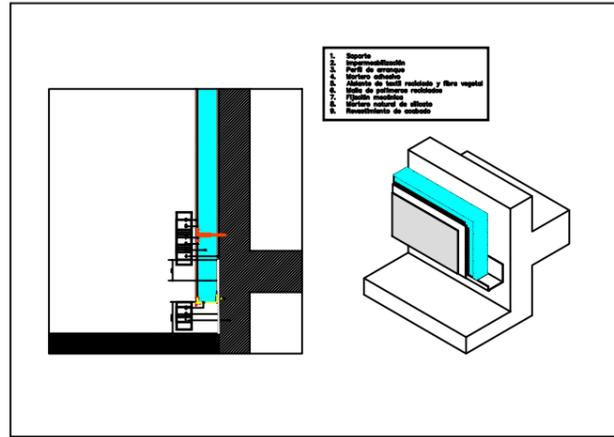


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
INGENIERÍA DE  
EDIFICACIÓN

2023-24  
E 1/3  
DETALLE CONSTRUCTIVO

Profesorado:  
Iborra Lucas, Milagro  
Alumnos:  
Reda Amlal

Nº plano  
**02**



# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

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

Nombre del edificio	20 viviendas		
Dirección	Calle Carretera de Picanya,11		
Municipio	PAIORTA	Código Postal	46200
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	2023
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	1977101YJ2617N		

## 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	REDA AMLAL	NIF(NIE)	Y5700577h
Razón social	upv	NIF	xxxxx
Domicilio	calle ciscar 18		
Municipio	VALENCIA	Código Postal	46005
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	redaamlal@gmail.com	Teléfono	642190771
Titulación habilitante según normativa vigente	xxxxxx		
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]
<p>22.4 B</p>	<p>4.6 B</p>

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: 09/06/2024

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> ]	2201.02
--	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Muro de fachada	Fachada	966.84	1.21	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

## 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

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

### Generadores de refrigeración

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

## Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b>	112.0
---	-------

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potencia nominal [kW]</b>	<b>Rendimiento Estacional [%]</b>	<b>Tipo de Energía</b>	<b>Modo de obtención</b>
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	ACS				

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

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

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	 4.6 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	C	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A
		3.81		0.39	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A	<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-
		0.43		-	

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>	0.43	952.03
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	4.20	9254.03

### 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				
	 22.4 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	C	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	A
		18.01		1.85	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	A	<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	-
		2.55		-	

### 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		
	 13.9 C		 2.6 A

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

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

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

Nombre del edificio	20 viviendas		
Dirección	Calle Carretera de Picanya,11		
Municipio	PAIORTA	Código Postal	46200
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	2023
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	1977101YJ2617N		

## 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	REDA AMLAL	NIF(NIE)	Y5700577h
Razón social	upv	NIF	xxxxx
Domicilio	calle ciscar 18		
Municipio	VALENCIA	Código Postal	46005
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	redaamlal@gmail.com	Teléfono	642190771
Titulación habilitante según normativa vigente	xxxxxx		
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]
<p>&lt; 15.6 A 15.6-29.6 B 29.6-50.0 C 50.0-80.1 D 80.1-173.7 E 173.7-189.4 F ≥ 189.4 G</p>	<p>&lt; 3.6 A 3.6-6.8 B 6.8-11.5 C 11.5-18.5 D 18.5-41.5 E 41.5-46.9 F ≥ 46.9 G</p>
9.3 A	1.9 A

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: 09/06/2024

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> ]	2201.02
--	---------



## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Muro de fachada	Fachada	966.84	0.38	Por defecto

### 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

## 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

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

### Generadores de refrigeración

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

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

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

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES				
<p>&lt; 3.6 <b>A</b></p> <p>3.6-6.8 <b>B</b></p> <p>6.8-11.5 <b>C</b></p> <p>11.5-18.5 <b>D</b></p> <p>18.5-41.5 <b>E</b></p> <p>41.5-46.9 <b>F</b></p> <p>≥ 46.9 <b>G</b></p>	<p><b>1.9 A</b></p>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>		
	<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		A	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		A
	1.37		0.39			
			<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		-
		0.17		-		

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>	0.17	376.87
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	1.76	3877.36

### 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				
<p>&lt; 15.6 <b>A</b></p> <p>15.6-29.6 <b>B</b></p> <p>29.6-50.0 <b>C</b></p> <p>50.0-80.1 <b>D</b></p> <p>80.1-173.7 <b>E</b></p> <p>173.7-189.4 <b>F</b></p> <p>≥ 189.4 <b>G</b></p>	<p><b>9.3 A</b></p>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>		
	<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		A	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		A
	6.47		1.85			
			<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		-
		1.01		-		

### 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			
<p>&lt; 4.6 <b>A</b></p> <p>4.6-10.7 <b>B</b></p> <p>10.7-19.2 <b>C</b></p> <p>19.2-32.2 <b>D</b></p> <p>32.2-64.3 <b>E</b></p> <p>64.3-70.1 <b>F</b></p> <p>≥ 70.1 <b>G</b></p>	<p><b>5.0 B</b></p>	<p>&lt; 5.5 <b>A</b></p> <p>5.5-8.9 <b>B</b></p> <p>8.9-13.9 <b>C</b></p> <p>13.9-21.3 <b>D</b></p> <p>21.3-26.3 <b>E</b></p> <p>26.3-32.4 <b>F</b></p> <p>≥ 32.4 <b>G</b></p>	<p><b>1.0 A</b></p>		
	<i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		<i>Demanda de refrigeración</i> [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

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

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

Nombre del edificio	20 viviendas		
Dirección	Calle Carretera de Picanya,11		
Municipio	PAIORTA	Código Postal	46200
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	2023
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	1977101YJ2617N		

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

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

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	REDA AMLAL	NIF(NIE)	Y5700577h
Razón social	upv	NIF	xxxxx
Domicilio	calle ciscar 18		
Municipio	VALENCIA	Código Postal	46005
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	redaamlal@gmail.com	Teléfono	642190771
Titulación habilitante según normativa vigente	xxxxxx		
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: 09/06/2024

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> ]	2201.02
--	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Muro de fachada	Fachada	966.84	1.45	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

## 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

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

### Generadores de refrigeración

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

## Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b>	112.0
---	-------

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potencia nominal [kW]</b>	<b>Rendimiento Estacional [%]</b>	<b>Tipo de Energía</b>	<b>Modo de obtención</b>
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	ACS				

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

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

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	C	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A
		4.60		0.39	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A	<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-
		0.47		-	

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>	0.47	1030.29
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	4.99	10987.83

### 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	
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	C	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	A
		21.73		1.85	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	A	<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	-
		2.76		-	

### 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
<i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	<i>Demanda de refrigeración</i> [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

# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

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

Nombre del edificio	20 viviendas		
Dirección	Calle Carretera de Picanya,11		
Municipio	PAIORTA	Código Postal	46200
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	2023
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	1977101YJ2617N		

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

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

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	REDA AMLAL	NIF(NIE)	Y5700577h
Razón social	upv	NIF	xxxxx
Domicilio	calle ciscar 18		
Municipio	VALENCIA	Código Postal	46005
Provincia	Valencia	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	redaamlal@gmail.com	Teléfono	642190771
Titulación habilitante según normativa vigente	xxxxxx		
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]
<p style="text-align: center;"><b>26.3 B</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>5.5 B</b></p>

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: 09/06/2024

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> ]	2201.02
--	---------



### 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

#### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Muro de fachada	Fachada	966.84	1.45	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

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

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

#### Generadores de refrigeración

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

## Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b>	112.0
---	-------

<b>Nombre</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potencia nominal [kW]</b>	<b>Rendimiento Estacional [%]</b>	<b>Tipo de Energía</b>	<b>Modo de obtención</b>
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	61.8	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	ACS				

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

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

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
	 5.5 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	C	<i>Emisiones ACS</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A
		4.60		0.39	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]		<i>Emisiones refrigeración</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	A	<i>Emisiones iluminación</i> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	-
		0.47		-	

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>	0.47	1030.20
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	4.99	10987.20

### 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			
	 26.3 B	CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	C	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	A
		21.73		1.85	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	A	<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	-
		2.76		-	

### 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			
	 16.8 C		 2.8 A		
				<i>Demanda de calefacción</i> [kWh/m <sup>2</sup> año]	<i>Demanda de refrigeración</i> [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