

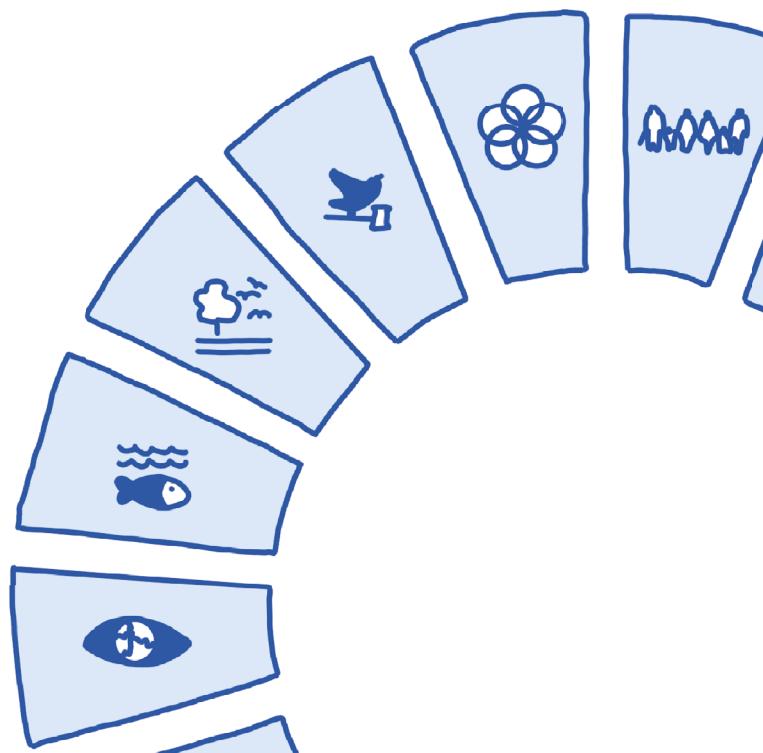
# VERD

VALENCIA

Viviendas Eficientes y Rehabilitación  
Descarbonizada

## VOLUMEN I

Soluciones y estrategias para la  
rehabilitación energética y la  
contratación pública sostenibles



AJUNTAMENT  
DE VALÈNCIA



València  
Clima i Energia



Oficina  
de l'Energia

## REDACCIÓN:

Fundació València Clima i Energia

Fundación Cesefor (Área de Biociudades y Área de Industria y Construcción con Madera) en el marco del proyecto URBANEW.

citiES 2030, Dark Matter Labs y Democratic Society en el marco del proyecto EUCINCO 2.0.

## DIRECCIÓN Y EDICIÓN:

**Alejandro Alonso**

(València Clima i Energia, Técnico de Proyectos Europeos)

## EQUIPO DE REDACCIÓN Y COLABORADORES:

**Hamza Briki**

(Fundación Cesefor, área de Biociudades).

**Javier Frades Orallo**

(Fundación Cesefor, área de Biociudades).

**Lola Cadarso Anza**

(Fundación Cesefor, área de Biociudades).

**Melanie Amato**

(Fundación Cesefor, área de Biociudades).

**Manuel García Barbero**

(Fundación Cesefor, área de Industria y Construcción con Madera).

**Pablo Alonso Parracía**

(Fundación Cesefor, área de Industria y Construcción con Madera).

**Andrea Lusquiños Mansilla**

(citiES 2030, facilitadora de la plataforma)

**Alicia Carvajal Rowan**

(Dark Matter Labs, área de entorno construido y políticas públicas)

**Aurora González-Adalid**

(Demsoc, Knowledge and narratives management)

**Ana Salom**

(Zuloark, ilustración editorial)

## DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

Xinxeta Multimedia

## IMPRESIÓN:

Impresos Grafimprés

## Edición 2025.

**Fundación València Clima i Energia**

C/ Joan Verdaguer, 16, 46024 Valencia

961 061 588

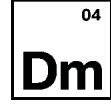
climaienergia@climaienergia.com



## COLABORADORES SOCIOS DEL PROYECTO URBANEW

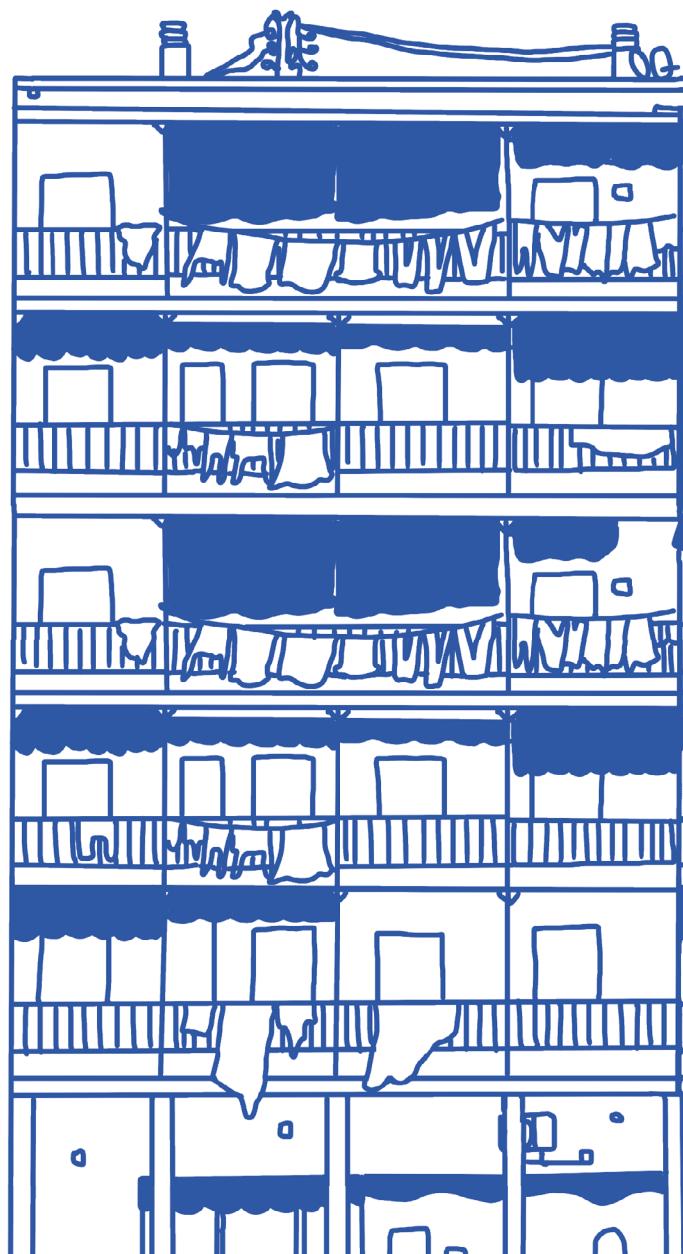


## COLABORADORES SOCIOS DEL PROYECTO EUCINCO 2.0



## LA INICIATIVA EUCINCO 2.0 RECIBE FINANCIACIÓN DE LA FUNDACIÓN LAUDES.

Laudes —  
— Foundation



Funded by  
the European Union



**ESTE PROYECTO:** CINEA-H2020-NZC101036519-PCP- Vitoria-Gasteiz City Council-Multi-stakeholder innovative & systemic solutions for urban regeneration: Spain-2023-2025 pertenece al Programa Pilot Cities, en el marco de 'Accelerating cities' transition to net zero emissions by 2030' - 'NetZeroCities' Acuerdo de subvención nº 101036519. Desarrollado por Netzero cities (EIT Climate KIC). Financiado por Environment Executive Agency (CINEA) en el Programa Marco Horizonte 2020 para la Investigación y la Innovación (2014-2020).

<b>01</b>	<b>VERD Y SU CONTEXTO</b>	<b>8</b>
	<b>1.1. Cómo utilizar esta guía.</b>	<b>10</b>
<b>02</b>	<b>HACIA UN NUEVO MODELO: SOLUCIONES BIOBASADAS PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA</b>	<b>11</b>
	<b>2.1. Importancia y beneficios de la rehabilitación energética en la edificación existente.</b>	<b>12</b>
	2.1.1. La vivienda: un espacio vital en transformación	13
	2.1.2. Beneficios de la rehabilitación.	13
	<b>2.2. Aspectos clave para la transformación crítica y urgente de nuestro entorno construido: carbono embebido, circularidad y transición justa.</b>	<b>14</b>
	2.2.1. El desafío urgente del carbono embebido.	14
	2.2.2. La circularidad en la construcción	15
	2.2.3. Transición justa en la rehabilitación energética	16
	<b>2.3. Medidas de diseño para la mejora del rendimiento energético.</b>	<b>17</b>
	2.3.1. Medidas pasivas de diseño y sus beneficios.	17
	2.3.2. Medidas activas de diseño y sus beneficios	24
	<b>2.4. Biomateriales y rehabilitación energética.</b>	<b>27</b>
<b>03</b>	<b>ACTUAL MARCO NORMATIVO: UNA NUEVA PERSPECTIVA PARA 2030</b>	<b>29</b>
	<b>3.1. Del Marco Normativo a la transformación urbana: hacia una Nueva Taxonomía Europea.</b>	<b>29</b>
	3.1.1. Normativa Internacional	29
	3.1.2. Normativa Europea	30
	3.1.3. Normativa Nacional (España)	32
	3.1.4. Normativa Autonómica (Comunidad Valenciana)	35
	<b>3.2. Las nuevas reglas del juego: cómo la normativa europea transformará la rehabilitación energética de edificaciones.</b>	<b>36</b>
	<b>3.3. Impulsar nuevos modelos con soluciones biobasadas: metodología, estrategias, indicadores y criterios según el Marco Europeo Level(s)</b>	<b>38</b>
	3.3.1. ¿Qué es Level(s)? Un marco para la sostenibilidad en la edificación.	38
	3.3.2. ¿Para quién es Level(s)?	38
	3.3.3. ¿Cuáles son los “niveles” o áreas que cubre Level(s)?	39
	3.3.4. ¿Qué ofrece Level(s) a la hora de rehabilitar un edificio?	41
	Beneficios adaptados a la rehabilitación urbana.	
	3.3.5. ¿Cómo puede aplicarse Levels a las rehabilitaciones?	42
	3.3.6. Indicadores asociados a los macro-objetivos:	43
	<b>Indicador 1.1.</b> Eficiencia energética en la fase de uso	
	Unidad de medida: Kilovatios hora por metro cuadrado y por año (kWh/m2/año)	
	<b>Indicador 1.2.</b> Potencial de calentamiento global del ciclo de vida	
	<b>Indicador 2.1.</b> Estado de mediciones, materiales y vidas útiles	
	Unidad de medida: Unidad de las mediciones, masa y años.	
	<b>Indicador 2.2.</b> Residuos y materiales de construcción y demolición	
	Unidad de medida: Kilogramos de residuos y materiales por m2 de la superficie total útil habitable.	
	<b>Indicador 2.3.</b> Diseño con fines de adaptabilidad y renovación.	
	Unidad de medida: Calificación de adaptabilidad.	
	<b>Indicador 2.4</b> Diseño con fines de deconstrucción, reutilización y reciclado.	
	<b>Indicador 3.1.</b> Consumo de agua en la fase de uso.	
	<b>3.4. Nuevo Modelo: criterios e indicadores para entender y justificar la rehabilitación energética y la descarbonización desde soluciones biobasadas.</b>	<b>51</b>

<b>3.5. Cómo implementar soluciones constructivas sostenibles: herramientas para la rehabilitación energética verde del nuevo modelo.</b>	<b>58</b>
3.5.1. Herramientas de evaluación de impacto y circularidad	35
IVE: Herramienta TURIA	
IVE: RE10 Circularidad	
IVE: renUEva	
VERDE – GBCE	
3.5.2. Herramientas de análisis de impacto ambiental y energético	32
Principio DNSH (Do No Significant Harm)	
Ecómetro	
Ubakus	
TCQi/TCQ – Gestión del modelo ambiental	
<b>04 DISEÑO DE NUEVOS MODELOS DE REHABILITACIÓN SOSTENIBLE: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS BIOBASADAS.</b>	<b>61</b>
<b>4.1. Cómo funcionan las soluciones constructivas: fichas de detalles constructivos aplicados. Criterios e indicadores básicos.</b>	<b>62</b>
<b>05 FICHAS DE SOLUCIONES Y DETALLES CONSTRUCTIVOS NUEVO MODELO DE REHABILITACIÓN.</b>	<b>66</b>
<b>5.1. Ficha A: soluciones constructivas tipo para edificios protegidos.</b>	<b>66</b>
5.1.1. Solución A1: Fachada principal protegida	66
• Planta Baja: zócalo y solera.	
• Planta Intermedia: muro ciego, huecos, balcón, cornisa y encuentro con forjado.	
• Planta Intermedia: solución adaptada a forjados y bovedillas tradicionales.	
• Cubierta plana: solución general y encuentro incluyendo peto.	
• Cubierta inclinada: general y encuentro con posibles aberturas.	
5.1.2. Solución A2: Fachadas no protegidas: posterior o patios interiores.	75
• Planta Baja: zócalo y solera.	
• Planta Intermedia: muro ciego, huecos, balcón, cornisa y encuentro con forjado.	
• Cubierta plana: solución general y encuentro incluyendo peto.	
• Cubierta inclinada: general y encuentro con posibles aberturas.	
<b>5.2. Ficha B: soluciones constructivas tipo para edificios años 60-00s.</b>	<b>84</b>
5.2.1. Solución B1: Fachada principal BIO-SATE.	84
• Planta Baja: zócalo y solera.	
• Planta Intermedia: balcón, cornisa y encuentro con forjado.	
• Cubierta plana: solución general y encuentro incluyendo peto.	
5.2.2. Solución B2: Fachada principal VENTILADA (e insuflado)	91
• Planta Baja: zócalo y solera.	
• Planta Intermedia: balcón, cornisa y encuentro con forjado.	
• Cubierta plana: solución general y encuentro incluyendo peto.	
5.2.3. Solución B3: Fachada principal Industrializada: panel prefabricado de entramado ligero.	96
• Planta Baja: zócalo y solera.	
• Planta Intermedia: balcón, cornisa y encuentro con forjado.	
• Cubierta plana: solución general y encuentro incluyendo peto.	
5.2.4. Solución B4: Fachada tipo con solución para instalaciones exteriores.	102
<b>5.3. Nuevo modelo aplicado a edificaciones de nueva planta: beneficios, recomendaciones y ventajas, frente a la construcción convencional.</b>	<b>103</b>

# 06

## OPORTUNIDADES PARA IMPULSAR LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y DE BAJO CARBONO EMBEBIDO DESDE LA CONTRATACIÓN PÚBLICA

105

<b>6.1. Estrategias para impulsar la descarbonización desde la licitación pública.</b>	<b>105</b>
6.1.1. Un proceso interdepartamental y de diálogo multiactor.	107
6.1.2. Estructura.	107
<b>6.2. Estrategias para redefinir el valor y centrarse en lo que realmente importa.</b>	<b>108</b>
6.2.1. Reducir la importancia del precio incorporando otros criterios.	109
6.2.2. Establecer objetivos ambientales o de reducción de emisiones sin especificar métodos o materiales.	110
6.2.3. Incentivar condiciones concretas de ejecución (obras más cortas, menor ruido, menor generación de residuos, menor ocupación en vía pública...).	111
6.2.4. Priorizar licitadores con formación, experiencia y solvencia técnica acorde a los objetivos climáticos y de sostenibilidad.	112
6.2.5. Incentivar las propuestas que generen beneficios sociales más amplios.	113
6.2.6. Incentivar las propuestas que generen beneficios ambientales más amplios.	114
<b>6.3. Estrategias para posibilitar una transformación sistémica.</b>	<b>115</b>
6.3.1. Apoyar la innovación.	116
6.3.2. Apoyar la colaboración.	117
6.3.3. Fomentar el desarrollo de capacidades.	118
6.3.4. Fomentar la toma de decisiones basada en datos.	119
<b>6.4. Estrategias para incluir requisitos específicos.</b>	<b>120</b>
6.4.1. Priorizar materiales de origen biológico o de bajo impacto ambiental.	121
6.4.2. Requerir explícitamente que en el diseño se tenga en cuenta el desmontaje y la reutilización.	122
6.4.3. Priorizar el uso de componentes recuperados y materiales con contenido reciclado.	123
6.4.4. Priorizar el uso de materiales con declaración ambiental de producto.	124
6.4.5. Incluir el mantenimiento más allá del final de la obra.	125
6.4.6. Priorizar el diseño eficiente para minimizar el consumo de material.	126

**Esta Guía es una herramienta práctica que pretende impulsar la rehabilitación energética del parque edificatorio de la ciudad de Valencia. Brinda herramientas de diseño y construcción con biomateriales como la madera, para promover un entorno construido más sostenible y resiliente.** Busca abordar los desafíos técnicos y económicos asociados a la mejora del rendimiento energético de los edificios, e impulsar un cambio cultural hacia prácticas más responsables con el medio ambiente.

Está dirigida tanto a profesionales técnicos y administraciones en la gestión de contratos públicos, como a la ciudadanía y comunidades de propietarios interesadas en la rehabilitación sostenible y se pretende que se convierta en una herramienta útil y accesible para todos sus destinatarios.

A lo largo de estas páginas se presentan directrices claras, recomendaciones y herramientas prácticas para orientar las intervenciones de rehabilitación energética en la edificación conforme con los últimos estándares técnicos y normativos de la UE adaptada a las especificidades climáticas, sociales y económicas de Valencia.

Esta guía ha sido desarrollada por la Fundació Valencia Clima i Energia, Fundación Cesefor y EU CINCO 2.0, en el marco del proyecto europeo URBANEW. El proyecto se centra en buscar y probar soluciones para descarbonizar el entorno construido en Valencia, Barcelona, Madrid, Sevilla, Valladolid, Vitoria-Gasteiz y Zaragoza acelerando la transición urbana hacia la neutralidad climática.

### LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA:

En la UE, los edificios representan el **40% del consumo final de energía** y, en España, son responsables de un **8% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)** y al 14% de las emisiones difusas totales (según datos del Inventario Nacional de GEI, 2017). Según cifras publicadas por el MITECO, aproximadamente el **55% del parque edificatorio español es anterior a 1980 y el 21% supera los 50 años de antigüedad**. Con más de la mitad del parque edificatorio español construido antes de la normativa NBE-CT-79, que introdujo por primera vez en el país ciertos criterios mínimos de eficiencia energética, la necesidad de rehabilitación es urgente.

En **Valencia**, ciudad con un rico patrimonio arquitectónico y un clima mediterráneo caracterizado por veranos cálidos e inviernos moderados, la mejora del parque edificatorio existente se presenta como una oportunidad clave para reducir el impacto ambiental, mejorar la calidad de vida de la ciudadanía y adaptar la ciudad a las futuras condiciones climáticas extremas.

De acuerdo con el inventario de emisiones del 2021 (datos de 2020) del diagnóstico de la “Estrategia de Transición Energética Justa e Inclusiva València 2030”, en Valencia se consumieron 7.800.977 MWh de energía, provocando la emisión de 2.234.962 toneladas de CO2.

Los edificios son causantes de cerca del **40% del consumo energético y del 30% de las emisiones de CO2 de la ciudad**. Concretamente, el **sector residencial** es responsable del **22% del consumo eléctrico y 14% de las emisiones de GEI**, así como del mayor consumo de gas natural junto con el pequeño comercio. La generación de energía de origen 100% renovable está en niveles muy bajos. En este sentido, la normativa específica estatal (Real decreto ley 15/2018 y Real Decreto 244/2019) ha cambiado el rumbo eliminando las barreras que penalizaban el autoconsumo e impedían el autoconsumo compartido.

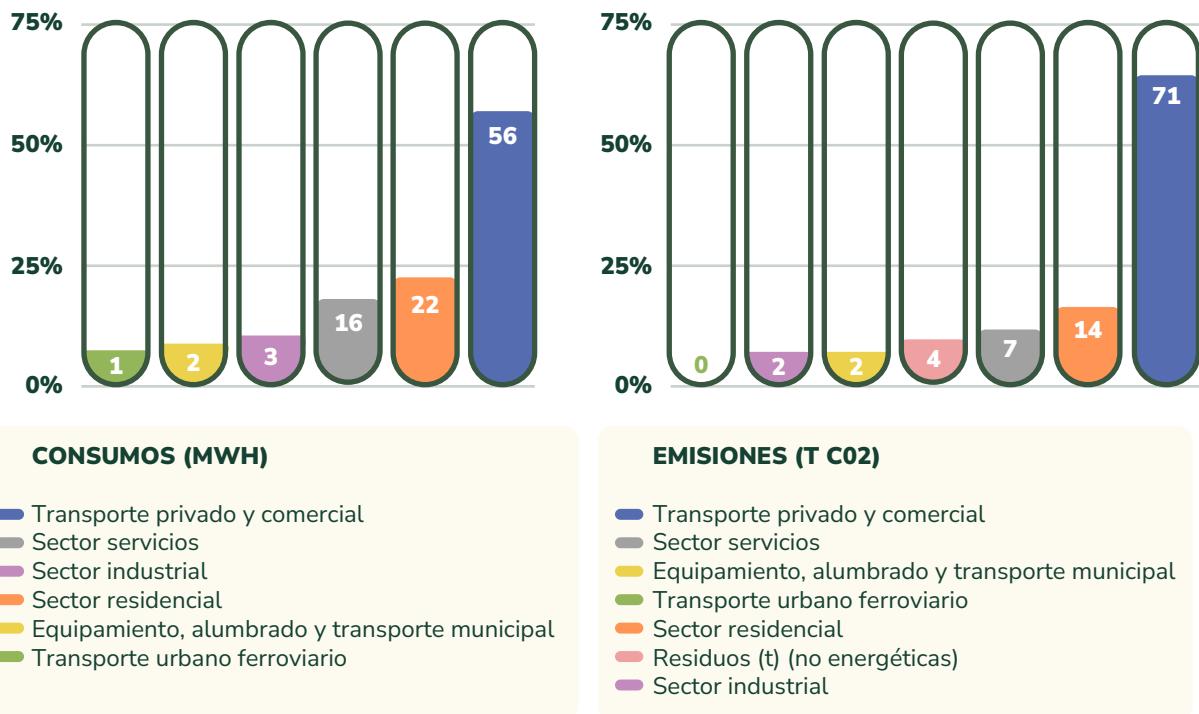


Figura 1. Emisiones de tCO2 de València por sectores, 2020. Fuente: Ayuntamiento de València.

La ciudad cuenta con un parque edificatorio envejecido y poco eficiente, donde más del 67% de los edificios se construyeron antes de 1980, según el Anuario Estadístico del Ayuntamiento de Valencia de 2023. Este dato supera la media nacional (45%) y refleja un retraso histórico en renovación energética. De las 414.946 inmuebles residenciales existentes, el 46,61% (193.415) pertenecen al período 1961-1980, caracterizado por normativas de construcción laxas y aislamientos deficientes.

PERÍODO	Nº INMUEBLES USO RESIDENCIAL	% INMUEBLES USO RESIDENCIAL	NORMATIVA DE CONSTRUCCIÓN VIGENTE	NORMATIVA ENERGÉTICA APLICABLE	VALORACIÓN ENERGÉTICA (A-G)
<b>TOTAL</b>	<b>414.946</b>	<b>100%</b>			
> 1800	228	0,05%	Ninguna estandarizada.	Sin regulación	G
1801-1900	6.211	1,50%	Ninguna estandarizada.	Sin regulación	G
1901-1920	7.587	1,83%	Reglamentos locales de salubridad.	Sin normativa	F-G
1921-1940	22.224	5,36%	Reglamentos locales de salubridad.	Sin normativa	F-G
1941-1960	49.902	12,03%	NBE 1957 (incipiente).	Sin exigencias energéticas	F
1961-1980	193.415	46,61%	NBE-CT-79 (desde 1979).	RD 2429/1979: Aislamiento básico.	E-F
1981-2000	85.682	20,65%	NBE-CT-79 + LOE 1999.	NBE-CT-79 actualizada (1991).	D-E
2001-2010	40.108	9,67%	CTE 2006	DB-HE1 (CTE 2006).	C
2011-2022	9.589	2,31%	CTE 2013/2019. CTE 2019 (ECCN).	DB-HE 2019. DB-HE 2020: NZEB.	B A

Tabla 1. Bienes inmuebles con uso residencial según año de antigüedad. 2023. Fuente de elaboración propia.

Rehabilitar un edificio y **pasar de una letra G a una B supone reducir 6 veces su consumo energético**, junto con el ahorro de emisiones correspondiente. No obstante, actualmente la tasa de renovación estimada en València es próxima al 0,03%. La **fragmentación en la demanda** (aproximadamente el 98% son viviendas situadas en edificios multifamiliares) complica mucho acelerar la renovación del parque edificatorio; ya que la mayor parte de las actuaciones precisan de mayorías en la toma de decisiones por parte de las comunidades de propietarios, que suelen tener diversos intereses, prioridades y recursos económicos. Asimismo, **la oferta también se encuentra fragmentada en PYMES y profesionales autónomos**, que representan estos últimos el 30% de los trabajadores en el sector, mientras que las microempresas con menos de 9 trabajadores suponen más del 90% y las empresas sin personal más del 60%. Este tipo de empresa tan pequeña a veces dificulta la implementación de rehabilitaciones integrales ambiciosas.

**VERD “Valencia : Viviendas Eficientes y Rehabilitación Descarbonizada”** busca ofrecer soluciones técnicas accesibles para impulsar el proceso de rehabilitación energética en la edificación y contribuir a la transición hacia una construcción más sostenible y eficiente.

## CÓMO UTILIZAR ESTA GUÍA.

1.1

La Guía VERD está compuesta por dos volúmenes complementarios que abordan la rehabilitación energética desde una perspectiva técnica y divulgativa, con un enfoque centrado en la sostenibilidad y el uso de materiales biobasados.

### **VOLUMEN 1 - Soluciones y estrategias para la rehabilitación energética y la contratación pública sostenibles.**

Busca ofrecer una visión técnica y especializada de la rehabilitación energética de edificios, centrada en el uso de materiales biobasados. Proporciona soluciones constructivas, detalles técnicos y recomendaciones prácticas para favorecer intervenciones sostenibles y eficientes en el parque edificado.

Está dirigido a profesionales del sector de la construcción, arquitectura, ingeniería y personal técnico de las administraciones públicas, especialmente aquellos implicados en la planificación y ejecución de proyectos de rehabilitación energética.

### **VOLUMEN 2 - Rehabilitación energética: Todo lo que necesitas saber desde la idea hasta disfrutar de tu nuevo edificio.**

Busca divulgar la importancia de la rehabilitación energética de edificios y orientar al público general sobre el proceso, beneficios y pasos a seguir para llevarla a cabo, con especial atención al contexto de la ciudad de Valencia. Está dirigido a la ciudadanía en general, comunidades de vecinos, propietarios de viviendas y personas interesadas en mejorar la eficiencia energética de sus hogares o edificios. Se presenta un itinerario adaptado a la realidad de Valencia, con recomendaciones prácticas, recursos disponibles y consejos para tomar decisiones informadas.

## 02

# HACIA UN NUEVO MODELO: SOLUCIONES BIOBASADAS PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.



## SOÑAMOS CON UNA VALENCIA MÁS HABITABLE, RESILIENTE Y CONSCIENTE

*Impulsamos la transformación sostenible del parque edificatorio con su foco puesto en la vivienda y la justicia social, apostando por una rehabilitación energética integral que reduzca el impacto ambiental mejorando la vida de las personas.*

Queremos edificios que respiren con su entorno, adaptándose al clima mediterráneo para ofrecer confort térmico con un consumo energético reducido y una mayor vida útil. Mediante soluciones eficientes, materiales de bajo impacto y tecnologías limpias e innovadoras, buscamos descarbonizar la construcción y asegurar espacios saludables, confortables y accesibles para todas las personas que habitan nuestra ciudad.

Queremos ser motor y ejemplo de una nueva construcción, una transformación profunda del sector que apueste por la sostenibilidad y la puesta en valor de recursos locales como la madera, un material noble que nos llama a repensar cómo y con qué construimos.

Desde las grandes ciudades, tenemos la oportunidad —y la responsabilidad— de generar una demanda consciente que impulse nuevas cadenas de valor sostenibles, devolviendo vida, empleo y prosperidad a nuestros pueblos. Así, rehabilitar también significa reequilibrar: entre lo urbano y lo rural, entre el desarrollo económico y el respeto ambiental, entre el confort humano y el cuidado del planeta.

Creemos en la fuerza del conocimiento compartido, en la colaboración entre administraciones, empresas, ciudadanía y profesionales. Consideramos que desde el ámbito público no solo es posible, sino imprescindible, liderar este cambio.

Este es nuestro compromiso: avanzar hacia un modelo urbano más verde, más justo y más resiliente, preparado para afrontar, con determinación y esperanza, los desafíos climáticos del presente y del futuro.

### En este punto de la guía, queremos incidir sobre:

- Los beneficios de la rehabilitación energética en el parque edificatorio, especialmente en la vivienda.
- Los aspectos clave para la transformación crítica y urgente de nuestro entorno construido hacia un modelo más sostenible, justo y con menor huella de carbono basado en la bioconstrucción, el uso de biomateriales, la circularidad y la rehabilitación energética.
- Algunas de las medidas de diseño (activas y pasivas) que mejoran el rendimiento energético y que más se pueden adecuar a la ciudad de Valencia.

## IMPORTANCIA Y BENEFICIOS DE LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN LA EDIFICACIÓN EXISTENTE.

2.1

En España, los edificios son responsables de un porcentaje importante del consumo energético y de materiales, así como de la generación de residuos y emisiones de GEI, lo que subraya la urgencia de adoptar medidas de rehabilitación energética y sostenible para aumentar el confort, y mitigar el impacto ambiental y la dependencia de recursos no renovables.

Dado el bajo índice de nueva construcción actual, el **desafío principal reside en mejorar la eficiencia energética del parque edificado existente**. En España, **aproximadamente 5 millones de viviendas tienen más de 50 años, y casi el 10% se encuentran en un estado de conservación deficiente. Sumado a las más de 4 millones de personas que sufren pobreza energética**, la necesidad de mejorar la eficiencia energética y las condiciones de habitabilidad es urgente.

La reciente Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD, por sus siglas en inglés), aprobada por el Parlamento Europeo el 12 de marzo de 2024, establece disminuir el consumo energético y reducir la generación de emisiones de gases de efecto invernadero, tanto en la fase de construcción de los edificios como a lo largo de su vida útil, como objetivos fundamentales, exigiendo que todos los edificios nuevos sean climáticamente neutros a partir de 2030. Esta directiva deberá transponerse a la normativa de cada Estado miembro.

Con la **consolidación del Pacto Verde Europeo**, se está generando un proceso para construir un nuevo marco normativo para la descarbonización con las citadas nuevas directivas de Eficiencia Energética en Edificios (EPBD), de Eficiencia Energética (DEE), de Diseño Ecológico, de Energías Renovables (RED III) o el próximo Reglamento de Productos de la Construcción, y todas las futuras normas de implementación adaptadas, que los Estados Miembros deberán publicar en los próximos años, con un marco temporal iniciándose en 2026, finalizando en 2030.

### Línea temporal para los objetivos europeos de descarbonización del parque edificado:



## LA VIVIENDA: UN ESPACIO VITAL EN TRANSFORMACIÓN.

2.1.1

La vivienda ha experimentado una transformación significativa en los últimos años, adaptándose a las nuevas dinámicas de la vida cotidiana. Factores como el aumento del tiempo que pasamos en interiores, el impacto de la pandemia de COVID-19 y la proliferación del teletrabajo y la educación a distancia han redefinido nuestras necesidades y expectativas respecto al hogar. Estas circunstancias han puesto de manifiesto la importancia de repensar el diseño residencial para crear espacios más versátiles, confortables y tecnológicamente preparados, capaces de satisfacer las demandas de la vida contemporánea.

### NUEVAS DINÁMICAS DE VIDA EN EL HOGAR:

Es necesario repensar el diseño residencial para responder a la vida contemporánea

#### TIEMPO EN INTERIORES

80% del tiempo se pasa en espacios interiores.

La vivienda cobra un papel central en el bienestar cotidiano.

#### IMPACTO COVID-19

La pandemia cambió la forma de habitar y percibir el hogar

Necesidad de adaptación a nuevas funciones y condiciones: confort térmico, ventilación, calidad del espacio, entre otros.

#### NUEVOS USOS DEL HOGAR

Teletrabajo y educación a distancia crecieron significativamente

Exige espacios más versátiles, confortables y tecnológicamente preparados

## BENEFICIOS DE LA REHABILITACIÓN.

2.1.2

Reconocer la importancia de **la vivienda en la vida cotidiana** permite comprender la magnitud de los beneficios asociados a su rehabilitación, cuyo **impacto** se extiende directamente a la **calidad de vida, la salud y el bienestar de las personas**. La rehabilitación, por tanto, no solo mejora aspectos relacionados con el confort, la economía y el medioambiente, sino que también repercute positivamente en la salud física, psicológica y social. A continuación, se detallan estas ventajas en sus diferentes ámbitos:

SALUD	CALIDAD DEL AIRE	CONFORT TÉRMICO	CONFORT LUMÍNICO	REVALORIZACIÓN DEL INMUEBLE
Elimina entornos no saludables (frío, moho, ruido, contaminación, hacinamiento, falta de ventilación). Mejora el bienestar físico, mental y social.	Reduce contaminantes interiores y exteriores (radón, amianto, VOCs, gases). Mejora la salud respiratoria y cardiovascular.	Aislamiento adecuado evita pérdidas energéticas, humedades y enfermedades estacionales. Combate la pobreza energética.	Aprovecha mejor la luz natural y adapta la iluminación artificial según el uso. Mejora el bienestar y reduce el consumo.	Aumenta hasta un 25% el valor de viviendas de más de 50 años. Mejora su atractivo en el mercado y acelera el retorno de la inversión.
CONFORT ACÚSTICO	HABITABILIDAD Y FUNCIONALIDAD	AHORRO ECONÓMICO	SOSTENIBILIDAD Y DESCARBONIZACIÓN	
Reduce ruidos molestos y el estrés en edificios antiguos. Mejora el descanso y la salud mental.	Redistribuye espacios, elimina barreras, incorpora domótica y diseño ergonómico. Aumenta comodidad, accesibilidad y usabilidad.	Menor consumo energético = menores facturas. La inversión se recupera a medio plazo y con ayudas puede amortizarse en menos de 10 años.	Reduce emisiones de CO <sub>2</sub> y mejora eficiencia energética. Contribuye a los objetivos climáticos y energéticos de la UE.	

## ASPECTOS CLAVE PARA LA TRANSFORMACIÓN CRÍTICA Y URGENTE DE NUESTRO ENTORNO CONSTRUIDO: CARBONO EMBEBIDO, CIRCULARIDAD Y TRANSICIÓN JUSTA.

2.2

Para respetar los límites del planeta y limitar el calentamiento global y sus peores consecuencias, las emisiones del sector de la construcción deben reducirse drásticamente en los próximos años. Esto exige una **transformación urgente y profunda en la manera en que concebimos, diseñamos, construimos y renovamos nuestro entorno construido**.

En el contexto geopolítico actual, el liderazgo climático de Europa se vuelve aún más crucial. Históricamente, Europa ha sido una de las regiones con mayores emisiones de carbono y consumo de recursos y, a pesar de liderar la política climática global, sigue operando a niveles insostenibles. Debe redefinir sus modelos económicos y patrones de consumo, priorizando:

- La **reducción del consumo de recursos y las emisiones de carbono** para permitir la suficiencia global.
- El impulso de **nuevos paradigmas económicos que desvinculen la prosperidad de la degradación ambiental**.
- Su poder de demanda para reconfigurar las **cadenas de suministro globales**.
- Una **transición justa** que abandone los modelos económicos tradicionales insostenibles.

Europa reconoce que estos cambios son esenciales para la salud del planeta, debiendo liderar con modelos y soluciones escalables para la acción climática y la mitigación de la degradación ambiental a nivel global. En este contexto, y reconociendo el papel central de las ciudades en esta transición, se ha lanzado **la misión europea de alcanzar 100 ciudades climáticamente neutras para 2030**. Las ciudades misión, como Valencia, desempeñan un papel crucial en la demostración del cambio sistémico necesario, donde **la rehabilitación del parque edificado existente emerge como una estrategia fundamental** para reducir drásticamente las emisiones y aumentar la salud y calidad de vida. Su éxito dependerá de la **innovación y experimentación sistémica**, incluyendo en aspectos clave del sector de la construcción como el **carbono embebido, los materiales y la circularidad**.

### EL DESAFÍO URGENTE DEL CARBONO EMBEBIDO.

2.2.1

Como se ha mencionado, el sector de la construcción es un importante emisor de GEI, y el **carbono embebido**—las emisiones generadas durante la extracción, producción, transporte y ensamblaje de materiales de construcción, así como las asociadas al desmontaje, demolición, reciclaje y disposición final—representa una **proporción creciente** de esas emisiones. A medida que se **electrifican los edificios, se descarboniza la red eléctrica y se mejora la eficiencia energética**, se reducen las emisiones de carbono operativo y **cobra más peso el carbono embebido**. En el contexto de edificios ultraeficientes o de cero emisiones netas, el carbono embebido puede llegar a representar más del 90% de las emisiones totales.

Las decisiones actuales sobre materiales y diseño definen la huella de carbono del edificio durante décadas, y a diferencia del carbono operativo, que puede mitigarse con mejoras en eficiencia y energías renovables, **no se puede reducir el carbono embebido emitido**, que persiste en la

atmósfera durante siglos. Por ello, es fundamental considerar el carbono embebido para cumplir los objetivos climáticos de esta década, **evitar superar umbrales críticos de calentamiento y mitigar sus consecuencias** (eventos climáticos extremos, aumento del nivel del mar, colapso de ecosistemas). Seleccionar opciones de menor carbono embebido hoy aumenta nuestras posibilidades de permanecer dentro de los límites planetarios y disminuye la necesidad de intervenciones drásticas, costosas y potencialmente inviables en el futuro.

Además, la extracción continua de materiales vírgenes empeora la **pérdida de biodiversidad, la deforestación y la contaminación**, al tiempo que contribuye a las emisiones de carbono embebido y está ligado a enormes **impactos sociales** a lo largo de cadenas de valor globales.

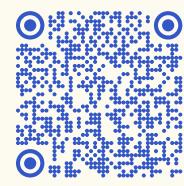
Hasta el momento, las estrategias climáticas europeas (Renovation Wave, NECPs, LTRSS) han priorizado la reducción del carbono operativo, pero generalmente han ignorado el carbono embebido. Reconociendo su importancia creciente, la Unión Europea ha comenzado a introducirlo de forma más central en regulaciones clave como la ya mencionada EPBD, que impulsa la reducción de emisiones a lo largo del ciclo de vida completo del edificio, promoviendo la **medición y reducción del carbono embebido** de los materiales de construcción, también en la **rehabilitación**.

## LA CIRCULARIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN.

## 2.2.2

Una estrategia clave para abordar el carbono embebido y el consumo de materias vírgenes es transitar hacia modelos más circulares. En el sector de la construcción, la economía circular se basa en optimizar el uso de recursos, prolongar la vida útil de edificios y materiales, y minimizar la generación de residuos. En los últimos años se ha avanzado en la definición de medidas y estrategias clave para su aplicación al sector de la construcción en diferentes contextos.

*En España, destaca el informe “Descarbonizar la edificación en todo su ciclo de vida – Guía paso a paso para ciudades” elaborado por GBCe en colaboración con citiES 2030. La hoja de ruta se enmarca en el proyecto “Dramatically Reducing Embodied Carbon in Europe’s Built Environment” liderado por Carbon Neutral Cities Alliance (CNCA) y con el apoyo financiero de Laudes Foundation y Built by Nature.*



CONSULTA EL DOCUMENTO

Para impulsar la circularidad es crucial adoptar, entre otras, las siguientes medidas urgentes:

### FOMENTAR LA EFICIENCIA Y LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA

- **Edificar en términos de suficiencia:** Ajustar la construcción a las necesidades reales para evitar el consumo innecesario de recursos.
- **Construir edificios flexibles:** Promover diseños adaptables a diferentes usos a lo largo del tiempo, prolongando así la vida útil de la edificación.

- **Fomentar la rehabilitación frente a la obra nueva:** Priorizar la reutilización y adaptación de edificios existentes, analizando cuestiones como la existencia de infraestructuras, transporte colectivo, servicios y densidad en la toma de decisiones, para minimizar el consumo de nuevos recursos y el impacto ambiental global del sector
- **Utilizar sistemas industrializados y de ensamblaje en seco:** Emplear soluciones prefabricadas o modulares para optimizar el proceso constructivo y reducir el consumo de materiales y la demanda energética en obra.

## TRANSITAR HACIA CICLOS CERRADOS

- **Diseñar para la reversibilidad y desmontaje:** Priorizar sistemas constructivos que faciliten la recuperación y reutilización de componentes y materiales, evitando uniones permanentes como adhesivos.
- **Incorporar materiales reciclados y reciclables:** Utilizar productos recuperados o con contenido reciclado y emplear soluciones que permitan su posterior reutilización al final de su vida útil.
- **Optimizar el ciclo de vida de los materiales:** Evaluar el impacto ambiental mediante herramientas como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para priorizar opciones con menor huella ecológica.
- **Gestionar eficientemente los residuos de construcción y demolición:** Implementar estrategias de reducción, separación y valorización de los materiales generados en obra.

## SELECCIONAR MATERIALES SOSTENIBLES Y DE PROXIMIDAD

- **Seleccionar materiales de baja huella de carbono:** Incorporar biomateriales como la madera certificada, el corcho, el cáñamo o la celulosa reciclada, que además de requerir menos energía en su producción, almacenan CO<sub>2</sub>.
- **Fomentar del uso de materiales de proximidad:** Reducir las emisiones asociadas al transporte y la dependencia de cadenas de suministro internacionales, e impulsar la economía local mediante la elección de recursos de bajo impacto ecológico disponibles en el entorno cercano.

## AUMENTAR LA CAPACIDAD DE EVALUACIÓN

- **Incorporar indicadores de impacto ambiental:** Aplicar herramientas como Ecómetro, Ubakus o RE10 Circularidad para medir y comparar el carbono embebido de los materiales, facilitando la toma de decisiones informada.

## TRANSICIÓN JUSTA EN LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA.

2.2.3

Garantizar una transición justa implica que la rehabilitación energética no solo cumpla criterios ambientales y técnicos, sino que también mejore la calidad de vida de las personas, promueva la equidad social y genere oportunidades económicas justas. Para ello, es necesario:

- **Facilitar el acceso a la rehabilitación para colectivos vulnerables:** Promover incentivos, ayudas públicas y mecanismos de financiación específicos, adaptados a hogares e individuos

con menor capacidad económica y considerando sus necesidades particulares, por ejemplo en materia de comunicación, trámites y acompañamiento.

- **Fomentar el empleo verde y la capacitación profesional:** Impulsar programas de formación en técnicas de construcción sostenible y rehabilitación energética, favoreciendo la empleabilidad local y atendiendo particularmente a personas con mayor dificultad de acceso a empleo.
- **Garantizar la participación ciudadana en los proyectos de rehabilitación:** Involucrar a las comunidades en la toma de decisiones, asegurando que las intervenciones respondan a sus necesidades.
- **Reducir la pobreza energética:** Priorizar actuaciones que reduzcan la vulnerabilidad energética, mejorando la eficiencia de las viviendas, aumentando el confort y reduciendo el gasto en suministros básicos.

## MEDIDAS DE DISEÑO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO.

2.3

Existen **medidas de diseño activas y pasivas que mejoran el rendimiento energético de los edificios** y que **pueden incluirse en los contratos de servicios de la Administración en materia de rehabilitación**, teniendo en cuenta los principios básicos de la contratación pública, y en función de las particularidades y del alcance del objeto del contrato. Tal como se ha detallado en relación con el **carbono embebido, la circularidad y la transición justa**, la inclusión transversal de criterios medioambientales en los contratos del sector público, como enfatiza la LCSP, resulta fundamental para impulsar una construcción más sostenible.

Recomendamos consultar más medidas en la **Guía Verde** (2022, Generalitat Valenciana e Instituto Valenciano de la Edificación IVE), así como en la **Guía de diseño urbano en zonas mediterráneas para mitigar el efecto isla de calor**, (2024, Generalitat Valenciana e Instituto Valenciano de la Edificación IVE. En esta misma guía, también se realiza una comparativa entre las propiedades de especies arbóreas comunes en la ciudad de Valencia.



Guía Verde  
(2022, Generalitat Valenciana e Instituto Valenciano de la Edificación IVE.)



Guía de diseño urbano en zonas mediterráneas para mitigar el efecto isla de calor

La presente guía pretende ser una herramienta para Valencia, una ciudad de clima mediterráneo. Por ello, se recopilan medidas prioritarias que ayuden a mitigar el efecto isla de calor y que contribuyan, simultáneamente, a mejorar la salud de las personas y el confort térmico, a reducir el consumo energético y la contaminación.

### MEDIDAS PASIVAS DE DISEÑO Y SUS BENEFICIOS.

2.3.1

Las **medidas pasivas de diseño** en la construcción son aquellas **estrategias arquitectónicas y constructivas que permiten mejorar el comportamiento energético de un edificio sin necesidad de recurrir a sistemas mecánicos o activos** (como calefacción, refrigeración o ventilación forzada). Estas medidas aprovechan las condiciones climáticas del entorno y las características del edificio (forma, orientación, materiales, etc.) para:

- Reducir las demandas energéticas de calefacción, refrigeración e iluminación.
- Aumentar el confort térmico, lumínico y acústico de los usuarios.
- Minimizar el impacto ambiental durante la vida útil del edificio.

En lugares como es el caso de la ciudad de Valencia, cobra especial importancia el concepto de “**isla de calor**”, conocido en inglés como ‘**Urban Heat Island** (UHI), que se define como una anomalía térmica positiva en las zonas centrales de las ciudades. La urbanización masiva actual modifica artificialmente las condiciones climáticas provocando un aumento de la temperatura, la disminución de la humedad del aire y de la velocidad del viento, todo lo cual favorece la consolidación de islas de calor urbanas (ICU). Estas se clasifican en dos tipos(Guía de diseño urbano en zonas mediterráneas para mitigar el efecto isla de calor, Generalitat Valenciana e Instituto Valenciano de la Edificación IVE, 2024):

- a) La isla de calor urbana**, ICU, se refiere a la temperatura más alta registrada en **la capa de aire que cubre la ciudad**, resultado del calor transferido desde superficies urbanas como edificios, calles y estacionamientos, que almacenan y liberan calor tras recibir radiación solar directa.
- b) La isla de calor urbana superficial (ICUs)** se refiere a las **altas temperaturas generadas por el calor emitido por estructuras urbanas** y captado por sensores infrarrojos. A diferencia de la ICU, la ICUs no está influenciada por los flujos de aire que regulan la temperatura del aire en la ciudad, lo que intensifica los efectos térmicos.

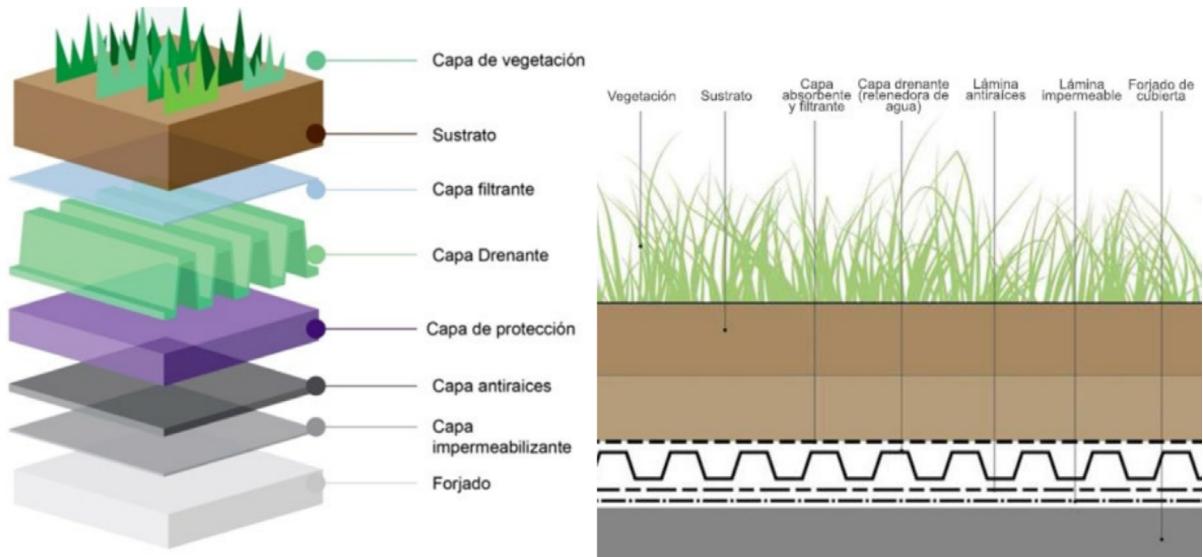
A continuación, listamos y explicamos brevemente las **medidas pasivas fundamentales** para mitigar fenómenos como la isla de calor, y mejorar la eficiencia energética de las edificaciones en el contexto de Valencia:

**1. USO DE PLANTAS PARA CREAR SOMBRA (SOMBREAMIENTO), HÁBITATS EN PATIOS Y JARDINES CON ESPECIES VEGETALES EFICIENTES:** Esta medida promueve una valoración consciente y activa del medio ambiente mediante la creación de hábitats naturales en el entorno inmediato de los edificios, en la fachada o incluso en su interior, fomentando la conexión de los usuarios con el mundo natural y contribuyendo al bienestar emocional y físico. La vegetación puede bloquear o filtrar la radiación solar, generando sombra y reduciendo la temperatura superficial. Se aconseja incluir especies vegetales eficientes en agua, autóctonas y adaptadas a escenarios futuros de cambio climático (para más información consultar la anteriormente mencionada Guía de diseño urbano en zonas mediterráneas para mitigar el efecto isla de calor). La cantidad de radiación que atraviesa la cobertura vegetal depende de las especies y de la época del año. En verano, el uso de plantas para crear sombras en edificios hace que generalmente sólo atraviese el follaje en torno al 10-30% de la radiación solar, lo que disminuye la necesidad de refrigeración, y en invierno, el paso de la radiación puede ser de entre el 10 al 80%, lo que permite que el sol ayude al calentamiento natural del edificio. La sombra arrojada por la vegetación en fachadas y cubiertas de edificio puede suponer un ahorro energético del 25% (Nichols Consulting Engineers, 2012), y limpia el aire de contaminantes reteniendo gases y partículas en sus hojas y tronco, tomando carbón de la atmósfera y almacenándolo en su interior. Una cubierta vegetada de 90 m<sup>2</sup> absorbe en un año los GEI producidos por el uso normal de 15 coches en el mismo período. (Environmental Protection Agency's Office of Atmospheric Programs, 2008). Además, la vegetación disminuye el riesgo de escorrentía, capta agua, mejora su ciclo y calidad , contribuye a crear hábitats para la fauna, puede transformarse en huertos urbanos, promoviendo la agricultura local, mejora el paisaje, la salud y la calidad de vida de los habitantes.

**CUBIERTAS VEGETALES:** son sistemas multicapa muy especializados por la complejidad que supone la presencia de vegetación. Incluyen una barrera contra raíces y sistemas de drenaje y riego. El agua de lluvia se almacena en el sustrato o en aljibes para aprovecharla posteriormente. La mayor parte del agua vuelve a la atmósfera de forma natural o mediante la evapotranspiración de las plantas. Deben prever la evacuación del exceso de agua a través de bajantes. La temperatura superficial de estas cubiertas es inferior a la de una cubierta convencional, por lo que el edificio emite menos calor al exterior reduciendo la temperatura del ambiente urbano.

Existen distintos tipos: extensivas o de perfil bajo (más simples y ligeras), intensivas o de perfil alto (jardines tradicionales que incluyen árboles, reducen mucho más la demanda energética y pueden servir como zona recreativa), y modulares (prefabricadas, fáciles de reparar y sustituir).

Recomendamos acudir a la “Guía de diseño urbano en zonas mediterráneas para mitigar el efecto isla de calor” para más información:



Imágenes: 2024, Guía de diseño urbano en zonas mediterráneas para mitigar el efecto isla de calor, Generalitat Valenciana e Instituto Valenciano de la Edificación IVE.

	EXTENSIVA	EXTENSIVA
CONDICIONES PREVIAS	Pueden servir para la rehabilitación por no requerir condiciones estructurales específicas.	Necesitan tenerse en cuenta en el diseño estructural inicial.
INCLINACIÓN	- Hasta 30° sin subestructura. - Más de 30° con subestructura.	Cubiertas planas o escalonadas.
TIPO DE VEGETACIÓN	Plantas de bajo porte y arbustos. Altura de la vegetación: 3-60 cm	Plantas de gran porte, incluso árboles.
ESPESOR DEL SUSTRATO	5-15 cm	15-50 cm. Mayor en el caso de árboles de gran porte.
PESO	70-250 kg/m <sup>2</sup>	>250 kg/m <sup>2</sup>
INERCIA TÉRMICA	Poca inercia térmica	Gran inercia térmica
NECESIDAD DE AGUA	Poca necesidad de agua Capacidad máxima: 10cm y 90kg/m <sup>2</sup>	Mayor necesidad de agua, se puede requerir riego externo. Capacidad máxima: 20-30cm y 600kg/m <sup>2</sup> agua

Tabla 1: Comparación entre cubiertas intensivas-extensivas (Instituto Valenciano de la Edificación, 2016)

**FACHADA VEGETADA:** bloquea la radiación solar directa sobre los muros de los edificios, que junto con la evapotranspiración de las plantas y el aislamiento térmico, evita su recalentamiento y contribuye a reducir la temperatura ambiente y el gasto energético del edificio. Además, fija CO<sub>2</sub> y otros contaminantes en función de las especies de plantas. Se clasifican en función del tipo de colocación (sistema de sacos o de paneles) y en función del tipo de sustrato (hidropónico; es decir, las raíces crecen en un medio inerte, o de tierra). Se pueden instalar en patios o interiores (en ese caso las plantas deben recibir suficiente luz). Deben seleccionarse especies autóctonas para reducir el mantenimiento y no dañar los muros del edificio.



Fachada vegetada, Palacio de Congresos Europa (Vitoria-Gasteiz)

TIPO DE FACHADA VERDE	ESTRUCTURA	FACTORES DE DISEÑO	ESPECIES SOPORTADAS	FACTORES CLIMÁTICOS	MANTENIMIENTO
<b>SISTEMA DE SACOS</b>	No son adecuados para áreas con sismo o fuertes vientos.	Pueden permitir diseños más creativos y precisos.	Variedad de especies limitada al tamaño del saco y riego.	Las zonas del muro sin vegetación tienen una temperatura 5,5°C superior a la zona cubierta con vegetación.  El espacio intermedio está alrededor de 1,5°C más frío que la temperatura exterior en verano y 4°C más caliente en invierno.	Requieres riego.  Requieren reemplazo de sustrato en 1-2 años.
<b>SISTEMA DE PANELES</b>	Un diseño adecuado permite su uso en zonas sísmicas y de fuertes vientos.	Con distintos tipos de vegetación se puede crear un tapiz “vivo”.	En principio permite más variedad de especies.	La superficie interior del muro se encuentra a una temperatura entre 3-10°C inferior que el ambiente exterior.  La temperatura del aire superficial disminuye aproximadamente 10°C respecto a la de una fachada sin vegetación	Requieren riego.  Reemplazo de sustrato en 10-15 años.

Tabla 2: Comparación entre distintas soluciones (Instituto Valenciano de la Edificación, 2016)

**JARDINES DE LLUVIA:** áreas de biorretención que ocupan pequeñas depresiones o jardineras y que pueden instalarse en viviendas unifamiliares o edificios. El jardín captura, filtra, transpira y elimina el agua de escorrentía. La bajante del edificio puede estar conectada al conjunto. Se pueden utilizar especies vegetales autóctonas, adaptadas a las condiciones climáticas del lugar de poco o nulo mantenimiento y que soporten las inundaciones periódicas.

#### **Esquema constructivo**

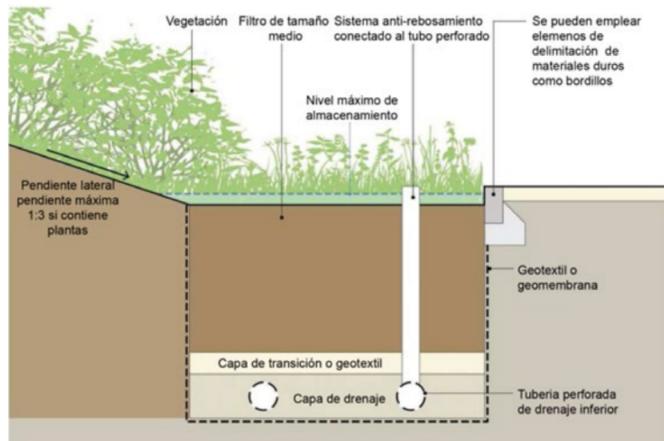
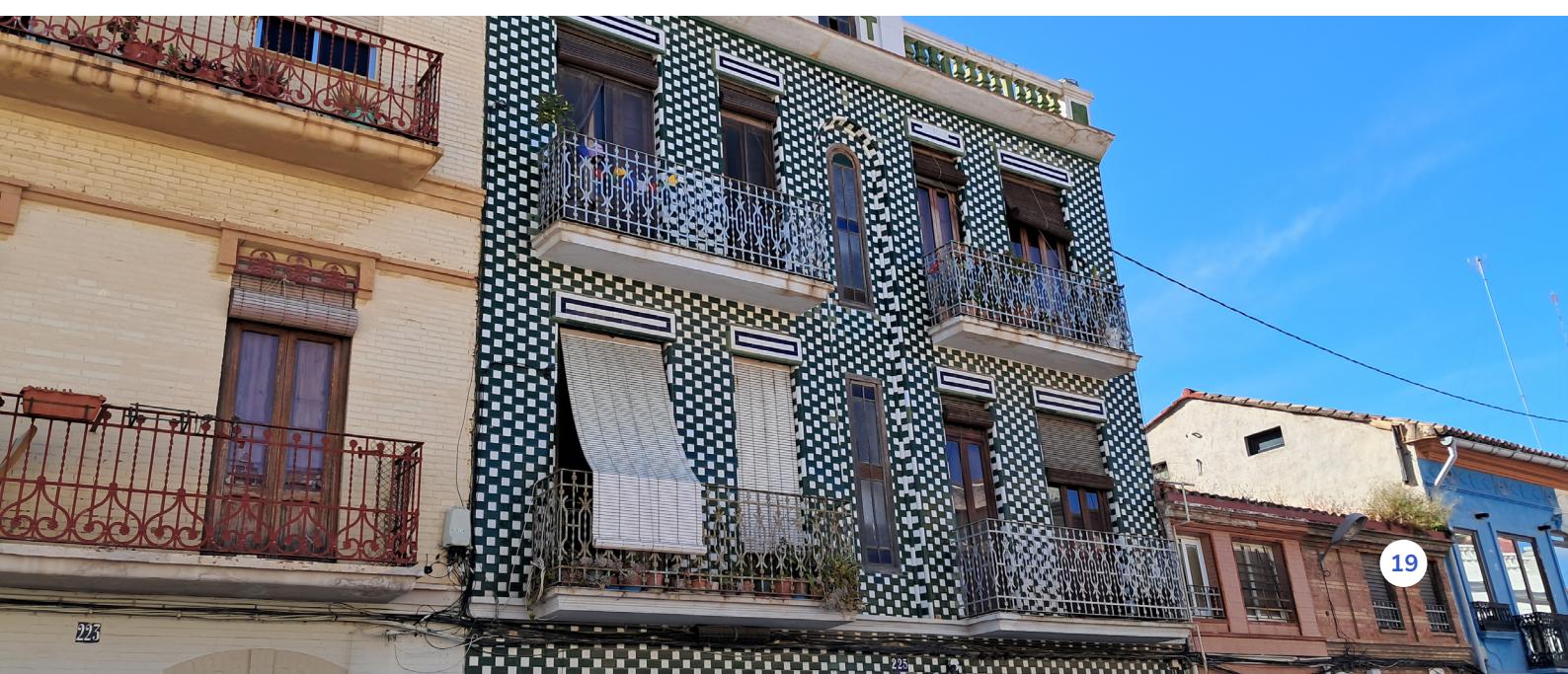


Imagen: 2024, Guía de diseño urbano en zonas mediterráneas para mitigar el efecto isla de calor, Generalitat Valenciana e Instituto Valenciano de la Edificación IVE.

Figura 21. Sección de un área de biorretención (B. Woods Ballard, 2015)

**2. ELEMENTOS DE SOMBRA Y COBERTURA TRADICIONALES:** Elementos típicos de las zonas mediterráneas como persianas, porches, pérgolas, pórticos, con una importante función de control de las condiciones climáticas en los edificios y espacios intermedios.

- **Pérgola**, por ejemplo, de madera recubierta de vegetación: contribuye a disminuir la radiación directa y el efecto isla de calor.
- **Toldos y persianas alicantinas**: Las persianas alicantinas son conocidas por su diseño típicamente mediterráneo, con lamas horizontales y materiales ligeros como la madera, que permiten la circulación de aire, regulan la entrada de luz y pueden mejorar el aislamiento acústico al reducir la entrada de ruido. Aportan protección contra la radiación solar manteniendo los espacios interiores frescos durante el verano. Son famosas por su estética y diseño, aportando un toque rústico y natural a cualquier espacio.



### **3. AISLAMIENTO TÉRMICO POR EL EXTERIOR:**

Material ubicado en el lado exterior de la “hoja o capa principal” de un elemento constructivo. Este aislante puede o no contar con un revestimiento exterior que lo proteja de los agentes climáticos y ambientales, especialmente en el caso de elementos que están en contacto con el terreno. Además, en algunos casos, puede incluir una cámara de aire que contribuye a mejorar su eficacia en la protección térmica del edificio. La instalación de aislante térmico por el exterior en los elementos de la envolvente térmica del edificio previene la aparición de puentes térmicos, lo que reduce significativamente la demanda energética. Esta medida también disminuye el riesgo de condensaciones intersticiales y superficiales, así como la formación de moho en las superficies interiores. Además, mejora la inercia térmica, lo cual es especialmente beneficioso en edificios de uso continuo, aunque no tan efectivo en aquellos de uso ocasional.

### **4. ESTANQUEIDAD EN CARPINTERÍAS:**

La estanqueidad de las ventanas es crucial para garantizar su capacidad de impedir la entrada de aire, agua y polvo desde el exterior. Este aspecto es fundamental para que los cerramientos desempeñen su función de manera eficaz, protegiendo el interior del hogar de condiciones climáticas adversas. Además, contribuye a mantener un ambiente interior confortable y eficiente, evitando pérdidas de calor o frío y mejorando el rendimiento energético del edificio. La instalación de carpintería con rotura de puente térmico incluye perfiles con materiales no conductores que interrumpen la transferencia de calor. Para más información, además de la guía previamente mencionada, se puede dirigir al documento del IDAE “**Soluciones de Acrystalamiento y Cerramiento Acrystalado**”.

### **5. RENATURALIZACIÓN Y PERMEABILIDAD DE ESPACIOS PÚBLICOS DEL ENTORNO PRÓXIMO AL EDIFICIO:**

- Reducción del Efecto Isla de Calor Urbana (ICU) por medio del uso combinado de múltiples estrategias destinadas a evitar la captación y retención del calor solar en verano. Estas estrategias requieren reducir al mínimo el pavimentado de los espacios urbanos, siendo preferible la integración de espacios verdes en suelo y de sombra. Si se ha de pavimentar, es recomendable el uso de tonos con un alto albedo que refleje al máximo los rayos solares. Así mismo, las superficies edificadas buscarán albedos altos tanto en fachada como en cubierta, a ser posible con superficies materiales de baja densidad y/o en una conformación trasventilada que evite la transferencia de calor a las áreas internas de los muros. La integración de cubiertas y fachadas verdes en orientación sur y oeste puede suponer una fantástica reducción de dicho Efecto ICU.
- Pavimentos permeables vegetados o no vegetados: Los pavimentos permeables vegetados permiten una rápida filtración del agua, proporcionan un suelo funcional adecuado para el peatón y vehículos ocasionales, contribuyen a eliminar contaminantes solubles e insolubles absorbidos o descompuestos por sucesivas capas de grava. La vegetación también puede contribuir al sombreado y la evapotranspiración reduce la temperatura ambiental.
- Sistemas Urbanos Drenantes (SuDS): Sistemas que recogen, almacenan y limpian el agua de escorrentía mediante soluciones de bajo impacto ambiental. Pueden funcionar de forma autónoma o combinando varios sistemas. Generalmente tienen una zona de recogida de agua, como los pavimentos permeables y una zona de almacenamiento. Su objetivo principal es combatir la escorrentía, causada principalmente por la pavimentación urbana.

Tipos: Sistemas de almacenamiento de agua en viviendas o edificios (depósitos); sistemas de infiltración (pozos, zanjas...), sistemas con vegetación (áreas de biorretención, jardines de

lluvia...), sistemas filtrantes-dreantntes (franjas filtrantes, zanjas drenantes, cunetas vegetales), depósitos de agua en la ciudad (áreas de infiltración, de detención, estanques de retención, humedales artificiales). Las cubiertas vegetadas o pavimentos permeables también se consideran SuDS; pero dada su relevancia, se han desarrollado en los puntos anteriores.

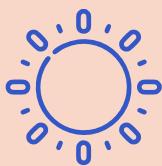
## 6. REVESTIMIENTOS FRÍOS:

Los revestimientos fríos, utilizados en cubiertas, fachadas y suelos exteriores, están hechos de materiales con un elevado **“Índice de Reflectancia Solar (SRI)”, un alto “albedo” o reflectancia solar, y una alta “emisividad”**. Estos materiales tienen la capacidad de evitar la absorción de energía solar y de emitir rápidamente el calor acumulado, efecto que aumenta con materiales poco densos con poca inercia térmica y capacidad de acumulación. Como resultado, los revestimientos fríos se calientan menos, transfieren menos calor al exterior y, en el caso de cubiertas y fachadas, también al interior del edificio. Por tanto, los revestimientos fríos reducen la demanda energética de refrigeración en los edificios durante los períodos estivales, a la vez que mitigar el fenómeno de las ICU. Este enfoque mejora tanto la salud de las personas como el consumo energético y el confort térmico en las áreas urbanas. En este apartado es muy importante incluir la importancia de los revestimientos y revocos exteriores, incluyendo pinturas y colores. actuando de diversas formas:

- **Reflexión y absorción de radiación solar:** Los revestimientos y colores claros, como los blancos o tonos pastel, tienen una mayor capacidad de reflejar la radiación solar, lo que reduce la cantidad de calor absorbido por las superficies exteriores del edificio. Esto disminuye el calentamiento de la estructura y, por ende, la necesidad de refrigeración interior.
- **Aislamiento térmico:** Los revocos y revestimientos, especialmente aquellos diseñados con materiales aislantes, ayudan a reducir la transferencia de calor entre el exterior y el interior del edificio. Esto mejora el confort térmico y reduce la necesidad de sistemas de climatización, contribuyendo a la eficiencia energética del edificio.
- **Protección contra la humedad y el desgaste:** Además de su función estética, los revestimientos exteriores protegen las paredes de la humedad y el desgaste causado por la exposición al clima. Esto no solo aumenta la durabilidad de las estructuras, sino que también ayuda a mantener un entorno interior más estable en términos de temperatura y humedad.
- **Regulación de la temperatura superficial:** Algunos revestimientos pueden incorporar tecnologías que regulan la temperatura superficial, como las pinturas con propiedades reflectantes o termocrómicas, que cambian de color en función de la temperatura ambiental, ayudando a mantener la superficie del edificio a una temperatura más constante.

**7. CUBIERTAS Y FACHADAS VENTILADAS:** Incorporan una **cámara de aire que permite la circulación del mismo**, protegiendo así la capa interior del cerramiento de la exposición directa a los rayos solares. Además, este sistema contribuye a la eliminación parcial del calor transmitido hacia la cámara a través del efecto chimenea, generado entre las dos capas del cerramiento. Así, impiden que el calor generado por la incidencia de la radiación solar sobre las superficies opacas de la envolvente del edificio penetre en el interior del inmueble. En el caso de las cubiertas, la colocación de aislante térmico por el exterior, como en el caso de las cubiertas invertidas, protege la impermeabilización de los cambios térmicos y del deterioro causado por las condiciones climáticas, el uso frecuente y el mantenimiento. En este apartado es fundamental entender el concepto de **ventilación cruzada natural**, que se define como una **medida a través del diseño, para generar aperturas estratégicas para flujos de aire sin energía**.

## OTRAS MEDIDAS PASIVAS DESTACADAS SON LAS SIGUIENTES:



### SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS PARA LA CAPTACIÓN SOLAR:

Los sistemas pasivos de calefacción solar, como el diseño y la composición de distintos elementos constructivos, utilizan la radiación del sol como fuente de energía aumentando la temperatura interior de los edificios, por lo que mejoran el confort térmico y a su vez reducen el consumo energético de la calefacción.

### SOLUCIONES ARQUITECTÓNICAS PARA LA PROTECCIÓN SOLAR ESTIVAL:

La composición geométrica de elementos de fachada según la orientación de los huecos de forma tal que se garantice el sombreado de los mismos durante las horas veraniegas de medio día y/o de poniente, el uso de persianas por el exterior, así como la incorporación de vidrios con alto poder de reflexión de UV, serán elementos esenciales que llevarán a una reducción importante del sobrecalentamiento estival, con el oportuno ahorro de energía en refrigeración.



### VERSATILIDAD Y/O CONVERTIBILIDAD DEL ESPACIO:

Se fomenta la circularidad en el sector de la construcción alargando la vida útil de los edificios mediante un diseño que permita su adaptación a distintos usos a lo largo del tiempo. Esta medida busca reducir las emisiones de carbono, los costos asociados y el consumo de recursos, además de minimizar la generación de residuos.

### CAPACIDAD DE AMPLIACIÓN DEL ESPACIO:

El diseño de los edificios de manera que puedan incorporar áreas adicionales en el futuro fomenta la circularidad de edificios alargando su vida útil mediante estrategias que permitan la ampliación de espacios. Esta medida contribuye a reducir las emisiones de carbono, los costos asociados y el consumo de recursos, además de minimizar la generación de residuos.



### FACILIDAD DE ACCESO A COMPONENTES Y SERVICIOS:

La capacidad que presentan los componentes o servicios, especialmente aquellos con menor ciclo de vida previsto, para ser reemplazados o reparados fácilmente con el menor daño posible al propio componente y a las piezas o elementos adyacentes, permite reducir el tiempo de reemplazo, evitar daños y residuos innecesarios.

### DISEÑO RESILIENTE FRENTE A INUNDACIONES:

Reducir el impacto de las inundaciones en los edificios de nueva construcción y los edificios existentes situados en zonas inundables mediante un diseño resiliente. Según el nivel de peligrosidad de inundación y el nivel máximo de agua esperado, es necesario preparar los edificios mediante actuaciones preventivas que aumenten la resiliencia frente a esta situación.



## MEDIDAS ACTIVAS DE DISEÑO Y SUS BENEFICIOS.

## 2.3.2

Las medidas activas de diseño se refieren a las instalaciones de los edificios (térmicas, eléctricas, suministro de agua, evacuación de aguas, etc.) y a las relacionadas con su construcción, encaminadas en todo caso a reducir el consumo de energía y favorecer el ahorro de agua. Estas medidas son complementarias a las pasivas y, cuando se integran adecuadamente en el diseño y operación de los edificios, contribuyen significativamente a la sostenibilidad y eficiencia energética del entorno construido.



**REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA:** Reducir el consumo energético de los edificios existentes y cubrir gran parte de la demanda mediante energía de fuentes renovables.



**ENERGÍAS RENOVABLES EN LA FASE DE CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN:** Disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) durante la fase de construcción de los edificios nuevos y las intervenciones en edificios existentes. Además, mejorar la calidad del aire en el entorno inmediato de la obra, reduciendo la concentración de sustancias nocivas para la salud, y minimizar la contaminación sonora, contribuyendo a un ambiente más saludable tanto para los trabajadores como para la comunidad circundante.



**AUDITORÍA ENERGÉTICA:** Facilitar a los gestores y ocupantes de los edificios el acceso a la información sobre su consumo energético y las oportunidades de ahorro, mediante la realización de auditorías energéticas en edificios existentes. Esto permite identificar áreas de mejora y establecer estrategias eficientes para reducir el consumo energético y optimizar el uso de los recursos disponibles.



**PRODUCIR ACS (AGUA CALIENTE SANITARIA) MEDIANTE ENERGÍAS RENOVABLES:** Promover el uso de energía de fuentes renovables y/o procesos de cogeneración renovables para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) y el calentamiento de agua para la climatización de piscinas cubiertas en edificios nuevos y existentes, con el objetivo de reducir las emisiones de GEI, contribuyendo a la sostenibilidad energética y a la reducción de la huella de carbono de los edificios.



**OBTENER ELECTRICIDAD A TRAVÉS DE ENERGÍAS RENOVABLES:** Promover un mayor uso de electricidad de fuentes renovables en los edificios de nueva construcción y existentes, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.



**DISPONER DE INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN INTERIOR:** Adecuadas a las necesidades de los usuarios y a la vez eficientes energéticamente.



**RENOVAR LAS INSTALACIONES TÉRMICAS DE LOS EDIFICIOS EXISTENTES:** Para adecuarlas al bienestar y las necesidades de los usuarios, y para que sean energéticamente eficientes, utilicen fuentes de energía renovables, aprovechen las energías residuales y reduzcan el consumo de energía primaria no renovable. Este enfoque contribuye a una mayor sostenibilidad y eficiencia energética en la operación de los edificios.



**UTILIZAR GRIFERÍA SANITARIA EFICIENTE EN EL AHORRO DE ENERGÍA:** Reducir el consumo de energía para el calentamiento del agua durante la fase de uso de los edificios nuevos y existentes, a través de la regulación eficiente de la temperatura. Esta medida permite optimizar el consumo energético, garantizando el confort de los usuarios mientras se minimizan los costos y el impacto ambiental.



**CREAR ESTACIONES DE RECARGA PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS:** Fomentando el uso de vehículos eléctricos para reducir las emisiones.

En cuanto a las medidas activas de diseño relativas al agua:



**SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES:** Reutilizar las aguas grises (procedentes de lavabos, duchas y bañeras), tras su adecuado tratamiento, para usos que no necesiten agua potable en edificios nuevos y en aquellos existentes que sufran reformas importantes. Además, en el caso de verter las aguas residuales al dominio público hidráulico (aguas superficiales, subterráneas, cauces, lagos, embalses o acuíferos subterráneos), se debe reducir el impacto ambiental sobre la masa de agua receptora, protegiendo así los recursos hídricos y fomentando la sostenibilidad.



#### **APROVECHAR LAS AGUAS PLUVIALES Y UTILIZAR SISTEMAS DE RIEGO EFICIENTES:**

**EFICIENTES:** Recoger el agua de lluvia en los edificios de nueva construcción y los existentes que se sometan a reformas importantes y utilizar este agua para usos que no requieran agua potable. El uso de sistemas de riego eficientes reducirá el consumo de agua.



#### **REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA A TRAVÉS DE GRIFOS SANITARIOS QUE AHORREN AGUA:**

**ASÍ COMO UTILIZAR INODOROS Y URINARIOS DE DESCARGA EFICIENTES.**

Además queremos destacar como una medida transversal, **la participación ciudadana en el diseño de espacios urbanos y edificaciones**. Es una herramienta clave para garantizar el uso eficiente de los recursos y promover la sostenibilidad en la construcción y rehabilitación de edificios. Este enfoque colaborativo no solo contribuye a mejorar la calidad de vida de los usuarios, sino que también optimiza el rendimiento energético y funcional de las infraestructuras.

Es realmente importante involucrar a la ciudadanía en procesos de transformación urbana, contribuyendo a crear espacios más eficientes, adaptados a las necesidades reales de sus usuarios y, por ende, más sostenibles. Al integrar las opiniones y experiencias de los habitantes, se pueden identificar soluciones que favorezcan el ahorro energético, la movilidad sostenible y la resiliencia frente al cambio climático. Este proceso participativo permite detectar oportunidades para implementar medidas pasivas y activas de diseño que mejoren el comportamiento ambiental de los edificios y espacios públicos (más información en [la Guía de Participación Ciudadana para Proyectos Urbanísticos de la Generalitat Valenciana](#)).

Vinculado a procesos de rehabilitación de edificios y regeneración urbana, considerar las necesidades y preferencias de los usuarios desde las etapas iniciales del proyecto, permite que se puedan incorporar, razonadamente y desde su etapa de concepción, estrategias de diseño que reduzcan la demanda energética, mejoren el confort térmico y lumínico y contribuyan a la sostenibilidad ambiental.

Por tanto, la inclusión de la ciudadanía en el proceso de diseño y rehabilitación de edificios es fundamental para lograr construcciones más eficientes, sostenibles y adaptadas a las necesidades reales. Su inclusión como herramienta de diseño en el proyecto, potencia tanto las medidas pasivas (como la orientación del edificio, la ventilación natural o el uso de materiales locales) como las activas (como la implementación de sistemas de energías renovables o tecnologías de gestión inteligente).

La forma en que construimos nuestras ciudades refleja nuestra relación con el entorno y los recursos disponibles. A lo largo de la historia, la selección de materiales de construcción ha estado influenciada por factores como la disponibilidad local, el clima y las tradiciones culturales. Como hemos visto a lo largo de la guía, los materiales ofrecen una gran oportunidad para descarbonizar el entorno construido.

La **bioconstrucción** y el uso de **materiales de cercanía bio y geo-basados** son claves para un **modelo de construcción más sostenible** y suponen un **cambio de paradigma** frente al uso tradicional de materiales de elevado impacto y huella ecológica, como lo son el hormigón, el acero y los plásticos; ya que, a diferencia de estos, los bio y geomateriales tienen una huella ecológica baja o nula, son naturales, renovables y en muchos casos locales. El uso de estos materiales no solo reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>, sino que también favorece la salud y el bienestar de los habitantes. La transición hacia un sector descarbonizado pasa por **volver a valorar, recuperar y desarrollar** estos materiales para convertirlos en la nueva base de la construcción convencional y garantizar un futuro más sostenible.

Ejemplos de estos materiales, que también contribuyen a la eficiencia energética, son:



**La madera y sus derivados:** material natural, renovable y reciclable, con bajo consumo energético en su procesamiento. Se promueve el uso de especies de madera procedentes de la gestión forestal sostenible en los edificios de nueva construcción y los edificios existentes. Su uso en construcción está regulado por el Reglamento (UE) 305/2011 y el Código Técnico de la Edificación (CTE), incluyendo normativas sobre seguridad estructural y resistencia al fuego.



**Aislantes ecológicos:** el corcho, el lino, la celulosa, la lana de oveja, arlita, perlita, vermiculita, fibra de coco y algodón. Pueden ser aprovechados como placas o paneles, rollos o mantas, espuma, partículas o fibras. Son reciclables y/o biodegradables.



**Arcillas y productos híbridos** que combinan arcillas con biofibers, etc., para tableros o para enlucidos en interior, que contribuyen con el aporte de inercia térmica en el interior y con la regulación de la humedad ambiental.

Estos materiales alineados con los principios de la bioconstrucción ayudan a la economía circular, a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y a la mejora de la salud en los edificios. Además, el uso de materiales locales reduce la huella de carbono relacionada con el transporte, fomenta la economía local y minimiza los residuos de embalaje.

Algunos de los productos naturales más comunes en la bioconstrucción y disponibles en la Comunitat Valenciana:



**Piedra:** se cuenta con una amplia variedad de canteras de mármol, especialmente en el norte. Entre ellas, destacan el mármol de Santa Magdalena de Pulpis y los mármoles de Novelda, Pinoso y Torrevieja, que incluyen variedades como el rojo Alicante, marrón imperial y amarillo Alicante. Además, se encuentran las calcarenitas de piedra de Borriol, actualmente en proceso de agotamiento, y el travertino de Vallanca.



**Áridos, tierra cruda** (adobe, BTC en Castellón y Murcia, tapial BTC o bloque de tierra comprimida).



**Arena más cal** (ladrillos silico-calcáreos presentan una oportunidad para la industria), cal (productores en Chilches y Paterna) y yeso (Alicante y Castellón, Teruel y Almería)



**Madera maciza** (encina o carrasca, pino rodeno, alcornoque): existen aserraderos pero suponen un porcentaje muy pequeño en la región, en el resto de España se concentran en las zonas boscosas del centro y norte de la península y ofrecen madera maciza y laminada



**Corcho** (producción local en la sierra de Espadán) y caña



**Paja:** de arroz (Albufera, norte de la Comunitat, delta del Ebro, Murcia); de trigo (norte de la Comunitat, Aragón, zona central, Cuenca y Albacete); cáñamo (difícil de encontrar pero con un potencial inmenso); lana de oveja; algodón (existe industria textil por lo que se presenta una oportunidad para industria manufacturera como producto de construcción); celulosa (oportunidad para industria como material de construcción).



**Arcillas de gran calidad** con gran potencial de estabilización para su uso en enlucidos y acabados interiores en general.

Los materiales reciclados también desempeñan un papel fundamental al reducir el impacto ambiental y permitir el ahorro de recursos (Reglamento (UE) 305/2011 y la norma UNE-EN ISO 14021:2017). La reutilización de materiales en rehabilitación es un pilar del Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular de la UE, y contribuye a la sostenibilidad y reducción de residuos.

La integración de estos materiales no solo mejora la eficiencia energética de los edificios, sino que también promueve una construcción más saludable, regenerativa y con un menor impacto ambiental.

*Un ejemplo de aplicación de esta filosofía de aprovechamiento en Valencia, sería la de aplicar elementos de cerramiento prefabricados (soluciones industrializadas) de gran formato colocados y anclados a elementos existentes, como antepechos y/o estructuras porticadas de hormigón armado. Estos elementos vendrían ya prefabricados, incluyendo la fachada terminada, con ventanas incorporadas y compuesto por un entramado ligero en base a madera, con aislamiento de paja de arroz de la albufera insuflado, y tableros estructurales en base a astilla de maderas de cercanía o de cáñamo local. Una vez montado, el trasdosado de instalaciones interior de tablero geobiobasado, sería soporte de arcilla proyectada como enlucido interior.*

*Este ejemplo tiene como consecuencia directa toda una creación de negocios locales basados en materiales primarios locales capaces de aportar riqueza más allá del sector de la prefabricación, incorporando economía verde rural en el sector de la construcción urbana.*

## 03 ACTUAL MARCO NORMATIVO: UNA NUEVA PERSPECTIVA PARA 2030.

En el contexto de 2025, la Unión Europea y España han intensificado sus esfuerzos legislativos para fomentar la renovación del parque edificatorio, estableciendo normativas más exigentes y ofreciendo incentivos económicos significativos. La Comunidad Valenciana, en particular, ha adaptado y reforzado su marco normativo para alinearse con estos objetivos, facilitando la implementación de proyectos de rehabilitación energética que contribuyan a la reducción de emisiones y al bienestar de sus ciudadanos.

### DEL MARCO NORMATIVO A LA TRANSFORMACIÓN URBANA: HACIA UNA NUEVA TAXONOMÍA EUROPEA.

3.1

#### NORMATIVA INTERNACIONAL

3.1.1

##### ACUERDO DE PARÍS (2015):

El Acuerdo de París es un tratado internacional adoptado en 2015, cuyo objetivo principal es limitar el calentamiento global a menos de 2°C respecto a los niveles preindustriales, con esfuerzos para no superar 1,5°C. Este acuerdo establece compromisos vinculantes para los países firmantes en cuanto a reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y promoción de energías renovables. Aunque no especifica medidas concretas para la rehabilitación de edificios, establece un marco que impulsa políticas nacionales y regionales orientadas a la eficiencia energética y la sostenibilidad en la edificación.

## AGENDA 2030 Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS):

La **Agenda 2030** de la ONU establece 17 ODS, entre los cuales destacan:

- **ODS 7 (Energía asequible y no contaminante):** Promueve el acceso universal a servicios de energía modernos, sostenibles y eficientes.
- **ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles):** Fomenta la creación de ciudades inclusivas, seguras y sostenibles, donde la rehabilitación energética de edificios juega un papel crucial.
- **ODS 13 (Acción por el clima):** Busca adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, alineándose con la necesidad de mejorar la eficiencia energética en la edificación.

## NORMATIVA EUROPEA:

## 3.1.2

### DIRECTIVA (UE) 2024/1275 - DIRECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS (EPBD):

Esta directiva tiene como objetivo reducir al máximo las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de energía en el sector de la construcción de la UE de aquí a 2030, y hacerlo climáticamente neutro a partir de 2050. También busca renovar los edificios menos eficientes y mejorar el intercambio de información sobre el rendimiento energético.

#### MEDIDAS CLAVE:

- Acelerar el ritmo de renovación de edificios en la UE, especialmente aquellos con peor comportamiento energético, ya que se constituye como un pilar clave para garantizar los objetivos de descarbonización.
- Alineado con las iniciativas desarrolladas en el Plan RePower EU para reducir la dependencia energética de combustibles fósiles rusos y acelerar la transición energética
- Incrementar el uso de fuentes de energía renovables, reducir el consumo energético e incrementar el ahorro energético.

**RELEVANCIA:** Actualiza las disposiciones existentes anteriormente, y extiende su campo de actuación para promover la rehabilitación energética, la movilidad sostenible y el aprovechamiento de las fuentes energéticas renovables, con un foco en hogares vulnerables y afectados por la pobreza energética.

### REGLAMENTO (UE) 2020/852 - REGLAMENTO DE TAXONOMÍA:

Este reglamento establece un marco para definir qué actividades económicas pueden considerarse sostenibles desde un punto de vista ambiental. En el contexto de la rehabilitación energética, establece que las inversiones en mejora energética de edificios pueden ser clasificadas como "verdes" si cumplen con ciertos criterios de sostenibilidad.

**CRITERIOS TÉCNICOS:** Los proyectos de rehabilitación energética deben demostrar que contribuyen a la eficiencia energética y la reducción de emisiones de CO2 para ser considerados como inversiones sostenibles.

**RELEVANCIA:** Facilita la financiación verde y fomenta la inversión en la rehabilitación energética de edificios, alineándose con los objetivos de sostenibilidad de la UE.

## **PACTO VERDE EUROPEO (EUROPEAN GREEN DEAL):**

El Pacto Verde Europeo tiene como meta la transición hacia una economía climáticamente neutra para 2050. Incluye un conjunto de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la sostenibilidad en todos los sectores, incluyendo la edificación.

Oleada de Renovación (Renovation Wave): Este plan tiene como objetivo duplicar la tasa de renovación de edificios en Europa, lo que implica mejorar la eficiencia energética de edificios existentes y promover el uso de energías renovables.

Relevancia: El Pacto Verde refuerza la necesidad de rehabilitar edificios para reducir las emisiones y mejorar la eficiencia energética, contribuyendo a los objetivos de la UE de descarbonización.

## **DIRECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (DEE)**

La Directiva de Eficiencia Energética (DEE) refundida (Directiva (UE) 2023/1791), establece un marco para impulsar la eficiencia energética en la UE, buscando alcanzar los objetivos climáticos y de seguridad de suministro para 2030. La DEE insta a desacoplar el crecimiento económico del consumo energético, abarcando sectores como la edificación, la industria, el transporte y el sector público. Los Estados miembros deben fijar objetivos nacionales e implementar medidas de ahorro, incluyendo la renovación de edificios y la mejora de la eficiencia de productos. España debe transponer la directiva antes del 11 de octubre de 2025, y ya ha implementado iniciativas como el PNIEC, la ERESEE y los CAEs. Es clave para la transición energética de la UE, y su correcta aplicación es crucial para lograr sus metas climáticas.

## **REGLAMENTO DE DISEÑO ECOLÓGICO**

El Reglamento de Diseño Ecológico (2009/125/CE) establece requisitos mínimos obligatorios para la mejora del rendimiento ambiental de los productos relacionados con la energía comercializados en la UE. Su objetivo es reducir el impacto ambiental de estos productos a lo largo de su ciclo de vida, desde la fabricación hasta el desecho, abordando aspectos como la eficiencia energética, la durabilidad y la reciclabilidad. Es directamente aplicable en España desde su entrada en vigor. Los requisitos específicos para cada categoría de productos se definen en actos delegados adoptados por la Comisión Europea, los cuales establecen las fechas concretas de aplicación para cada tipo de producto (por ejemplo, electrodomésticos, iluminación). Su implementación en España se materializa a través del cumplimiento de estos actos delegados por parte de los fabricantes e importadores. Esto implica que los productos comercializados deben cumplir con los criterios de diseño ecológico establecidos, contribuyendo así a la reducción del consumo energético y la promoción de una economía más circular y sostenible en el país.

## **DIRECTIVA DE ENERGÍAS RENOVABLES (RED III)**

La Directiva de Energías Renovables (RED III) (2023/2413), en vigor desde el 20 de noviembre de 2023, impulsa el uso de energía procedente de fuentes renovables en la UE. Establece un objetivo vinculante de al menos un 42,5% de energías renovables para 2030, acelerando su integración en electricidad, calefacción, refrigeración y transporte. RED III simplifica los procedimientos de autorización de proyectos renovables, fomenta los acuerdos de compra de energía y promueve el

uso de energías renovables en la industria y el transporte, incluyendo objetivos específicos para el hidrógeno renovable y los combustibles sostenibles. Los Estados miembros deben transponer la mayoría de las disposiciones de la directiva antes del 21 de mayo de 2025.

## REGLAMENTO DE PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

El Reglamento de Productos de la Construcción (RPC) (UE) 2024/3110, publicado el 27 de noviembre de 2024, establece las condiciones para la comercialización de productos de construcción en la UE. Este reglamento, que deroga el anterior (UE) 305/2011, busca armonizar las normas, mejorar la transparencia y garantizar que los productos sean seguros y sostenibles.

El RPC introduce requisitos sobre las características esenciales de los productos, incluyendo aspectos de seguridad, eficiencia energética y sostenibilidad. Se prevé que el reglamento impulse la digitalización del sector, facilitando la trazabilidad y el acceso a la información del producto.

## NORMATIVA NACIONAL (ESPAÑA)

## 3.1.3

### PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA (PNIEC) 2021-2030:

**Objetivo:** El PNIEC establece las políticas energéticas de España para cumplir con los compromisos de la UE en términos de reducción de emisiones y mejora de la eficiencia energética. Es una herramienta clave para coordinar las acciones de rehabilitación energética en el país.

**Metas clave:**

- Reducción de emisiones de CO2 en un 23% para 2030.
- Mejora de la eficiencia energética en un 39,5%.
- Fomento de la rehabilitación energética de 1,2 millones de viviendas hasta 2030.

**Relevancia:** El PNIEC establece las bases para las políticas nacionales de rehabilitación energética, alineadas con los compromisos climáticos de España.

### CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE): (2008)

**Objetivo:** El CTE regula los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad en los edificios.

**En su Documento Básico de Ahorro de Energía (HE) (2023)** establece las exigencias de eficiencia energética para la construcción y rehabilitación de edificios.

**Requisitos clave:**

- Mejora de la envolvente térmica de los edificios para reducir la demanda energética.
- Integración de sistemas de energías renovables (como paneles solares).
- Reducción de la demanda energética en los edificios mediante el uso de materiales y tecnologías eficientes.

**Relevancia:** El CTE es uno de los principales marcos regulatorios que establece las bases técnicas de la rehabilitación energética en España.

**Importante:** En proceso de modificación.

## REAL DECRETO 853/2021, DE 5 DE OCTUBRE, QUE REGULA PROGRAMAS DE AYUDA EN REHABILITACIÓN RESIDENCIAL Y VIVIENDA SOCIAL DEL PRTR (PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA)

**Objetivo:** Regular la aplicación de los fondos de rehabilitación en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, financiado por los fondos europeos de Next Generation EU.

**Medidas clave:**

- Subvenciones para la mejora de la eficiencia energética en edificios residenciales.
- Incentivos para la instalación de energías renovables y la mejora de la accesibilidad.

**Relevancia:** Proporciona los recursos económicos necesarios para llevar a cabo proyectos de rehabilitación energética en edificaciones existentes.

**Programas de ayuda:** Se articulan y regulan ayudas por valor de 4.420 millones de euros entre los años 2021 y 2026 para los siguientes programas:

- A las actuaciones de rehabilitación a nivel de barrio
- A las oficinas de rehabilitación.
- A las actuaciones de rehabilitación a nivel de edificio.
- A las actuaciones de mejora de la eficiencia energética en viviendas.
- A la elaboración del libro del edificio existente para la rehabilitación y la redacción de proyectos de rehabilitación.
- A la construcción de viviendas en alquiler social en edificios energéticamente eficientes.

## COMPONENTE 2: PLAN DE REHABILITACIÓN DE VIVIENDA Y REGENERACIÓN URBANA. (2021)

El Componente 2 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia busca impulsar la rehabilitación energética en España con el apoyo de los fondos Next Generation. Se centra en la mejora de la eficiencia energética en barrios, edificios y viviendas mediante incentivos, ayudas y la figura del agente rehabilitador. La mejora debe demostrarse con certificados energéticos previos y posteriores a la renovación. **Más información y convocatorias: [planderecuperacion.gob.es](http://planderecuperacion.gob.es)**

**Objetivo:** impulsar la rehabilitación del parque edificado, alineándose con la Renovation Wave europea, fomentando el alquiler social en edificios eficientes y dinamizando el sector de la construcción y el empleo. Se priorizan acciones en zonas urbanas y rurales, dentro del marco de la Agenda Urbana Española.

**Medidas clave:** Mejorar la eficiencia energética, la accesibilidad y la sostenibilidad del parque edificatorio. Promover la regeneración urbana y la cohesión social. Ofrecer incentivos económicos y apoyo financiero

**Relevancia:** Impacto positivo en medioambiente y energía consumida, beneficio económico y social, mejora en calidad de vida y accesibilidad

## REAL DECRETO 477/2021. PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA.

El Real Decreto aprueba la concesión directa a las comunidades autónomas y a las ciudades de Ceuta y Melilla de ayudas para la ejecución de diversos programas de incentivos ligados al autoconsumo y al almacenamiento, con fuentes de energía renovable, así como a la implantación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial

**Objetivo:** fomentar el autoconsumo, el almacenamiento de energía renovable y la implementación de sistemas térmicos renovables en el sector residencial. Esto se enmarca dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia y busca avanzar en la descarbonización del sistema energético español, promoviendo una transición hacia fuentes limpias de energía.

**Medidas clave:** El documento establece seis programas de incentivos financiados con fondos europeos para apoyar la transición energética:

- Instalaciones de autoconsumo con fuentes renovables en el sector servicios, con o sin almacenamiento.
- Instalaciones de autoconsumo con fuentes renovables en otros sectores productivos, con o sin almacenamiento.
- Incorporación de almacenamiento en instalaciones de autoconsumo ya existentes en el sector servicios y otros sectores productivos.
- Instalaciones de autoconsumo con fuentes renovables en el sector residencial, administraciones públicas y el tercer sector, con o sin almacenamiento.
- Incorporación de almacenamiento en instalaciones de autoconsumo ya existentes en el sector residencial, administraciones públicas y el tercer sector.
- Instalaciones de energías renovables térmicas en el sector residencial.

**Relevancia:** Este real decreto es clave dentro de la estrategia nacional y europea de transición energética, pues contribuye a:

- La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes.
- El cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 y la Estrategia de Almacenamiento Energético.
- La independencia energética de España mediante la reducción del uso de combustibles fósiles.
- La dinamización del sector energético y la generación de empleo.
- La lucha contra la pobreza energética al facilitar el acceso a energías renovables más asequibles para los ciudadanos.

## LA ESTRATEGIA A LARGO PLAZO PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA (ERESEE)

La Estrategia a largo plazo para la rehabilitación energética en el sector de la edificación en España, ERESEE, tiene por objeto el establecimiento de una hoja de ruta con escenarios de intervención, medidas e indicadores de progreso para la rehabilitación energética del parque edificado, residencial y no residencial, público y privado, con el objetivo de transformarlo en un parque de alta eficiencia energética y descarbonizado antes de 2050. Para el año 2050, se fija como objetivo un ahorro total de 64.154 GWh, lo que representa una reducción del 37,3% en comparación con el consumo de 2020. Las proyecciones establecidas indican que la mayor parte de estos ahorros se concentrará en la primera fase del período, con una distribución del 41,1% entre 2020 y 2030 (-26.394 GWh), 34,1% entre 2030 y 2040, y el 24,8% restante entre 2040 y 2050.

A pesar de esta distribución, la reducción relativa en cada década mantiene una tendencia similar. En el período 2020-2030, el ahorro de 26.394 GWh equivale a un 15,7% menos con respecto al consumo de 2020. En la década 2030-2040, la reducción será del 15,0% en comparación con 2030, mientras que entre 2040 y 2050, la disminución proyectada alcanzará el 12,5% respecto al consumo de 2040.

## LEY DE ARQUITECTURA DE ESPAÑA

La Ley 9/2022, de 14 de junio, de Arquitectura, tiene como objetivo principal fomentar la calidad arquitectónica como bien de interés general en España. Busca garantizar la protección, promoción y difusión de la arquitectura, así como mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La ley establece un marco para la actuación de los arquitectos, reconociendo su papel esencial en la creación de entornos construidos sostenibles, accesibles y seguros. Promueve la innovación, la investigación y la formación en arquitectura, y busca fortalecer la posición del arquitecto en la sociedad, fomentando la colaboración interdisciplinar y el reconocimiento de la arquitectura como expresión cultural.

## ARCE 2050 EN ESPAÑA

El Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana (MIVAU) ha lanzado la iniciativa ARCE 2050 - Arquitectura Cero Emisiones. Esta iniciativa busca liderar la descarbonización del parque inmobiliario español, promoviendo una arquitectura de calidad, inclusiva y sostenible.

### Objetivos y Metas:

- Descarbonización del parque de edificios.
- Mejora de la calidad de vida en las ciudades.
- Respuesta a los retos ambientales y sociales.
- Transición energética sostenible desde la arquitectura.
- Promoción de una arquitectura de calidad.

Se alinea con los principios de la Agenda Urbana Española y busca transformar el sector de la edificación a través de la modificación del Código Técnico de la Edificación (CTE) y el desarrollo del Plan Nacional de Renovación de los Edificios. Se encuentra en una fase inicial de desarrollo e implementación durante el año 2025. Se está trabajando en la hoja de ruta para alcanzar los objetivos establecidos, en colaboración con diversos agentes del sector, buscando fomentar la participación del sector en el proceso de transición hacia una arquitectura cero emisiones.

## NORMATIVA AUTONÓMICA (COMUNIDAD VALENCIANA)

## 3.1.4

### LEY 6/2022, DE 5 DE DICIEMBRE, DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA DE LA COMUNITAT VALENCIANA:

**Objetivo:** La ley regula las políticas de cambio climático y transición energética en la Comunidad Valenciana, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia energética de la UE.

#### Medidas clave:

- Fomento de la rehabilitación energética de edificios, especialmente en el sector residencial y terciario.
- Impulso a la utilización de energías renovables en edificios públicos y privados.

**Relevancia:** Establece la base normativa para que las políticas de rehabilitación energética sean coherentes con los objetivos climáticos de la Comunidad Valenciana.

## LEY 8/2004, DE 20 DE OCTUBRE, DE LA VIVIENDA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA:

**Objetivo:** Regula las actuaciones en materia de vivienda en la Comunidad Valenciana, promoviendo la rehabilitación y regeneración de edificios.

**Medidas clave:**

- Incentivos fiscales para proyectos de rehabilitación de edificios antiguos.
- Normativa para la mejora de la accesibilidad y eficiencia energética en viviendas.

**Relevancia:** Define los lineamientos legales para la rehabilitación de viviendas, con énfasis en la sostenibilidad.

*La certificación energética como herramienta necesaria: las ayudas dependen de demostrar una reducción en el consumo energético tras la rehabilitación. Esto puede suponer una gran oportunidad para modernizar el parque inmobiliario y reducir el impacto ambiental.*

## LAS NUEVAS REGLAS DEL JUEGO: CÓMO LA NORMATIVA EUROPEA TRANSFORMARÁ LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICACIONES.

3.2

La nueva Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD) debería implicar profundas transformaciones en el sector de la construcción y rehabilitación en España. Al establecer requisitos de eficiencia energética más exigentes, la directiva impulsará un cambio significativo en el diseño, construcción y renovación de edificios.

**Acelerar la rehabilitación del parque de edificios existente**, en gran parte ineficiente, obligando a renovaciones profundas para cumplir con los estándares europeos. Esto implicaría adoptar medidas avanzadas en aislamiento de envolvente y sistemas de climatización.



**Impulsará la construcción de edificios nuevos de alta eficiencia energética.** El estándar de “edificios de cero emisiones” para nuevas construcciones desde 2030 exigiría un cambio radical en las prácticas, adoptando soluciones y materiales que minimicen el consumo energético y las emisiones.



**Fomentará la descarbonización de los entornos construidos**, mediante uso exclusivo de energías renovables y la instalación de infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.



Representa un desafío y una oportunidad. Exigirá una inversión significativa y un cambio de paradigma, pero también impulsará la innovación sostenible, la creación de empleo verde y la mejora de la calidad de vida, como herramienta clave en una situación de emergencia climática.

# NUEVA DIRECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS (EPBD 2024)

1

## APROBACIÓN Y OBJETIVOS

- **FECHA DE APROBACIÓN:** 12 de marzo de 2024, por el Parlamento Europeo.
- **OBJETIVO GENERAL:** Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la construcción y operación de edificios.
- **IMPACTO:** Adaptación obligatoria en las normativas nacionales de los estados miembros.

2

## PRINCIPALES CAMBIOS Y METAS

### REDUCCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

- **Edificios residenciales existentes:**
  - Reducción del consumo de energía primaria en un 16% para 2030.
  - Reducción del 20%-22% para 2035.
- **Edificios no residenciales:**
  - Renovación obligatoria del 16% de los menos eficientes para 2030.
  - Renovación del 26% para 2033.

### ELIMINACIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES

- Eliminación progresiva de sistemas de calefacción basados en combustibles fósiles.
- Suspensión de subvenciones para calderas de gas a partir de 2025.

3

## FINANCIACIÓN Y SOSTENIBILIDAD

- **Mecanismos de inversión sostenible:** Fomento de la rehabilitación profunda y la mejora del rendimiento energético mediante financiación verde.
- **Taxonomía Europea de Finanzas Sostenibles:**
  - Proyectos deben reducir la demanda energética en al menos un 30%.
  - Uso de materiales con baja huella de carbono embebida.
  - Cumplimiento del principio DNSH (Do No Significant Harm - No causar un perjuicio significativo).

4

## INTEGRACIÓN CON LA NEW EUROPEAN BAUHAUS (NEB)

- **Belleza y diseño centrado en las personas:** Soluciones arquitectónicas que mejoren la calidad de vida.
- **Sostenibilidad y circularidad:** Uso de materiales biobasados, reutilizables y reciclables.
- **Inclusión y accesibilidad:** Adaptación de soluciones a la diversidad de usuarios.

5

## HERRAMIENTAS RECOMENDADAS

- **Evaluación del impacto ambiental:**
  - RE10 Circularidad (IVE)
  - Ecómetro
  - Ubakus
  - RenovEU

6

## IMPLEMENTACIÓN EN VALENCIA

- Integración de estrategias alineadas con la EPBD y NEB.
- Priorización de biomateriales, sistemas pasivos y energías renovables.
- Aplicación de fachadas vegetales, cubiertas verdes y materiales de proximidad.

## IMPULSAR NUEVOS MODELOS CON SOLUCIONES BIOBASADAS: METODOLOGÍA, ESTRATEGIAS, INDICADORES Y CRITERIOS SEGÚN EL MARCO EUROPEO LEVEL(S).

3.3

### ¿QUÉ ES LEVEL(S)? UN MARCO PARA LA SOSTENIBILIDAD EN LA EDIFICACIÓN.

3.3.1

Level(s) no es un reglamento obligatorio, sino un **marco europeo común de indicadores** promovido por la Comisión Europea para **evaluar y reportar el desempeño de sostenibilidad de los edificios** a lo largo de su ciclo de vida. **Level(s) se basa en los principios de la economía circular y la eficiencia en el uso de recursos**, alineándose con los objetivos del **Pacto Verde Europeo y la Oleada de Renovación**. Su objetivo principal es proporcionar un lenguaje y una metodología común en toda la UE para evaluar la sostenibilidad de los edificios y comunicar su impacto ambiental a lo largo de su vida útil, así como para evaluar otros aspectos importantes relacionados con la salud, el bienestar, el coste del ciclo de vida y los posibles futuros riesgos para el comportamiento, permitiendo:

- **Mejorar la sostenibilidad de los edificios en Europa:** Al proporcionar un marco claro y medible, Level(s) facilita la identificación de áreas de mejora y fomenta prácticas más sostenibles en el sector de la construcción.
- **Apoyar las políticas de la UE:** Level(s) está alineado con las políticas de la Unión Europea en materia de energía, clima y medio ambiente, como el Pacto Verde Europeo y la Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (DEEE).
- **Facilitar la toma de decisiones:** Proporciona información comparable y fiable para inversores, promotores, diseñadores, constructores y administraciones públicas a la hora de tomar decisiones relacionadas con la sostenibilidad de los edificios.

### ¿PARA QUIÉN ES LEVEL(S)?

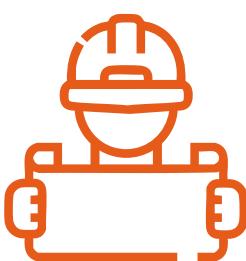
3.3.2

Level(s) está diseñado para ser utilizado por una amplia gama de profesionales del sector de la construcción y administraciones públicas, incluyendo:



#### PROMOTORES Y PROPIETARIOS DE EDIFICIOS:

Para demostrar el desempeño de sostenibilidad de sus edificios y mejorar su valor.



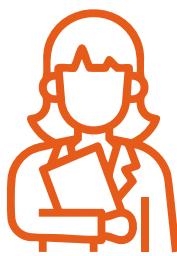
#### ARQUITECTOS E INGENIEROS:

Para diseñar edificios más sostenibles y optimizar su rendimiento.



#### CONSTRUCTORES:

Para implementar prácticas de construcción más sostenibles.



#### ADMINISTRACIONES PÚBLICAS:

Para establecer requisitos mínimos de sostenibilidad en la edificación pública, informar políticas y para la contratación pública verde.



#### INVERSORES:

Para evaluar el riesgo y el valor a largo plazo de las inversiones inmobiliarias sostenibles.



#### EVALUADORES Y CERTIFICADORES DE SOSTENIBILIDAD:

Como base para desarrollar esquemas de certificación de edificios o para estandarizar la presentación de informes.

### ¿CUÁLES SON LOS “NIVELES” O ÁREAS QUE CUBRE LEVEL(S)?

### 3.3.3

El nombre “Level(s)” refleja su enfoque en **diferentes niveles de ambición y desempeño** en la sostenibilidad de los edificios. En lugar de “niveles” jerárquicos, se refiere a **áreas clave de sostenibilidad** que son esenciales para evaluar el desempeño global de un edificio. Estas áreas se agrupan en **macro-objetivos** y se dividen en **indicadores clave de desempeño** (KPIs).

Los **macro-objetivos** de Level(s) son seis (6), y cubren las áreas fundamentales de la sostenibilidad en el ciclo de vida del edificio:

**Emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida:** Mide el impacto climático del edificio desde la extracción de materiales hasta el final de su vida útil.

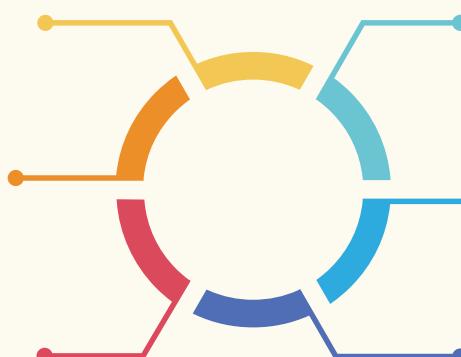
**Salud y confort:** Se centra en la calidad del ambiente interior, incluyendo la calidad del aire, el confort térmico, la acústica y la iluminación natural, para garantizar la salud y el bienestar de los ocupantes.

**Uso eficiente de los recursos materiales y economía circular:** Fomenta la reducción del consumo de recursos, el uso de materiales reciclados y reciclables, y la minimización de residuos.

**Adaptación al cambio climático y resiliencia:** Considera la capacidad del edificio para adaptarse a los impactos del cambio climático, como olas de calor o inundaciones.

**Uso eficiente del agua:** Promueve la reducción del consumo de agua potable y la gestión

**Optimización del coste y valor a lo largo del ciclo de vida:** Evalúa los costes y beneficios del edificio a lo largo de su vida útil, incluyendo costes de construcción, operación, mantenimiento y demolición.



MACRO OBJETIVO	DEFINICIÓN	ALCANCE	ESFERAS DE ATENCIÓN
<b>1. Emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida</b>	Minimizar el volumen total de emisiones de gases de efecto invernadero durante el ciclo de vida de un edificio <sup>1</sup> , «de la cuna a la tumba», prestando especial atención a las emisiones derivadas del consumo de energía durante el funcionamiento del edificio y de la energía incorporada.	Ciclo de vida completo del edificio (productos de construcción, construcción, uso, fin de vida)	<p>La actuación a nivel del edificio se centra en los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de energía cercano a cero durante la fase de uso, complementado por la contribución de tecnologías e infraestructuras energéticas rentables y de emisiones bajas o nulas.</li> <li>• Las emisiones de gases de efecto invernadero que lleva incorporadas un edificio durante todo su ciclo de vida, incluidas las asociadas a la fabricación, el mantenimiento, la reparación, la adaptación, la renovación y el fin de la vida útil de los productos.</li> </ul> <p>Cuando se evalúe el comportamiento de un edificio, es preciso prestar especial atención a las posibles interacciones entre las emisiones incorporadas y las emisiones durante la fase de uso (derivadas del funcionamiento del edificio), a fin de minimizar las emisiones totales de gases de efecto invernadero durante todo el ciclo de vida.</p>
<b>2. Uso eficiente de los recursos materiales y economía circular</b>	Optimizar el diseño, la ingeniería y la forma del edificio para contribuir a un flujo sencillo y circular, ampliar la utilidad de los materiales a largo plazo y reducir los impactos ambientales significativos.	Materiales de construcción, residuos de construcción y demolición, diseño para la deconstrucción y la adaptabilidad.	<p>Las acciones a nivel del edificio se centran en la eficiencia de los materiales y en la utilidad circular. Deberán incluirse aquí acciones de todo el ciclo de vida relacionadas con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• el diseño de edificios,</li> <li>• la ingeniería estructural y la gestión de la construcción,</li> <li>• la fabricación de los productos de construcción,</li> <li>• los ciclos de sustitución y la flexibilidad para adaptarse al cambio, y</li> <li>• las posibilidades de deconstrucción.</li> </ul> <p>El objetivo general será optimizar el uso de materiales, reducir los residuos e introducir la circularidad en los diseños y la selección de materiales.</p>
<b>3. Uso eficiente del agua</b>	Utilizar los recursos hídricos de manera eficiente, especialmente en zonas con un estrés hídrico a largo plazo o previsto.	Consumo de agua potable en el edificio, gestión de aguas pluviales, aguas grises.	Acciones a nivel del edificio, sobre todo en aquellos ubicados en zonas con un estrés hídrico continuado o estacional. Podrían combinarse medidas de eficiencia orientadas a minimizar el consumo de agua con medidas relativas al suministro destinadas a aprovechar fuentes alternativas, como la reutilización de las aguas grises y la recogida de las aguas pluviales.
<b>4. Salud y confort</b>	Crear edificios que sean cómodos, atractivos y productivos para vivir y trabajar en ellos y que protejan la salud de las personas.	Calidad del aire interior, confort térmico, acústico, iluminación natural, calidad visual, acceso a espacios exteriores.	Acciones a nivel del edificio que aborden aspectos críticos de la calidad del entorno interior que influyan en la salud, la comodidad y la productividad de sus ocupantes. Se ha determinado que los cuatro principales son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• la calidad del aire interior en relación con parámetros y contaminantes específicos,</li> <li>• el grado de confort térmico durante un año medio,</li> <li>• la calidad de la iluminación artificial y natural y el bienestar visual conexo, y</li> <li>• la capacidad de la estructura del edificio para aislar a sus ocupantes de las fuentes de ruido internas y externas.</li> </ul>
<b>5. Adaptación al cambio climático y resiliencia</b>	Preparar el comportamiento de los edificios de cara al futuro para hacer frente a los cambios climáticos previstos, con el fin de proteger la salud y el bienestar de los ocupantes y minimizar los riesgos a largo plazo para el valor del inmueble y las inversiones.	Riesgos climáticos relevantes para la ubicación del edificio (olas de calor, inundaciones, sequías, etc.), estrategias de adaptación pasiva y activa.	Acciones a nivel del edificio para adaptarlo y garantizar su resiliencia frente a los siguientes riesgos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• el mayor sobrecalentamiento durante el verano y la calefacción inadecuada en invierno, que podrían provocar molestias y ser perjudiciales para la salud;</li> <li>• el aumento del riesgo de que se produzcan fenómenos meteorológicos extremos, que podría poner en peligro la seguridad y la integridad de elementos del edificio; y</li> <li>• el aumento del riesgo de que se produzcan inundaciones, que podrían saturar los sistemas de desagüe y ocasionar daños en estructuras y materiales.</li> </ul>
<b>6. Optimización del coste y valor a lo largo del ciclo de vida</b>	Optimizar el coste del ciclo de vida y el valor de los edificios para reflejar el potencial de mejora del comportamiento a largo plazo, incluidos la adquisición, el funcionamiento, el mantenimiento, el reacondicionamiento, la eliminación y el final de la vida útil.	Costes de construcción, costes de operación y mantenimiento, valor del activo, beneficios ambientales y sociales.	Acciones y decisiones a nivel del edificio basadas en una visión a largo plazo de los costes del ciclo de vida y en el valor de mercado de edificios más sostenibles que, entre otras cosas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• reduzcan los costes del ciclo de vida y generen espacios más productivos y cómodos para vivir y trabajar, e</li> <li>• influyan de manera positiva en la tasación del valor</li> </ul>

Estos seis **macro objetivos establecen** las prioridades estratégicas para que los edificios contribuyan al cumplimiento de los objetivos de las políticas de la UE y sus Estados miembros, abarcando áreas clave como la eficiencia energética, el uso de materiales, la gestión de residuos, el consumo de agua y la calidad del aire interior. Además, el marco incluye **diecisésis indicadores básicos** para evaluar el desempeño del edificio y su contribución en cada uno de estos macro objetivos.

## ¿QUÉ OFRECE LEVEL(S) A LA HORA DE REHABILITAR UN EDIFICIO? BENEFICIOS ADAPTADOS A LA REHABILITACIÓN URBANA.

3.3.4

Level(s) ofrece herramientas clave para la toma de decisiones en proyectos de renovación sostenible, permitiendo evaluar el impacto ambiental de diferentes escenarios (renovación, demolición y nueva construcción). Su metodología basada en 16 indicadores permite analizar los seis macroobjetivos clave y mostrar algunas de las principales oportunidades rendimiento sostenible que se puede evaluar y supervisar al plantearse una renovación:

BENEFICIOS PARA REHABILITACIÓN URBANA	OPORTUNIDADES DE MEJORA DEL RENDIMIENTO SOSTENIBLE
<b>REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO:</b>	<p><b>Mejora de la eficiencia térmica y energética del edificio.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Iluminación, calefacción y refrigeración</li> </ul> <p><b>Optimización de la envolvente y los sistemas técnicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sobrecalentamiento, Frío, humedades, costes de utilización elevados</li> </ul> <p><b>Integración de energías renovables y reducción del carbono incorporado en materiales.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Autogeneración y autoconsumo de energía sostenible</li> <li>Ventanas, aislamiento, equipamiento interno, acabados y equipo de energía renovable, etc.</li> </ul>
<b>CICLO DE VIDA CIRCULAR DE MATERIALES:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptación de espacios a nuevas necesidades (flexibilidad y accesibilidad).</li> <li>Reducción de residuos mediante la reutilización y reciclaje de materiales.</li> </ul>
<b>EFICIENCIA EN EL USO DEL AGUA:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalación de grifos, duchas y sistemas de ahorro de agua.</li> <li>Implementación de captación de aguas pluviales y reutilización de aguas grises.</li> </ul>
<b>ESPACIOS SALUDABLES Y CONFORTABLES:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de la luz natural y mejora de la ventilación.</li> <li>Rediseño de interiores para mayor bienestar y calidad del aire.</li> </ul>
<b>RESILIENCIA Y ADAPTACIÓN CLIMÁTICA:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Refuerzo del aislamiento térmico y mejora de los sistemas de climatización.</li> <li>Uso de soluciones basadas en la naturaleza, como fachadas verdes o cubiertas vegetales.</li> </ul>
<b>OPTIMIZACIÓN DEL COSTE Y VALOR DEL EDIFICIO:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de la rentabilidad a largo plazo mediante edificios sostenibles.</li> <li>Reducción de gastos operativos y aumento del atractivo inmobiliario.</li> </ul>

Antes de comenzar con una rehabilitación integral, es preciso estudiar exhaustivamente la construcción del edificio original y la experiencia de sus ocupantes para mejorar el comportamiento del inmueble; ya que la rehabilitación debe adaptarse a las características técnicas del edificio, los patrones de ocupación y el contexto local. Además, la experiencia de los ocupantes puede poner de manifiesto aspectos del comportamiento a mejorar, como puentes térmicos, entrada de agua o aire, etc.

En este sentido, y como una herramienta y marco que pretende impulsar la rehabilitación integral desde la sostenibilidad, el marco Level(s), facilita y promueve la colaboración entre técnicos municipales, arquitectos y constructores, proporcionando un **lenguaje común y herramientas de evaluación** orientadas a **mejorar la sostenibilidad** de los proyectos de rehabilitación de edificios públicos y privados, integrando principios de diseño. Su flexibilidad permite adaptarlo a distintas escalas de intervención.

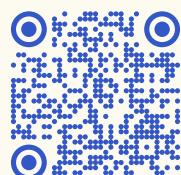
En proyectos de rehabilitación, Level(s) es clave para orientar decisiones y evaluar el impacto de las intervenciones. Su uso permite:

- Analizar el estado inicial del edificio desde una perspectiva sostenible.
- Definir metas de mejora concretas y cuantificables.
- Elegir estrategias de rehabilitación que optimicen el impacto ambiental, social y económico.
- Supervisar el rendimiento del edificio a lo largo del tiempo para garantizar el cumplimiento de los objetivos.

Level(s) es un marco **voluntario** y se espera que su uso se extienda cada vez más para demostrar la sostenibilidad de los edificios y cumplir con los objetivos de la UE. Ofrece un marco de evaluación riguroso y transparente, alineado con los principios de la economía circular y la eficiencia en el uso de recursos. Level(se) se caracteriza por su **enfoque holístico**, su **enfoque en el ciclo de vida** permite identificar oportunidades de mejora en cada etapa de la rehabilitación, desde la selección de materiales hasta la gestión de residuos.

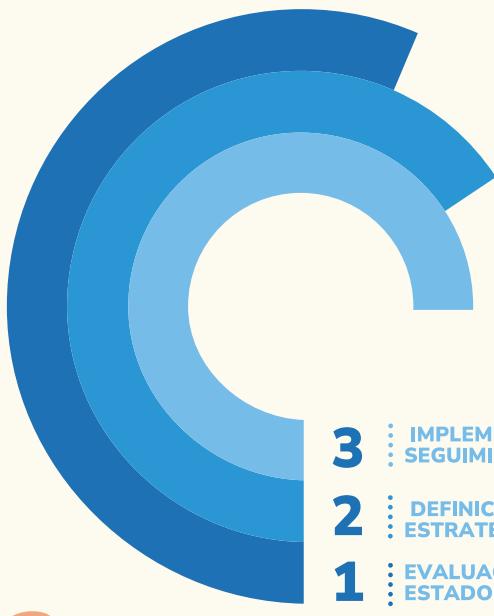
Level(s) fomenta la adopción de **soluciones innovadoras y de bajo impacto ambiental**, como los **materiales biobasados**. Estos materiales, procedentes de fuentes renovables, ofrecen un alto potencial para reducir la huella de carbono de los edificios y mejorar su comportamiento ambiental. La adopción de Level(s) en la planificación urbana ayuda a garantizar que las renovaciones cumplan criterios de sostenibilidad, eficiencia y resiliencia climática, promoviendo ciudades más sostenibles y habitables. Además, su programa de aprendizaje electrónico facilita la capacitación de técnicos en su implementación.

Se puede acceder al programa de aprendizaje electrónico Level(s) en el enlace siguiente : [https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en)



## METODOLOGÍA PARA LA APLICACIÓN DE LEVEL(S) EN LA REHABILITACIÓN:

A continuación, se describen los pasos clave para integrar Level(s) en el proceso de rehabilitación:



2

**DEFINIR OBJETIVOS:** Definir objetivos de mejora claros y medibles para cada indicador de Level(s), considerando las prioridades del proyecto y las características del edificio.

**SELECCIONAR LA ESTRATEGIA:** Elegir la estrategia de rehabilitación que aborde los puntos débiles identificados en la evaluación inicial y que contribuyan a alcanzar los objetivos de mejora establecidos.

**PRIORIZAR LAS SOLUCIONES BIOBASADAS:** Priorizar el uso de materiales biobasados naturales y renovables que ofrezcan beneficios ambientales, sociales y económicos.

- 3 : IMPLEMENTACIÓN DE LAS SOLUCIONES Y SEGUIMIENTO DEL DESEMPEÑO
- 2 : DEFINICIÓN DE OBJETIVOS DE MEJORA Y ESTRATEGIAS DE REHABILITACIÓN
- 1 : EVALUACIÓN INICIAL DEL ESTADO DE SOSTENIBILIDAD DEL EDIFICIO

1

**RECOPILAR DATOS:** historial de construcción, materiales utilizados, consumo energético y agua, y calidad del ambiente interior.

**ANALIZAR INDICADORES LEVEL(S):** Utilizar los indicadores de Level(s) para evaluar el desempeño actual del edificio en las seis áreas clave de sostenibilidad. Así se podrá identificar los puntos fuertes y débiles del edificio y establecer una estrategia inicial para la mejora.

**UTILIZAR HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN:** Se pueden utilizar diferentes herramientas (ver capítulo 3.5) para facilitar la evaluación inicial y el análisis de datos.

3

**DESARROLLAR UN PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DETALLADO:**

Incluir la selección de materiales, la definición de procesos constructivos y la gestión de residuos.

**EJECUTAR LAS OBRAS:** Seguir prácticas de construcción sostenible y asegurar la calidad de los trabajos.

**CONTROLAR Y EVALUAR:** Realizar un seguimiento continuo del desempeño del edificio utilizando los indicadores de Level(s) y ajustar las estrategias en caso de necesidad.

**COMUNICAR LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN**

**Y EL SEGUIMIENTO:** informar a todas las partes interesadas, incluyendo a los ocupantes del edificio, a los gestores y a la comunidad de propietarios.

### INDICADORES ASOCIADOS A LOS MACRO-OBJETIVOS:

3.3.6

El marco común Level(s) se compone de **dieciséis (16) indicadores básicos**. Cada indicador ha sido seleccionado para medir el comportamiento de un edificio y su contribución a un macroobjetivo concreto. A continuación se expone brevemente la naturaleza de cada indicador.

Aquellos usuarios que deseen profundizar, pueden acudir a toda la información disponible en la página oficial de Level(s): **(Level(s) common framework UE)**.



## EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y DE CONTAMINANTES DE LA ATMÓSFERA DURANTE EL CICLO DE VIDA DE UN EDIFICIO

Pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de todo el ciclo de vida del edificio, desde la extracción de materiales hasta la demolición, pasando por la construcción, el uso y el mantenimiento. Es clave mejorar la eficiencia térmica del edificio y optimizar su iluminación, calefacción y refrigeración. La reforma de la estructura y los sistemas técnicos puede corregir problemas como frío, humedad, sobrecalentamiento y altos costes operativos.

### INDICADORES:

#### Indicador 1.1 – Eficiencia energética en la fase de uso

**Unidad de medida:** Kilovatios hora por metro cuadrado y por año (kWh/m<sup>2</sup>/año)

Este indicador mide la demanda de energía primaria de un edificio en la fase de uso. En el marco de un enfoque del ciclo de vida, esta demanda también se denomina «consumo de energía durante el funcionamiento de un edificio». Tiene en cuenta los beneficios de generar energía de baja emisión de carbono o renovable.

- Evalúa el consumo total de energía primaria del edificio durante su fase de uso, considerando los usos regulados (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, iluminación) según la norma EN ISO 52000-1. El indicador puede calcularse en función del diseño o medirse en edificios en uso.
- Rehabilitación: Mejorar la envolvente térmica, sustituir equipos por sistemas de alta eficiencia, integrar energías renovables y optimizar los sistemas de control y monitorización.

#### Indicador 1.2 – Potencial de calentamiento global del ciclo de vida

**Unidad de medida:** Kilogramos equivalentes de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado y por año (kg eq. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/año). Este indicador mide las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al edificio en distintas fases de su ciclo de vida. Por lo tanto, mide la contribución del edificio a las emisiones que provocan el calentamiento global de la Tierra o el cambio climático. En ocasiones, a este indicador también se le denomina «evaluación de la huella de carbono» o «medición del carbono durante toda la vida».

- Representa las emisiones totales de gases de efecto invernadero asociadas al edificio a lo largo de su ciclo de vida (de la cuna a la tumba), incluyendo etapas como producción de materiales, transporte, construcción, uso, mantenimiento, renovación y fin de vida. Basado en ACV conforme a EN 15978.
- Rehabilitación: Priorizar la conservación de elementos estructurales existentes, utilizar materiales de baja huella de carbono y aplicar estrategias de diseño para prolongar la vida útil y reducir sustituciones.

## CICLOS DE VIDA DE LOS MATERIALES CIRCULARES Y QUE UTILIZAN EFICIENTEMENTE LOS RECURSOS

Se centra en *reducir residuos, fomentar la reutilización y reciclaje, y diseñar edificios que puedan adaptarse fácilmente a nuevos usos en el futuro. También promueve estrategias para facilitar la recuperación de materiales al final de la vida útil del edificio, minimizando su impacto ambiental.*

### INDICADORES:

#### Indicador 2.1. Estado de mediciones, materiales y vidas útiles

**Unidad de medida:** Unidad de las mediciones, masa y años.

Este indicador mide las cantidades y la masa de los productos y materiales de construcción necesarios para completar partes concretas del edificio. Además, permite estimar la vida útil de dichas partes.

- Inventario detallado de los elementos constructivos, materiales empleados, cantidades y su vida útil estimada. Apoya el ACV y la planificación del mantenimiento a largo plazo.
- Rehabilitación: Identificar elementos existentes reutilizables, actualizar la base de datos de materiales, y seleccionar soluciones con durabilidad extendida para reducir futuras intervenciones.

#### Indicador 2.2. Residuos y materiales de construcción y demolición

**Unidad de medida:** Kilogramos de residuos y materiales por m<sup>2</sup> de la superficie total útil habitable.

Este indicador mide la cantidad total de residuos y materiales que generan las actividades de construcción, renovación y demolición. A continuación, se emplea para calcular la tasa de desviación para la reutilización y el reciclado, conforme a la jerarquía de los residuos.

- Cuantifica la generación y destino de residuos en las fases de construcción y fin de vida, e identifica la proporción de materiales valorizables (reutilización, reciclaje, recuperación).
- Rehabilitación: Aplicar demoliciones selectivas, usar materiales prefabricados y fácilmente desmontables, establecer planes de gestión de residuos desde la fase de proyecto.

#### Indicador 2.3. Diseño con fines de adaptabilidad y renovación.

**Unidad de medida:** Calificación de adaptabilidad. Este indicador evalúa en qué medida el diseño de un edificio podría facilitar su futura adaptación a cambios en las necesidades de los ocupantes y en la situación del mercado inmobiliario. Por lo tanto, constituye un indicador indirecto de la capacidad de un edificio para seguir cumpliendo su función y de la posibilidad de alargar su vida útil en el futuro.

- Evalúa la capacidad del edificio para ser adaptado a nuevos usos o necesidades funcionales sin grandes intervenciones estructurales. Considera accesibilidad, modularidad, y flexibilidad espacial.
- Rehabilitación: Implementar soluciones reversibles y flexibles, modificar distribuciones internas para usos múltiples y prever infraestructura para ampliaciones o conversiones.

#### **Indicador 2.4 Diseño con fines de deconstrucción, reutilización y reciclado.**

**Unidad de medida:** Calificación de deconstrucción. Este indicador evalúa en qué medida el diseño de un edificio podría facilitar la futura recuperación de materiales con miras a reutilizarlos o reciclarlos. Esto incluye evaluar la facilidad de desmontaje de una cantidad mínima de partes del edificio para, a continuación, analizar lo fácil que resultaría reutilizar y reciclar dichas partes y los componentes y materiales asociados a ellas.

- Mide el potencial de los componentes constructivos para ser desmontados y reutilizados o reciclados al final de la vida del edificio. Se analizan aspectos como tipos de uniones, accesibilidad y documentación de materiales.
- Rehabilitación: Emplear fijaciones mecánicas en lugar de adhesivos, sistemas modulares y documentar los materiales utilizados para facilitar su recuperación futura.

#### **EMPLEO EFICIENTE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.**

*Al renovar y/o sustituir aparatos y equipos sanitarios e instalar nuevos elementos paisajísticos, surgen oportunidades para: introducir: grifos, duchas y bañeras eficientes en el uso del agua; sistemas para ahorrar agua que aprovechen las aguas residuales domésticas y las aguas pluviales; sistemas de medición y seguimiento del consumo de agua.*

#### **INDICADORES:**

**Indicador 3.1.** Consumo de agua en la fase de uso. Unidad de medida: m3/occupant/yr. Metros cúbicos de agua por ocupante y por año. Este indicador mide el consumo total de agua de un ocupante promedio de un edificio y ofrece la posibilidad de dividir este valor entre agua potable y no potable. Asimismo, permite identificar aquellas ubicaciones donde escasea el agua.

- Estima el consumo anual de agua potable en función de los usos sanitarios y de cocina, en base a datos reales o simulados. Incluye recomendación de seguimiento mediante contadores individuales.
- Rehabilitación: Instalar equipamientos eficientes (etiquetados), implementar sistemas de reutilización de aguas grises y recogida de aguas pluviales, e incorporar mediciones inteligentes para monitorización.

#### **ESPAZOS SALUDABLES Y CÓMODOS**

*La remodelación de los espacios interiores puede contribuir a mejorar y modificar la distribución y los servicios interiores introduciendo, por ejemplo: luz natural, ventilación cruzada natural y, nuevas fuentes de ventilación mecánica.*

## INDICADORES:

### Indicadores 4.1. Calidad del aire en interiores.

**Unidad de medida:** Parámetros de ventilación, CO2 y humedad. Lista de objetivos relativos a contaminantes: COVT, formaldehído, compuestos orgánicos volátiles CMR, ratio de concentración mínima de interés, moho, benceno, partículas, radón. Este indicador mide una combinación de las condiciones del aire en interiores y de contaminantes atmosféricos objetivo:

- Las condiciones de diseño del aire en interiores se refieren a la tasa de ventilación y al modo en que esta se ajusta para que el CO2 y la humedad se mantengan a unos niveles saludables.
- Los contaminantes atmosféricos objetivo pueden mantenerse bajo control seleccionando materiales de los accesorios poco contaminantes e informando sobre ellos, controlando el riesgo de crecimiento de moho y especificando sistemas de ventilación que filtren adecuadamente el aire exterior contaminado.

Evalúa la ventilación (caudales de aire nuevo), niveles de contaminantes (CO2, COVT, formaldehído, radón) y humedad relativa. Incluye listas de comprobación y límites de exposición recomendados. Rehabilitación: Introducir ventilación mecánica controlada con filtración, controlar fuentes de emisión (materiales bajos en COV), evitar condensaciones y asegurar estanqueidad controlada.

### Indicador 4.2 Tiempo fuera del margen de bienestar térmico.

**Unidad de medida:** Porcentaje de tiempo fuera del margen durante las estaciones de calefacción y refrigeración. Este indicador mide la proporción de tiempo a lo largo del año en que los ocupantes del edificio se sienten cómodos con las condiciones térmicas del interior. Mide la capacidad de un edificio (con y sin inclusión de sus servicios) para mantener unas especificaciones de bienestar térmico predefinidas cuando las temperaturas son altas y bajas.

- Indica el porcentaje de tiempo anual durante el cual las condiciones térmicas interiores están fuera del rango de confort aceptable según EN 16798-1.
- Rehabilitación: Mejorar aislamiento, sistemas de protección solar, aumentar la inercia térmica, instalar sistemas HVAC eficientes y adaptativos.

### Indicador 4.3 Bienestar lumínico y visual.

**Unidad de medida:** Lista de comprobación del nivel 1.

Este indicador valora la disponibilidad de luz y la calidad de esta, medida mediante una combinación de los sistemas de iluminación eléctrica instalados y de la luz natural que penetra en el edificio.

- Analiza el acceso a luz natural, riesgo de deslumbramiento, iluminación artificial adecuada y calidad visual del espacio.
- Rehabilitación: Optimizar el tamaño y ubicación de huecos, usar vidrios con control solar, sistemas de control de iluminación y materiales que reflejen la luz.

### Indicador 4.4 Acústica y protección frente al ruido.

**Unidad de medida:** Lista de comprobación del nivel 1.

Este indicador mide la posibilidad de sufrir molestias derivadas de ruidos indeseados debidos a la

transmisión del sonido tanto por el aire como por impacto entre viviendas residenciales y espacios de oficina, a la reverberación en los espacios de oficinas y a las fuentes externas de alteraciones por ruido en ambos tipos de edificios.

- Valora la capacidad del edificio para mitigar el ruido interior y exterior, considerando aislamiento de fachadas, tabiques, suelos y techos, así como absorción interna.
- Rehabilitación: Sustituir o reforzar carpinterías, mejorar juntas, emplear materiales absorbentes, estudiar puentes acústicos.

### **ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO.**

*Evaluar la capacidad de un edificio para adaptarse y mantenerse funcional frente a los efectos del cambio climático. Esto incluye la identificación y mitigación de riesgos relacionados con fenómenos climáticos extremos, como inundaciones, olas de calor, tormentas intensas o sequías.*

#### **INDICADORES:**

##### **Indicador 5.1. Protección de la salud y el bienestar térmico de los ocupantes**

**Unidad de medida:** Porcentaje de tiempo estimado fuera del margen en 2030 y 2050 (véase también el indicador 4.2). Este indicador mide la posible divergencia entre las condiciones de bienestar térmico simuladas proyectando las condiciones meteorológicas de 2030 y 2050 y las condiciones actuales. Se apoya en la misma metodología que el indicador 4.2.

- Estima la exposición futura del edificio al sobrecalentamiento, en escenarios de cambio climático. Usa escenarios meteorológicos futuros para evaluar la resiliencia térmica.
- Rehabilitación: Diseñar estrategias pasivas (ventilación natural, sombreado), mejorar la masa térmica y prever soluciones adaptativas de climatización.

##### **Indicador 5.2 Aumento del riesgo de fenómenos meteorológicos extremos.**

**Unidad de medida:** Lista de comprobación del nivel 1 (en desarrollo). Este indicador evalúa la posibilidad de que se produzcan fenómenos meteorológicos extremos en el futuro (p. ej., tormentas, lluvias, nevadas y olas de calor) y su impacto en la vida útil de un componente o material de un edificio.

- Identifica vulnerabilidades estructurales o funcionales ante eventos extremos (viento, tormentas, calor extremo). Incluye evaluación de daños potenciales y capacidad de recuperación.
- Rehabilitación: Reforzar cubiertas, fachadas y anclajes, incorporar vegetación o cubiertas verdes, evaluar redundancia en sistemas críticos.

##### **Indicador 5.3 Aumento del riesgo de inundaciones**

**Unidad de medida:** Lista de comprobación del nivel 1 (en desarrollo). Este indicador mide el riesgo potencial de que se produzcan inundaciones en el futuro y cómo puede contribuir el diseño del edificio al aumento o la disminución del riesgo de inundaciones pluviales y fluviales, tanto en las inmediaciones del edificio.

- Valora el riesgo de inundación según la ubicación y las características del terreno y del diseño del edificio, así como la capacidad de drenaje.
- Rehabilitación: Implementar drenaje sostenible (SUDS), elevar equipos técnicos, impermeabilizar plantas bajas y prever rutas de evacuación del agua.

## OPTIMIZACIÓN DEL COSTE DEL CICLO DE VIDA Y DEL VALOR.

Se centra en la evaluación y gestión de los costos a lo largo de todo el ciclo de vida de un edificio, desde su diseño y construcción hasta su operación y demolición. Busca maximizar el valor del edificio mediante la minimización de los costos operativos, de mantenimiento y de renovación, considerando al mismo tiempo los impactos ambientales y sociales.

### INDICADORES:

#### Indicador 6.1 Coste del ciclo de vida.

**Unidad de medida:** Euros por metro cuadrado y por año (€/m<sup>2</sup>/año). Este indicador mide todos los costes de los elementos del edificio en que se incurra en cada fase del ciclo de vida de un proyecto para el período de estudio de referencia y, si el cliente lo precisa, para la vida útil prevista.

- Calcula el coste total asociado al edificio durante un período de referencia (50 años), incluyendo inversión inicial, operación, mantenimiento, sustituciones y fin de vida. Basado en EN 16627.
- Rehabilitación: Evaluar el coste total de propiedad al seleccionar materiales y soluciones, priorizar inversiones con retorno en reducción de costes energéticos y mantenimiento.

#### Indicador 6.2 Creación de valor y exposición al riesgo.

**Unidad de medida:** Lista de comprobación del nivel 1. Este indicador evalúa las posibilidades de que el diseño del edificio influya de manera positiva en las tasaciones inmobiliarias y las calificaciones de riesgo en tres esferas principales:

- La reducción de los costes indirectos al minimizar los costes operativos
- El aumento de los ingresos y la estabilización de las inversiones al hacer que las propiedades sean más atractivas
- La reducción de los riesgos al anticipar la posible exposición en el futuro.
- Evalúa cómo las estrategias de sostenibilidad afectan al valor de mercado del edificio y su resiliencia frente a riesgos financieros (regulatorios, climáticos, reputacionales).
- Rehabilitación: Integrar estrategias de sostenibilidad que generen valor tangible (eficiencia, confort, salud) y mejoren la clasificación de riesgo ante entidades financieras o aseguradoras.

## ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL EDIFICIO ACV / DAP

Os animamos a ir más allá y realizar un ACV utilizando la misma metodología que para el indicador 1.2, con lo que se facilitará información sobre otros nueve indicadores de la categoría de impacto ambiental, además del PCG. **En las orientaciones complementarias de la sección L2.6 de Levels se recogen más detalles sobre estos indicadores.**

Teniendo en cuenta la importancia de las características de los materiales y de su gestión a lo largo de toda la vida del edificio, **es importante calcular el análisis del ciclo de vida**, para seleccionar responsablemente los materiales que formarán parte del edificio, tanto en nuevas edificaciones como en procesos de rehabilitación. **El objetivo es equilibrar el uso de recursos con las necesidades y la funcionalidad de los edificios, haciendo una elección responsable de los materiales considerando los impactos asociados a su ciclo de vida.** La información recopilada sirve también para otros indicadores como el 2.1. Estado de mediciones, materiales y vidas útiles, 2.2 Residuos y materiales de construcción y demolición, 6.1 Análisis de coste del ciclo de vida y cualquier evaluación del ciclo de vida.

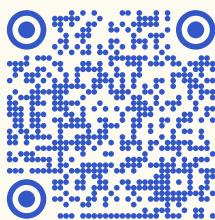
**El análisis del ciclo de vida (ACV) en el marco Level(s)** permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas al edificio en sus distintas fases, desde la producción de materiales hasta su uso y mantenimiento. Para obtener una visión representativa del impacto ambiental global del edificio, es imprescindible que el análisis abarque, como mínimo, las etapas A1-A2-A3 (producción y transporte de materiales), B4 (reemplazo) y B6 (consumo energético en uso), conforme a los módulos definidos en la norma UNE-EN 15978:2012. Los impactos ambientales deben evaluarse utilizando indicadores normalizados, tales como:

- **GWP** (Global Warming Potential – Potencial de calentamiento global),
- **ODP** (Ozone Depletion Potential – Potencial de agotamiento de la capa de ozono),
- **AP** (Acidification Potential – Potencial de acidificación),
- **EP** (Eutrophication Potential – Potencial de eutrofización),
- **POCP** (Photochemical Ozone Creation Potential – Potencial de formación fotoquímica de ozono),
- **ADP-elements** (Potencial de agotamiento de recursos abióticos, elementos),
- **ADP-fossil fuels** (Potencial de agotamiento de recursos abióticos, combustibles fósiles).

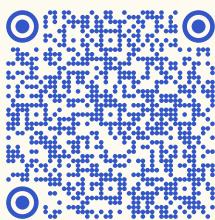
El ACV también puede utilizarse para comparar soluciones constructivas alternativas (por ejemplo, sistemas de fachada o cubierta) en fase de proyecto, lo que permite identificar la opción con menor impacto ambiental en el contexto de la rehabilitación sostenible.

Para profundizar sobre ACV e indicadores, se recomienda consultar: **Indicador 1.2. de Levels: Potencial de calentamiento global (PCG) del ciclo de vida del marco Levels;** así como otras herramientas, descritas en el punto 3.5 de este documento.

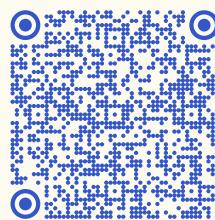
Level(s) proporciona un lenguaje común para evaluar e informar sobre el desempeño sostenible de los edificios. Es un punto de entrada sencillo para aplicar los principios de economía circular en nuestro entorno construido. Ofrece un sistema ampliamente probado para medir y apoyar mejoras, desde el diseño hasta el final de la vida útil. Puede aplicarse a edificios residenciales o oficinas. Información oficial de la UE y herramientas, recursos y más información en:



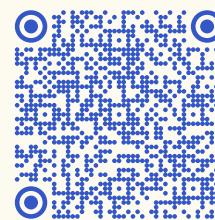
Framework europeo Level(s) para edificios sostenibles.



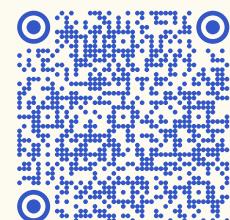
Una introducción rápida a Level(s)



¿Cómo puede Level(s) apoyarte?



eLearning y herramientas



Comienza a usar Level(s)

## NUEVO MODELO: CRITERIOS E INDICADORES PARA ENTENDER Y JUSTIFICAR LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y LA DESCARBONIZACIÓN DESDE SOLUCIONES BIOBASADAS.

3.4

A continuación proponemos una **serie de criterios e indicadores**, que consideramos **importantes incorporar de forma activa en nuestros proyectos de rehabilitación (y de construcción)**.

Se han seleccionado y priorizado, basándonos en las recomendaciones y normativas europeas de reciente creación, como la New European Bauhaus o el marco Level(s), sobre las que hemos tratado anteriormente, así como ejemplos que se recogen mayoritariamente en las herramientas descritas en el punto 3.5 de este documento.

Se han agrupado en **6 criterios**, que nos permitirán entender y vincular fácilmente estos indicadores propuestos para los sistemas constructivos biobasados, y las nuevas estrategias de contratación pública, porque los hemos unificado para que permitan enlazar indicadores y estrategias fácilmente. A continuación os describimos los **criterios seleccionados**:



**PRESUPUESTO y COSTE ECONÓMICO (vinculado al Ciclo de Vida):** evalúa la viabilidad económica del edificio desde una perspectiva de ciclo de vida completo (diseño, construcción, operación y fin de vida), integrando el Indicador 6 de Level(s).

Incluye el análisis de costes de inversión, mantenimiento, rehabilitación y desmantelamiento, vinculados a estrategias de eficiencia energética, circularidad de materiales y reducción de externalidades ambientales. Su enfoque técnico prioriza la optimización de recursos financieros mediante metodologías como el Life Cycle Costing (LCC), alineado con los requisitos de la Taxonomía Verde de la UE para proyectos sostenibles.



**EJECUCIÓN Y OBRA:** Aborda la fase constructiva bajo el prisma de la eficiencia en recursos (Indicador 2 de Level(s)) y la descarbonización del proceso (Indicador 1). Incluye la gestión de emisiones de GEI asociadas a la fabricación/transporte de materiales (carbono incorporado), la minimización de residuos mediante planes de gestión (ej.: estándares ISO 14001), y la selección de técnicas constructivas de baja huella (ej.: prefabricación). Este criterio exige métricas cuantificables, como kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> emitidos en obra y porcentaje de materiales con Declaraciones Ambientales de Producto (DAP).

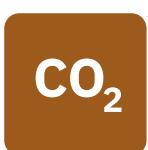


**OPERACIÓN Y USO:** Centrado en la fase operativa del edificio, integra los Indicadores 1 (emisiones en uso), 3 (agua) y 4 (bienestar) de Level(s). Evalúa el consumo energético (kWh/m<sup>2</sup>/año), la eficiencia hídrica (litros/usuario/día) y la calidad del ambiente interior (confort térmico, niveles de CO<sub>2</sub> < 1000 ppm).

Requiere modelos de simulación energética (ej.: EnergyPlus) y sistemas de monitorización continua para asegurar el cumplimiento de estándares como la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios (EPBD).



**SALUD y BIENESTAR:** Alineado con el Indicador 4 de Level(s), este criterio garantiza condiciones óptimas para los ocupantes mediante parámetros técnicos como, Calidad del aire interior, Confort acústico o Iluminación natural. Además, promueve diseños biofílicos y accesibilidad universal.



**EMISIONES, CICLO DE VIDA Y CIRCULARIDAD:** Criterio transversal que aplica el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para cuantificar la huella de carbono total (Scope 1-3) del edificio, conforme al Indicador 1 de Level(s). Incluye estrategias de economía circular (Indicador 2), como deconstrucción selectiva, tasa de recuperación de materiales o materiales circulares.



**SOSTENIBILIDAD:** Criterio holístico que integra todos los indicadores de Level(s), con énfasis en el Indicador 5 (resiliencia climática). Define la capacidad del edificio para adaptarse a escenarios climáticos extremos (ej.: olas de calor, inundaciones) mediante soluciones técnicas variadas, desde SbN como cubiertas vegetales, a elementos de diseño pasivo (orientación optimizada, inercia térmica y/o ventilación natural cruzada). Adicionalmente, incorpora criterios sociales (accesibilidad, equidad) y económicos (generación de empleo local), en coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y el Pacto Verde Europeo.

Se muestra, a continuación, una matriz que relaciona los criterios, y sus respectivos indicadores, con los seis (6) macroobjetivos clave de la normativa LEVELS. Esto permite comprender mejor cómo cada solución constructiva biobasada que se propone posteriormente en el documento, contribuye a alcanzar los diferentes objetivos marcados en la normativa europea de sostenibilidad y descarbonización.

En la matriz indicadores VERD, que se muestra a continuación, hemos vinculado los criterios e indicadores seleccionados en la guía con los macroobjetivos de Level(s).

**Se han puntuado de 1 a 5 cada uno de ellos,** para evaluar y mostrar cual es su relación con cada uno de los macroobjetivos, que han sido explicados anteriormente. Valorándose en **1 (valoración mínima)**, si no tiene relación o impacto, y en **5 (valoración máxima)** para el caso de máximo impacto y relación con el macroobjetivo en cuestión.

Matriz indicadores Guía VERD: gráfica explicativa de indicadores del Nuevo Modelo y su relación con el marco Level(s):

- A- Emisiones GEI**  
**B- Ciclos de vida de los materiales**  
**C- Empleo eficiente de los recursos hídricos**

- D- Espacios saludables y cómodos**  
**E- Adaptación y resiliencia al cambio climático**  
**F- Optimización del coste del ciclo de vida y del valor**

INDICADOR	MACRO-OBJETIVOS LEVELS					
	A	B	C	D	E	F
<b>PRESUPUESTO Y COSTE ECONÓMICO</b> (VINCULADO AL CICLO DE VIDA)						
Coste económico completo (€/m <sup>2</sup> )	3	3	3	2	2	5
Coste energético operacional acumulado (Años X) (€/m <sup>2</sup> )	4	4	3	2	3	5
<b>EJECUCIÓN Y OBRA</b>						
Velocidad de ejecución (días/m <sup>2</sup> )	4	3	4	4	3	5
Sencillez constructiva	4	3	4	4	3	5
Eficiencia del proceso constructivo (horas hombre/m <sup>2</sup> )	4	3	4	3	2	3
Emisiones de ruido en obra (dB)	3	2	3	4	2	2
Generación de residuos en obra (kg/m <sup>2</sup> )	4	3	4	4	3	5
Índice de Impacto en el Espacio Público (IIEP)	3	2	3	4	3	2
<b>OPERACIÓN Y USO</b>						
Resistencia al fuego (REI)	1	1	2	4	3	2
Aislamiento acústico (dB)	1	1	2	4	3	2
Aislamiento térmico (U) (W/m <sup>2</sup> K)	4	4	4	4	3	2
Facilidad de mantenimiento	3	4	4	3	3	5
Consumo de energía operativa (kWh/m <sup>2</sup> /año)	4	4	4	2	2	3
<b>SALUD Y BIENESTAR</b>						
Calidad del aire interior (IAQ)	2	2	2	5	3	3
Presencia de contaminantes específicos (formaldehído, radón, etc.)	2	2	3	5	4	1
<b>EMISIONES, CICLO DE VIDA Y CIRCULARIDAD</b>						
Durabilidad (años). Eficiencia de diseño (kg/m <sup>2</sup> /resistencia)	3	4	3	3	3	3
Reutilización y reciclaje: contenido de material reciclado y contenido de material renovable (% masa)	4	4	4	2	2	5
Distancia a origen de materiales (km)	4	4	3	3	3	4
Ánálisis de ciclo de vida (ACV). Emisiones de CO <sub>2</sub> del ciclo de vida (kg CO <sub>2</sub> eq/7m <sup>2</sup> )	4	5	4	3	3	4
Carbono embebido (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	4	5	3	2	4	2
Consumo de agua en producción de materiales (L/m <sup>2</sup> )	4	4	4	2	2	5
Generación de residuos en producción de materiales (kg/m <sup>2</sup> )	4	4	3	2	2	5
Diseño para desmontaje y reciclabilidad (%) Posibilidad de reutilizar o reciclar residuos de construcción y fin de vida.	3	5	3	3	3	5
<b>SOSTENIBILIDAD</b>						
Índice de biodiversidad neta positiva	4	3	4	4	5	2
Captación de agua de lluvia	3	2	4	3	4	2
Reciclaje de aguas grises/pluviales (%)	3	3	4	3	4	5
Consumo de agua operativa (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /año)	3	3	4	2	3	5
Diseño bioclimático	4	4	4	4	4	3
Impacto social	3	3	3	4	5	3

A continuación se desarrolla una **breve descripción y explicación de cada uno de los indicadores** seleccionados:

## **PRESUPUESTO y COSTE ECONÓMICO (Vinculado al Ciclo de Vida):**

**Coste Económico Completo (€/m<sup>2</sup>):** Coste integral del proyecto, incluyendo inversión inicial, operación, mantenimiento y desmantelamiento. Suma de costes dividida por superficie útil (€/m<sup>2</sup>).

- *Rehabilitación: Permite priorizar soluciones de bajo coste operativo, clave en rehabilitaciones para optimizar ROI.*

**Coste Energético Operacional Acumulado (Años X) (€/m<sup>2</sup>):** Coste total de energía consumida durante la vida útil del edificio. kWh/m<sup>2</sup>/año × precio energía × años de uso.

- *Rehabilitación: Reduce dependencia de combustibles fósiles, alineado con objetivos NZEB.*

## **EJECUCIÓN Y OBRA:**

**Velocidad de ejecución (días/m<sup>2</sup>):** Eficiencia temporal en la fase constructiva, considerando plazos, complejidad y metodologías como Lean Construction. Incluye optimización mediante prefabricación, coordinación logística y reducción de tiempos muertos. Días totales ÷ superficie construida (días/m<sup>2</sup>).

- *Rehabilitación: minimiza molestias en edificios ocupados, en el entorno urbano y la ciudad y reduce costes indirectos (ej.: alquileres temporales).*

**Sencillez constructiva:** Grado de simplicidad en sistemas constructivos, evaluando estandarización, reducción de componentes complejos y facilidad de montaje/desmontaje. Favorece la economía circular. Escala del 1 (alta complejidad) al 5 (sencillez óptima).

- *Rehabilitación: facilita intervenciones en estructuras existentes sin dañar elementos históricos o frágiles.*

**Eficiencia del proceso constructivo (horas hombre/m<sup>2</sup>):** Productividad laboral, considerando formación, tecnología (BIM, maquinaria) y gestión de recursos. Método clave para optimizar costes y plazos. Horas totales de trabajo ÷ superficie construida (h/m<sup>2</sup>).

- *Rehabilitación: Reduce tiempos en cualquier proyecto, con especial impacto en situaciones con restricciones de acceso o espacios reducidos.*

**Emisiones de ruido en obra (dB):** Impacto acústico durante la ejecución, regulado por directivas como la 2002/49/CE. Estrategias: horarios restringidos, barreras acústicas y equipos silenciosos. Nivel sonoro promedio (dB) medido con sonómetro.

- *Rehabilitación: Mitiga conflictos en zonas urbanas densas durante intervenciones.*

**Generación de residuos en obra (kg/m<sup>2</sup>):** Residuos producidos en construcción/demolición, gestionados mediante clasificación, reutilización in situ y reciclaje. Vinculado a certificaciones como LEED o BREEAM. Peso total de residuos ÷ superficie (kg/m<sup>2</sup>).

- *Rehabilitación: maximiza aprovechamiento de materiales existentes (ej.: ladrillos, vigas). Reduce impacto urbano, y presupuesto global de la obra.*

**Índice de Impacto en el Espacio Público (IIEP):** Evaluación cuantitativa de perturbaciones urbanas: ocupación de vías, desvíos de tráfico, impacto visual y afectación a peatones. Escala del 1 (impacto bajo) al 5 (impacto crítico), basada en días de ocupación y encuestas a vecinos.

- *Rehabilitación: mejora la aceptación social de proyectos en cascos históricos o áreas sensibles. Facilita la convivencia urbana y el desarrollo de actividades en zonas de actuación.*

## OPERACIÓN Y USO:

**Resistencia al fuego (REI):** Capacidad de un elemento constructivo (paredes, puertas) para resistir el fuego, manteniendo su integridad (E), aislamiento térmico (I) y resistencia mecánica (R) durante un tiempo definido. Clasificado según EN 13501-2. Tiempo en minutos (ej.: REI 60 = 60 minutos de resistencia).

- *Rehabilitación: garantiza seguridad en edificios antiguos actualizados, cumpliendo el Código Técnico de la Edificación (CTE-DB-SI).*

**Aislamiento acústico (dB):** Reducción de transmisión sonora entre espacios, evaluando dB perdidos en frecuencias críticas (125-4000 Hz). Normativa: UNE-EN ISO 10140. Diferencia de nivel acústico ( $\Delta L$  en dB) entre ambientes.

- *Rehabilitación: Mejora confort en viviendas rehabilitadas, especialmente en áreas urbanas ruidosas.*

**Aislamiento térmico (U) (W/m<sup>2</sup>K):** Transmitancia térmica de la envolvente, que cuantifica el flujo de calor por m<sup>2</sup> y grado Kelvin. Valores bajos indican mayor eficiencia. Coeficiente U (W/m<sup>2</sup>K), calculado según UNE-EN ISO 6946.

- *Rehabilitación: reduce la demanda energética en rehabilitaciones, clave para alcanzar estándares NZEB.*

**Facilidad de mantenimiento:** Adecuación y accesibilidad para inspeccionar y prolongar la vida útil reparar o sustituir soluciones constructivas y materiales. Incluye procedimientos de mantenimiento, diseño modular y espacios técnicos accesibles. Escala del 1 (muy complejo) al 5 (muy sencillo), basada en encuestas a técnicos.

- *Rehabilitación: asegura longevidad de materiales y soluciones constructivas e instalaciones renovables (ej.: aerotermia) en edificios rehabilitados.*

**Consumo de energía operativa (kWh/m<sup>2</sup>/año):** Energía anual consumida para climatización, iluminación y equipos, normalizada por superficie. Referencia: Directiva EPBD. kWh/m<sup>2</sup>/año, medido con contadores o software apropiado.

- *Rehabilitación: base para evaluar el éxito de medidas de eficiencia en rehabilitaciones masivas o complejas.*

## SALUD Y BIENESTAR:

**Calidad del aire interior (IAQ):** Concentración de contaminantes en ambientes interiores, incluyendo CO<sub>2</sub>, compuestos orgánicos volátiles (COV) y partículas en suspensión (PM<sub>2,5</sub>). Normativa de referencia: EN 16516 y Directiva UE 2020/2184. - CO<sub>2</sub>: < 1000 ppm (nivel óptimo). - COV: < 300 µg/m<sup>3</sup> (ej.: formaldehído, benceno). - PM<sub>2,5</sub>: < 25 µg/m<sup>3</sup> (valor medio anual).

- *Rehabilitación: mejora la salud (principalmente respiratoria) de los habitantes en edificios rehabilitados, especialmente tras sellar envolventes térmicas que reducen infiltraciones. Aislamientos naturales (ej.: corcho, cáñamo) mejoran IAQ y son renovables.*

**Presencia de contaminantes específicos (formaldehído, radón, etc.):** Detección y cuantificación de sustancias tóxicas en materiales de construcción, aire o agua. Ejemplos críticos: radón (gas radioactivo), formaldehído (emitido por adhesivos) y amianto (en edificios antiguos). - Radón: < 300 Bq/m<sup>3</sup> (límite UE). - Formaldehído: < 100 µg/m<sup>3</sup> (OMS). - Amianto: 0 fibras/cm<sup>3</sup> (prohibido en UE desde 2005).

- *Rehabilitación: elimina riesgos, donde se retiran materiales obsoletos y/o se instalan nuevos, con bajas emisiones.*

## EMISIONES, CICLO DE VIDA Y CIRCULARIDAD:

**Durabilidad (años). Eficiencia de diseño (kg/m<sup>2</sup>/resistencia):** Vida útil estimada de materiales o sistemas, basada en normativas y ensayos de envejecimiento acelerado. Mayor durabilidad reduce reposiciones y residuos. Años según certificaciones técnicas o EPD (Environmental Product Declarations).

Relación entre masa de material y resistencia estructural, optimizando uso de recursos. kg de material ÷ (m<sup>2</sup> × resistencia en MPa).

- *Rehabilitación: Minimiza intervenciones futuras en edificios rehabilitados, optimizando costes y recursos. Reduce peso y huella ambiental en estructuras rehabilitadas.*

**Reutilización y reciclaje:** contenido de material reciclado y contenido de material renovable (% masa): Porcentaje de materiales reciclados (ej.: áridos) y renovables (ej.: madera FSC) en masa total. - Reciclado: (Masa reciclada ÷ masa total) × 100. - Renovable: (Masa renovable ÷ masa total) × 100.

- *Rehabilitación: Promueve economía circular y sumideros de carbono en intervenciones.*

**Distancia a origen de materiales (km):** Distancia media ponderada por masa desde la extracción/ fabricación hasta la obra.  $\sum$  (Masa material × distancia) ÷ masa total.

- *Rehabilitación: reduce emisiones logísticas en proyectos que priorizan proveedores locales.*

**Análisis de ciclo de vida (ACV). Emisiones de CO<sub>2</sub> del ciclo de vida. (kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>):** Evaluación integral de impactos ambientales (producción, construcción, uso, fin de vida) según UNE-EN 15978. kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, usando bases de datos y herramientas / software especializados.

- *Rehabilitación: identifica oportunidades para reducir emisiones en rehabilitaciones profundas. Clave para descarbonizar el entorno urbano construido.*

**Carbono embebido (kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>):** Emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la producción de materiales y construcción, excluyendo fase operativa. kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>, basado en EPD o bases de datos.

- *Rehabilitación: clave en rehabilitaciones que reutilizan estructuras existentes, y que se basan en soluciones de madera principalmente. Madera FSC/PEFC reduce considerablemente el carbono embebido (1,2 kg CO<sub>2</sub> eq/kg vs. 2,5 kg en acero).*

**Consumo de agua en producción de materiales (L/m<sup>2</sup>):** Agua utilizada en la fabricación de materiales, incluyendo extracción, procesado y transporte. Litros de agua ÷ superficie construida (L/m<sup>2</sup>).

- *Rehabilitación: reduce estrés hídrico en regiones con escasez. Disminución de huella de carbono global del edificio o proyecto.*

**Generación de residuos en producción de materiales (kg/m<sup>2</sup>):** Residuos generados durante la fabricación de materiales, desde la extracción hasta el ensamblaje. kg residuos ÷ superficie construida (kg/m<sup>2</sup>).

- *Rehabilitación: incentiva utilización abundante de materiales con procesos de producción limpios.*

**Diseño para desmontaje y reciclabilidad (%) Posibilidad de reutilizar o reciclar residuos de construcción y fin de vida:** Porcentaje de componentes diseñados para desmontaje sin daños, facilitando reutilización o reciclaje. (Número de componentes desmontables ÷ total) × 100. Porcentaje de residuos clasificados y destinados a reciclaje/reutilización. (Masa reciclada/reutilizada ÷ masa total de residuos) × 100.

- *Rehabilitación: permite actualizaciones futuras sin generar escombros. Maximiza valor de materiales en demoliciones selectivas.*

## SOSTENIBILIDAD:

**Índice de biodiversidad neta positiva:** Balance entre pérdida y ganancia de biodiversidad tras la intervención, evaluando especies vegetales/animales, corredores ecológicos y hábitats creados. Número de especies post-obra vs. pre-obra, o cobertura vegetal (m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>).

- *Rehabilitación: integra infraestructura verde (ej.: cubiertas ajardinadas o fachadas vegetadas) en proyectos urbanos, mejorando ecosistemas locales.*

**Captación de agua de lluvia:** Volumen de agua pluvial recolectada y almacenada para usos no potables (riego, sanitarios). Litros captados ÷ superficie de captación (ej.: cubierta) × precipitación anual (L/m<sup>2</sup>/año).

- *Rehabilitación: reduce demanda de agua en zonas con estrés hídrico, especialmente en rehabilitaciones con cubiertas planas.*

**Reciclaje de aguas grises/pluviales (%):** Porcentaje de aguas residuales domésticas (grises) o pluviales tratadas y reutilizadas. (Volumen reutilizado ÷ volumen total generado) × 100.

- *Rehabilitación: minimiza consumo de agua potable y costes operativos en edificios rehabilitados.*

**Consumo de agua operativa (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/año):** Agua utilizada anualmente para usos operativos (climatización, limpieza, sanitarios). m<sup>3</sup> consumidos ÷ superficie útil (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/año).

- *Rehabilitación: incentiva tecnologías eficientes (ej.: grifos con sensor) en intervenciones.*

**Diseño bioclimático:** Adaptación al clima local mediante orientación, sombreado, ventilación natural e inercia térmica. Simulación térmica (ej.: reducción de demanda energética en %).

- *Rehabilitación: reduce costes operativos en rehabilitaciones de edificios históricos mal aislados.*

**Impacto social:** Evaluación cualitativa y cuantitativa de beneficios para la comunidad: empleo local, accesibilidad, equidad. Encuestas de satisfacción (escala 1-5) o métricas como horas de formación laboral.

- *Rehabilitación: facilita y mejora la aceptación de proyectos en barrios vulnerables o cascos históricos.*

# CÓMO IMPLEMENTAR SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS SOSTENIBLES: HERRAMIENTAS PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA VERDE DEL NUEVO MODELO.

3.5

El proceso de rehabilitación energética de edificios requiere un enfoque integral que combine criterios de **eficiencia energética, sostenibilidad ambiental y viabilidad técnica y económica**. Para garantizar que las soluciones constructivas seleccionadas respondan a estos principios y se alineen con los requisitos **normativos europeos**, se recomienda la utilización de una serie de herramientas que faciliten el diseño, la evaluación y la toma de decisiones en cada fase del proyecto.

En este apartado se presentan las herramientas adicionales que se utilizarán en el proceso de diseño de soluciones constructivas dentro de la guía, asegurando su alineación con la **Nueva EPBD**, **la Taxonomía Europea** y los principios de **rehabilitación sostenible** promovidos por iniciativas como el **New European Bauhaus (NEB)**.

## HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO Y CIRCULARIDAD

3.5.1

La rehabilitación de edificios debe considerar el **impacto ambiental y energético** de las soluciones implementadas, desde la selección de materiales hasta su comportamiento en términos de eficiencia térmica y consumo energético. Para ello, se emplearán herramientas que permitan cuantificar estos impactos y evaluar la viabilidad de las distintas estrategias constructivas.

### IVE: HERRAMIENTA TURIA

La **Herramienta TURIA**, desarrollada por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE), es un instrumento fundamental para la planificación y evaluación de intervenciones en el ámbito de la rehabilitación energética en la Comunidad Valenciana. Sus principales funcionalidades incluyen:

- **Análisis del impacto energético y ambiental** de los proyectos de rehabilitación.
- **Cálculo de indicadores clave** para determinar la eficiencia de las soluciones propuestas.
- **Evaluación multicriterio** para seleccionar estrategias de rehabilitación adaptadas al contexto climático y urbano valenciano.

Esta herramienta facilita la toma de decisiones fundamentadas en **datos reales** y permite identificar qué intervenciones son más efectivas en términos de **reducción del consumo energético, mejora del confort térmico y disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>**.

### IVE: RE10 CIRCULARIDAD

El concepto de **circularidad en la construcción** es un pilar clave en la nueva taxonomía europea, que busca reducir la dependencia de recursos naturales, fomentar la reutilización de materiales y minimizar los residuos generados en el proceso de rehabilitación.

La **herramienta RE10 Circularidad**, también del IVE, permite:

- **Evaluar el grado de circularidad de una solución constructiva**, midiendo su impacto en el ciclo de vida del edificio.
- **Diagnosticar el nivel de reutilización y reciclabilidad** de los materiales utilizados.
- **Garantizar la alineación con el principio DNSH (Do No Significant Harm)**, asegurando que las intervenciones no generen impactos negativos en el medioambiente.

Esta herramienta resulta especialmente útil en la selección de materiales biobasados y sistemas constructivos sostenibles, ya que permite medir su impacto ambiental a lo largo del tiempo y asegurar que contribuyan a los objetivos de **descarbonización y eficiencia de recursos** en el sector de la construcción.

#### IVE: RENUEVA

Dado que la nueva **Directiva EPBD** establece objetivos ambiciosos en materia de **reducción del consumo energético y rehabilitación de edificios**, es necesario contar con herramientas que permitan evaluar en qué medida los proyectos cumplen con estos requisitos.

Esta herramienta, desarrollada por el IVE, permite:

- **Verificar la alineación de un proyecto con los criterios de eficiencia energética de la UE.**
- **Evaluar el impacto de las soluciones de rehabilitación en términos de ahorro energético** y reducción de emisiones.
- **Determinar la elegibilidad de un proyecto para acceder a financiación europea, en particular a los fondos Next Generation EU** y otros programas de inversión verde.

Esta herramienta se convertirá en un recurso clave para asegurar que las soluciones constructivas propuestas en la guía sean compatibles con los **estándares de sostenibilidad y eficiencia energética exigidos por la normativa europea**.

#### VERDE – GBCE

Es una herramienta de **evaluación ambiental** desarrollada por el Green Building Council España (GBCE), ampliamente utilizada para valorar la sostenibilidad de los edificios en el contexto español.

Su **metodología se basa en la evaluación multicriterio** de aspectos ambientales, sociales y económicos a lo largo del ciclo de vida del edificio.

Evalúa indicadores clave como:

- **Consumo de energía primaria y emisiones de gases de efecto invernadero.**
- **Uso eficiente del agua y gestión de residuos.**
- **Impacto en la salud y el confort de los ocupantes.**
- **Calidad ambiental interior y accesibilidad.**
- **Elección de materiales y su impacto en el ciclo de vida.**

VERDE asigna una puntuación global basada en el desempeño ambiental del proyecto, lo que permite comparar alternativas de diseño y tomar decisiones más sostenibles. Su estructura es compatible con normativas europeas como el marco Level(s), y puede aplicarse tanto en obra nueva como en rehabilitación.

### HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO

3.5.2

La selección de sistemas constructivos en rehabilitación debe considerar su impacto ambiental en términos de **carbono embebido, eficiencia térmica y reciclabilidad**. En este sentido, se utilizarán herramientas que permitan evaluar estos parámetros y optimizar la selección de materiales y soluciones constructivas.



## PRINCIPIO DNSH (DO NOT SIGNIFICANT HARM)

El **Principio DNSH** es un criterio fundamental en la financiación de proyectos sostenibles en la UE. Para que una intervención de rehabilitación sea considerada “verde” y pueda optar a financiación climática, debe demostrar que no genera impactos adversos en los seis objetivos ambientales de la UE:

1. **Mitigación del cambio climático.**
2. **Adaptación al cambio climático.**
3. **Uso sostenible del agua y los recursos marinos.**
4. **Economía circular y reducción de residuos.**
5. **Prevención de la contaminación.**
6. **Protección de la biodiversidad y los ecosistemas.**

El principio DNSH se aplicará a todas las soluciones constructivas de la guía, asegurando que cada intervención cumpla con los **criterios ambientales más exigentes** y pueda ser financiada dentro del marco de la **Taxonomía Europea de Finanzas Sostenibles**.

## ECÓMETRO

Ecómetro es una de las herramientas más utilizadas en España para la evaluación del impacto ambiental de soluciones constructivas. Se basa en la medición de indicadores clave como:

1. **Huella de carbono y energía embebida en los materiales.**
2. **Consumo energético operativo y eficiencia térmica.**
3. **Ciclo de vida de los materiales y posibilidades de reutilización y reciclaje.**

El uso del **Ecómetro** permitirá seleccionar soluciones constructivas que maximicen la eficiencia energética y reduzcan el impacto ambiental del parque edificado en Valencia, alineándose con los objetivos de **neutralidad climática de la UE para 2050**.

## UBAKUS

La herramienta Ubakus se empleará para el análisis del **comportamiento térmico de los cerramientos** en rehabilitación, permitiendo evaluar:

1. **Capacidad de aislamiento térmico y reducción de pérdidas energéticas.**
2. **Riesgos de condensación y mejora del confort térmico.**
3. **Eficiencia de las soluciones constructivas en términos de ahorro energético.**

Su integración en la guía facilitará la selección de **soluciones óptimas para la rehabilitación de fachadas, cubiertas e instalaciones**, asegurando que cumplen con los requisitos de **confort y eficiencia exigidos por la normativa**.

## TCQI/TCQ – GESTIÓN DEL MODELO AMBIENTAL

Es una herramienta desarrollada por el Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña (ITeC), diseñada para **integrar criterios ambientales en todas las fases del ciclo de vida del proyecto constructivo**, desde el diseño hasta la ejecución y mantenimiento. Se basa en metodologías reconocidas como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y utiliza bases de datos específicas del sector de la construcción para cuantificar el impacto ambiental de productos, sistemas constructivos y edificios completos.

1. **Evalúa indicadores clave como:**
2. **Huella de carbono del edificio y de sus elementos constructivos.**
3. **Energía incorporada y consumo de recursos naturales.**
4. **Generación de residuos y posibilidades de valorización.**
5. **Emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo.**

La herramienta se integra con el resto del sistema TCQi y permite **modelar escenarios sostenibles mediante simulaciones, comparativas entre soluciones y generación de declaraciones ambientales**. Además, facilita la trazabilidad de los impactos ambientales en presupuestos y mediciones, y es compatible con requisitos europeos como el marco Level(s) o certificaciones ambientales.

## 04

## DISEÑO DE NUEVOS MODELOS DE REHABILITACIÓN SOSTENIBLE: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS BIOBASADAS.

Esta sección de la guía se enfocará en el **análisis de las soluciones constructivas biobasadas más eficientes para la rehabilitación energética**, estableciendo un **índice de materiales y sistemas** según su aplicación en **fachadas, cubiertas, aislamientos y acabados interiores**. Se proporcionará una taxonomía detallada que permitirá a los técnicos, projectistas y administraciones seleccionar las soluciones más adecuadas en función de criterios como la **eficiencia energética, la durabilidad, el impacto ambiental y la adaptabilidad a las normativas vigentes**.

La integración de **soluciones constructivas biobasadas** se ha consolidado como una de las herramientas más efectivas para lograr edificaciones más eficientes y sostenibles, tanto en obra nueva como en rehabilitación.

El uso de **materiales biobasados**, es decir, aquellos de origen vegetal, renovable y con bajo impacto ambiental, está en pleno auge, impulsado por la necesidad de reducir el consumo de materiales convencionales como el hormigón y el acero, cuya producción es altamente contaminante. La madera, el corcho, la paja, el cáñamo, la celulosa reciclada o la tierra compactada son algunos ejemplos de materiales que han cobrado un renovado protagonismo en la arquitectura sostenible. Más allá de su bajo impacto ambiental, estos materiales ofrecen **excelentes propiedades de aislamiento térmico y acústico**, lo que los convierte en aliados estratégicos para mejorar la eficiencia energética de los edificios.

En particular, la **madera** ha resurgido como un material clave en la construcción y rehabilitación, no solo por su resistencia y versatilidad, sino también por su capacidad de **almacenar carbono** y reducir la huella ecológica de los edificios. Su uso en estructuras, fachadas ventiladas, revestimientos y sistemas de aislamiento térmico ha demostrado ser una alternativa eficaz frente a los materiales tradicionales. En este sentido, innovaciones como la **madera contralaminada (CLT)** han permitido expandir sus aplicaciones en proyectos de mayor envergadura, favoreciendo una edificación más ligera, resistente y sostenible.

Junto a la madera, otros biomateriales han emergido como soluciones viables y sostenibles en el campo de la rehabilitación energética. El **corcho**, por ejemplo, se ha convertido en un material idóneo para aislamientos térmicos y acústicos, gracias a su resistencia a la humedad y su capacidad de regulación térmica. De manera similar, el **cáñamo combinado con cal** ha demostrado ser una opción altamente eficiente en términos de aislamiento, transpirabilidad y resistencia al fuego. Por su parte, la **paja tecnificada** y la **celulosa reciclada** están ganando popularidad como alternativas de bajo impacto ambiental para la mejora de la envolvente térmica de los edificios.

La adopción de **soluciones constructivas biobasadas** en la rehabilitación energética no solo responde a una necesidad ambiental, sino que también aporta **beneficios económicos y sociales**. El fomento de estos materiales impulsa el desarrollo de cadenas de producción más locales y descentralizadas, reduciendo la dependencia de materiales importados y promoviendo la economía circular en el sector de la construcción. Además, estos materiales favorecen una edificación más saludable, libre de compuestos tóxicos y con una mejor calidad del aire interior, contribuyendo al bienestar de los ocupantes.

La integración de **criterios de circularidad y bajo impacto ambiental** en la rehabilitación energética de edificios es clave para garantizar que las intervenciones no solo reduzcan el consumo energético durante la vida útil del edificio, sino que también minimicen su impacto ambiental desde su fase de construcción. El uso de biomateriales permite alcanzar estos objetivos, alineándose con principios como el **Do No Significant Harm (DNSH)**, que busca evitar que las intervenciones de mejora energética generen impactos negativos en el medioambiente.

En el contexto de Valencia, la rehabilitación energética con soluciones biobasadas se presenta como una **estrategia clave para mejorar la eficiencia de su parque edificado**, especialmente en un clima mediterráneo caracterizado por temperaturas elevadas en verano y una creciente necesidad de adaptar los edificios a condiciones climáticas más extremas. En este sentido, la selección de materiales debe responder no solo a criterios de sostenibilidad global, sino también a las particularidades climáticas y urbanísticas de la región. La aplicación de sistemas **como fachadas ventiladas de madera, aislamientos de corcho y soluciones de inercia térmica con materiales naturales** permitirá reducir la demanda de refrigeración y mejorar el confort térmico de las viviendas.

En definitiva, la rehabilitación energética con materiales biobasados no es solo una alternativa viable, sino una necesidad imperante en la transición hacia un modelo de construcción más sostenible y resiliente. La integración de estas soluciones en el ámbito urbano no solo permitirá **reducir la huella de carbono del sector**, sino que también contribuirá a la **creación de entornos más saludables y eficientes, alineados con las políticas europeas de descarbonización y circularidad**.

## CÓMO FUNCIONAN LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS: FICHAS DE DETALLES CONSTRUCTIVOS APLICADOS. CRITERIOS E INDICADORES BÁSICOS.

4.1

Los **Indicadores de Impacto para las Soluciones y Sistemas constructivos propuestos**, adaptados al marco Level(s) UE son muy útiles a la hora de guiarse en valorar cualquier propuesta constructiva. Existen multitud de indicadores cuya suma trata de abordar de forma transversal la cuantificación del valor de un modo equilibrado, frente a valoraciones específicas.

En nuestro caso, los indicadores utilizados en las fichas, aportarán diagnósticos parciales que reflejarán un enfoque más completo del valor real de la solución constructiva propuesta (para más información, visitar el punto 3.3.6):

**Detallamos el porqué de cada uno de ellos, y su importancia en las soluciones propuestas:**

**COSTE:** los impactos de coste no se circunscriben únicamente al coste económico que se refleja en un presupuesto convencional, sino que se tendrán en cuenta también los costes energéticos operacionales. En ambos casos, se hará una exposición que cubra la vida útil de los elementos integrados en el diagnóstico, no solo los valores de ejecución hasta la entrega del edificio.

### **IMPACTOS ASOCIADOS AL ENTORNO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL EDIFICIO:**

**EDIFICIO:** más allá de los impactos económicos y energéticos/emisivos, tenemos otra serie relevante de impactos que son los que afectan al entorno urbano en los que se llevan a cabo las obras, sean nuevas o de rehabilitación:

- **VELOCIDAD DE EJECUCIÓN:** los impactos de construcción pueden generar grandes quebraderos de cabeza en el vecindario. Si estos se prolongan en el tiempo de forma excesiva, pueden afectar seriamente a la salud mental de los vecinos, a los negocios en el caso de tratarse de rehabilitaciones en contexto urbano de densidad media a alta, etc., y suponer una amenaza de peligro constante para la población que ha de vivir cercana a la obra. La velocidad de ejecución medida en la eficiencia de ejecución de metros cuadrados en obra por día, es la que determina el impacto in situ de la propia ejecución. La eficiencia del proceso constructivo determina cuánto tiempo es necesario en todo el proceso de composición de los elementos constructivos, desde el material en crudo hasta el elemento terminado. En el caso de la construcción prefabricada tenemos que la mayor parte de ese esfuerzo se lleva a cabo en una fábrica que libera de impactos a la obra, donde los impactos de la ejecución se reducen al mínimo. Así mismo, la eficiencia del proceso constructivo aumenta de forma importante debido a la incorporación de medios auxiliares y de robotización en las líneas de prefabricación en un entorno a salvo de la variabilidad climática.
- **EMISIONES DE RUIDO EN OBRA:** las emisiones de ruido en un contexto urbano pueden variar tanto en intensidad como en duración e intermitencia. Lo ideal es reducir al mínimo estos impactos que, junto con el correspondiente al polvo y la suciedad, son los que mayor afección suponen al entorno vecinal. Estos trabajos ruidosos son los que la legislación de convivencia urbana más restringe, y hacen imposibles reducciones en los plazos de ejecución.
- **GENERACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA:** otro elemento esencial en la relación de impactos, es la generación de residuos, descontando la suciedad que se produce en una obra. Existen fundamentalmente 3 tipos de residuos:
  - Los que proceden del embalaje y paletizado de los materiales de construcción que se aplican in situ.
  - Los que se producen como retales y desperdicios, materiales no utilizados, de nueva adquisición
  - Los que, en rehabilitación, son producto de la demolición para su sustitución.

Cualquier trabajo que se deba realizar en obra con materiales de aporte directo, generarán este tipo de residuos. Aquellos trabajos que vengan en un formato prefabricado a medida, no aportarán más residuos que los asociados al embalaje y/o transporte de los mismos.

**CARACTERÍSTICAS PRESTACIONALES ASOCIADAS A LA OPERACIÓN Y USO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS:** la normativa contempla unas características mínimas que se deben cumplir para garantizar la mejora prestacional constante de los elementos que componen al edificio. En el caso de la rehabilitación integral de edificios, en los que se lleven adelante rehabilitaciones en profundidad, se deberán alcanzar los niveles de eficiencia energética y demás prestaciones, exigidos por el CTE en su último estado de validez. Entre todas estas características exigibles destacan:

- El comportamiento al fuego de los elementos constructivos añadidos y modificados.
- Los valores de compartimentación acústica entre zonas.
- Impacto en la mejora de la eficiencia energética operativa del conjunto rehabilitado.
- Calidad del aire interior gracias a la adecuada aplicación de sistemas de climatización adecuados y de ventilación activa o pasiva.
- Diseño acorde con la no incorporación de productos químicos que puedan llevar a la disrupción metabólica de sus ocupantes ni a la proliferación de mohos tóxicos.

Será necesario recoger todas estas características en detalle, así como los procedimientos de mantenimiento de estas prestaciones en el tiempo en el preceptivo libro del edificio.

**OTROS INDICADORES ESENCIALES:** son aquellos subyacentes que hasta ahora no se habían tenido en cuenta a la hora de diseñar, prescribir y construir. Estos indicadores son fundamentales desde el punto de vista de la reducción de impactos del sector de la edificación a los que los gobiernos europeos se han comprometido. Los indicadores principales serían, en base a las consideraciones de emisiones, circularidad y ciclo de vida del edificio:

- **Análisis de ciclo de vida del edificio**, tanto en su aspecto operativo como en el embebido en los materiales y procesos con los que se ejecuta, mantiene y rehabilita el edificio.
- **Reutilización y/o reciclabilidad de los materiales** a utilizar en la ejecución del edificio desde el diseño para una correcta ejecución y posterior desmontaje separativo como sustituto de los procesos de demolición no separativa.
- **Análisis de la cercanía de la provisión de los materiales** que componen al edificio. El hecho de utilizar materiales de cercanía, no solo reduce los impactos de emisión, sino que aumenta los impactos positivos en la economía local y de cercanía. En el caso de un mayor uso de materiales de procedencia biobasada, el impacto se manifiesta fundamentalmente en el mundo rural y en su economía.
- Un indicador importante es el de la **capacidad de secuestro de CO<sub>2</sub>** que nos puede suministrar un material. Los materiales procedentes de biomasa sin un muy alto nivel de transformación, tienen la virtud de ser capaces de capturar CO<sub>2</sub> en su crecimiento y de secuestrarlo.
- Un indicador esencial es el de la **afección del agua en los procesos de fabricación y aplicación de los materiales constructivos**, tanto respecto al consumo como en potencial contaminación de la misma en la producción, en la limpieza de herramientas, etc., etc.
- **Impacto directo de los residuos**, tanto en cantidad como en calidad, así como en la separabilidad de residuos de distinta naturaleza.

## ¿CÓMO SE LEEN LAS FICHAS?

Todas las fichas constructivas se leen de manera similar, e incluyen:

SOLUCIÓN A2: FACHADAS NO PROTEGIDAS: POSTERIOR O PATIOS INTERIORES.		5.1.2
INDICADORES DE IMPACTO PARA LAS SOLUCIONES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PROPOSTOS, ADAPTADOS AL MARCO LEVEL 3		
PREBUPUESTO Y COSTE ECONÓMICO (EJES DE FONDO)		VALOR 0-5
<input type="checkbox"/> Coste Económico-Consumo óptimo del uso de vivienda	<input type="checkbox"/> Coste económico óptimo asumido (Alta 5) (bajo 0)	
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles. La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
EDUCACIÓN Y FORMA		VALOR 0-5
<input type="checkbox"/> Velocidad de aprendizaje intelectual	<input type="checkbox"/> Aprendizaje de razonamiento (bajo 0)	
<input type="checkbox"/> Sistemas constructivos: Eficacia en montaje (márgenes de error)	<input type="checkbox"/> Generación de razonamiento en obra (bajo 0)	
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
LA LIBERTAD DE EXPRESIÓN (ESTRUCTURA)		VALOR 0-5
<input type="checkbox"/> Impacto en espacio público (exterior)	<input type="checkbox"/> Impacto en espacio público (exterior) (bajo 0)	
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
OPORTUNIDAD Y RIESGO		VALOR 0-5
<input type="checkbox"/> Posibilidad de crecimiento	<input type="checkbox"/> Fidelidad a la demanda	
<input type="checkbox"/> Asistencia activa (alto)	<input type="checkbox"/> Consumo de energía eólica (bajo 0)	
<input type="checkbox"/> Asistencia activa (bajo)	<input type="checkbox"/> Consumo de energía eólica (bajo 0)	
<input type="checkbox"/> Técnica [Alta/N]	<input type="checkbox"/> Consumo de energía eólica (bajo 0)	
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
SALUD Y BIENESTAR		VALOR 0-5
<input type="checkbox"/> Cuidado de la salud (alto)	<input type="checkbox"/> Presentación de enfermedades específicas (bajo 0)	
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
EMISIONES, RIESGO DE VIDA Y CICLO DE VIDA		VALOR 0-5
<input type="checkbox"/> Análisis de ciclo de vida (ACV), Deseño de CIC: del ciclo de vida, CIC, CIC+ (bajo 0)	<input type="checkbox"/> Ciclo de vida ambiental (bajo 0)	
<input type="checkbox"/> Análisis de ciclo de vida (ACV), Deseño de CIC: del ciclo de vida, CIC, CIC+ (alto)	<input type="checkbox"/> Círculo ambiental (bajo 0)	
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
BIENESTAR SOCIAL		VALOR 0-5
<input type="checkbox"/> Indice de bienestar social (alto)	<input type="checkbox"/> Consumo de agua potable (prioritaria)	
<input type="checkbox"/> Categoría de uso de la tierra (alto)	<input type="checkbox"/> Dificultad (prioritaria)	
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		
La vivienda no protegida es más cara que la vivienda protegida, ya que se tienen que cumplir más normas y se tienen que cumplir más controles.		

Una batería de indicadores de impacto relacionados con Leve(s) para categorizar y entender mejor las soluciones propuestas,

Una sección general de fachada y cubierta, acompañada de una axonométrica descriptiva de las soluciones propuestas, incluido una breve explicación de la solución aplicada,

Uma selección de detalles constructivos que explican la solución adoptada, incluyendo leyenda descriptiva de materiales y elementos, categorización por colores de biomateriales y una lista de control de ejecución que nos permite evaluar y comprobar la correcta ejecución de otros detalles constructivos similares

VALORACIÓN COMPARATIVA ECONÓMICA DE LA SOLUCIÓN PROUESTA:	
La rehabilitación energética de los edificios protegidos continúa un sobrecreto debido a la necesidad de conservarlos sin alterar su uso, según su vulnerabilidad. Para alcanzar unos Valores-U razonables y que permitan aminorar la inversión, es necesario actuar en su exterior, pero también en su interior.	
En los casos que se tratan en esta ficha, esta problemática no es la más limitante ya que las viviendas no están en uso y se ahorra en la ejecución de las intervenciones. En la gran mayoría de los casos, las viviendas, pese a ello, cumplen el reglamento energético, por lo tanto el contexto es limitante para alcanzar un equilibrio entre costes y beneficios.	
Normalmente estas fachadas, por su tipo urbano, en el que se ubican estos edificios, implican complejidad en la ejecución para llegar a ellos, ya sea por su altura o por su peligro anterior. Los espacios comunes interiores son pequeños y limitados para soportar cargas o almacenamiento de materiales de construcción auxiliares y en tiempo de obra se multiplican, incidiendo en los costes de obra.	
La intervención en el interior mediante la instalación de trasteros con entradas se suponen un coste menor, importante, pero que tiene en cuenta la pérdida de superficie (1% de la vivienda) o lo que puede afectar en el valor de la misma, aunque no de forma significativa, y las mejoras que durante un tiempo prolongado se ocasionan a los usuarios de dicha vivienda.	
La rehabilitación energética de edificios protegidos es compleja, para otras estímulos se representan garantías sin amortización mediante la reducción de la tasa de consumo para el calefacción o calefacción.	
VALORACIÓN COMPARATIVA IMPACTO AMBIENTAL DE LA SOLUCIÓN PROUESTA:	
La mejoría del Valor-U empleando biomateriales teniendo en cuenta que se ejecutan unos expensos redondos, es notable. No alcanza los mínimos exigidos en CTE, pero tratándose de una rehabilitación sobre edificios patrimoniales, cualquier mejora en su eficiencia energética tiene su impacto en la sostenibilidad energética del edificio.	
Emisiones gaseos efecto invernadero una vez el clímax. (Datos una vez terminada la rehabilitación. Los biomateriales son valores negativos de CO2 al clímax. Datos de elaboración propia, mediante Herramienta Lúkuus).	
<b>REHABILITACIÓN CON MATERIALES DERIVADOS DEL PETRÓLEO:</b> Hoja de carbón (Estimación) = - 5 kg CO2-Aquí/m	
<b>REHABILITACIÓN CON BIOMATERIALES:</b> Hoja de carbón (Estimación) = - 6 kg CO2-Aquí/m	

Por último, una valoración comparativa económica y ambiental de las soluciones presentadas y otras soluciones tipo utilizadas habitualmente.

# 05 FICHAS DE SOLUCIONES Y DETALLES CONSTRUCTIVOS NUEVO MODELO DE REHABILITACIÓN.

## FICHA A: SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS TIPO PARA EDIFICIOS PROTEGIDOS.

5.1  
5.1.1

### SOLUCIÓN A1: FACHADA PRINCIPAL PROTEGIDA

INDICADORES DE IMPACTO PARA LAS SOLUCIONES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PROPUESTOS, ADAPTADOS AL MARCO LEVEL(S) UE

#### PRESUPUESTO Y COSTE ECONÓMICO (CICLO DE VIDA)

VALOR 0-5

- 3 Coste Económico Completo (vinculado al ciclo de vida) (€/m<sup>2</sup>) 5 Coste energético operacional acumulado (Años X) (€/m<sup>2</sup>)

Para el análisis de costes y presupuesto de este tipo de intervención se debería poder diferenciar entre la aplicación del aislamiento de corcho proyectado exterior, y la instalación de entramado trasdosado en interior. Así como en este último la relación entre el Coste económico en Obra y su Ciclo de vida es muy positiva por su sencillez de montaje, en el caso de la aplicación del mortero exterior su coste es muy alto por su complejidad en medios auxiliares en obra, no así por su rendimiento de ciclo de vida.

#### EJECUCIÓN Y OBRA

VALOR 0-5

- 2 Velocidad de ejecución (días/m<sup>2</sup>) 3 Emisiones de ruido en obra (dB)  
3 Sencillez constructiva. Eficiencia en montaje (horas/m<sup>2</sup>) 2 Generación de residuos en obra (kg/m<sup>2</sup>)  
3 Eficiencia del proceso constructivo (horas hombre/m<sup>2</sup>) 2 Índice de Impacto en el Espacio Público (IIEP).  
Impacto en espacio público (dB/emisiones)

Ya comentado en el punto anterior, la ejecución y obra es diferente según se analice la instalación de los entramados interiores, o la aplicación de mortero de corcho aislante. La instalación del trasdosado es sencilla y rápida. Siendo obra seca, el impacto dentro de las viviendas es bajo. La aplicación del mortero aislante exterior supone altos costes de obra por los medios auxiliares necesarios (andamios, gestión residuos, maquinaria de bombeo). La fachada en estudio es protegida, por lo tanto con elementos a cuidar y proteger lo que ralentiza la obra.

#### OPERACIÓN Y USO

VALOR 0-5

- 5 Resistencia al fuego (REI) 3 Facilidad de mantenimiento  
3 Aislamiento acústico (dB) 3 Consumo de energía operativa (kWh/m<sup>2</sup>/año)  
5 Aislamiento térmico (U) (W/m<sup>2</sup>K). Transmitancia térmica (U) [W/m<sup>2</sup>K]

La mejora de la eficiencia térmica del edificio es importante ya que se consigue reducir el Valor-U de 1.211 a 0.332. Aplicando un mortero exterior de 35 mm, y un entramado interior de 60 mm con fibra de madera. El entramado interior es aliado del confort acústico por su alta capacidad absorbente.

#### SALUD Y BIENESTAR

VALOR 0-5

- 4 Calidad del aire interior (IAQ) 5 Presencia de contaminantes específicos (formaldehído, radón, etc.)

El trasdosado interior está construido con biomateriales: aislamiento térmico de fibra de madera / panel de corcho; tablero de yeso-fibra; montantes de madera. La capacidad higrométrica que poseen permite mejorar sustancialmente la calidad del aire interior. No existen contaminantes específicos en esta solución. Materiales libres de formaldehído.

#### EMISIONES, CICLO DE VIDA Y CIRCULARIDAD

VALOR 0-5

- 1 Análisis de ciclo de vida (ACV). Emisiones de CO<sub>2</sub> del ciclo de vida. (kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>) 3 Carbono embebido (kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup>)  
5 4 Durabilidad (años). Eficiencia de diseño (kg/m<sup>2</sup>/resistencia) 3 Consumo de agua en producción de materiales (L/m<sup>2</sup>)  
3 Reutilización y reciclaje: contenido de material reciclado y contenido de material renovable (% masa) 3 Generación de residuos en producción de materiales (kg/m<sup>2</sup>)  
4 3 Distancia a origen de materiales (km) 4 Diseño para desmontaje y reciclabilidad (%) Posibilidad de reutilizar o reciclar residuos de construcción y fin de vida.

La fabricación de los entramados interiores con diferentes componentes biobasados, sin adhesivos como medio de fijación sino mediante tornillería, permite el desmontaje sencillo de los trasdosados separando por componentes para su reutilización o reciclabilidad. Los paneles interiores se ejecutan in-situ empleando piezas de una escala manejable y que favorece un desmontaje futuro.

#### SOSTENIBILIDAD

VALOR 0-5

- 2 Índice de biodiversidad neta positiva 1 Consumo de agua operativa (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/año)  
1 Captación de agua de lluvia 1 Diseño bioclimático  
1 Reciclaje de aguas grises/pluviales (%) 4 Impacto social

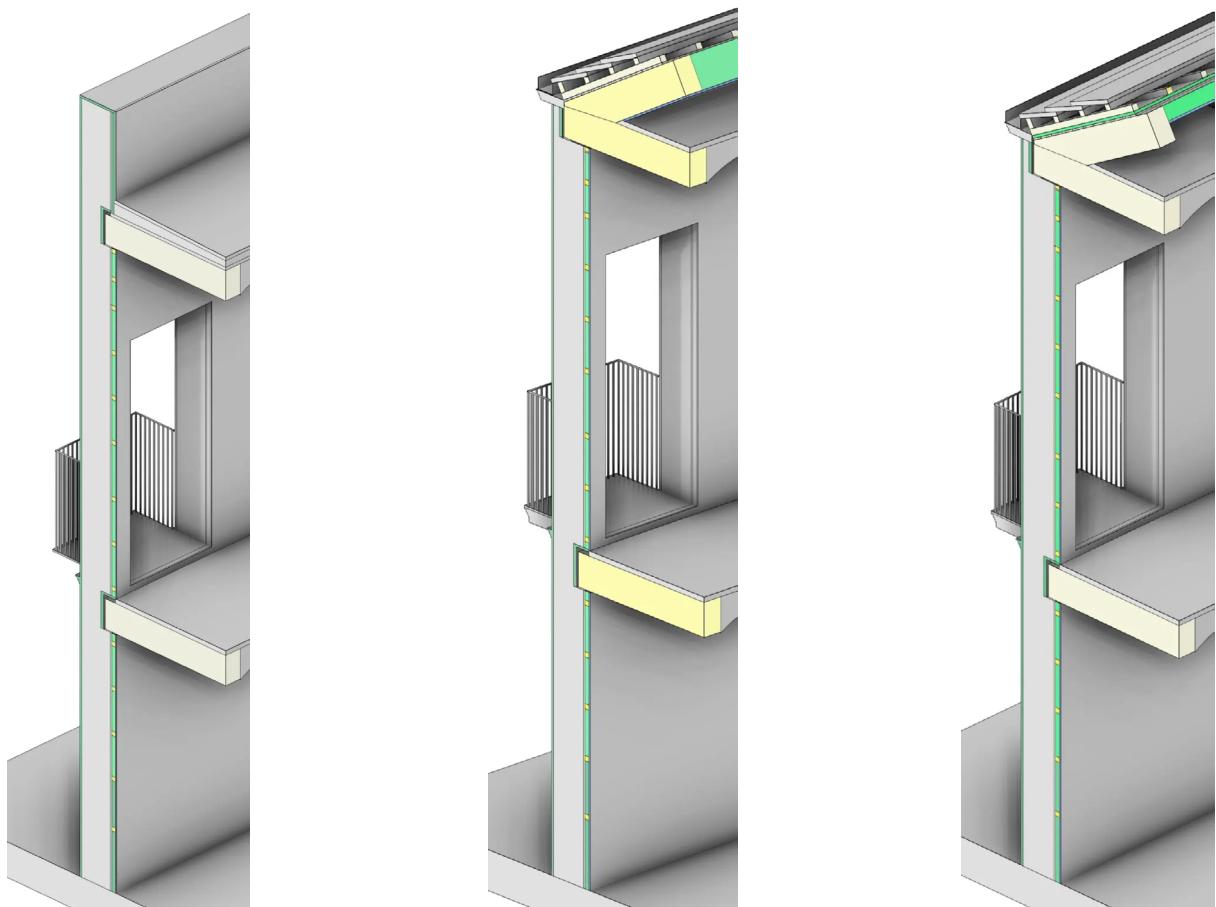
Desde el punto de vista de la conservación del patrimonio, la rehabilitación del patrimonio mediante el empleo de biomateriales tiene un impacto social y urbano directo e inmediato. La conservación de la historia urbana añadiendo materiales con una energía embebida muy baja incorpora la dimensión ecológica en la intervención, recuperando la idea de una construcción según recursos accesible y de cercanía con la se construyó posiblemente el inmueble.

## EDIFICIO PROTEGIDO. FACHADA PRINCIPAL.

La rehabilitación energética de los edificios protegidos supone un reto constructivo ya que el volumen existente no puede aumentar su volumen ni desdibujar el ornato de la fachada. Se debe aumentar la eficiencia energética modificando muy levemente su envolvente. La premisa de alterar lo mínimo lo existente, pero modificar notablemente los valores de eficiencia energética se debe combinar dos sistemas: mortero aislante exterior + trasdosado interior con entramado de madera.

El primero se basa en la aplicación sobre la fachada exterior y protegida de un mortero aislante a base de corcho, sílice amorfa expandida, perlita y piedra pómez. El método de aplicación es como un SATE, con la salvedad de tener un grado más de complejidad al tener que salvar los ornatos de fachada. Los espesores de este mortero están entre los 30 mm a 50 mm. Espesores mayores necesitan de aditivos que refuerzan su adherencia. El entramado de madera como trasdosado interior completa la rehabilitación energética de estos edificios. Consta de montantes de madera fijados al muro existente con taco expansivo entre los cuales se coloca el aislamiento térmico en las diferentes variedades de biomateriales aislantes: fibra de madera, corcho e insuflado. Sobre estos rastreles y confinando el aislante, se instala un panel de yeso-fibra de madera que será el soporte para los acabados interiores. El principal problema de este sistema no es tanto su ejecución como la pérdida de superficie útil de vivienda al ocupar parte de ella muro adentro. La limitación de tener que ir a espesores de trasdosado mínimos para no afectar a esta superficie hace que el empleo de celulosa insuflada como opción no se viable, ya que los espesores de estos entramados estarán entre los 40 mm a 60 mm para conseguir al menos un aporte en la mejora de eficiencia térmica. Es importante sellar herméticamente las juntas de los paneles de yeso-fibra para evitar condensaciones intersticiales. Normalmente no será un factor crítico dados los espesores de muro de estos edificios (300 a 400 mm), pero podrían darse casos con espesores menores y por lo tanto si se convierte en una variable a resolver con el sellado o con una lámina freno de vapor entre aislamiento y panel.

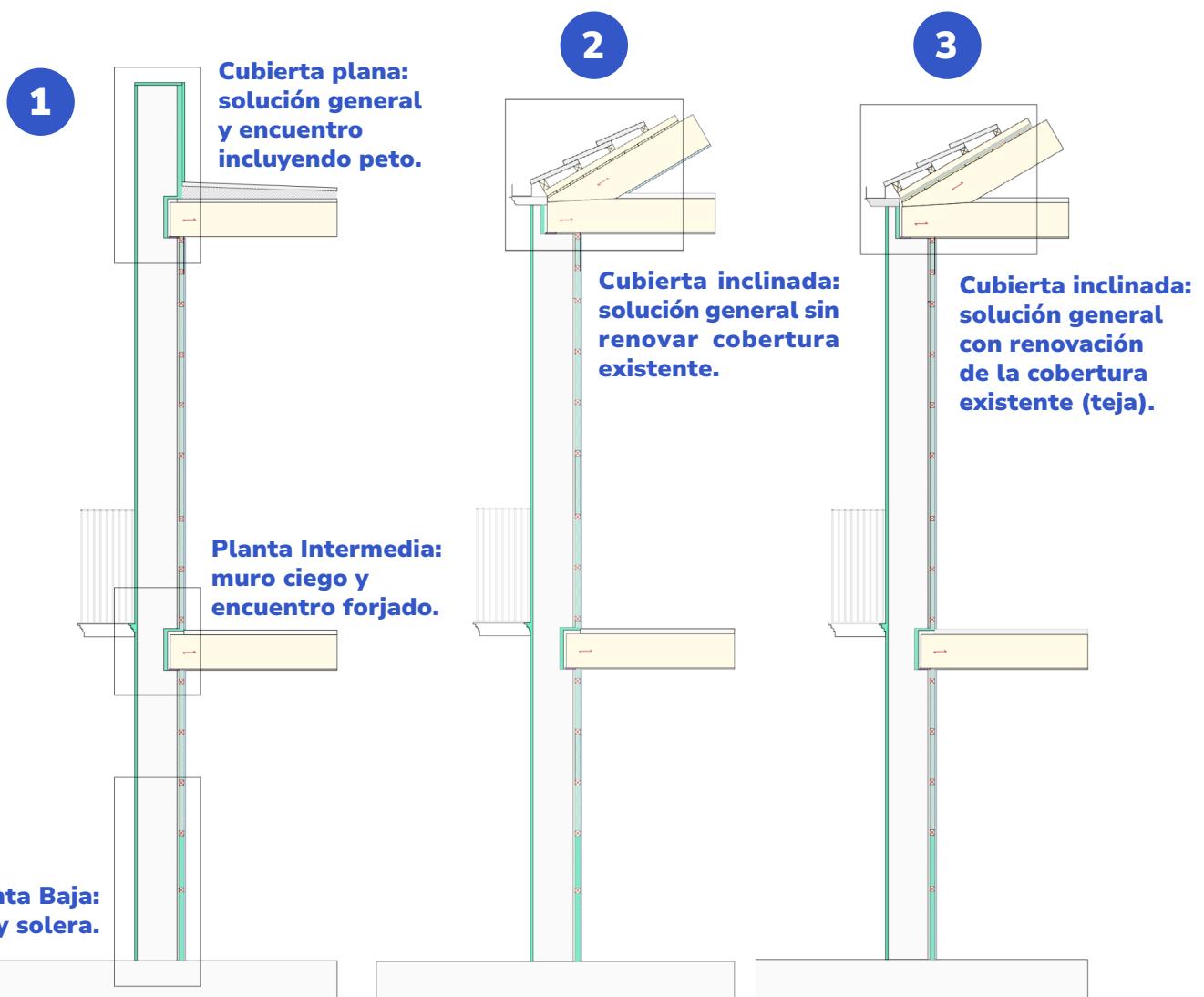
## AXONOMETRÍA



**Se proponen en esta ficha tres variantes:**

1. Fachada principal con cubierta plana.
2. Fachada principal con cubierta inclinada sin renovación de la cobertura (teja + friso madera).
3. Fachada principal con cubierta inclinada con renovación de la cobertura (teja).

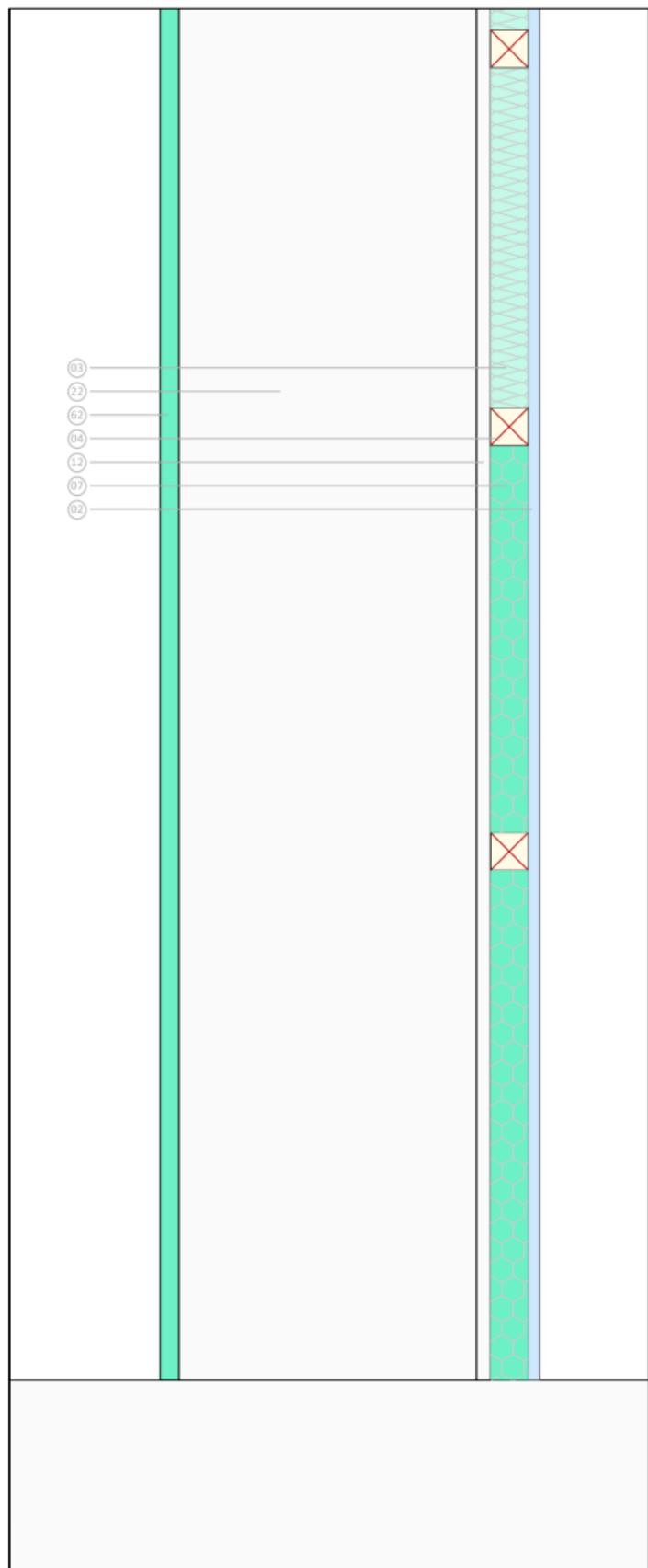
## SECCIONES VERTICALES GENERALES



## 5.1.1.1 PLANTA BAJA: ZÓCALO - SOLERA



03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>
02. Panel interior de yeso-fibra madera e= 15 mm
04. Rastrel para subestructura trasdosado interior en madera de pino tratado para riesgo 2. Fijación a muro existente con taco expansivo.
07. Aislamiento térmico mediante panel corcho o proyectado según accesibilidad
12. Enlucido interior existente.
22. Muro existente.
62. Mortero aislante térmico ligero a base de corcho

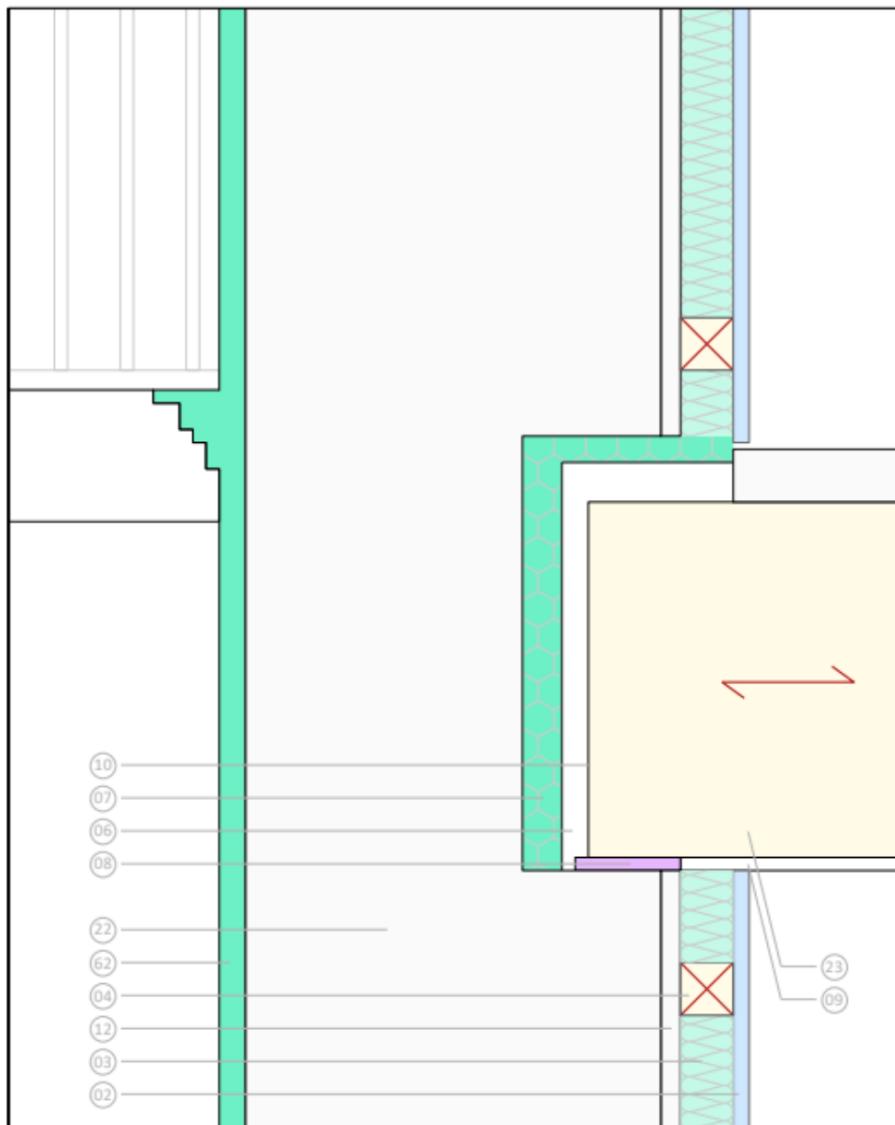


### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Aplicación mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites
- Aplicación previa de mortero de cal
- Aplicación con temperatura ambiente entre +5 a +35 °C
- En zona zócalo instalación aislante de corcho h=1 m
- Rastreles trasdosado en zócalo con tratamiento para clase riesgo 3.2
- Rastreles trasdosado con tratamiento para clase de riesgo
- Juntas panel yeso-fibra interior selladas
- Apoyos vigas de madera saneados.
- Separación mín con muro 20 mm
- Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable
- Aplicación aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas
- Holgura 5 mm arista superior panel interior con la viga de madera
- Elemento anticapilaridad en apoyo viga

## 5.1.1.2 PLANTA INTERMEDIA: MURO CIEGO Y ENCUENTRO FORJADO.

- 02. Panel interior de yeso-fibra madera e= 15 mm
- 03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>
- 04. Rastrel para subestructura trasdosado interior en madera de pino tratado para riesgo 2. Fijación a muro existente con taco expansivo.
- 06. Saneado de apoyo viga madera en muro mediante la ampliación del hueco para mejorar ventilación cabeza viga.
- 07. Aislamiento térmico mediante panel corcho o proyectado según accesibilidad.
- 08. Pieza caucho 5mm anticapilaridad.
- 09. Ranura encuentro panel yeso-fibra y viga para ventilación de apoyo.
- 10. Lámina impermeable transpirable.
- 12. Enlucido interior existente.
- 22. Muro existente.
- 23. Estructura madera existente.
- 62. Mortero aislante térmico ligero a base de corcho



**BIOMATERIALES AISLANTES**

**BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS**

**BIOMATERIALES ESTRUCTURA**

**ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD**

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Aplicación mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites</li> <li><input type="checkbox"/> Aplicación previa de mortero de cal</li> <li><input type="checkbox"/> Aplicación con temperatura ambiente entre +5 a +35 °C</li> <li><input type="checkbox"/> Rastreles trasdosado con tratamiento para clase de riesgo 2</li> <li><input type="checkbox"/> Juntas panel yeso-fibra interior selladas</li> <li><input type="checkbox"/> Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro 20 mm</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable</li> <li><input type="checkbox"/> Aplicación aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas</li> <li><input type="checkbox"/> Holgura 5 mm arista superior panel interior con la viga de madera</li> <li><input type="checkbox"/> Elemento anticapilaridad en apoyo viga</li> </ul> |
|--|--|



## 5.1.1.3 CUBIERTA PLANA: SOLUCIÓN GENERAL Y ENCUENTRO INCLUYENDO PETO.

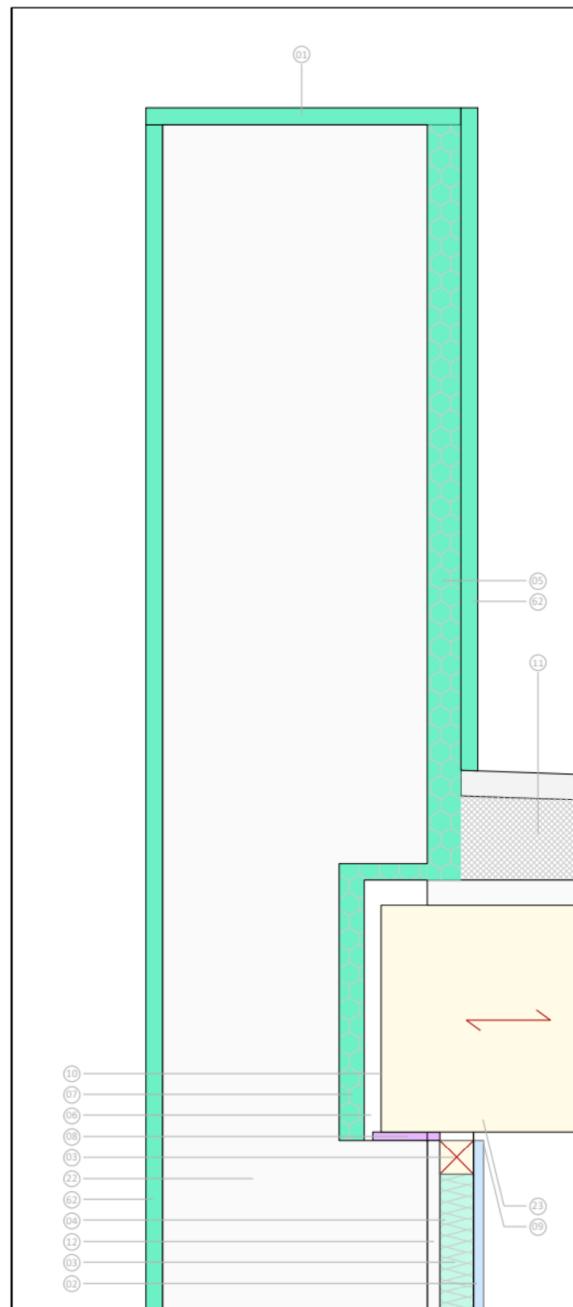
### BIOMATERIALES AISLANTES

### BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS

### BIOMATERIALES ESTRUCTURA

### ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD

02. Panel interior de yeso-fibra madera  $e= 15$  mm
03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad  $50$  Kg/m $^3$
04. Rastrel para subestructura trasdosado interior en madera de pino tratado para riesgo 2. Fijación a muro existente con taco expansivo
05. Aislamiento panel rígido corcho con fijación mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente
06. Saneado de apoyo viga madera en muro mediante la ampliación del hueco para mejorar ventilación cabeza viga
07. Aislamiento térmico mediante panel corcho o proyectado según accesibilidad.
08. Pieza caucho  $5$ mm anticapilaridad.
09. Ranura encuentro panel yeso-fibra y viga para ventilación de apoyo.
10. Lámina impermeable transpirable.
11. Aislamiento panel XPS con formación de pendientes.
12. Enlucido interior existente.
22. Muro existente.
23. Estructura madera existente.
62. Mortero aislante térmico ligero a base de corcho



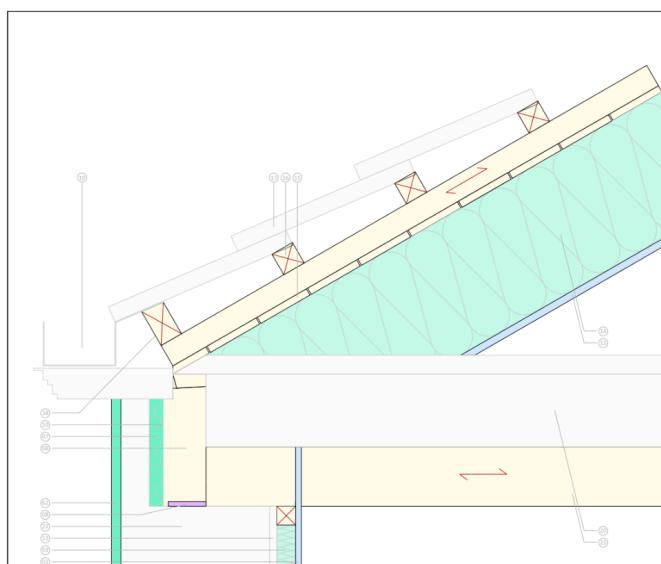
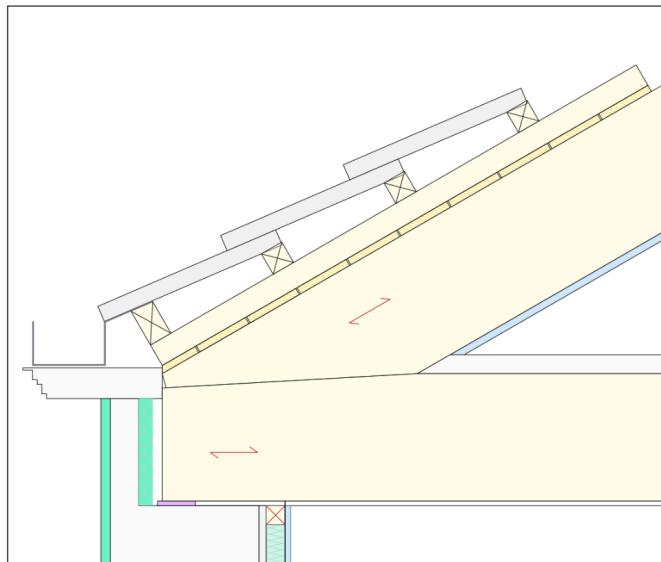
### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Aplicación mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites
- Aplicación previa de mortero de cal
- Aplicación con temperatura ambiente entre  $+5$  a  $+35$  °C
- En zona peto instalación aislante de corcho  $h=1$  m Rastreles trasdosado en peto con tratamiento para clase riesgo 3.2
- Rastreles trasdosado con tratamiento para clase de riesgo 2
- Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro  $20$  mm
- Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable
- Aplicación aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas
- Holgura  $5$  mm arista superior panel interior con la viga de madera
- Instalación aislamiento tipo EPS sobre solera de cubierta plana
- Elemento anticapilaridad en apoyo viga



## 5.1.1.4 CUBIERTA INCLINADA: SOLUCIÓN GENERAL SIN RENOVAR COBERTURA EXISTENTE.

02. Panel interior de yeso-fibra madera  $e= 15$  mm
03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad  $50$  Kg/m $^3$
06. Saneado de apoyo viga madera en muro mediante la ampliación del hueco para mejorar ventilación cabeza viga
07. Aislamiento térmico mediante panel corcho o proyectado según accesibilidad.
08. Pieza caucho  $5$ mm anticapilaridad.
10. Lámina impermeable transpirable.
12. Enlucido interior existente.
13. Tablero estructural  $e= 15$  mm resistente al vapor de agua.
14. Aislamiento térmico con celulosa insuflada.
15. Friso madera sobre estructura existente con cinta adhesiva en juntas.
16. Subestructura para soporte de teja mediante primer y segundo orden de rastreles. (existentes).
17. Teja (existente).
18. Entrada ventilación con chapa perforada anti-pájaro.
19. Canalón.
20. Bovedilla de rasilla (existente).
22. Muro existente.
23. Estructura madera existente.
62. Mortero aislante térmico ligero a base de corcho



### BIOMATERIALES AISLANTES

### BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS

### BIOMATERIALES ESTRUCTURA

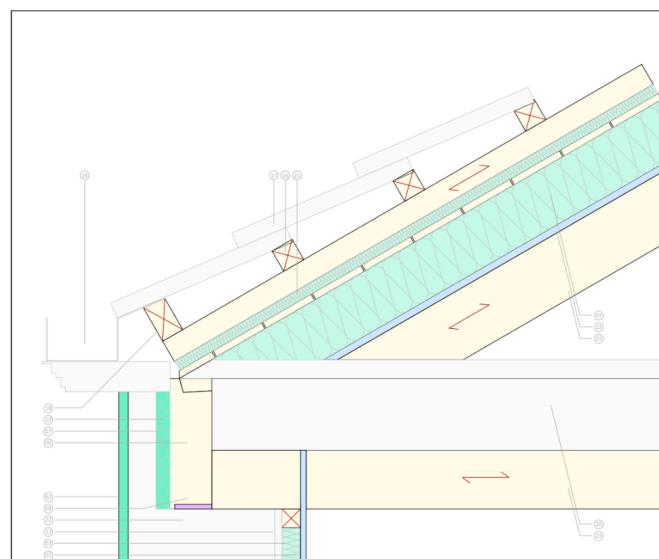
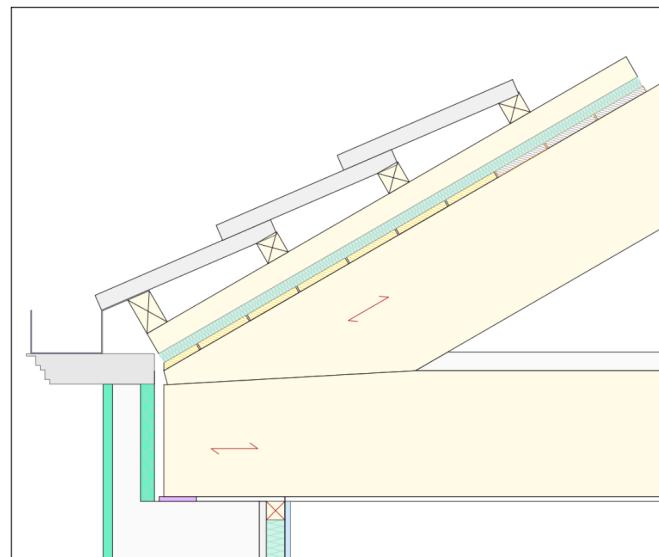
### ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Aplicación de mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites.
- Aplicación previa de mortero de cal.
- Aplicación con temperatura ambiente entre  $+5$  a  $+35$  °C.
- En zona zócalo instalación aislante de corcho  $h=1$  m.
- Rastreles trasdosados en zócalo con tratamiento para clase riesgo 3.2.
- Rastreles trasdosados con tratamiento para clase de riesgo 2.
- Juntas panel yeso-fibra interior selladas.
- Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro  $20$  mm.
- Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable.
- Aplicación de aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas.
- Holgura  $5$  mm arista superior panel interior con viga de madera.
- Instalación de aislamiento tipo EPS sobre solera de cubierta plana.
- Elemento anticapilaridad en apoyo viga.
- Aplicación de mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites.
- Friso madera con juntas selladas / Instalación bajo friso lámina impermeable transpirable.
- Tablero estructural en cabios de cubierta resistente a vapor de agua.
- Instalación perfil microperforado barrera antipájaros.
- Aislamiento cubierta con celulosa insuflada.

## 5.1.1.5 CUBIERTA INCLINADA: SOLUCIÓN GENERAL CON RENOVACIÓN DE LA COBERTURA EXISTENTE (TEJA).

02. Panel interior de yeso-fibra madera e= 15 mm
03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>
06. Saneado de apoyo viga madera en muro mediante la ampliación del hueco para mejorar ventilación cabeza viga
07. Aislamiento térmico mediante panel corcho o proyectado según accesibilidad.
08. Pieza caucho 5mm anticapilaridad.
10. Lámina impermeable transpirable.
12. Enlucido interior existente.
15. Friso madera sobre estructura existente con cinta adhesiva en juntas.
16. Subestructura para soporte de teja mediante primer y segundo orden de rastreles. (existentes).
17. Teja (existente).
- Entrada ventilación con chapa perforada anti-pájaro.
18. Canalón.
20. Bovedilla de rasilla (existente).
22. Muro existente.
23. Estructura madera existente.
62. Mortero aislante térmico ligero a base de corcho



### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Aplicación mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites
- Aplicación previa de mortero de cal
- Aplicación con temperatura ambiente entre +5 a +35 °C
- En zona peto instalación aislante de corcho h=1 m
- Rastreles trasdosado con tratamiento para clase de riesgo 2
- Juntas panel yeso-fibra interior selladas
- Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro 20 mm
- Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable
- Aplicación aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas
- Holgura 5 mm arista superior panel interior con la viga de madera
- Instalación aislamiento tipo EPS sobre solera de cubierta plana
- Elemento anticapilaridad en apoyo viga
- Aplicación mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites
- Friso madera con juntas selladas / Instalación bajo friso lámina impermeable transpirable
- Tablero estructural en cabios de cubierta resistente a vapor de agua
- Instalación perfil microperforado barrera antipájaros.
- Rastreles subestructura teja con tratamiento para clase de riesgo 3.2
- Aislamiento continuo sobre friso de fibra de mader; densidad > 220 Kg/m<sup>3</sup>

## VALORACIÓN COMPARATIVA ECONÓMICA DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

La rehabilitación energética de los edificios protegidos conlleva un sobrecoste debido a la necesidad de conservar los existentes sin alterar su aspecto, incluida su volumetría. Para alcanzar unos valores-U razonables y que permitan amortizar la inversión, es necesario actuar en su exterior, pero también en su interior.

La actuación sobre la superficie exterior de la edificación implica complejidad de medios auxiliares y de tiempos en mano de obra, incidiendo en los costes de obra. La intervención en el interior mediante la instalación de trasdosados con entramado no suponen un coste importante, pero es importante tener en cuenta la pérdida de superficie útil de la vivienda ( lo que puede afectar en el valor de la misma, aunque no de forma significativa), y las molestias que durante un tiempo prolongado se ocasionan a los usuarios de dicha vivienda.

La rehabilitación energética de edificios protegidos es compleja, pero estos sistemas expuestos garantizan su amortización mediante la reducción de la energía consumida para refrigeración o calefacción.

## VALORACIÓN COMPARATIVA IMPACTO AMBIENTAL DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

La mejora del Valor-U empleando biomateriales teniendo en cuenta que se ejecutan con unos espesores reducidos, es notable. No alcanza los mínimos exigidos en CTE, pero tratándose de una rehabilitación sobre edificio patrimonial, cualquier mejora en su eficiencia energética tiene su impacto en un menor consumo energético del edificio.

Emisiones gases efecto invernadero vida útil edificio. (Datos una vez terminada la rehabilitación. Los biomateriales suman valores negativos de CO2 al cálculo. Datos de elaboración propia, mediante herramienta Ubakus).

### REHABILITACIÓN CON MATERIALES DERIVADOS DEL PETRÓLEO:

Huella de carbono (Estimación) = + 5 kg CO2 Äqv./m

### REHABILITACIÓN CON BIOMATERIALES:

Huella de carbono (Estimación) = - 3 kg CO2 Äqv./m



## SOLUCIÓN A2: FACHADAS NO PROTEGIDAS: POSTERIOR O PATIOS INTERIORES.

# 5.1.2

### INDICADORES DE IMPACTO PARA LAS SOLUCIONES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PROPUESTOS, ADAPTADOS AL MARCO LEVEL(S) UE

PRESUPUESTO Y COSTE ECONÓMICO (CICLO DE VIDA)		VALOR 0-5
<b>3</b> Coste Económico Completo (vinculado al ciclo de vida)(€/m <sup>2</sup> )	<b>4</b> Coste energético operacional acumulado (Años X) (€/m <sup>2</sup> )	
Es necesario diferenciar la aplicación del aislamiento de exterior (SATE), y la instalación de entramado trasdosado en interior. La relación entre el Coste en Obra y su Ciclo de vida es positiva, si lo comparamos con la relación que tiene la aplicación del BIO SATE, ya que éste supone mayores costes indirectos de obra, como medios auxiliares, desplazamientos, gestión de residuos aún siendo estos biomateriales.		
EJECUCIÓN Y OBRA		VALOR 0-5
<b>1</b> Velocidad de ejecución (días/m <sup>2</sup> )	<b>3</b> Emisiones de ruido en obra (dB)	
<b>2</b> Sencillez constructiva. Eficiencia en montaje (horas/m <sup>2</sup> )	<b>1</b> Generación de residuos en obra (kg/m <sup>2</sup> )	
<b>2</b> Eficiencia del proceso constructivo (horas hombre/m <sup>2</sup> )	<b>2</b> Índice de Impacto en el Espacio Público (IIEP). Impacto en espacio público (dB/emisiones)	
La instalación del trasdosado es sencilla y rápida, se trata de obra seca; el impacto dentro de las viviendas, aunque lo hay, es bajo por su sencillez, rapidez y limpieza. El aislante exterior supone costes de obra por los medios auxiliares necesarios (andamios, gestión residuos, maquinaria de bombeo). La fachada en estudio pertenece a un edificio protegido, pero es posterior o de patio, dificultando el acceso de materiales o medios auxiliares.		
OPERACIÓN Y USO		VALOR 0-5
<b>5</b> Resistencia al fuego (REI)	<b>3</b> Facilidad de mantenimiento	
<b>3</b> Aislamiento acústico (dB)	<b>3</b> Consumo de energía operativa (kWh/m <sup>2</sup> /año)	
<b>5</b> Aislamiento térmico (U) (W/m <sup>2</sup> K). Transmitancia térmica (U) [W/m <sup>2</sup> K]		
La mejora de la eficiencia térmica del edificio reduciendo el Valor-U de 1.35 a 0.34, con BIO SATE de fibra de madera de alta densidad, 160 kg/m <sup>3</sup> de 60 mm. El entramado interior mejora el confort acústico gracias a su capacidad absorbente. La fibra de madera empleada en el BIO SATE tiene un tratamiento en su fabricación que mejora el comportamiento al fuego. Producto certificado.		
SALUD Y BIENESTAR		VALOR 0-5
<b>4</b> Calidad del aire interior (IAQ)	<b>5</b> Presencia de contaminantes específicos (formaldehído, radón, etc.)	
El trasdosado interior está construido con biomateriales: aislamiento térmico de fibra de madera / panel de corcho; tablero de yeso-fibra; montantes de madera. La capacidad higrométrica que poseen permite mejorar sustancialmente la calidad del aire interior. No existen contaminantes específicos en esta solución. Materiales libres de formaldehído.		
EMISIONES, CICLO DE VIDA Y CIRCULARIDAD		VALOR 0-5
<b>1</b> Análisis de ciclo de vida (ACV). Emisiones de CO <sub>2</sub> del ciclo de vida. (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	<b>3</b> Carbono embebido (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	
<b>3</b> Durabilidad (años). Eficiencia de diseño (kg/m <sup>2</sup> /resistencia)	<b>3</b> Consumo de agua en producción de materiales (L/m <sup>2</sup> )	
<b>3</b> Reutilización y reciclaje: contenido de material reciclado y contenido de material renovable (% masa)	<b>3</b> Generación de residuos en producción de materiales (kg/m <sup>2</sup> )	
<b>3</b> Distancia a origen de materiales (km)	<b>3</b> Diseño para desmontaje y reciclabilidad (%) Posibilidad de reutilizar o reciclar residuos de construcción y fin de vida.	
La fabricación de los entramados interiores con diferentes componentes biobasados, sin adhesivos como medio de fijación sino mediante tornillería, simplifica y facilita el desmontaje separando por componentes para una futura reutilización o reciclabilidad. Los paneles interiores se ejecutan in-situ empleando piezas de una escala manejable y que favorece un desmontaje futuro. Los biomateriales empleados en el aislamiento exterior son reutilizables, pero su recuperación es más compleja. Los costes y consumos que implican este trabajo podrían no hacerlo rentable.		
SOSTENIBILIDAD		VALOR 0-5
<b>2</b> Índice de biodiversidad neta positiva	<b>1</b> Consumo de agua operativa (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /año)	
<b>1</b> Captación de agua de lluvia	<b>1</b> Diseño bioclimático	
<b>1</b> Reciclaje de aguas grises/pluviales (%)	<b>4</b> Impacto social	
La rehabilitación del patrimonio mediante el empleo de biomateriales tiene un impacto social y urbano directo e inmediato. La conservación de la historia urbana añadiendo materiales con una energía embebida muy baja incorpora la dimensión ecológica en la intervención, recuperando la idea de una construcción según recursos accesible y de cercanía con la se construyó posiblemente el inmueble. Las fachadas tratadas en esta ficha no son paredes a proteger aún estando en un edificio protegido. Son paredes ubicadas en patios o zonas posteriores, pero la necesidad de una rehabilitación energética es tan importante como el tratamiento en la parte principal. Es muy probable que en estas zonas se ubiquen viviendas o estancias en desuso por su falta de confort.		

## EDIFICIO PROTEGIDO. FACHADAS NO PROTEGIDAS: POSTERIOR O PATIOS INTERIORES.

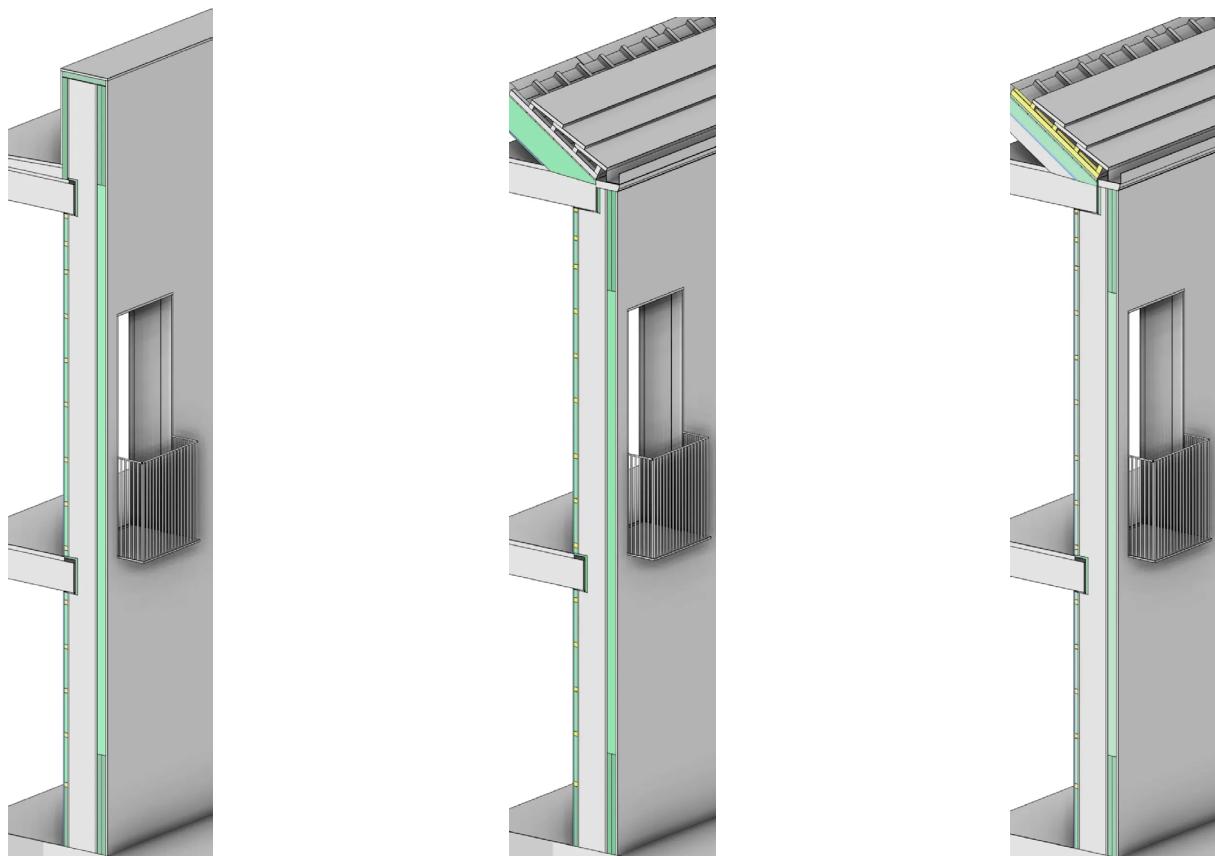
Esta ficha desarrolla la rehabilitación energética de las fachadas posterior, patio de manzana o de patio interior en un edificio protegido. Estas paredes, en principio, no están sujetas a un reglamento de patrimonio y por lo tanto la intervención puede ser más intensa, como por ejemplo la aplicación del aislamiento exterior con un espesor más eficaz.

Los edificios protegidos suelen estar en tejidos urbanos densos, situando los patios y fachadas posteriores en ubicaciones desfavorables desde un punto de vista térmico a la vez que inaccesibles. Es entonces la rehabilitación de estas fachadas un paso muy valioso para mejorar la habitabilidad de las viviendas.

Los muros en patios y fachada posterior normalmente tienen un espesor menor que los fachadas principales, pero siguen teniendo una dimensión que limita los espesores de aislamiento, de lo contrario el tamaño de la envolvente final una vez ejecutada la rehabilitación serían demasiado grandes, alterando limitaciones urbanísticas o de habitabilidad. La propuesta contempla dos sistemas constructivos. Por el exterior la aplicación de SATE con biomateriales, y por la cara interior de muro, desde la propia vivienda, la instalación de entramados de pequeño espesor a modo de trasdosado. El aislamiento exterior se realiza con aislantes de fibra de madera de alta densidad (160 kg/m<sup>3</sup>) con capacidad para recibir revoque. El cumplimiento de la exigencias de incendios se alcanza con fibra de madera certificada a fuego. En las zonas de la envolvente en donde se pueda haber un mayor contenido de humedad ambiente o focos puntuales, se colocarán paneles rígidos de corcho, siendo estos totalmente resistentes a condiciones con valores altos de humedad.

El entramado interior como trasdosado consta de montantes de madera fijados al muro existente con taco expansivo entre los cuales se coloca el aislamiento térmico en las diferentes variedades de biomateriales aislantes: fibra de madera, corcho e insuflado. Sobre estos rastreles y para confinar el aislante se instala un panel de yeso-fibra de madera que será el soporte para los acabados interiores. Es importante sellar herméticamente las juntas de los paneles de yeso-fibra para evitar condensaciones intersticiales. Normalmente no será un factor crítico dados los espesores de muro de estos edificios (300 a 400 mm), pero podrían darse casos con espesores menores y por lo tanto si se convierte en una variable a resolver.

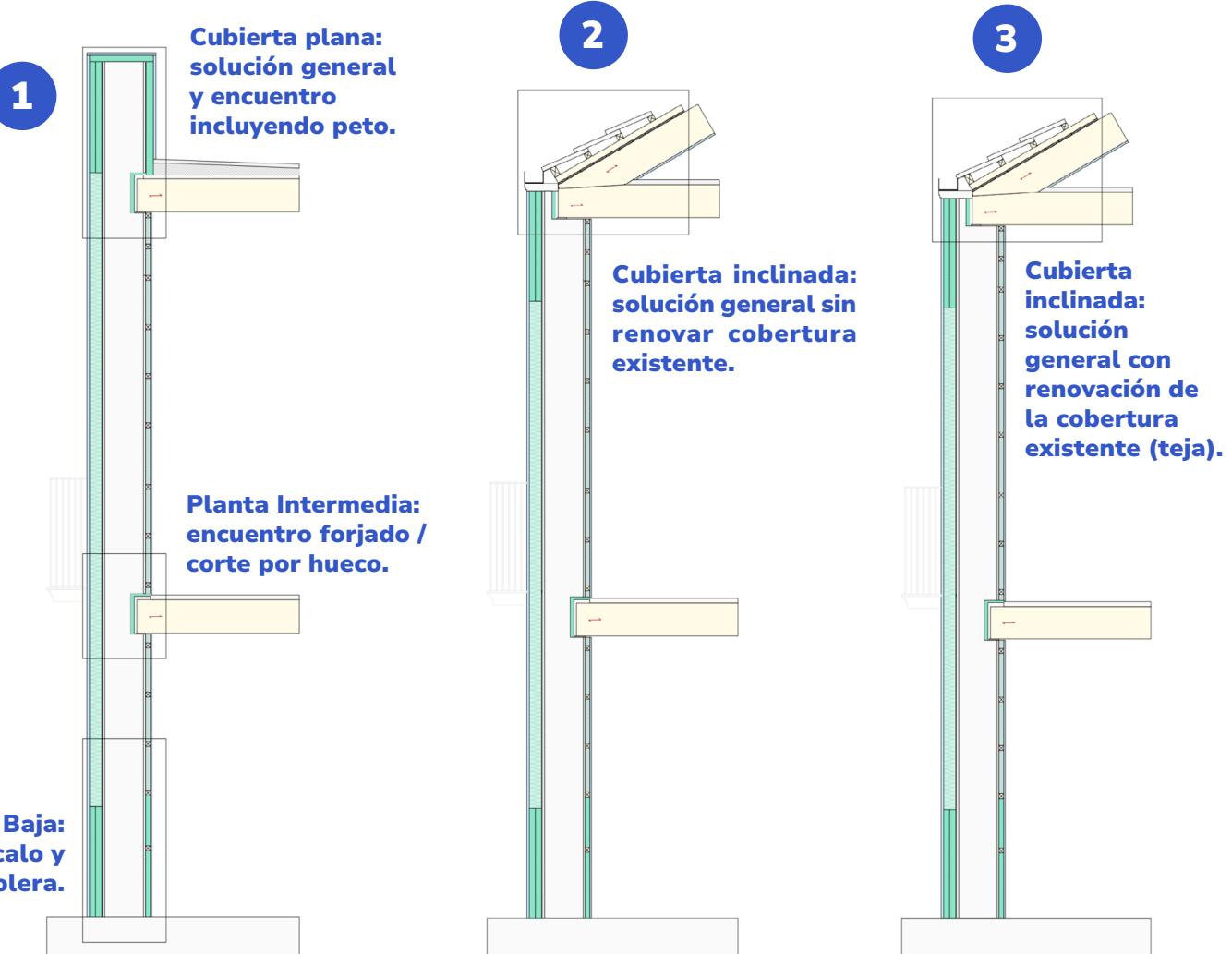
## AXONOMETRÍA



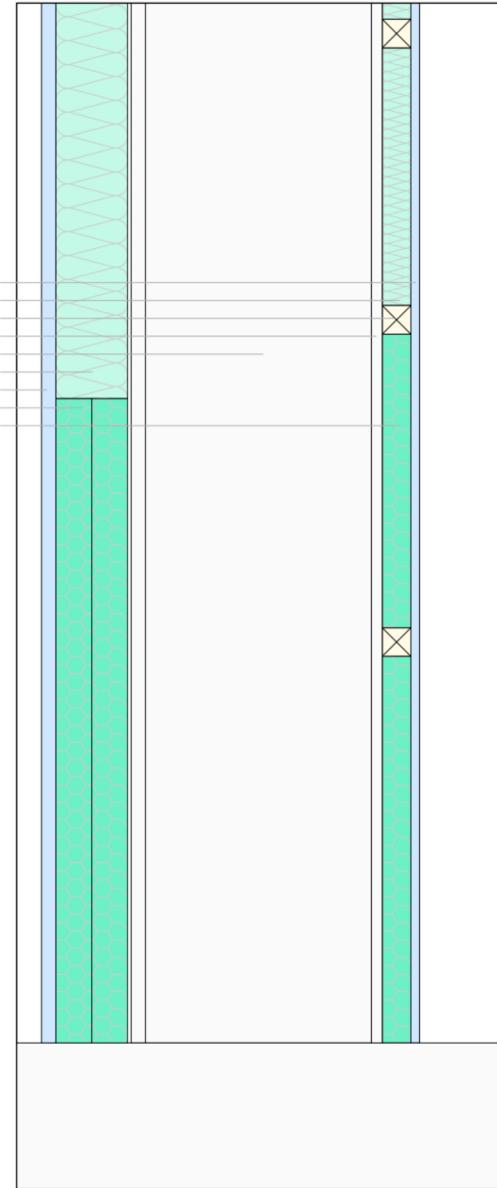
**Se proponen en esta ficha tres variantes:**

1. Fachada principal con cubierta plana.
2. Fachada principal con cubierta inclinada sin renovación de la cobertura (teja + friso madera).
3. Fachada principal con cubierta inclinada con renovación de la cobertura (teja).

## SECCIONES VERTICALES GENERALES



## 5.1.2.1 PLANTA BAJA: ZÓCALO - SOLERA



**01.** Revoque exterior estratificado según: (interior a exterior)

- Revoque base/adhesivo 4/5 mm
- Armadura (malla)
- Protección impermeable
- Imprimación
- Revoque de acabado (Yeso de resina de silicona)
- Pintura mineral

Panel interior de yeso-fibra madera  $e=15$  mm

**02.** Aislamiento térmico fibra de madera con

**03.** densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>

Rastrel para subestructura trasdosado interior

**04.** en madera de pino tratado para riesgo 2. Fijación a muro existente con taco expansivo

Aislamiento panel rígido corcho con fijación

**05.** mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente

Aislamiento térmico mediante panel corcho o

**07.** proyectado según accesibilidad.

Enlucido interior existente.

**12.** Muro existente.

**22.** Aislamiento fibra de madera con densidad 160

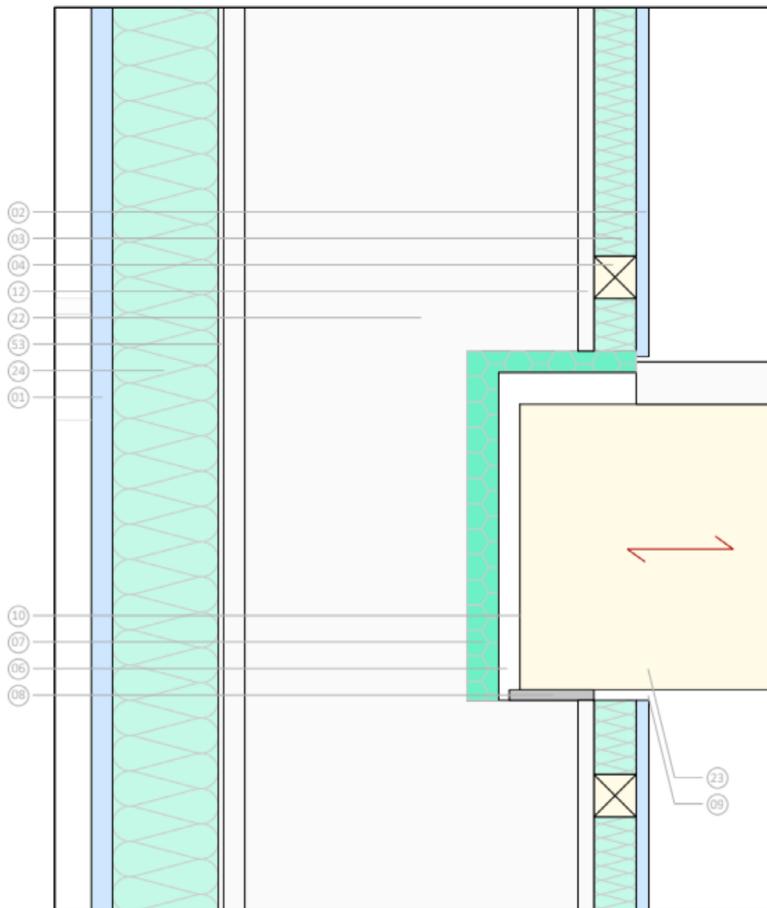
**24.** Kg/m<sup>3</sup>

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Tablero aislante instalado a matajuntas > 30 mm
- Instalación perfil de arranque
- Zona zócalo y peto con aislante de corcho
- Aplicación mortero adhesivo sobre toda la cara interior panel aislante
- Fijación mecánica penetración mínima en soporte 30 mm
- Juntas en esquinas de ventanas
- Juntas entre tableros aislantes < 2mm
- Juntas > 2mm y < 5mm con masilla de juntas
- Juntas > 5 mm rellenas con aislante de fibra
- Comprobación antes instalación humedad material < 16%
- Grosor revoque exterior > 5mm y < 8 mm
- Juntas entre paneles aislante y otros elementos sellados herméticamente
- Rastreles trasdosado en zócalo con tratamiento para clase riesgo 3.2
- Rastreles trasdosado con tratamiento para clase de riesgo 2
- Juntas panel yeso-fibra interior selladas
- Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro 20 mm
- Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable
- Aplicación aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas
- Holgura 5 mm arista superior panel interior con la viga de madera
- Elemento anticapilaridad en apoyo viga

## **5.1.2.2 PLANTA INTERMEDIA: ENCUENTRO FORJADO / CORTE POR HUECO.**

01. Revoque exterior estratificado según: (interior a exterior)
    - Revoque base/adhesivo 4/5 mm
    - Armadura (malla)
    - Protección impermeable
    - Imprimación
    - Revoque de acabado (Yeso de resina de silicona)
    - Pintura mineral
  02. Panel interior de yeso-fibra madera e= 15 mm
  03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>
  04. Rastrel para subestructura trasdosado interior en madera de pino tratado para riesgo 2. Fijación a muro existente con taco expansivo
  08. Pieza caucho 5mm anticapilaridad.
  09. Ranura encuentro panel yeso-fibra y viga para ventilación de apoyo.
  10. Lámina impermeable transpirable.
  12. Enlucido interior existente.
  22. Muro existente.
  23. Estructura madera existente.
  24. Aislamiento fibra de madera con densidad 160 Kg/m<sup>3</sup>
  53. Yeso adhesivo sobre pared existente



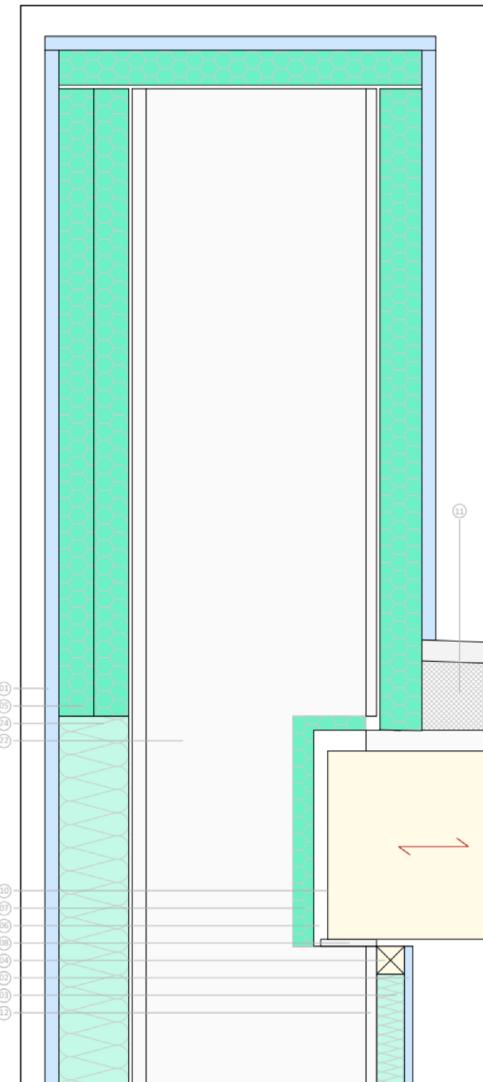
<b>BIOMATERIALES AISLANTES</b>	<b>BIOMATERIALES ESTRUCTURA</b>
<b>BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS</b>	<b>ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD</b>

## LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Tablante aislante instalado a matajuntas > 30 mm
  - Instalación perfil de arranque
  - Zona zócalo y peto con aislante de corcho
  - Aplicación mortero adhesivo sobre toda la cara interior panel aislante
  - Fijación mecánica penetración mínima en soporte 30 mm
  - Juntas en esquinas de ventanas
  - Juntas entre tableros aislantes < 2mm
  - Juntas > 2mm y < 5mm con masilla de juntas
  - Juntas > 5 mm rellenas con aislante de fibra
  - Comprobación antes instalación humedad material < 16%
  - Grosor revoque exterior > 5mm y < 8 mm
  - Juntas entre paneles aislante y otros elementos sellados herméticamente
  - Tiempo entre aislante instalado y revoque < 4 semanas
  - Instalación de bandas expansivas sellantes en juntas contra carpintería
  - Sellado junta entre mocheta y alfeizar con carpintería
  - Pieza aislante en alféizar protegida con perfil metálico
  - Rastreles trasdosado con tratamiento para clase de riesgo 2
  - Juntas panel yeso-fibra interior selladas
  - Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro 20 mm
  - Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable
  - Aplicación aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas
  - holgura 5 mm arista superior panel interior con la viga de madera
  - Elemento anticapilaridad en apoyo viga



01. Revoque exterior estratificado según: (interior a exterior)
    - Revoque base/adhesivo 4/5 mm
    - Armadura (malla)
    - Protección impermeable
    - Imprimación
    - Revoque de acabado (Yeso de resina de silicona)
    - Pintura mineral
  02. Panel interior de yeso-fibra madera  $e= 15$  mm
  03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>
  04. Rastrel para subestructura trasdosado interior en madera de pino tratado para riesgo 2. Fijación a muro existente con taco expansivo
  05. Aislamiento panel rígido corcho con fijación mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente
  06. Saneado de apoyo viga madera en muro mediante la ampliación del hueco para mejorar ventilación cabeza viga
  07. Aislamiento térmico mediante panel corcho o proyectado según accesibilidad.
  08. Pieza caucho 5mm anticapilaridad.
  10. Lámina impermeable transpirable.
  11. Aislamiento panel XPS con formación de pendientes.
  12. Enlucido interior existente.
  22. Muro existente.
  24. Aislamiento fibra de madera con densidad 160 Kg/m<sup>3</sup>

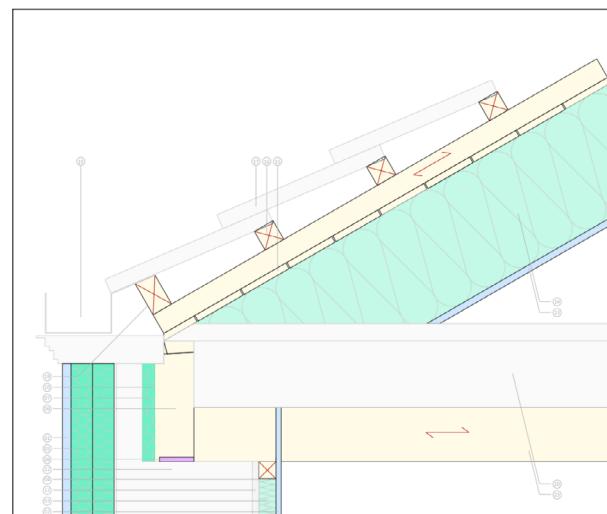
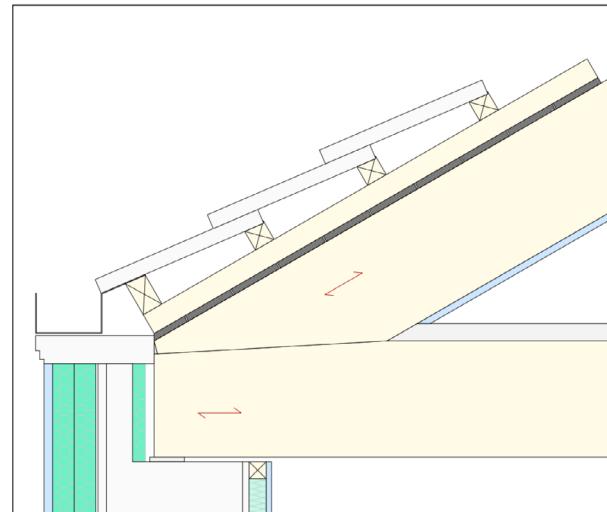


## LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Tablero aislante instalado a matajuntas > 30 mm
  - Instalación perfil de arranque
  - Zona zócalo y peto con aislante de corcho
  - Aplicación mortero adhesivo sobre toda la cara interior panel aislante
  - Fijación mecánica penetración mínima en soporte 30 mm
  - Juntas en esquinas de ventanas
  - Juntas entre tableros aislantes < 2mm
  - Juntas > 2mm y < 5mm con masilla de juntas
  - Juntas > 5 mm llenadas con aislante de fibra
  - Comprobación antes instalación humedad material < 16%
  - Grosor revoque exterior > 5mm y < 8 mm
  - Juntas entre paneles aislante y otros elementos sellados herméticamente
  - Tiempo entre aislante instalado y revoque < 4 semanas
  - Sellado holguras laterales de aislante con masilla de juntas. No cinta sellado
  - En zona peto instalación aislante de corcho h=1 m
  - Rastreles trasdosado en peto con tratamiento para clase riesgo 3.2
  - Rastreles trasdosado con tratamiento para clase riesgo 2
  - Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro 20 mm
  - Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable
  - Aplicación aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas
  - holgura 5 mm arista superior panel interior con la viga de madera
  - Instalación aislamiento tipo EPS sobre solera de cubierta plana
  - Elemento anticapilaridad en apoyo viga

## 5.1.2.4 CUBIERTA INCLINADA: SOLUCIÓN GENERAL SIN RENOVAR COBERTURA EXISTENTE.

01. Revoque exterior estratificado según: (interior a exterior)
  - Revoque base/adhesivo 4/5 mm
  - Armadura (malla)
  - Protección impermeable
  - Imprimación
  - Revoque de acabado (Yeso de resina de silicona)
  - Pintura mineral
02. Panel interior de yeso-fibra madera  $e= 15$  mm
03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>
04. Rastrel para subestructura trasdosado interior en madera de pino tratado para riesgo 2. Fijación a muro existente con taco expansivo
05. Aislamiento panel rígido corcho con fijación mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente
06. Saneado de apoyo viga madera en muro mediante la ampliación del hueco para mejorar ventilación cabeza viga
08. Pieza caucho 5mm anticapilaridad.
10. Lámina impermeable transpirable.
12. Enlucido interior existente.
13. Tablero estructural  $e= 15$  mm resistente al vapor de agua.
14. Aislamiento térmico con celulosa insuflada.
15. Friso madera sobre estructura existente con cinta adhesiva en juntas.
16. Subestructura para soporte de teja mediante primer y segundo orden de rastreles. (existentes).
17. Teja (existente).
18. Entrada ventilación con chapa perforada anti-pájaro.
19. Canalón.
20. Bovedilla de rasilla (existente).
22. Muro existente.
23. Estructura madera existente.



### BIOMATERIALES AISLANTES

### BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS

### BIOMATERIALES ESTRUCTURA

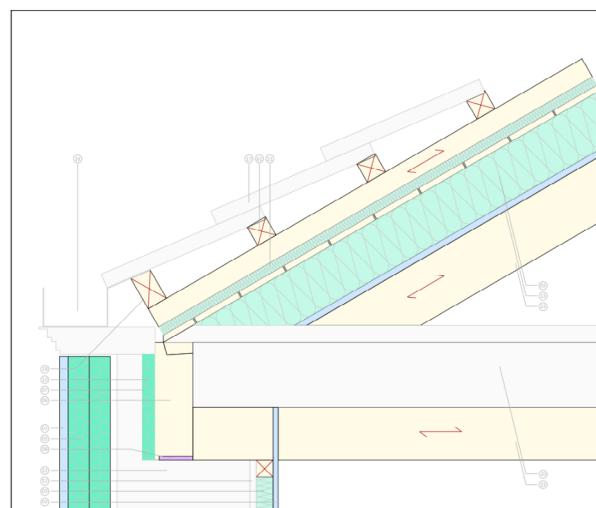
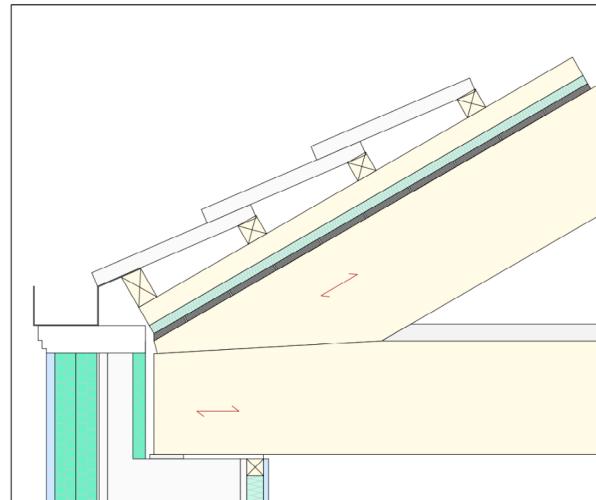
### ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Tablero aislante instalado a matajuntas > 30 mm
- Instalación perfil de arranque
- Zona zócalo y peto con aislante de corcho
- Aplicación mortero adhesivo sobre toda la cara interior panel aislante
- Fijación mecánica penetración mínima en soporte 30 mm
- Rastreles trasdosados con tratamiento para clase de riesgo 2.
- Juntas panel yeso-fibra interior selladas.
- Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro 20 mm.
- Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable.
- Aplicación de aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas.
- Holgura 5 mm arista superior panel interior con viga de madera.
- Instalación de aislamiento tipo EPS sobre solera de cubierta plana.
- Elemento anticapilaridad en apoyo viga.
- Aplicación de mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites.
- Friso madera con juntas selladas / Instalación bajo friso lámina impermeable transpirable.
- Tablero estructural en cabios de cubierta resistente a vapor de agua.
- Instalación perfil microperforado barrera antipájaros.
- Aislamiento cubierta con celulosa insuflada.

## 5.1.2.4 CUBIERTA INCLINADA: SOLUCIÓN GENERAL SIN RENOVAR COBERTURA EXISTENTE.

01. Revoque exterior estratificado según: (interior a exterior)
  - Revoque base/adhesivo 4/5 mm
  - Armadura (malla)
  - Protección impermeable
  - Imprimación
  - Revoque de acabado (Yeso de resina de silicona)
  - Pintura mineral
02. Panel interior de yeso-fibra madera  $e= 15$  mm
03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad  $50$  Kg/m $3$
04. Rastrel para subestructura trasdosado interior en madera de pino tratado para riesgo 2. Fijación a muro existente con taco expansivo
05. Aislamiento panel rígido corcho con fijación mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente
06. Saneado de apoyo viga madera en muro mediante la ampliación del hueco para mejorar ventilación cabeza viga
08. Aislamiento térmico mediante panel corcho o proyectado según accesibilidad.
10. Pieza caucho 5mm anticapilaridad.
12. Lámina impermeable transpirable.
13. Enlucido interior existente.
14. Tablero estructural  $e= 15$  mm resistente al vapor de agua.
15. Teja (existente).
16. Entrada ventilación con chapa perforada anti-pájaro.
17. Canalón.
18. Bovedilla de rasilla (existente).
19. Aislamiento térmico fibra de madera para bajo teja con densidad  $220$  Kg/m $3$ .
20. Muro existente.
21. Estructura madera existente.
22. Subestructura para soporte de teja mediante primer
23. y segundo orden de rastreles. (Nueva ejecución)



### BIOMATERIALES AISLANTES

### BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS

### BIOMATERIALES ESTRUCTURA

### ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Tablero aislante instalado a matajuntas  $> 30$  mm
- Instalación perfil de arranque
- Zona zócalo y peto con aislante de corcho
- Aplicación mortero adhesivo sobre toda la cara interior panel aislante
- Fijación mecánica penetración mínima en soporte 30mm
- Rastreles trasdosado con tratamiento para clase de riesgo 2
- Juntas panel yeso-fibra interior selladas
- Apoyos vigas de madera saneados. Separación mín con muro 20 mm
- Cabezas vigas de madera protegidas con lámina impermeable transpirable
- Aplicación aislamiento corcho en apoyos saneados de vigas
- Holgura 5 mm arista superior panel interior con la viga de madera
- Instalación aislamiento tipo EPS sobre solera de cubierta plana
- Elemento anticapilaridad en apoyo viga
- Aplicación mortero aislante sobre superficie húmeda y libre de aceites
- Friso madera con juntas selladas / Instalación bajo friso lámina impermeable transpirable
- Tablero estructural en cabios de cubierta resistente a vapor de agua
- Instalación perfil microporoso barrera antipájaros
- Rastreles subestructura teja con tratamiento para clase de riesgo 3.2
- Aislamiento continuo sobre friso de fibra de mader; densidad  $> 220$  Kg/m $3$

## VALORACIÓN COMPARATIVA ECONÓMICA DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

La rehabilitación energética de los edificios protegidos conlleva un sobrecoste debido a la necesidad de conservarlos sin alterar su aspecto, incluida su volumetría. Para alcanzar unos Valores-U razonables y que permitan amortizar la inversión, es necesario actuar en su exterior, pero también en su interior.

En los casos que se tratan en esta ficha, esta problemática no es la más limitante ya que las fachadas en las que se actúa están en patios interiores y paredes posteriores. En la gran mayoría de los casos no están protegidas, pero sí deben cumplir el reglamento u ordenanzas, por lo tanto el contexto es limitante para alcanzar un equilibrio entre costes y beneficios.

Normalmente estas fachadas, por el tejido urbano en el que se ubican estos edificios, implican complejidad en la actuación para llegar a ellas. Salvar los fondos de parcela o patios angostos. Los espacios comunes interiores son pequeños y limitados para soportar cargas de almacenamiento de material. Los medios auxiliares y de tiempos en mano de obra se multiplican, incidiendo en los costes de obra.

La intervención en el interior mediante la instalación de trasdosados con entramado no suponen un coste material importante, pero si hay que tener en cuenta la pérdida de superficie útil de la vivienda ( lo que puede afectar en el valor de la misma, aunque no de forma significativa), y las molestias que durante un tiempo prolongado se ocasionan a los usuarios de dicha vivienda.

La rehabilitación energética de edificios protegidos es compleja, pero estos sistemas expuestos garantizan su amortización mediante la reducción de la energía consumida para refrigeración o calefacción.

## VALORACIÓN COMPARATIVA IMPACTO AMBIENTAL DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

La mejora del Valor-U empleando biomateriales teniendo en cuenta que se ejecutan unos espesores reducidos, es notable. No alcanza los mínimos exigidos en CTE, pero tratándose de una rehabilitación sobre edificio patrimonial, cualquier mejora en su eficiencia energética tiene su impacto en un menor consumo energético del edificio..

Emisiones gases efecto invernadero vida útil edificio. (Datos una vez terminada la rehabilitación. Los biomateriales suman valores negativos de CO2 al cálculo. Datos de elaboración propia, mediante herramienta Ubakus).

### REHABILITACIÓN CON MATERIALES DERIVADOS DEL PETRÓLEO:

Huella de carbono (Estimación) = + 5 kg CO2 Äqv./m

### REHABILITACIÓN CON BIOMATERIALES:

Huella de carbono (Estimación) = - 6 kg CO2 Äqv./m

**SOLUCIÓN B1: FACHADA PRINCIPAL BIO-STATE**

**INDICADORES DE IMPACTO PARA LAS SOLUCIONES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PROPUESTOS,  
ADAPTADOS AL MARCO LEVEL(S) UE**

<b>PRESUPUESTO Y COSTE ECONÓMICO (CICLO DE VIDA)</b>		<b>VALOR 0-5</b>
<b>3</b> Coste Económico Completo (vinculado al ciclo de vida)(€/m <sup>2</sup> )	<b>3</b> Coste energético operacional acumulado (Años X) (€/m <sup>2</sup> )	
Implica una mayor inversión en la ejecución de obra, principalmente por la necesidad de medios auxiliares y mano de obra durante un tiempo largo. El empleo de biomateriales permite compensar en el análisis de ciclo de vida los insumos por la alta movilidad de la mano de obra y el impacto en el entorno urbano.		
<b>EJECUCIÓN Y OBRA</b>		<b>VALOR 0-5</b>
<b>1</b> Velocidad de ejecución (días/m <sup>2</sup> )	<b>3</b> Emisiones de ruido en obra (dB)	
<b>2</b> Sencillez constructiva. Eficiencia en montaje (horas/m <sup>2</sup> )	<b>2</b> Generación de residuos en obra (kg/m <sup>2</sup> )	
<b>2</b> Eficiencia del proceso constructivo (horas hombre/m <sup>2</sup> )	<b>2</b> Índice de Impacto en el Espacio Público (IIEP). Impacto en espacio público (dB/emisiones)	
La necesidad de instalar in-situ el material aislante y las capas de revoque hacen que la ejecución sea lenta y con un alto impacto en el entorno urbano. Los remates, encuentros y puntos singulares se diseñan y resuelven en la misma obra, por lo tanto mayor inversión en mano de obra y material. Los productos se manipulan y se transforman en la obra, dificultando alcanzar calidad constructiva. El empleo de biomateriales ayuda a minimizar el impacto que la obra genera en su entorno, ya que son materiales menos contaminantes al cortar. Los residuos de los aislantes biobasados son inocuos.		
<b>OPERACIÓN Y USO</b>		<b>VALOR 0-5</b>
<b>3</b> Resistencia al fuego (REI)	<b>3</b> Facilidad de mantenimiento	
<b>4</b> Aislamiento acústico (dB)	<b>4</b> Consumo de energía operativa (kWh/m <sup>2</sup> /año)	
<b>5</b> Aislamiento térmico (U) (W/m <sup>2</sup> K). Transmitancia térmica (U) [W/m <sup>2</sup> K]		
El Valor-U de una fachada existente tipo compuesta por doble hoja de ladrillo con cámara de aire y sin aislante es de 1.46 W/m <sup>2</sup> K. La rehabilitación mediante sistema SATE con materiales biobasados como la fibra de madera de alta densidad (160 Kg/m <sup>3</sup> ) o paneles de corcho, mejora la eficiencia térmica de la envolvente reduciendo el Valor-U a 0.321 W/m <sup>2</sup> K, según un espesor de aislante de 100 mm. El comportamiento al fuego puede ser mejorado empleando fibra de madera ignífuga. La aplicación de la capa exterior de revoque debe ser correcta. Se debe prestar especial atención en la mezcla, dosificación y aplicación.		
<b>SALUD Y BIENESTAR</b>		<b>VALOR 0-5</b>
<b>1</b> Calidad del aire interior (IAQ)	<b>5</b> Presencia de contaminantes específicos (formaldehído, radón, etc.)	
Sistema SATE empleando biomateriales como fibra de madera o corcho no añade contaminantes durante su aplicación ni en la vida útil de la envolvente rehabilitada.		
<b>EMISIONES, CICLO DE VIDA Y CIRCULARIDAD</b>		<b>VALOR 0-5</b>
<b>1</b> Análisis de ciclo de vida (ACV). Emisiones de CO <sub>2</sub> del ciclo de vida. (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	<b>4</b> Carbono embebido (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	
<b>3</b> Durabilidad (años). Eficiencia de diseño (kg/m <sup>2</sup> /resistencia)	<b>3</b> Consumo de agua en producción de materiales (L/m <sup>2</sup> )	
Reutilización y reciclaje: contenido de material reciclado y contenido de material renovable (% masa)	<b>4</b> Generación de residuos en producción de materiales (kg/m <sup>2</sup> )	
<b>2</b> Distancia a origen de materiales (km)	<b>1</b> Diseño para desmontaje y reciclabilidad (%) Posibilidad de reutilizar o reciclar residuos de construcción y fin de vida.	
El aislamiento térmico se fija al plano existente mediante yeso con adhesivo además de anclajes mecánicos. La recuperación del material para su reutilización es prácticamente nula. Con una demolición planificada puede recuperarse alrededor de un 50% del material para su granulado y reutilización como aislante insuflado. Aunque es técnicamente factible, es necesario un volumen muy alto de material reutilizado para que sea viable económicamente. El empleo de biomateriales como la fibra de madera o corcho facilita la justificación de carbono embebido. La generación de residuos que no generan impacto en el entorno y un bajo nivel de carbono embebido puede facilitar ventajas fiscales que compensen la inversión de recursos en la obra.		
<b>SOSTENIBILIDAD</b>		<b>VALOR 0-5</b>
<b>1</b> Índice de biodiversidad neta positiva	<b>1</b> Consumo de agua operativa (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /año)	
<b>1</b> Captación de agua de lluvia	<b>2</b> Diseño bioclimático	
<b>1</b> Reciclaje de aguas grises/pluviales (%)	<b>3</b> Impacto social	
Es necesario que la envolvente sea completamente continua y sin elementos auxiliares que puedan generar fisuras en sus capas protectoras. Esto impide la adhesión de otros sistemas bioclimáticos y de biodiversidad ya que pueden reducir la durabilidad del sistema.		

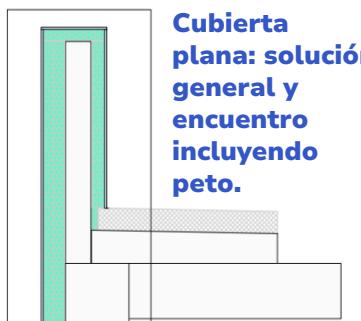
## FACHADA PRINCIPAL BIO-STATE:

La rehabilitación energética de fachadas mediante sistemas SATE (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior). Con este sistema se alcanza una nueva envolvente totalmente continua, sin puentes térmicos, siendo una opción muy eficaz térmicamente. Permite rehabilitar edificios con fachadas complejas pero a costa de una alta inversión económica en recursos humanos y medios auxiliares en obra. La alta transpirabilidad de los aislantes naturales como la fibra de madera o corcho obligan al prescriptor a tener especial atención en generar una capa hermética que frene esta difusión y que generaría condensaciones intersticiales. La aplicación de mortero adhesivo sobre la pared existente previamente a la instalación del material aislante puede resolver este problema de difusión, pero se debe prestar especial atención en cómo se aplica este. Las fijaciones mecánicas que atan el aislante al edificio existente absorben la succión del viento evitando que esta nueva envolvente se separe. Cuando el proyecto exija altos espesores de aislamiento, el anclaje deberá tener la longitud suficiente como para entrar en el muro existente mínimo 30 mm. Se debe evitar que exista corriente de aire en la holgura entre aislante y pared, por eso es importante la correcta aplicación de la capa de mortero adhesivo en la cara del aislante en contacto con la fachada. Las holguras laterales no deben cerrarse con cinta adhesiva, ya que el revoque no admite la superficie de la cinta.

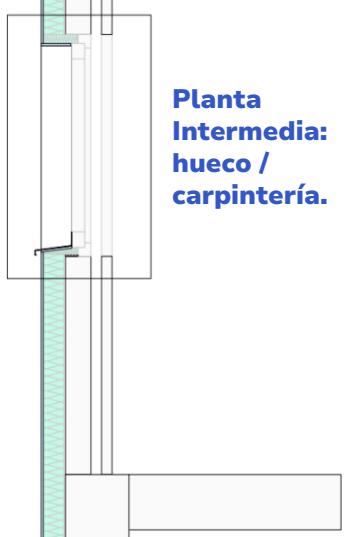
La ejecución del SATE correctamente requiere una inversión alta en obra de tiempo y de recurso humano. El uso de biomateriales puede compensar los altos costes en obra con otros indicadores como son su bajo impacto o presencia nula de contaminantes durante la obra o una huella de carbono baja.

## SECCIONES VERTICALES GENERALES

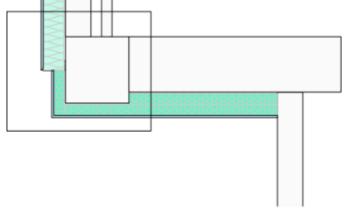
**Cubierta plana: solución general y encuentro incluyendo peto.**



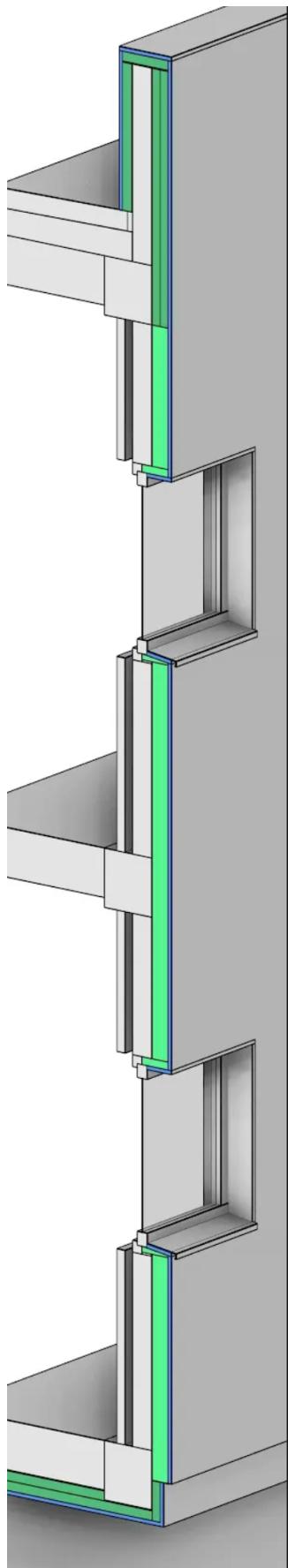
**Planta Intermedia: hueco / carpintería.**



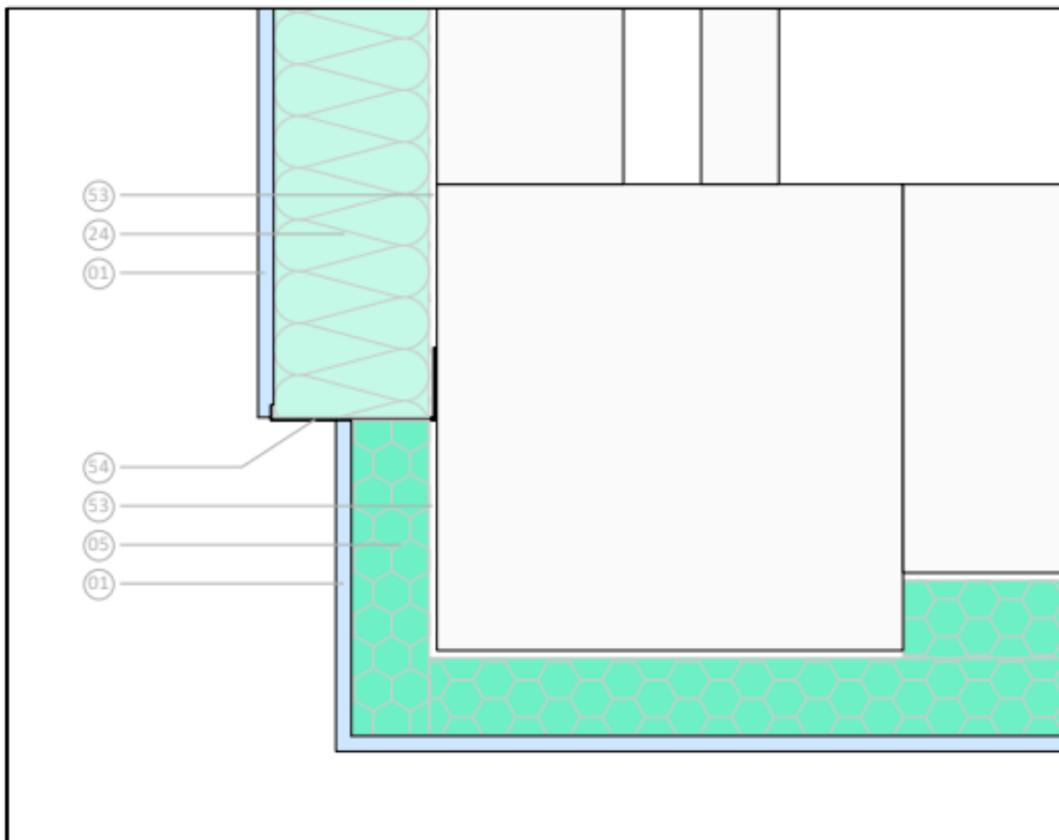
**Planta Baja: zócalo y solera**



## AXONOMETRÍA



## 5.2.1.1 PLANTA BAJA: ZÓCALO Y SOLERA



01. Revoque exterior estratificado según: (interior a exterior)

- Revoque base/adhesivo 4/5 mm
- Armadura (malla)
- Protección impermeable
- Imprimación
- Revoque de acabado (Yeso de resina de silicona)
- Pintura mineral

**BIOMATERIALES AISLANTES**

05. Aislamiento panel rígido corcho con fijación mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente

**BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS**

24. Aislamiento fibra de madera con densidad 160 Kg/m<sup>3</sup>

**BIOMATERIALES ESTRUCTURA**

53. Yeso adhesivo sobre pared existente

**ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD**

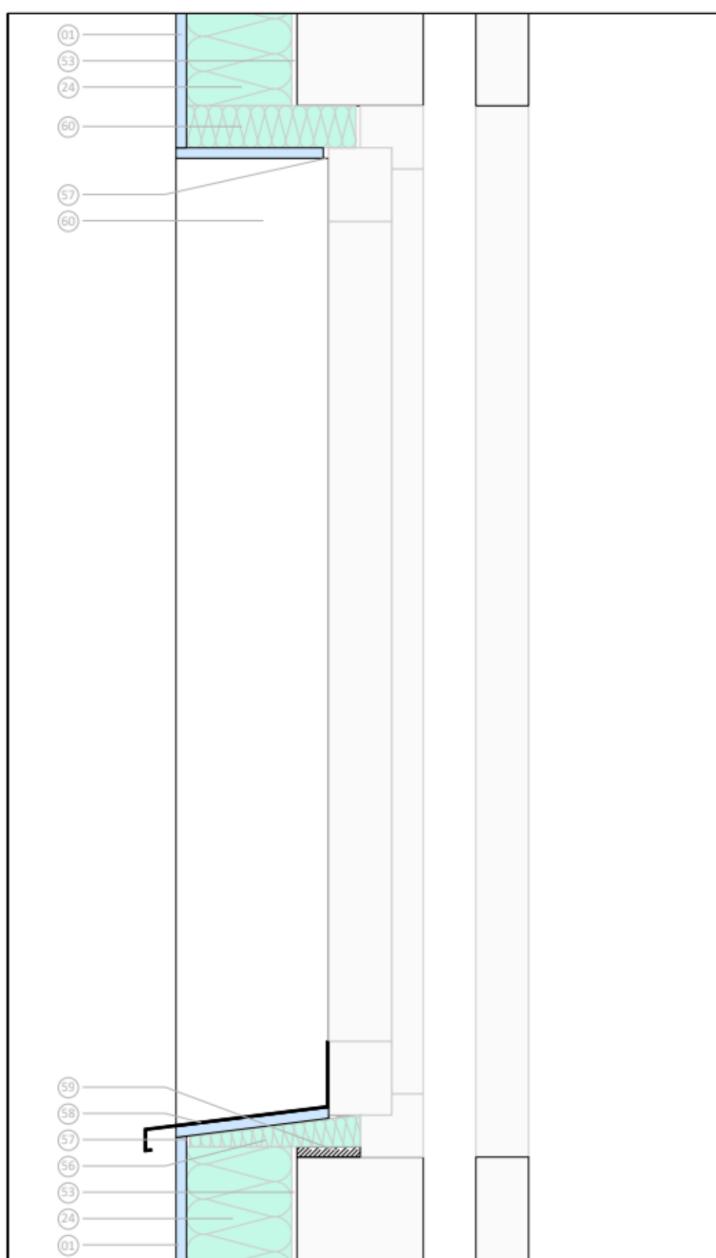
54. Perfil arranque de aluminio anodizado

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tablero aislante instalado a matajuntas > 30 mm                        | <input type="checkbox"/> Juntas > 5 mm rellenas con aislante de fibra                                   |
| <input type="checkbox"/> Instalación perfil de arranque   | <input type="checkbox"/> Comprobación antes instalación humedad material < 16%                          |
| <input type="checkbox"/> Zona zócalo y peto con aislante de corcho                              | <input type="checkbox"/> Grosor revoque exterior > 5mm y < 8 mm   |
| <input type="checkbox"/> Aplicación mortero adhesivo sobre toda la cara interior panel aislante | <input type="checkbox"/> Juntas entre paneles aislante y otros elementos sellados herméticamente        |
| <input type="checkbox"/> Fijación mecánica penetración mínima en soporte 30 mm                  | <input type="checkbox"/> Tiempo entre aislante instalado y revoque < 4 semanas                          |
| <input type="checkbox"/> Juntas en esquinas de ventanas   | <input type="checkbox"/> Sellado holguras laterales de aislante con masilla de juntas. No cinta sellado |
| <input type="checkbox"/> Juntas entre tableros aislantes < 2mm                                  |   |
| <input type="checkbox"/> Juntas > 2mm y < 5mm con masilla de juntas                             |   |

## 5.2.1.2 PLANTA INTERMEDIA: HUECO / CARPINTERÍA.

- 01. Revoque exterior estratificado según: (interior a exterior)
  - Revoque base/adhesivo 4/5 mm
  - Armadura (malla)
  - Protección impermeable
  - Imprimación
  - Revoque de acabado (Yeo de resina de silicona)
  - Pintura mineral
- 24. Aislamiento fibra de madera con densidad 160 Kg/m<sup>3</sup>
- 53. Yeo adhesivo sobre pared existente
- 56. Tablero en cuña de fibra de madera con emulsión protectora
- 57. Cinta expansiva sellante
- 58. Perfil metálico protector alfeizar y goterón
- 59. Relleno con revoque base adhesivo
- 60. Tablero de fibra de madera para mocheta y dintel; preparado para revoque y perfil de remate de ventanas

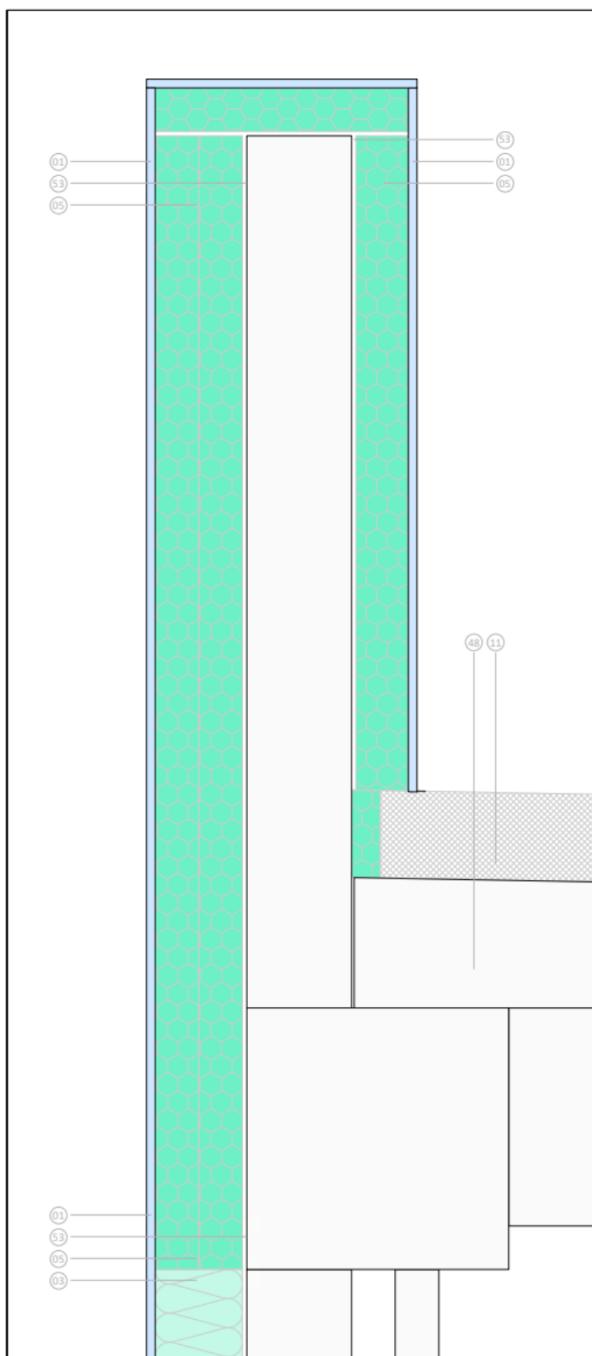


### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Tablero aislante instalado a matajuntas > 30mm
- Instalación perfil de arranque
- Zona zócalo y peto con aislante de corcho
- Aplicación mortero adhesivo sobre toda la cara interior panel aislante
- Fijación mecánica penetración mínima en soporte 30 mm
- Juntas en esquinas de ventanas
- Juntas entre tableros aislantes < 2mm
- Juntas > 2mm y < 5mm con masilla de juntas
- Juntas > 5 mm rellenas con aislante de fibra
- Comprobación antes instalación humedad material < 16%
- Grosor revoque exterior > 5mm y < 8 mm
- Juntas entre paneles aislante y otros elementos sellados herméticamente
- Tiempo entre aislante instalado y revoque < 4 semanas
- Instalación de bandas expansivas sellantes en juntas contra carpintería
- Sellado junta entre mocheta y alfeizar con carpintería
- Pieza aislante en alféizar protegida con perfil metálico

## 5.2.1.2 CUBIERTA PLANA: SOLUCIÓN GENERAL Y ENCUENTRO CON PETO.

- 01. Revoque exterior estratificado según: (interior a exterior)
  - Revoque base/adhesivo 4/5 mm
  - Armadura (malla)
  - Protección impermeable
  - Imprimación
  - Revoque de acabado (Yeso de resina de silicona)
  - Pintura mineral
- 03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>
- 05. Aislamiento panel rígido corcho con fijación mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente
- 11. Aislamiento panel XPS con formación de pendientes.
- 48. Mortero de nivelación sobre forjado estructura existente
- 53. Yeso adhesivo sobre pared existente



### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Tablero aislante instalado a matajuntas &gt; 30mm</li> <li><input type="checkbox"/> Instalación perfil de arranque</li> <li><input type="checkbox"/> Zona zócalo y peto con aislante de corcho</li> <li><input type="checkbox"/> Aplicación mortero adhesivo sobre toda la cara interior panel aislante</li> <li><input type="checkbox"/> Fijación mecánica penetración mínima en soporte 30 mm</li> <li><input type="checkbox"/> Juntas en esquinas de ventanas</li> <li><input type="checkbox"/> Juntas entre tableros aislantes &lt; 2mm</li> <li><input type="checkbox"/> Juntas &gt; 2mm y &lt; 5mm con masilla de juntas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Juntas &gt; 5 mm rellenas con aislante de fibra</li> <li><input type="checkbox"/> Comprobación antes instalación humedad material &lt; 16%</li> <li><input type="checkbox"/> Grosor revoque exterior &gt; 5mm y &lt; 8 mm</li> <li><input type="checkbox"/> Juntas entre paneles aislante y otros elementos sellados herméticamente</li> <li><input type="checkbox"/> Tiempo entre aislante instalado y revoque &lt; 4 semanas</li> <li><input type="checkbox"/> Sellado holguras laterales de aislante con masilla de juntas. No cinta sellado</li> </ul> |
|---|--|

## VALORACIÓN COMPARATIVA ECONÓMICA DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

La rehabilitación energética de edificios construidos desde los años 1960 hasta el 2000 constituye uno de los mayores retos al que las ciudades se tendrán que enfrentar en los próximos años. Entre los diferentes sistemas constructivos para alcanzar este objetivo de edificios de consumo nulo está el SATE (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior). Mediante la instalación de paneles aislantes sobre el soporte existente se consigue una nueva envolvente totalmente continua y sin puentes térmicos. Permite adaptarse a geometrías complejas que podemos encontrar en el contexto urbano.

La inversión inicial en el estudio del edificio, desarrollo de documentación técnica para la aplicación del sistema es muy baja en comparación al coste que supone su ejecución. Requiere de numerosos medios auxiliares durante un largo periodo de tiempo. La mano de obra debe ser especializada ya que una correcta aplicación del SATE es indispensable para su durabilidad y rendimiento. El impacto en un contexto urbano de este tipo de obras es importante.

Los costes en obra del SATE por lo tanto son altos y con gran impacto, pero **el empleo de biomateriales supone, entre otras, una mejora en el cálculo de energía embebida que habrá que justificar con las actualización de la normativa**. Es también una **mejora en el comportamiento al fuego al no incorporar derivados del petróleo** en las nuevas envolventes de las ciudades.

Es un sistema que supone una gran inversión económica y de medios; requiere mano de obra cualificada. Pero es importante subrayar que la ejecución de SATE empleando biomateriales aporta tangibles no económicos que suavizan la inversión a través de propiedades intrínsecas al material en un nuevo marco normativo y ambiental.

## VALORACIÓN COMPARATIVA IMPACTO AMBIENTAL DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

Los biomateriales aislantes térmicos tipo fibra madera y corcho, suman valores negativos de CO2 en el cálculo de huella de carbono que implica una obra de rehabilitación en el edificio. El árbol consume CO2 de la atmósfera para crecer, trasladando un valor negativo al proceso de fabricación de estos materiales, pudiendo llegar a obra aún en negativo o cero. Facilita así la justificaciones de energía embebida que tiene que cumplir un edificio después de su rehabilitación.

Emisiones gases efecto invernadero vida útil edificio.(Datos una vez terminada la rehabilitación. Los biomateriales suman valores negativos de CO2 al cálculo. Datos de elaboración propia, mediante herramienta Ubakus).

### REHABILITACIÓN CON MATERIALES DERIVADOS DEL PETRÓLEO:

Huella de carbono (Estimación) = + 20 kg CO2 Äqv./m

### REHABILITACIÓN CON BIOMATERIALES:

Huella de carbono (Estimación) = - 13 kg CO2 Äqv./m

## SOLUCIÓN B2: FACHADA PRINCIPAL VENTILADA + INSUFLADO

## 5.2.2

### INDICADORES DE IMPACTO PARA LAS SOLUCIONES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PROPUESTOS, ADAPTADOS AL MARCO LEVEL(S) UE

PRESUPUESTO Y COSTE ECONÓMICO (CICLO DE VIDA)		VALOR 0-5
4 Coste Económico Completo (vinculado al ciclo de vida)(€/m <sup>2</sup> )	4 Coste energético operacional acumulado (Años X) (€/m <sup>2</sup> )	
Sistema en el que se aplican dos sistemas diferentes de rehabilitación energética: fachada ventilada con aislamiento e insuflado de la cámara de aire de la envolvente existente. El primer sistema, fachada ventilada, requiere al igual que un sistema SATE de amplios recursos en obra destinados a medios auxiliares, costes en tiempos de obra e impacto urbano. El insuflado de la cámara interior puede llegar a compensar económicamente debido a su sencillez mediante una ganancia en eficiencia térmica considerable. La utilización de biomateriales en el sistema de fachada ventilada como por ejemplo subestructura con madera simplifica la instalación, que no por ello la necesidad una ejecución precisa.		
EJECUCIÓN Y OBRA		VALOR 0-5
3 Velocidad de ejecución (días/m <sup>2</sup> )	2 Emisiones de ruido en obra (dB)	
4 Sencillez constructiva. Eficiencia en montaje (horas/m <sup>2</sup> )	1 Generación de residuos en obra (kg/m <sup>2</sup> )	
3 Eficiencia del proceso constructivo (horas hombre/m <sup>2</sup> )	4 Índice de Impacto en el Espacio Público (IIEP). Impacto en espacio público (dB/emisiones)	
El empleo de rastreles de madera para clase de riesgo 3.2 en la cara externa de la envolvente simplifica la ejecución al poder emplear medios de fijación rápidos tanto en su conexión a la hoja externa como entre los mismos rastreles. Esto no debe ser la causa de una mala praxis constructiva, y el hecho de emplear biomateriales llevar a una ejecución precisa. Tanto la fachada ventilada como el insuflado de la cámara interior genera un gran impacto en el contexto urbano y en el interior de las viviendas, tanto acústicamente o en residuos.		
OPERACIÓN Y USO		VALOR 0-5
4 Resistencia al fuego (REI)	4 Facilidad de mantenimiento	
4 Aislamiento acústico (dB)	3 Consumo de energía operativa (kWh/m <sup>2</sup> /año)	
4 Aislamiento térmico (U) (W/m <sup>2</sup> K). Transmitancia térmica (U) [W/m <sup>2</sup> K]		
La eficiencia térmica de la envolvente mejora sustancialmente con la aplicación de este sistema. De un 2.25 o 1.613 de Valor-U, según se la cámara de aire existente ventilada o no, se pasa a un 0.4. Esto se consigue mediante el empleo de biomateriales como la celulosa, fibra o corcho insuflado en la cámara, y fibra de madera de 160 kg/m <sup>3</sup> en la envolvente ventilada. La fibra exterior será ignífuga certificada por fabricante para garantizar el comportamiento al fuego que marca la norma.		
SALUD Y BIENESTAR		VALOR 0-5
1 Calidad del aire interior (IAQ)	5 Presencia de contaminantes específicos (formaldehído, radón, etc.)	
Los materiales empleados en estos dos sistemas (insuflado y ventilado) carecen de formaldehídos.		
EMISIONES, CICLO DE VIDA Y CIRCULARIDAD		VALOR 0-5
4 Análisis de ciclo de vida (ACV). Emisiones de CO <sub>2</sub> del ciclo de vida. (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	4 Carbono embebido (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	
4 Durabilidad (años). Eficiencia de diseño (kg/m <sup>2</sup> /resistencia)	4 Consumo de agua en producción de materiales (L/m <sup>2</sup> )	
3 Reutilización y reciclaje: contenido de material reciclado y contenido de material renovable (% masa)	4 Generación de residuos en producción de materiales (kg/m <sup>2</sup> )	
4 Distancia a origen de materiales (km)	3 Diseño para desmontaje y reciclabilidad (%) Posibilidad de reutilizar o reciclar residuos de construcción y fin de vida.	
La fachada ventilada con biomateriales, como son la madera para la subestructura y la fibra de madera y/o corcho para el aislamiento, son materiales que además de aportar valores favorables en el cálculo de ACV, permiten la reciclabilidad o reutilización de sus elementos prácticamente íntegros. El material aislante insuflado al igual que los materiales empleados en la fachada ventilada es ventajoso para el análisis de ciclo de vida, pero su reutilización es muy compleja y costosa		
SOSTENIBILIDAD		VALOR 0-5
2 Índice de biodiversidad neta positiva	2 Consumo de agua operativa (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /año)	
1 Captación de agua de lluvia	1 Diseño bioclimático	
1 Reciclaje de aguas grises/pluviales (%)	4 Impacto social	
La solución de fachada ventilada puede abrir posibilidades de un diseño bioclimático en sus partes. La existencia de una cámara permitiría, previo estudio, la incorporación de un hábitat en un entorno urbano, dando por hecho que el tratamiento de la cámara trasventilada permite una ventilación correcta, y que los elementos añadidos no dañarán durante su vida útil los elementos de la envolvente.		

## EDIFICIO 60-00 FACHADA PRINCIPAL VENTILADA + INSUFLADO.

Sistema que combina dos métodos de rehabilitación energética de un edificio y que optimiza al máximo las posibilidades que ofrece una fachada de este tipo de edificios. El resultado es una envolvente rehabilitada compacta y que aprovecha todas las vías posibles para rehabilitar el inmueble.

La solución de fachada ventilada empleando biomateriales en su subestructura y aislamiento permite simplificar la ejecución debido sobre todo a la ligereza y facilidad de procesamiento en obra de materiales como la propia madera de la subestructura, y de los aislantes de fibra de madera y corcho.

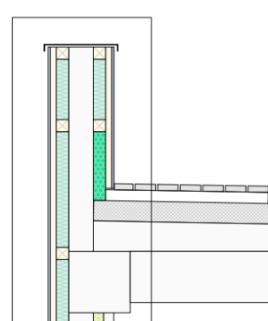
La utilización de secciones de madera para generar la subestructura de doble orden aumenta la productividad al ser un material ligero y de fácil mecanizado, lo que contribuye a una mayor adaptabilidad a los planos de fachada. La relación resistencia-peso de los biomateriales ayuda a no sobrecargar la envolvente existente, haciendo innecesarios refuerzos estructurales.

Como también sucede con el SATE, puede ser un problema urbanístico aumentar en exceso el volumen de la envolvente con la fachada ventilada. Muchas ordenanzas urbanísticas limitan la intervención con un máximo en el espesor de esta nueva envoltura. Esta restricción juega en contra de la eficiencia térmica y es por ello que se propone en esta ficha el insuflado de la cámara de aire de la doble hoja con aislamiento biomaterial: celulosa reciclada, fibra de madera, corcho granulado. Se debe entender como funciona cada uno de los aislantes propuestos mediante el insuflado. No todos pueden tener la misma densidad o granulometría, variable que afecta al tipo de maquinaria para el proceso. También es importante conocer el espesor de la cámara, porque cada aislante trabaja mejor en insuflado según cuán amplia sea la cavidad.

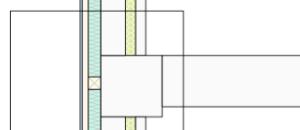
Es recomendable, dados estos condicionantes de densidad y espesor, realizar un control de seguimiento mediante catas, y una supervisión final con cámara termográfica. Para obtener información concluyente sobre la efectividad de la ejecución es aconsejable que el insuflado sea antes de ejecutar la fachada ventilada para que el contraste térmico sea mayor en la termografía.

Se obtiene una envolvente rehabilitada compacta y con una mejora térmica importante y sensible.

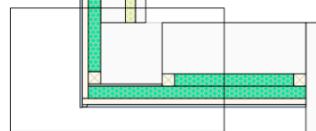
### SECCIÓN VERTICAL GENERAL



**Cubierta plana: solución general y encuentro peto.**

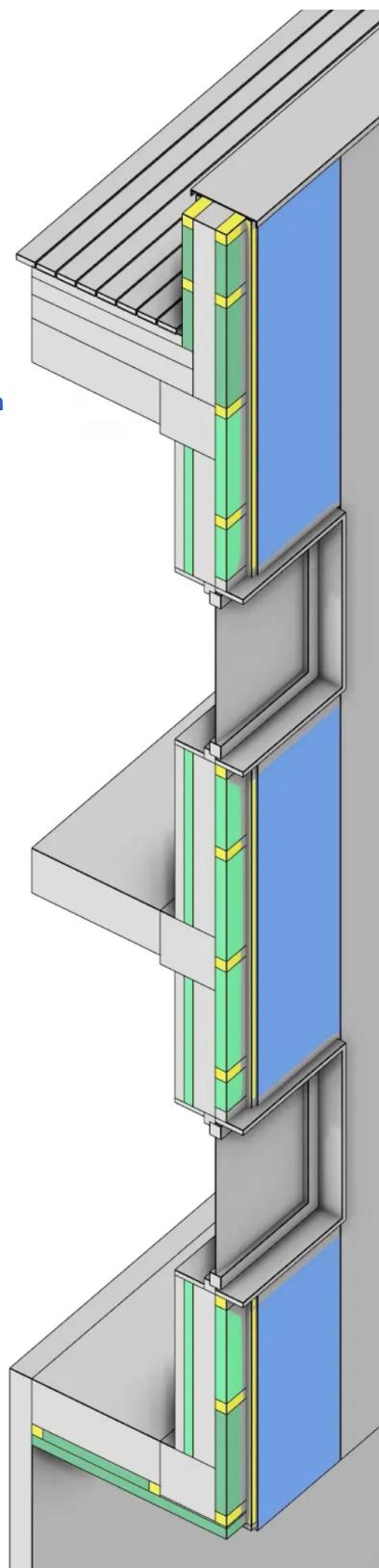


**Planta Intermedia: encuentro forjado**

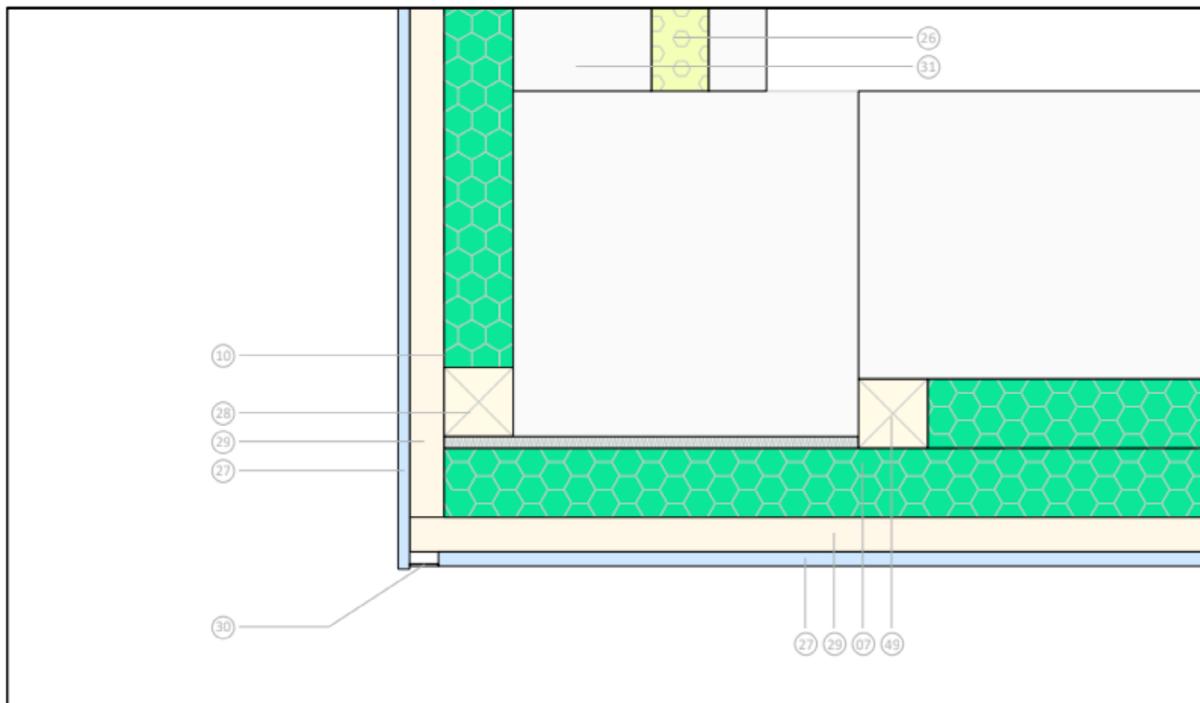


**Planta Baja: zócalo y solera**

### AXONOMETRÍA



## 5.2.2.1 PLANTA BAJA: ZÓCALO - SOLERA



- 07. Aislamiento térmico mediante panel corcho o proyectado según accesibilidad.
- 10. Lámina impermeable transpirable.
- 26. Aislamiento cámara aire fachada con celulosa insuflada
- 27. Panel exterior (cemento+fibras de celulosa)
- 28. Primer orden de subestructura mediante rastrel pino tratado Clase riesgo 3.2; 60x60 mm fijado a fachada mediante anclaje expansivo a químico
- 29. Segundo orden de subestructura con rastrel de pino tratado Clase de riesgo 3.2; 60x60 mm fijado a primer orden de rastrel con doble tirafondo de cabeza ancha.
- 30. Cierre entrada ventilación con placa microperforada
- 31. Muro existente de fachada compuesto por doble hoja de ladrillo con cámara de aire interior
- 49. Subestructura madera anclada a estructura existente

### BIMATERIALES AISLANTES

### BIMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS

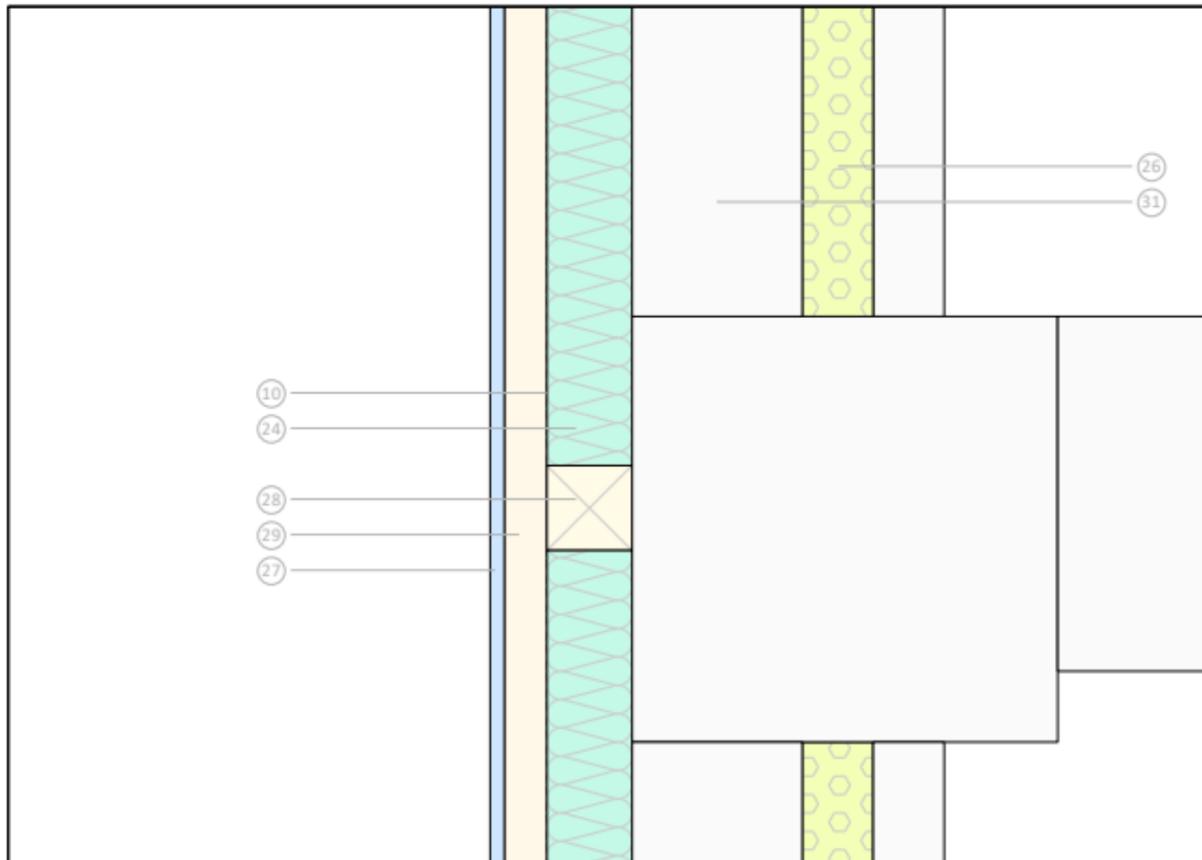
### BIMATERIALES ESTRUCTURA

### ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Instalación de aislamiento de corcho en zonas sensible a la humedad
- Lámina impermeable transpirable  $sd < 0.1$  m en cara exterior aislante exterior
- Rastreles de subestructura de 1er y 2o orden Clase de Riesgo 3.2
- Fijación a pared existente con taco expansivo o químico
- Sección montantes madera 1er orden 100x100 -> diámetro anclaje < 8mm
- Apertura ventilación inferior con rejilla antipájaros  $\geq 20$  mm
- Apertura ventilación inferior sin rejilla antipájaros  $10 < e < 20$  mm
- Cara exterior rastrel 2o orden protegida con lámina EPDM
- Ancho mínimo rastreles subestructura > 50 mm
- Ancho mínimo rastrel 2o orden en junta de panel revestimiento > 110 mm
- Insuflado cámara: comprobación insuflado con cámara termográfica
- Insuflado cámara: catas medición densidad

## 5.2.2.2 PLANTA INTERMEDIA: ENCUENTRO FORJADO.



- 10. Lámina impermeable transpirable.
- 24. Aislamiento fibra de madera con densidad 160 Kg/m3
- 26. Aislamiento cámara aire fachada con celulosa insuflada
- 27. Panel exterior (cemento+fibras de celulosa)
- 28. Primer orden de subestructura mediante rastrel pino tratado Clase riesgo 3.2; 60x60 mm fijado a fachada mediante anclaje expansivo a químico
- 29. Segundo orden de subestructura con rastrel de pino tratado Clase de riesgo 3.2; 60x60 mm fijado a primer orden de rastrel con doble tirafondo de cabeza ancha.
- 31. Muro existente de fachada compuesto por doble hoja de ladrillo con cámara de aire interior

**BIOMATERIALES AISLANTES**

**BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS**

**BIOMATERIALES ESTRUCTURA**

**ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD**

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Lámina impermeable transpirable  $sd < 0.1$  m en cara exterior aislante exterior
- Rastreles de subestructura de 1er y 2o orden Clase de Riesgo 3.2
- Fijación a pared existente con taco expansivo o químico
- Sección montantes madera 1er orden 100x100 -> diámetro anclaje < 8mm
- Apertura ventilación inferior con rejilla antipájaros  $\geq 20$  mm
- Apertura ventilación inferior sin rejilla antipájaros  $10 < e < 20$  mm
- Cara exterior rastrel 2o orden protegida con lámina EPDM
- Ancho mínimo rastreles subestructura > 50 mm
- Ancho mínimo rastrel 2o orden en junta de panel revestimiento > 110 mm
- Insuflado cámara: comprobación insuflado con cámara termográfica
- Insuflado cámara: catas medición densidad



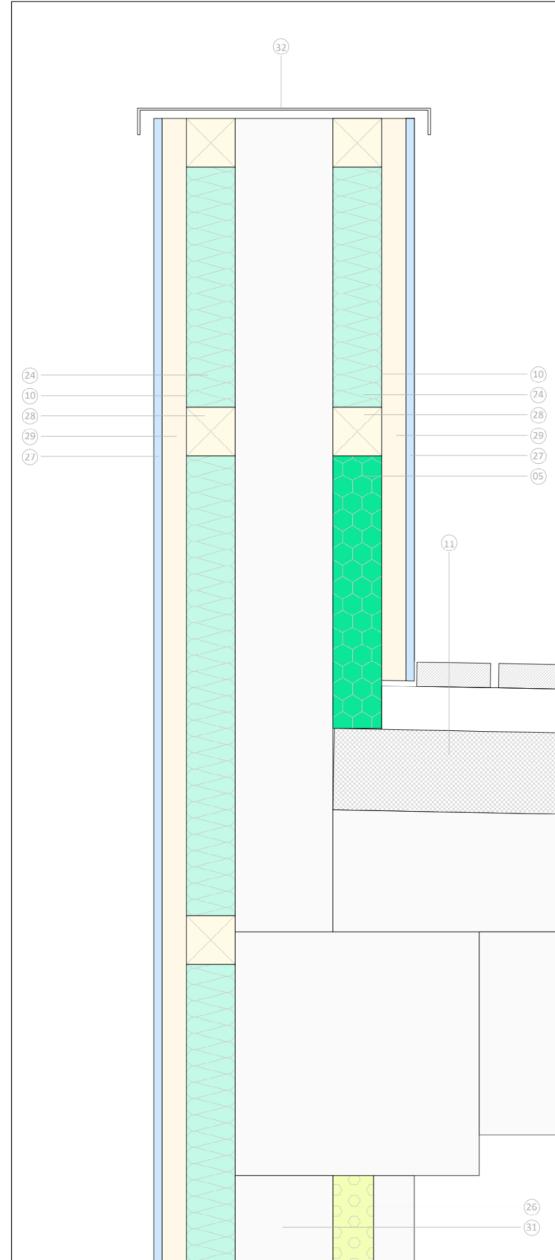
AJUNTAMENT  
DE VALÈNCIA

València  
Clima i Energia



## 5.2.2.3 CUBIERTA PLANA: SOLUCIÓN GENERAL Y ENCUENTRO CON PETO.

05. Aislamiento panel rígido corcho con fijación mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente
10. Lámina impermeable transpirable.
11. Aislamiento panel XPS con formación de pendientes.
24. Aislamiento fibra de madera con densidad 160 Kg/m<sup>3</sup>
26. Aislamiento cámara aire fachada con celulosa insuflada
27. Panel exterior (cemento+fibras de celulosa)
28. Primer orden de subestructura mediante rastrel pino tratado Clase riesgo 3.2; 60x60 mm fijado a fachada mediante anclaje expansivo a químico
29. Segundo orden de subestructura con rastrel de pino tratado Clase de riesgo 3.2; 60x60 mm fijado a primer orden de rastrel con doble tirafondo de cabeza ancha.
31. Muro existente de fachada compuesto por doble hoja de ladrillo con cámara de aire interior
32. Albardilla metálica para cubrición de peto



### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Instalación de aislamiento de corcho en zonas sensible a la humedad
- Lámina impermeable transpirable  $sd < 0.1$  m en cara exterior aislante exterior
- Rastreles de subestructura de 1er y 2o orden Clase de Riesgo 3.2
- Fijación a pared existente con taco expansivo o químico
- Sección montantes madera 1er orden 100x100 -> diámetro anclaje < 8mm
- Apertura ventilación inferior con rejilla antipájaros  $\geq 20$  mm
- Apertura ventilación inferior sin rejilla antipájaros  $10 < e < 20$  mm
- Cara exterior rastrel 2o orden protegida con lámina EPDM
- Ancho mínimo rastreles subestructura > 50 mm
- Ancho mínimo rastrel 2o orden en junta de panel revestimiento > 110 mm
- Insuflado cámara: comprobación insuflado con cámara termográfica
- Insuflado cámara: catas medición densidad
- Instalación de aislamiento de corcho en zonas sensible a la humedad
- Lámina impermeable transpirable  $sd < 0.1$  m en cara exterior aislante exterior

## **VALORACIÓN COMPARATIVA ECONÓMICA DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:**

Opción de rehabilitación energética de un edificio años 60-00 que combina dos sistemas muy diferentes, y por lo tanto con impactos en el coste variables.

El sistema con muro cortina o fachada ventilada empleando biomateriales no difiere mucho en la necesidad de medios auxiliares y de mano de obra que el mismo proceso con materiales convencionales, pero sí es importante señalar que los biomateriales pueden reducir los tiempos de ejecución y costes derivados debido a la ligereza y facilidad de manipulación que tienen. Simplifica las soluciones in-situ, los tiempos de portes, y permite anclajes más simples, por lo tanto más económicos.

El segundo sistema propuesto en esta ficha y que se combina con el de muro cortina para así alcanzar un nivel apto de eficiencia térmica en casos de rehabilitación, es el insuflado de cámara de aire con biomaterial granulado (celulosa reciclada, corcho, fibra de madera). Tiene un coste sobre la obra muy reducido si lo valoramos teniendo en cuenta la ganancia térmica que se obtiene. Es necesario una supervisión mediante cámara termográfica tanto durante como al final del proceso de insuflado para comprobar el correcto insuflado. Este seguimiento puede suponer un coste importante en el cómputo global.

## **VALORACIÓN COMPARATIVA IMPACTO AMBIENTAL DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:**

Rehabilitación energética con biomateriales supone una reducción del impacto que los materiales de obra, especialmente los aislantes plásticos, durante su fabricación como en su instalación. Para su producción se reutiliza material de otros procesos, o simplemente es la madera un contenedor de CO2 en el punto de partida de la obra.

Otro factor importante es la capacidad que tienen estos materiales de poder simplificar la ejecución gracias a su maleabilidad, adaptabilidad y ligereza. No entender esta simplificación como una pérdida de precisión y exigencia en la ejecución. Los biomateriales requieren excelencia constructiva.

Emisiones gases efecto invernadero vida útil edificio. (Datos una vez terminada la rehabilitación. Los biomateriales suman valores negativos de CO2 al cálculo. Datos de elaboración propia, mediante herramienta Ubakus).

### **REHABILITACIÓN CON MATERIALES DERIVADOS DEL PETRÓLEO:**

Huella de carbono (Estimación) = + 25 kg CO2 Äqv./m

### **REHABILITACIÓN CON BIOMATERIALES:**

Huella de carbono (Estimación) = - 10 kg CO2 Äqv./m

## SOLUCIÓN B3: FACHADA PRINCIPAL INDUSTRIALIZADA: PANEL PREFABRICADO DE ENTRAMADO LIGERO.

# 5.2.3

### INDICADORES DE IMPACTO PARA LAS SOLUCIONES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PROPUESTOS, ADAPTADOS AL MARCO LEVEL(S) UE

PRESUPUESTO Y COSTE ECONÓMICO (CICLO DE VIDA)		VALOR 0-5
<b>3</b> Coste Económico Completo (vinculado al ciclo de vida) (€/m <sup>2</sup> )	<b>5</b> Coste energético operacional acumulado (Años X) (€/m <sup>2</sup> )	
Los costes y tiempos son inversos a los aplicados en una sistema constructivo in-situ. Aumenta de manera importante la inversión en fase de proyecto y de oficina técnica, reduciendo los tiempos, mano de obra, errores en la ejecución.		
EJECUCIÓN Y OBRA		VALOR 0-5
<b>5</b> Velocidad de ejecución (días/m <sup>2</sup> )	<b>5</b> Emisiones de ruido en obra (dB)	
<b>4</b> Sencillez constructiva. Eficiencia en montaje (horas/m <sup>2</sup> )	<b>5</b> Generación de residuos en obra (kg/m <sup>2</sup> )	
<b>5</b> Eficiencia del proceso constructivo (horas hombre/m <sup>2</sup> )	<b>5</b> Índice de Impacto en el Espacio Público (IIEP).	
		<b>5</b> Impacto en espacio público (dB/emisiones)
La construcción de la nueva envolvente se traslada a una planta de fabricación, dejando para el lugar de obra únicamente el trabajo de ensamblaje de elementos panel y remates. Se reduce el impacto sobre usuarios y entorno urbano. Los tiempos de ejecución en obra son menores si los comparamos con otros sistemas. En algunos casos la reducción de tiempo puede llegar al 60 %, minimizando las molestias que una obra causa en el entorno.		
OPERACIÓN Y USO		VALOR 0-5
<b>3</b> Resistencia al fuego (REI)	<b>3</b> Facilidad de mantenimiento	
<b>3</b> Aislamiento acústico (dB)	<b>4</b> Consumo de energía operativa (kWh/m <sup>2</sup> /año)	
<b>5</b> Aislamiento térmico (U) (W/m <sup>2</sup> K). Transmitancia térmica (U) [W/m <sup>2</sup> K]		
El Valor-U de una fachada existente tipo compuesta por doble hoja de ladrillo con cámara de aire y sin aislante es de 1.46 W/m <sup>2</sup> K. La rehabilitación mediante sistema industrializado con paneles de entrampado mejora la eficiencia térmica de la envolvente sustancialmente, reduciendo el Valor-U a 0.251 W/m <sup>2</sup> K. Todas las capas del entrampado (tablero interior, bastidor madera+aislamiento, tablero exterior y revestimiento) suman un espesor total de 200 mm. Esto supone un aumento de volumen del edificio que deberá tenerlo en cuenta la ordenanza urbanística.		
SALUD Y BIENESTAR		VALOR 0-5
<b>1</b> Calidad del aire interior (IAQ)	<b>4</b> Presencia de contaminantes específicos (formaldehído, radón, etc.)	
Algunos tableros o secciones de madera laminada pueden tener formaldehído. Se deberá prestar atención a las fichas técnicas de los materiales que se prescriban ya que no todos tienen las mismas proporciones de este componente. Los aislamientos térmicos biobasados no contienen aditivo alguno que pueda suponer un riesgo		
EMISIÓNES, CICLO DE VIDA Y CIRCULARIDAD		VALOR 0-5
<b>1</b> Análisis de ciclo de vida (ACV). Emisiones de CO <sub>2</sub> del ciclo de vida. (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	<b>3</b> Carbono embebido (kg CO <sub>2</sub> eq/m <sup>2</sup> )	
<b>5</b> Durabilidad (años). Eficiencia de diseño (kg/m <sup>2</sup> /resistencia)	<b>3</b> Consumo de agua en producción de materiales (L/m <sup>2</sup> )	
<b>4</b> Reutilización y reciclaje: contenido de material reciclado y contenido de material renovable (% masa)	<b>3</b> Generación de residuos en producción de materiales (kg/m <sup>2</sup> )	
<b>3</b> Distancia a origen de materiales (km)	<b>4</b> Diseño para desmontaje y reciclabilidad (%) Posibilidad de reutilizar o reciclar residuos de construcción y fin de vida.	
La fabricación de los entrampados con diferentes componentes biobasados, sin adhesivos como medio de fijación sino mediante tornillería o uniones tipo carpintería en algunos casos, permite el desmontaje de los paneles por componentes para su reutilización o reciclabilidad. La industrialización permite localizar un único punto de fabricación, por lo tanto se reducen los recorridos del transporte.		
SOSTENIBILIDAD		VALOR 0-5
<b>3</b> Índice de biodiversidad neta positiva	<b>1</b> Consumo de agua operativa (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /año)	
<b>3</b> Captación de agua de lluvia	<b>4</b> Diseño bioclimático	
<b>1</b> Reciclaje de aguas grises/pluviales (%)	<b>4</b> Impacto social	
El sistema permite combinarse con soluciones de fachadas verdes, incorporación de vegetación y plantas, lo que favorece el índice de biodiversidad. También permite incorporar soluciones adaptadas de cajas nidos y refugios de fauna. En cubierta, la solución permitirá incluir sistemas de captación de agua de lluvia y almacenaje de forma óptima, así como es un sistema completamente adaptado, que incorpora soluciones bioclimáticas o permite su adaptación para incorporarlas fácilmente.		

## EDIFICIO 60-00 FACHADA PRINCIPAL VENTILADA + INSUFLADO.

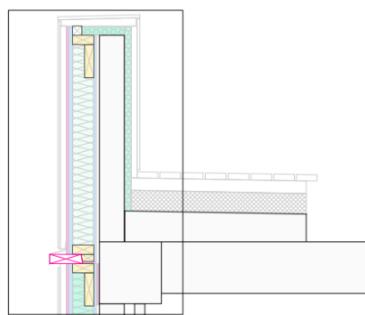
Se plantea una rehabilitación energética de fachadas mediante sistemas industrializados de entramado ligero, generando una nueva envolvente con mejores prestaciones térmicas y de hermeticidad. Los sistemas industrializados requieren de una mayor inversión en costes y de tiempo de oficina técnica para alcanzar el estándar industrial en obra, pero reducen de forma importante los impactos negativos en la obra y el contexto urbano, como su duración, ruido, suciedad, etc.

El sistema consta de módulos industrializados y fabricados en un centro industrial especializado. El estudio en detalle del edificio existente mediante tecnología 4D permite ejecutar el replanteo de la obra de manera precisa, permitiendo así la instalación de los módulos en fachada en un corto periodo y altos niveles de precisión.

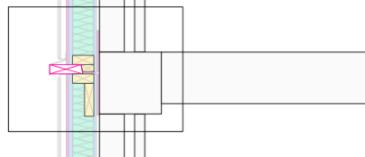
Los módulos (paneles) resuelven de manera integral la estructura, envolvente térmica, protección al fuego, hermeticidad y revestimiento. Estructura con secciones de madera laminada (madera tecnológica) y tableros rigidizadores de partículas, viruta o laminado. Aislamientos térmicos naturales tipo fibra de madera, celulosa reciclada, corcho. Impermeabilización con láminas impermeables transpirables correctamente selladas en juntas con cintas adhesivas. Protección al fuego con paneles de cartón-yeso o yeso-fibra madera en caras externas y entre paneles en las juntas horizontales. La protección al fuego se completa con la colocación de aislante de lana mineral en el perímetro de paneles y dentro del espacio/holgura que se deja entre panel y edificio existente.

El sistema permite emplear diferentes soluciones para resolver el revestimiento exterior. Fachada ventilada, de madera termotratada o como se muestra en esta ficha con paneles fenólicos o cerámicos. Estos últimos son recomendables para edificios de varias alturas (+3 alturas) para mejorar el comportamiento frente al fuego.

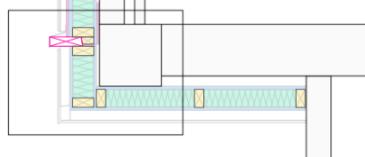
### SECCIÓN VERTICAL GENERAL



**Cubierta plana: solución general y encuentro incluyendo peto**

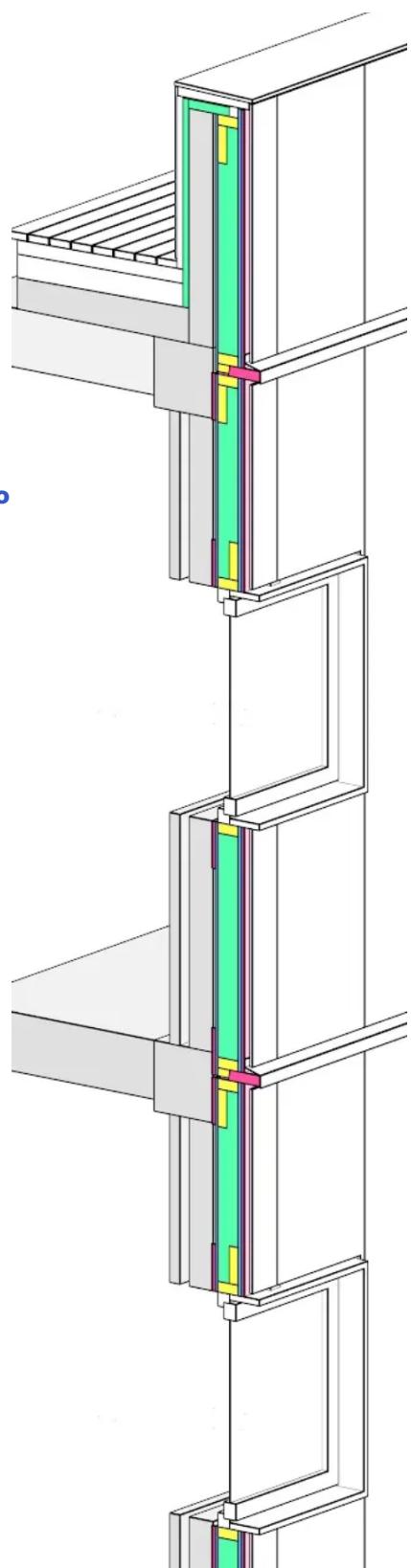


**Planta Intermedia: cornisa y encuentro con forjado**

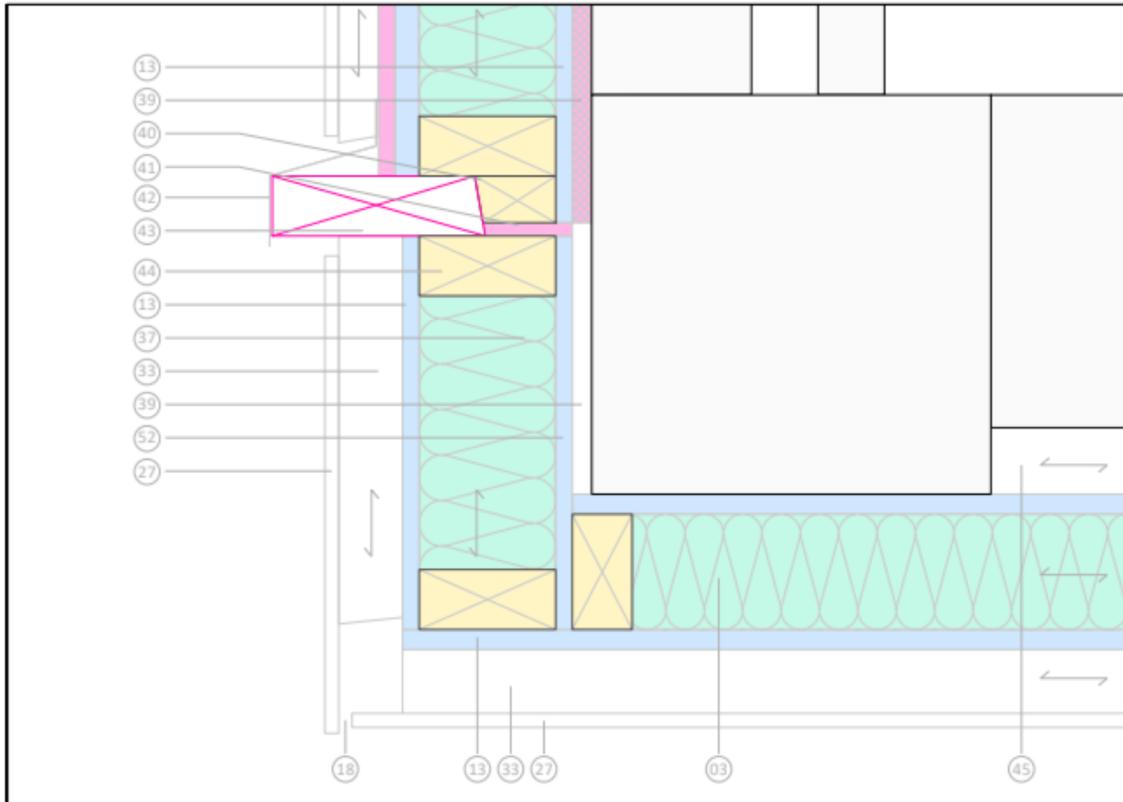


**Planta Baja: zócalo y solera**

### AXONOMETRÍA



## 5.2.3.1 PLANTA BAJA: ZÓCALO - SOLERA



- 03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m3
- 11. Aislamiento panel XPS con formación de pendientes.
- 13. Tablero estructural e= 15 mm resistente al vapor de agua.
- 18. Entrada ventilación con chapa perforada anti-pájaro.
- 27. Panel exterior (cemento+fibras de celulosa)
- 33. Cámara ventilación / Rastrel vertical 60x48 mm
- 37. Aislamiento térmico fibra madera + Bastidor entramado madera
- 39. Aislamiento lana mineral (densidad>70 Kg/m3)
- 40. Durmiente madera panel
- 41. Pieza en cuña formación junta horizontal
- 42. Perfil metálico e=3mm
- 43. Barrera cortafuego madera contralaminada
- 44. Testero entramado
- 45. Subestructura madera pino FSC con tratamiento Clase de riesgo 3.2
- 52. Holgura 20/40 mm

**BIOMATERIALES AISLANTES**

**BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS**

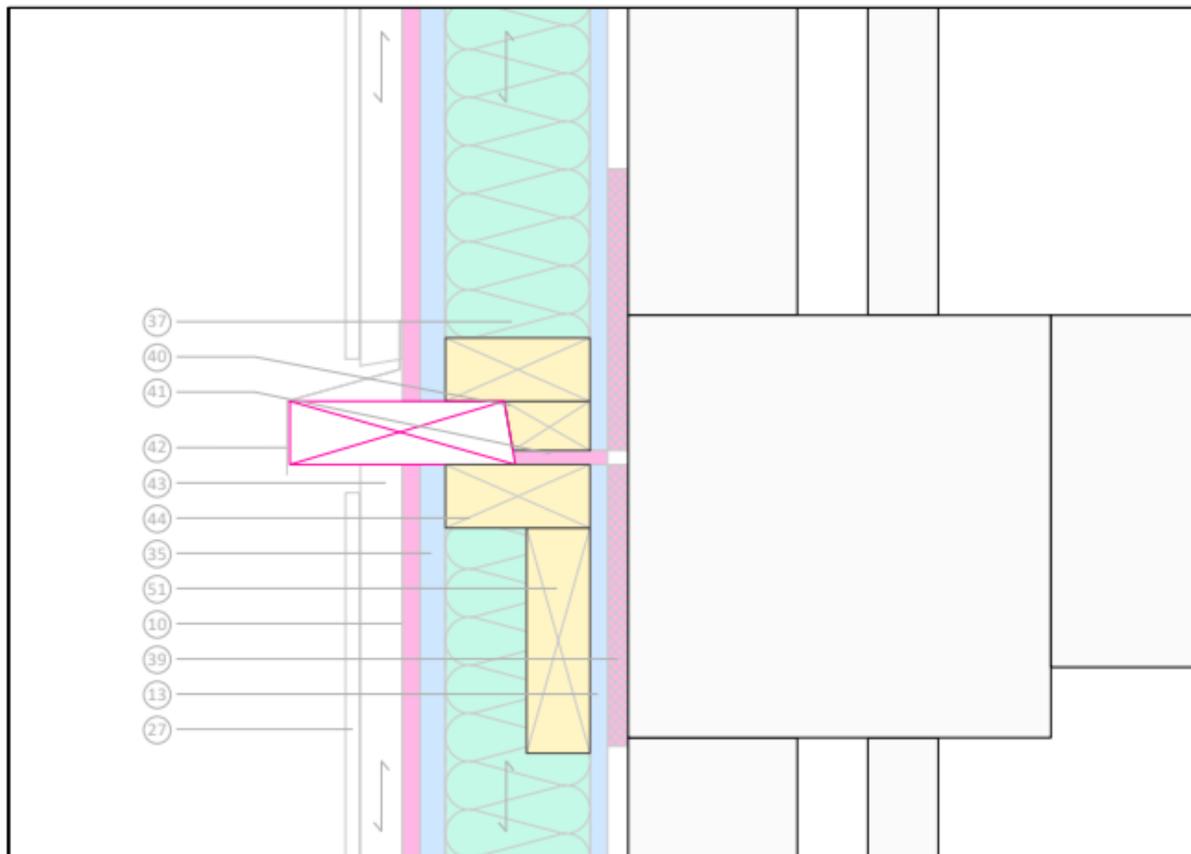
**BIOMATERIALES ESTRUCTURA**

**ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD**

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Holgura entre panel y fachada existente entre 20 a 40 mm
- Relleno de holgura con aislante lana mineral (densidad 70 kg/m3)
- Espesor total madera en junta horizontal  $\geq 70$  mm
- Sellado lámina impermeable
- Fijación junta con tornillería
- Instalación material ignífugo en junta horizontal
- Fijación correcta de herrajes sobre fachada existente
- Remates revestimiento exterior
- Extremos inferior rastrel espacio ventilación con corte en ángulo (+- 3°)
- Instalación barrera anti-insectos en apertura ventilación
- Nivelación primera fila de paneles
- Extremo inferior de rastrel espacio ventilación con corte en ángulo (+- 3°)
- Instalación barrera anti-insectos en apertura ventilación
- Vuelo pieza cortafuego (12)  $> 50$  mm

## 5.2.3.2 PLANTA INTERMEDIA: CORNISA Y ENCUENTRO CON FORJADO



- 10. Lámina impermeable transpirable.
- 13. Tablero estructural  $e= 15$  mm resistente al vapor de agua.
- 27. Panel exterior (cemento+fibras de celulosa)
- 35. Tablero fibra-yeso
- 37. Aislamiento térmico fibra madera + Bastidor entrampado madera
- 39. Aislamiento lana mineral (densidad>70 Kg/m<sup>3</sup>)
- 40. Durmiente madera panel
- 41. Pieza en cuña formación junta horizontal
- 42. Perfil metálico  $e=3$ mm
- 43. Barrera cortafuego madera contralaminada
- 44. Testero entrampado
- 51. Rigidizador para izado panel

**BIOMATERIALES AISLANTES**

**BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS**

**BIOMATERIALES ESTRUCTURA**

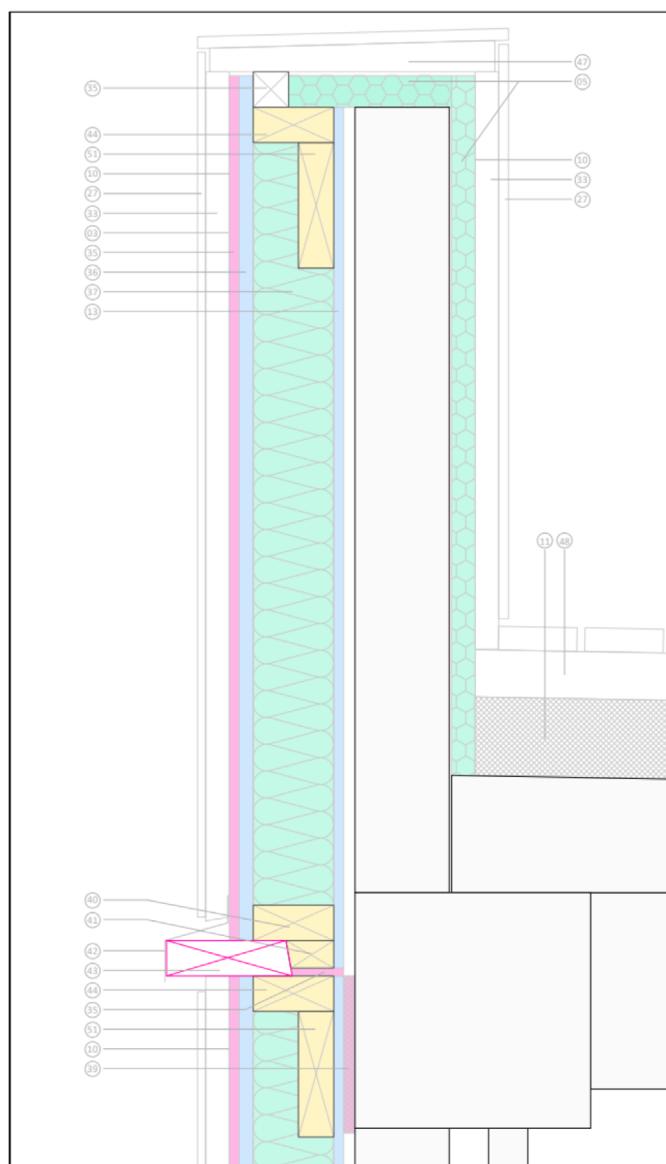
**ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD**

### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Holgura entre panel y fachada existente entre 20 a 40 mm
- Relleno de holgura con aislante lana mineral (densidad 70 kg/m<sup>3</sup>)
- Espesor total madera en junta horizontal  $\geq 70$ mm
- Sellado lámina impermeable (¿Necesario?)
- Fijación junta con tornillería
- Instalación material ignífugo en junta horizontal
- Fijación correcta de herrajes sobre fachada existente
- Remates revestimiento exterior
- Extremos inferior rastrel espacio ventilación con corte en ángulo (+- 3°)
- Instalación barrera anti-insectos en apertura ventilación
- Lámina EPDM en cara exterior de rastrel exterior
- Vuelo respecto al revestimiento pieza cortafuego (12) > 50 mm
- Cara inferior pieza cortafuego con tratamiento o protección a la humedad

### 5.2.3.3 CUBIERTA PLANA: SOLUCIÓN GENERAL Y ENCUENTRO CON PETO.

- 03. Aislamiento térmico fibra de madera con densidad 50 Kg/m<sup>3</sup>
- 05. Aislamiento panel rígido corcho con fijación mecánica con termotaco de expansión por golpeo a pared existente
- 10. Lámina impermeable transpirable.
- 11. Aislamiento panel XPS con formación de pendientes.
- 13. Tablero estructural e= 15 mm resistente al vapor de agua.
- 27. Panel exterior (cemento+fibras de celulosa)
- 33. Cámara ventilación / Rastrel vertical 60x48 mm
- 35. Tablero fibra-yeso
- 36. Tablero rigidizador OSB3 / SuperpanTech P4 22 mm
- 37. Aislamiento térmico fibra madera + Bastidor entramado madera
- 39. Aislamiento lana mineral (densidad>70 Kg/m<sup>3</sup>)
- 40. Durmiente madera panel
- 41. Pieza en cuña formación junta horizontal
- 42. Perfil metálico e=3mm
- 43. Barrera cortafuego madera contralaminada
- 44. Testero entramado
- 47. Rastrel con corte en ángulo para pendiente en peto. Clase de riesgo 3.2
- 48. Mortero de nivelación sobre forjado estructura existente
- 51. Rigidizador para izado panel



#### BIOMATERIALES AISLANTES

#### BIOMATERIALES PANELES, TABLEROS Y ACABADOS

#### BIOMATERIALES ESTRUCTURA

#### ELEMENTOS PROTECCIÓN FUEGO / HUMEDAD

#### LISTA DE CONTROL EJECUCIÓN

- Holgura entre panel y fachada existente entre 20 a 40 mm
- Relleno de holgura con aislante lana mineral (densidad 70 kg/m<sup>3</sup>)
- Espesor total madera en junta horizontal >= 70 mm
- Aislamiento de corcho en cara interior y parte superior peto
- Revestimiento parte superior peto con pendiente
- Lámina impermeable transpirable sobre aislamiento peto
- Sellado lámina impermeable
- Fijación junta con tornillería
- Instalación material ignífugo en junta horizontal
- Fijación correcta de herrajes sobre fachada existente
- Remates revestimiento exterior
- Extremos inferior rastrel espacio ventilación con corte en ángulo (+- 3°)
- Instalación barrera anti-insectos en apertura ventilación
- Vuelo respecto revestimiento pieza cortafuego (12) > 50 mm

## VALORACIÓN COMPARATIVA ECONÓMICA DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

La rehabilitación energética de edificios construidos desde los años 1960 hasta el 2000 constituye uno de los mayores retos al que las ciudades se tendrán que enfrentar en los próximos años. Existe un volumen edificado perteneciente a este período tan grande que lo convierte en una oportunidad para desarrollar sistemas eficaces térmicamente, pero que también deberán ser sistemas que puedan ejecutarse con gran rapidez para poder alcanzar el mayor número posible de viviendas rehabilitadas en este tiempo, generando el menor impacto urbano posible. Un sistema industrializado traslada la obra a la oficina técnica, que con la ayuda de herramientas digitales como pueden ser el BIM, nube de puntos y/o diseño CAD-CAM, permiten a los proyectistas e ingenierías anticiparse y resolver todos los frentes y problemas que una obra enseña. La ejecución de las obras con la construcción 4D comienza con los gemelos digitales del edificio. El objetivo es reducir los tiempos y errores en la obra. La inversión más alta en tiempo de trabajo pasa ahora a estar en las oficinas técnicas, en donde los costes de recursos materiales y de maquinaria son más reducidos. Este esfuerzo previo se traducirá en una obra con costes reducidos debido a un menor empleo de mano de obra, reducción de desplazamientos de los trabajadores, menos maquinaria, y tiempo de ejecución más corto. Los recorridos de transporte se optimizan. La obra puede planificarse de manera más eficaz, evitando colapsos y minimizando impactos ambientales y sociales en el entorno urbano.

### REHABILITACIÓN CON SISTEMA TRADICIONAL:

Coste proyecto: **10%**

Coste proyecto: **90%**

### REHABILITACIÓN SISTEMA INDUSTRIALIZADOS ENTRAMADO:

Coste proyecto: **30%**

Coste proyecto: **70%**

## VALORACIÓN COMPARATIVA IMPACTO AMBIENTAL DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA:

La rehabilitación energética mediante sistemas industrializados y con materiales biobasados permiten reducir de manera significativa el impacto ambiental que puede suponer la obra. Los biomateriales como la madera aserrada, madera tecnológica y los aislantes térmicos tipo fibra madera y corcho, suman valores negativos de CO2 en el cálculo de huella de carbono que implica una obra de rehabilitación en el edificio. El árbol consume CO2 de la atmósfera para crecer. Los biomateriales no emiten CO2 para su fabricación, si no que lo absorben. La industrialización de la construcción localiza nodos de fabricación de elementos constructivos tipo panel de entramado. La fabricación de la nueva envolvente de un edificio en una fábrica optimiza la logística de suministros, reduce los desplazamientos de los trabajadores y elimina los impactos de ruido en los entornos urbanos.

Emisiones gases efecto invernadero vida útil edificio. (Datos una vez terminada la rehabilitación. Los biomateriales suman valores negativos de CO2 al cálculo. Datos de elaboración propia, mediante herramienta Ubakus).

### REHABILITACIÓN CON SISTEMA TRADICIONAL:

Huella de carbono (Estimación) = + 20 kg CO2 Äqv./m

### REHABILITACIÓN SISTEMA INDUSTRIALIZADOS ENTRAMADO:

Huella de carbono (Estimación) = - 25 kg CO2 Äqv./m



## SOLUCIÓN B4. FACHADA PRINCIPAL INDUSTRIALIZADA: PANEL PREFABRICADO DE ENTRAMADO LIGERO CON INSTALACIONES INTEGRADAS EN EL SISTEMA

5.2.4

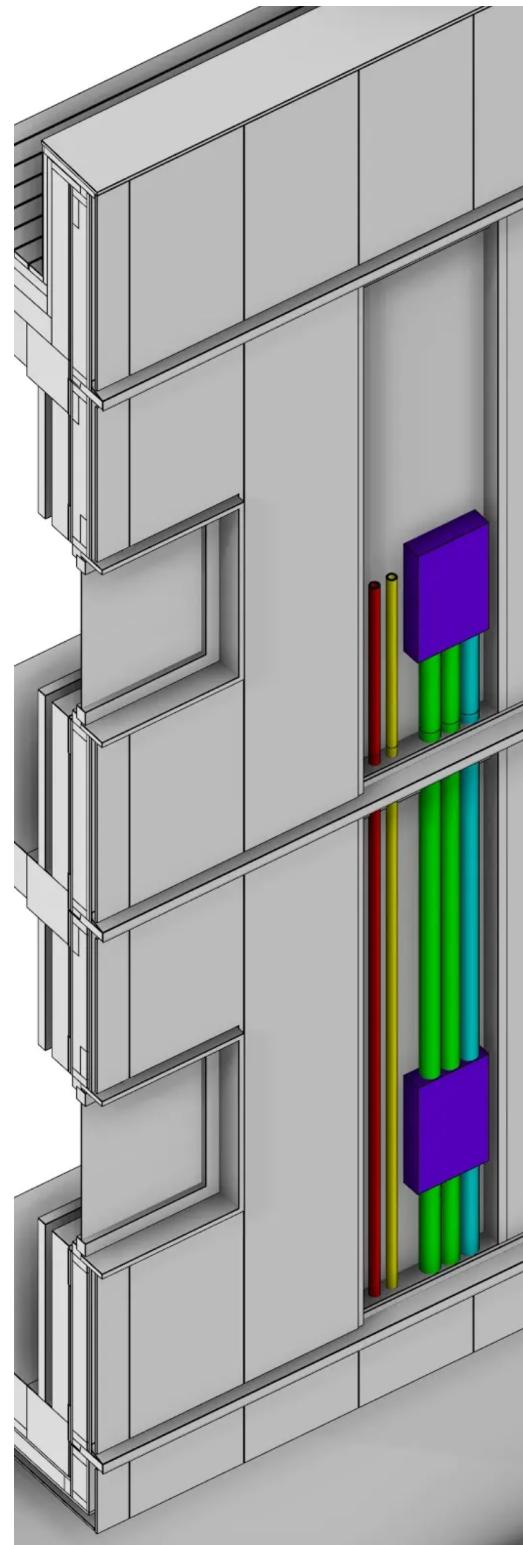
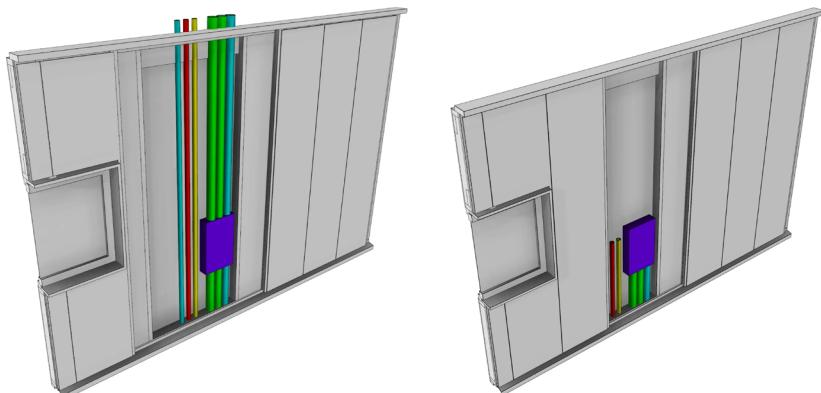
### FACHADA PRINCIPAL INDUSTRIALIZADA, PANELES PREFABRICADOS DE ENTRAMADO LIGERO DE MADERA CON LAS INSTALACIONES INTEGRADAS EN EL SISTEMA:

El sistema industrializado con paneles de entramado tiene una derivada, si así lo requiere y permite el proyecto, que es la **opción de integrar algunas redes de instalaciones dentro de los elementos a instalar. Los paneles de entramado contienen en su interior las diferentes piezas y elementos que integran una instalación de saneamiento, fontanería, redes, etc.** Éstas pueden instalarse en los paneles en paralelo a su fabricación en taller o fábrica, ya sea la propia empresa constructora o subcontratistas encargadas de ello. El poder realizar este trabajo en taller permite una mayor precisión y calidad de la puesta de la instalación.

Alcanzar este nivel de prefabricación requiere de un estudio exhaustivo del edificio existente, y del proyecto a ejecutar; planificar el corte de las instalaciones existentes; la conexión de las instalaciones entre paneles; la puesta en marcha y conexión del sistema al edificio.

Se puede así dar un mayor valor añadido al intervenir en sistemas que resuelven cuestiones no tan directamente vinculadas con la eficiencia térmica. Puede ser una manera de “persuadir” a comunidades de vecinos reacias a la rehabilitación energética pero que pueden ver en la mejora de sus instalaciones comunitarias un aliciente para ejecutar la mejora térmica.

Es muy común que aseos, cuartos de baño y/o cocinas estén situados en zonas de fachada, por lo tanto son casos idóneos para proponer esta opción. Se consigue una mejora en la eficiencia térmica y un saneamiento de las instalaciones sin que el usuario se vea perjudicado por cortes u obras en su vivienda.



## NUEVO MODELO APlicado a EDIFICACIONES DE NUEVA PLANTA: BENEFICIOS, RECOMENDACIONES Y VENTAJAS, FREnte A LA CONSTRUCCIÓN CONVENCIONAL.

5.3

La **construcción convencional** está sufriendo los estertores de un **modelo de negocio caduco** debido a la evolución de la economía, la sociedad y las crecientes exigencias normativas. **La construcción tradicional presenta problemas de difícil solución:**

- **Es muy intensiva en mano de obra y artesanal, siendo prácticamente el único sector no industrializado.**
- Los trabajos a la **intemperie** en obra son duros e implican **desplazamientos prolongados** fuera de casa y con ello una muy **difícil conciliación familiar**, lo que contribuye al rechazo de la población femenina por incorporarse a esta industria como obreras.
- A todo esto ha de sumarse la **prevalencia de accidentes** por el alto nivel de peligro que suponen los trabajos en altura y las nuevas normas de **interrupción** de trabajos en el exterior por **motivos climáticos**.
- Las exigencias normativas actuales del CTE, hacen más intensiva la dedicación de ejecución en cada metro cuadrado de obra.

Como consecuencia de todo ello **el sector de la construcción no está siendo capaz de responder** a la demanda de viviendas ni en la **velocidad** ni en la **cantidad** demandadas. La **productividad por metro cuadrado ha ido cayendo año a año** y se prevé que continúe haciéndolo.

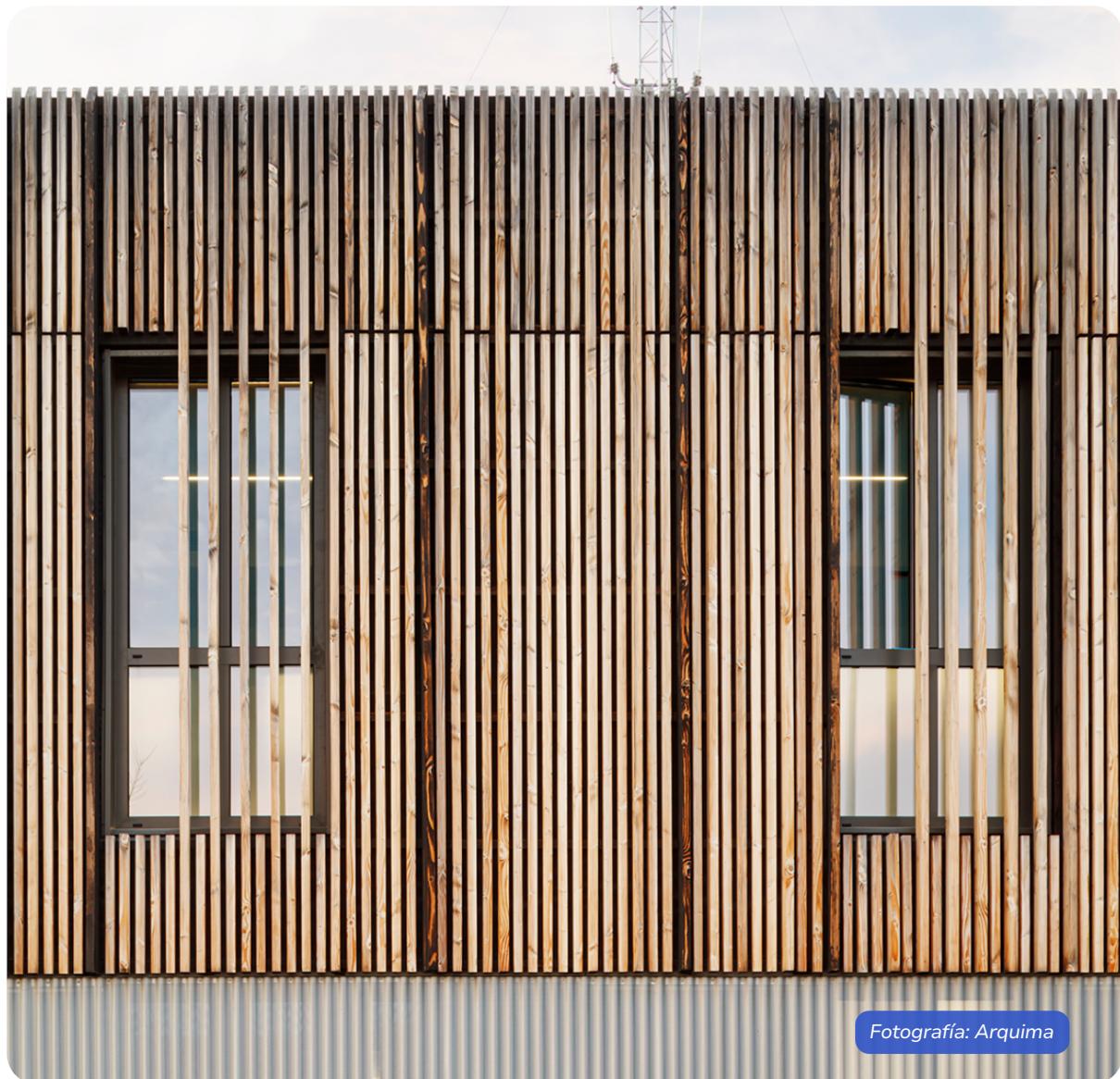
Ante todo esto se manifiesta la incorporación de la **prefabricación industrializada como la solución lógica**. En vez de desplazar cientos de personas al lugar de construcción, se desplazan los elementos prefabricados al lugar final de montaje. **En lugares de trabajo seguros, protegidos de la intemperie**, con todo un surtido de **medios auxiliares** y con la incorporación de los avances de la **automatización** hombres y mujeres pueden **contribuir en igualdad a la producción** de elementos constructivos en gran formato que son **transportados e instalados** con una mínima necesidad de personal, con **mayor calidad** de producto y con una **mayor rapidez**.

**De entre todos los materiales** de construcción existentes, **la madera y sus materiales derivados** son probablemente los **más adecuados para la construcción prefabricada industrializada**. Su gran resistencia y su ligereza asemejan a la construcción lo que la fibra de carbono a la automoción de altas prestaciones. El **uso de la madera y otros biomateriales** como la paja, el corcho, etc., y su incorporación en productos **tecnológicos certificados**, constituyen además una **transición hacia un ecosistema industrial distinto, alejado de la dependencia respecto a los hidrocarburos** para la producción de los mismos. De esta forma, conseguimos no solo una reducción de los impactos de la construcción en el entorno de la obra gracias a la prefabricación, sino que conseguimos una reducción de los impactos medioambientales gracias al efecto de sumidero de carbono que supone la incorporación de materiales biobasados en la edificación, contribuyendo a detraer impactos pasados con compensación de los impactos presentes en el contexto de la edificación de emisiones casi nulas.

De todo lo anteriormente mencionado, **lo más importante es la consideración de que el ciclo de la construcción artesanal in situ ya no está a la altura de las necesidades** y tiene como

efecto un encarecimiento económico y ambiental superior, que la sociedad en su conjunto puede soportar. **La consolidación de un sector de la construcción prefabricada industrializada es una necesidad urgente.** Dentro de todos **los procedimientos de prefabricación de componentes constructivos, los relativos al uso de madera y materiales biobasados son sin duda los más competitivos y capaces de resolver los problemas de la edificación actual.** Con ello además, potenciamos la industria de producción de materiales y componentes de construcción de cercanía, generando mercados regionales, contribuyendo a la transferencia de riqueza al castigado mundo rural.

Al igual que en países nórdicos y centroeuropeos, los cuales nos llevan un par de décadas de ventaja en la transformación social, normativa y económica, la construcción en España va a seguir idénticos derroteros, con una mayor industrialización a través de la prefabricación, especialmente con la incorporación de materiales biobasados en convivencia con algunos materiales tradicionales.



# 06

## OPORTUNIDADES PARA IMPULSAR LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA Y DE BAJO CARBONO EMBEBIDO DESDE LA CONTRATACIÓN PÚBLICA.

La contratación pública es una **palanca clave para acelerar la rehabilitación energética del parque edificatorio** y promover un entorno más eficiente, sostenible y equitativo, alineado con los objetivos climáticos. Las **administraciones públicas desempeñan un papel fundamental** en esta transición, tanto mediante regulación e incentivos como a través de la licitación pública.

Además de su impacto directo, la contratación puede actuar como **demostrador de soluciones innovadoras**, fortaleciendo la confianza en el ecosistema y **dinamizando el mercado de alternativas sostenibles**. Aplicar criterios como el análisis del ciclo de vida, el uso de materiales de menor carbono embebido y prácticas circulares no solo reduce emisiones, sino que también impulsa la innovación y contribuye a ciudades más justas, resilientes y climáticamente neutras.

### ESTRATEGIAS PARA IMPULSAR LA DESCARBONIZACIÓN DESDE LA LICITACIÓN PÚBLICA.

6.1

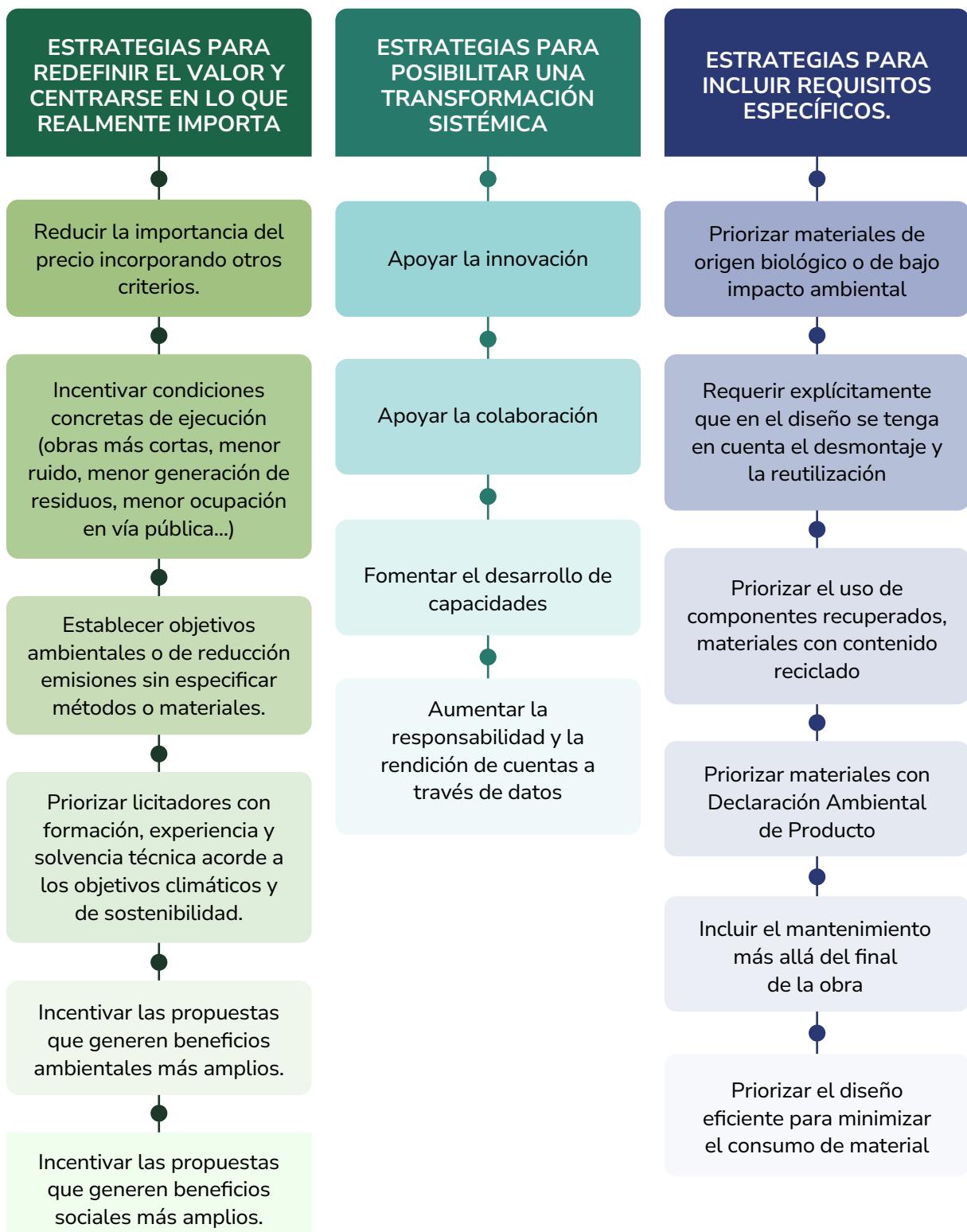
Existen múltiples estrategias para impulsar la descarbonización desde la contratación pública del diseño y ejecución de obras de construcción y rehabilitación.

La estructura propuesta pretende, sin ser un listado exhaustivo ni estático, proporcionar un **marco mental que ayude a los órganos de contratación a decidir qué beneficios quieren tratar de impulsar e identificar fácilmente métodos para hacerlo** que ya han sido probados en diferentes contextos. Las estrategias identificadas no son mutuamente excluyentes. En muchos casos, las cláusulas de ejemplo contribuyen a más de una estrategia y, por tanto, podrían ubicarse en más de un apartado resaltando diferentes aspectos.



Las estrategias se dividen en tres grandes familias:

- **Estrategias para redefinir el valor y centrarse en lo que realmente importa**
- **Estrategias para posibilitar una transformación sistémica**
- **Estrategias para incluir requisitos específicos**

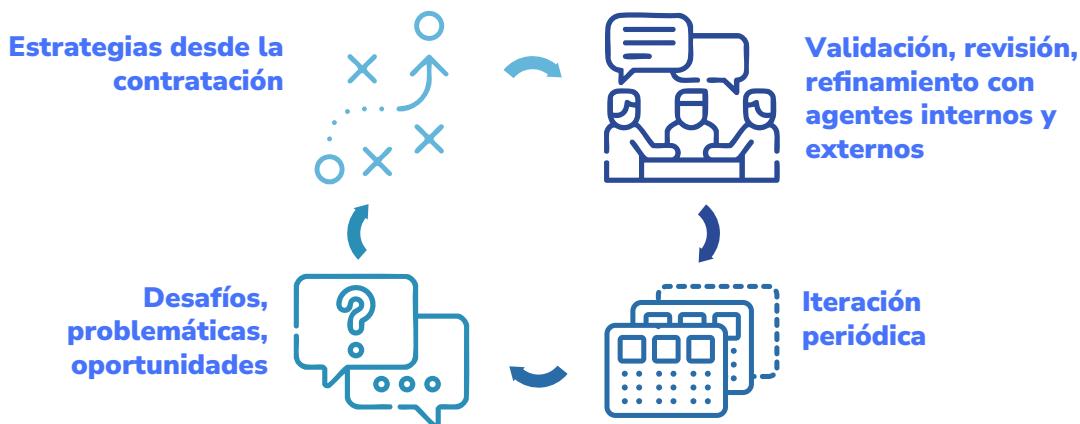


## UN PROCESO INTERDEPARTAMENTAL Y DE DIÁLOGO MULTIACTOR.

## 6.1.1

En un contexto de rápidos avances tecnológicos, cambios normativos y evolución social, este marco mental es solo uno de los ingredientes para que la contratación pública impulse la descarbonización. Una vez definidas las estrategias y objetivos concretos, es clave un **diálogo continuo con los actores involucrados** para comunicar ambiciones, establecer metas compartidas y ajustar criterios y posibilidades. Esto permite **explorar mecanismos que aceleren la transición** y mitiguen su impacto en grupos con menor capacidad de incidencia y de adaptación (PYMES, autónomos, trabajadores informales, etc.). Crear **espacios de intercambio y co-diseño temprano** reduce riesgos y fortalece la confianza en el proceso y las soluciones propuestas. También ayuda a identificar áreas en desarrollo y necesidades de apoyo, reforzando la **colaboración entre administración y agentes clave del sector**: constructoras, subcontratistas, equipos de arquitectura, fabricantes, usuarios finales y otros niveles de gobierno.

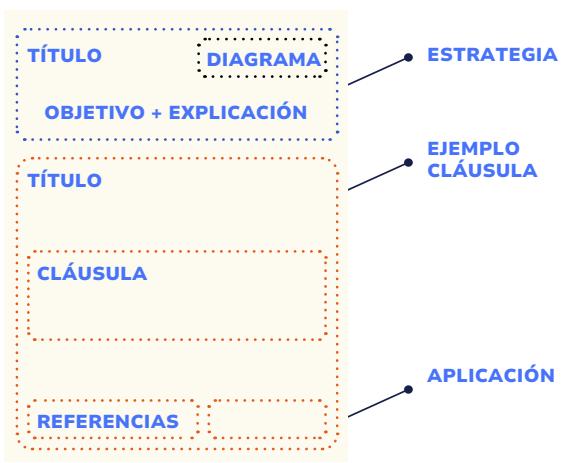
Asimismo, es fundamental **romper silos** dentro de la administración. Diferentes equipos lideran la acción climática, económica, social o de innovación, por lo que generar **infraestructuras internas para coordinar esfuerzos y compartir aprendizajes** es esencial para institucionalizar prácticas novedosas y convertir la contratación pública en un motor de cambio.



## ESTRUCTURA.

## 6.1.2

Para cada una de las estrategias identificadas, se ha incluido una cláusula tipo a modo de ejemplo. En primer lugar, se presenta el objetivo y funcionamiento de la estrategia. A continuación, se explica la cláusula y se presenta el ejemplo con el texto de la cláusula tal y como se incluyó en la licitación de la que se ha extraído. Por último, se explicita con iconos si la cláusula es de aplicación para el Pliego de Cláusulas Administrativas o Técnicas, si es válida para pliego de redacción de proyectos y dirección de obra o para pliegos de ejecución de obra y si es de aplicación para proyectos de rehabilitación y/ o de obra nueva.



Además, se ha analizado qué criterios (ver apartado 4.1 de esta Guía) se priorizan por parte de cada estrategia.



## ESTRATEGIAS PARA REDEFINIR EL VALOR Y CENTRARSE EN LO QUE REALMENTE IMPORTA.

6.2

Reducir la importancia del precio incorporando otros criterios.

Incentivar condiciones concretas de ejecución (obras más cortas, menor ruido, menor generación de residuos, menor ocupación en vía pública...)

Establecer objetivos ambientales o de reducción emisiones sin especificar métodos o materiales.

Priorizar licitadores con formación, experiencia y solvencia técnica acorde a los objetivos climáticos y de sostenibilidad.

Incentivar las propuestas que generen beneficios ambientales más amplios.

Incentivar las propuestas que generen beneficios sociales más amplios.

Las estrategias para redefinir el valor y centrarse en lo que realmente importa en la contratación pública sostenible en edificación buscan **trascender el enfoque tradicional del precio como criterio principal** de adjudicación, dando mayor peso a criterios ambientales, sociales y técnicos alineados con la neutralidad climática y la transición justa.

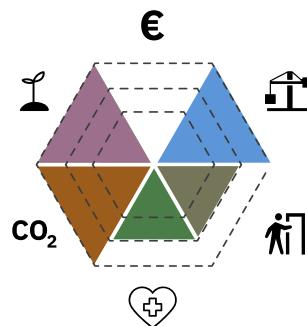
Para ello, se **reduce la importancia del precio incorporando criterios adicionales**, como la capacidad del licitador para cumplir objetivos climáticos y de sostenibilidad, o el **impacto positivo** de su propuesta en el entorno y la comunidad. Establecer objetivos e incorporar condiciones de ejecución que **minimicen externalidades negativas** - como la reducción de plazos de obra, la disminución del ruido, la menor generación de residuos y el menor impacto en el espacio público - sin prescribir métodos o materiales específicos, incentiva la **innovación** en diseño y construcción sostenible. Ampliando el foco para valorar los **beneficios ambientales y sociales** más amplios se pueden promover soluciones que no solo maximicen la eficiencia y la calidad y reduzcan la huella de carbono, sino que también refuerzen la equidad social, contribuyan a la creación de empleo verde o promuevan la regeneración de los ecosistemas urbanos.

## 6.2.1

# REDUCIR LA IMPORTANCIA DEL PRECIO INCORPORANDO OTROS CRITERIOS.

### OBJETIVO

Esta estrategia busca alejarse de la toma de decisiones centrada en el precio como único factor decisivo en la adjudicación de un contrato público, integrando **múltiples criterios** y así **reduciendo la importancia relativa del coste económico**.



### EXPLICACIÓN

Frente a fórmulas de decisión donde es difícil no seleccionar la oferta más barata, se incorporan con suficiente peso relativo otros criterios relacionados con la **calidad, la sostenibilidad ambiental, la innovación, la eficiencia energética o el impacto social**, permitiendo que el coste económico directo tenga menos impacto en las decisiones. Esto favorece a las ofertas que aportan un mayor valor agregado, asegurando que el contrato no sea solo económicamente competitivo, sino también alineado con los objetivos de sostenibilidad y eficiencia de los órganos de contratación.

Alejarse de estrategias contractuales en las que se concede un gran peso a la propuesta económicamente más ventajosa puede tener otros efectos positivos como reducir la cultura de las bajas que tiene como consecuencia la contratación por debajo del valor real de mercado. Esto no solo **dificulta el éxito y la calidad**, sino que también limita las oportunidades, fomenta ambientes de **competencia** (frente a cooperación) y **dificulta el acceso** a empresas e individuos con menor capacidad para hacer bajas.

#### VALOR AÑADIDO: Impacto ambiental, digitalización, conocimiento de obra y mayor plazo de garantía

El objetivo de esta cláusula es introducir criterios de adjudicación que redunden en un **valor añadido**, tanto por el análisis y conocimiento del proyecto, como por la organización y programación de los trabajos para cumplir condiciones específicas.

El precio representa solo el 20% de los criterios de evaluación, mientras que el 80% restante se asocia a otros criterios. En total, se otorgan 25 puntos al impacto ambiental, incluyendo la reducción de la huella de carbono embebido, hídrica, y del carbono en transporte, la formación en materia de sostenibilidad y las prácticas circulares en la gestión de residuos.



### CLAUSULA Pliego de Cláusulas Administrativas.

TIPO	CATEGORÍA	CRITERIO	PUNTUACIÓN
PRECIO	Evaluable automática	Económico	20
		Plazo garantía	15
		Impacto medioambiental	5
		Reducción de Huella de Carbono embebido	5
		Reducción de Huella Hídrica	5
	Digitalización	Programa de capacitación BIM para la empresa	10
CALIDAD	Evaluable con juicio de valor	Conocimiento de la obra	40
		Estudio de mediciones del proyecto	5
		Sistemas constructivos	5
		Instalaciones	5
		Programación de las obras	5
	Impacto medioambiental	Programación de los trabajos en plazo de garantía	5
		Reutilización, reciclaje y recuperación de residuos	5
	Digitalización	Reducción de Huella de Carbono en transporte	5
		BIM: Pre-BEP	5

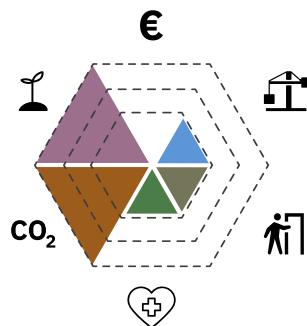
### REFERENCIA

Construcción de un edificio piloto, de 18 viviendas de promoción pública sostenibles e innovadoras, en la calle Joaquín Ballester, 17, de València, En el marco del "Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia financiado por la Unión Europea – Next Generation UE". Entidad Valenciana de Vivienda y Suelo (EVha), Valencia.



## 6.2.2

# ESTABLECER OBJETIVOS AMBIENTALES O DE REDUCCIÓN DE EMISIONES SIN ESPECIFICAR MÉTODOS O MATERIALES.



## OBJETIVO

Mediante esta estrategia se busca establecer **objetivos y metas claras** para la licitación, como reducir emisiones de GEI o alcanzar estándares de eficiencia energética, sin fijar los métodos, procedimientos ni materiales a emplear.

## EXPLICACIÓN

Frente a enfoques prescriptivos centrados en el cómo, esta estrategia permite transitar hacia **modelos más abiertos** a la innovación al mismo tiempo que se asegura el cumplimiento de objetivos mediante resultados medibles y verificables.

### MENOR IMPACTO AMBIENTAL: ANÁLISIS Y CONTROL DE LAS EMISIONES

Esta cláusula tiene como objetivo **promover la reducción de las emisiones de carbono, el consumo energético, la generación de residuos y el consumo de materia prima virgen**. Se establecen requisitos en cuanto al alcance, método y unidades que deben emplearse. Del mismo modo, se exige la reevaluación durante la fase de construcción que puede conllevar penalidades por incumplimiento.



## CLAUSULA

### Pliego de Cláusulas Administrativas.

Se puntuará el impacto ambiental asociado a las siguientes soluciones constructivas:

- Elementos horizontales de la estructura portante: Se analizarán los elementos portantes y sus acabados, que deberán cumplir con la normativa de aislamiento acústico y térmico correspondiente. En cuanto a la cubierta, se considerará el elemento estructural y el acabado interior, pero no el exterior.
- Elementos verticales de la estructura portante: Se analizarán los elementos portantes y sus acabados.
- Fachada del edificio: Se analizarán los elementos portantes y de acabado, excepto las carpinterías.

La documentación a presentar se valorará en base a los siguientes criterios, con una puntuación máxima de 24 puntos, según este reparto:

- a) Emisiones asociadas, en kg CO<sub>2</sub> eq/m<sup>2</sup> construido del conjunto de la promoción: hasta 12 puntos
- b) Coste energético asociado, en kWh/m<sup>2</sup> construido del conjunto de la promoción: hasta 7 puntos
- c) Generación de residuos en kg/m<sup>2</sup> construido del conjunto de la promoción: hasta 3 puntos
- d) Contenido de materia prima proveniente de reciclaje en kg/m<sup>2</sup> del conjunto de la promoción: hasta 3 puntos

Los valores menores obtendrán la máxima puntuación en los apartados a), b) y c), mientras que en el apartado d), el valor mayor obtendrá la máxima puntuación. En todos los casos, la puntuación restante será proporcional. La información aportada en los apartados a), b) y c) deberá listarse al menos para las fases de Fabricación y Construcción.

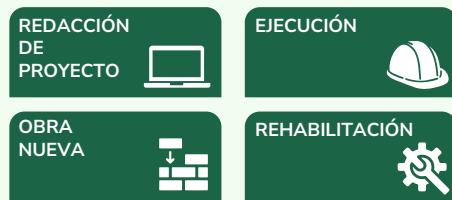
La generación de residuos de obra deberá listarse en m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> y por kg, siguiendo el listado de separación selectiva del RD 105/2008 identificando el caso de embalaje del resto de residuos de obra.

Los datos proporcionados han de especificarse en la base de datos BEDEC 2019, módulo GMA. Si el material propuesto no está disponible en esta base de datos, se deberá incorporar manualmente la información específica en el software de cálculo, justificando el cambio mediante documento o certificado.

Las ofertas incluirán valores teóricos que deberán ser reafirmados en fase de construcción. Se realizará una reevaluación para comparar los valores teóricos y reales, pudiendo aplicarse penalizaciones por incumplimiento. Se considerarán válidos los valores provenientes de la base BEDEC y de declaraciones ambientales de productos (DAPs). En caso de no existir, el equipo de dirección de obra asignará los valores adecuados. De este modo, se obtendrán los valores ambientales realmente ejecutados.

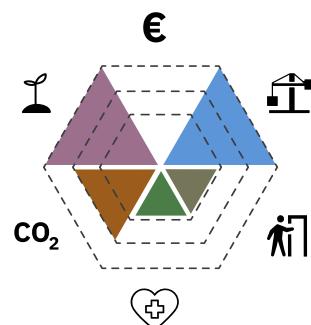
## REFERENCIA

Contrato de obras de construcción, junto con la redacción del proyecto de los edificios de vivienda protegida situados en C/ Pallars, 477, C/Marroc 180-182, C/Binéfar, 22 y Prolongación del pasaje Arriassa s/n de Barcelona. Dividido en cuatro lotes, con medidas de contratación pública sostenible. Instituto Municipal de la Vivienda y Rehabilitación de Barcelona (IMHAB), Barcelona.



## 6.2.3

### INCENTIVAR CONDICIONES CONCRETAS DE EJECUCIÓN (OBRAS MÁS CORTAS, MENOR RUIDO, MENOR GENERACIÓN DE RESIDUOS, MENOR OCUPACIÓN EN VÍA PÚBLICA...).



#### OBJETIVO

Esta estrategia premia la consecución de **mejores condiciones específicas de ejecución** como la reducción de la duración de las obras o la ocupación de la vía pública para minimizar la interrupción de servicios y la alteración de la actividad urbana, o la reducción del ruido, reduciendo el impacto en el entorno y la salud.

Al incluir estos criterios y mejoras en los pliegos, las administraciones públicas promueven no solo la eficiencia y la sostenibilidad de los proyectos, sino también la **minimización de los impactos negativos que estos puedan generar en el entorno y la sociedad**.

#### EXPLICACIÓN

Las obras pueden generar un **impacto significativo en la vida urbana**, especialmente en entornos con mayor sensibilidad ambiental o social. Entre sus efectos negativos se incluyen contaminación, ruido, alteraciones del tráfico, colmatación de infraestructuras de saneamiento por sedimentos, afectación a la fauna y flora, pérdida de productividad y quejas vecinales, que pueden derivar en una reducción de la salud, el bienestar y la calidad de vida, con consecuencias que a menudo perduran más allá de la finalización de las obras. La inclusión de criterios de adjudicación que consideren estos impactos puede **reducir las externalidades negativas** prioritarias en cada caso. Además, la inclusión de estos aspectos puede favorecer el uso de métodos y materiales de construcción que ofrecen estas ventajas de forma intrínseca, como la construcción industrializada o el uso de maquinaria cero emisiones.

#### OBRAS MÁS CORTAS: REDUCCIÓN DEL PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA

El objetivo de esta cláusula es valorar las propuestas que ofrezcan una **reducción del plazo de ejecución teniendo en cuenta el plan de ejecución temporal y económico**. Se prevén penalidades por incumplimiento de plazos parciales, en forma de retenciones calculadas a finales de cada mes natural, así como del plazo total.



#### CLAUSULA

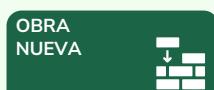
Pliego de Cláusulas Administrativas.

#### REDUCCIÓN DEL PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS (hasta 3 puntos)

Se valorará con hasta 3 puntos el ofrecimiento de reducción del plazo de ejecución de las obras de hasta un (1) mes (1,50 puntos por cada 15 días). Para justificar este criterio, se deberá aportar plan de ejecución temporal y económico de las obras adaptado al plazo ofertado.

#### REFERENCIA

Construcción de un edificio de 12 y 22 viviendas de protección pública y aparcamientos en Marratxí, Mallorca. Instituto Balear de Vivienda (IBAVI), Baleares.



AJUNTAMENT  
DE VALÈNCIA

València  
Clima i Energia

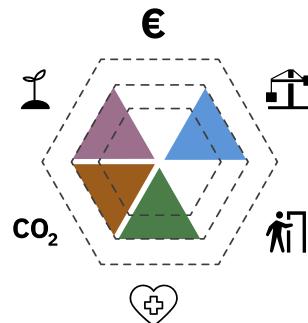


## 6.2.4

# PRIORIZAR LICITADORES CON FORMACIÓN, EXPERIENCIA Y SOLVENCIA TÉCNICA ACORDE A LOS OBJETIVOS CLIMÁTICOS Y DE SOSTENIBILIDAD.

## OBJETIVO

Esta estrategia consiste en incluir criterios de selección relacionados con la formación, experiencia o solvencia técnica para priorizar licitadores que tengan la capacidad de lograr los objetivos climáticos y de sostenibilidad del proyecto.



## EXPLICACIÓN

Priorizando equipos con formación, experiencia y/o solvencia técnica en aspectos relacionados, no solo se persigue asegurar que los equipos tengan la capacidad para lograr los objetivos climáticos o medioambientales, sino que también se fomenta la capacitación del sector en estas materias.

### EXPERIENCIA EN LA REDACCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: CLASE ENERGÉTICA A E INCLUSIÓN DE BIOMATERIALES

El objetivo de esta cláusula es valorar la experiencia en construcción sostenible en los criterios de adjudicación. En concreto se valorarán las propuestas de licitadores que acrediten experiencia en redacción de proyectos y dirección de obra que excedan las exigencias mínimas de solvencia técnica, que incluyan clase energética "A" y materiales de bioconstrucción. Para ello se otorgan un máximo de 60 puntos, dando 5 puntos por cada proyecto de PEM igual o superior a 200.000 € que cumpla los requisitos establecidos.



## CLAUSULA

### Pliego de Cláusulas Administrativas.

Este criterio referido a la mayor experiencia profesional se valorará teniendo en cuenta las prestaciones realizadas por el licitador entre los años 2015 y 2019, ambos inclusive, de proyectos y/o obras (en este caso, con 75% de presupuesto ejecutado) similares a las del objeto del contrato, de PEM igual o superior a 200.000 € que excedan de las exigencias mínimas de solvencia técnica en los términos que siguen.

Este apartado se valorará otorgando:

- a) 1 punto por cada proyecto redactado de PEM igual o superior a 200.000 €** que exceda de las exigencias mínimas de solvencia técnica (dos servicios similares a los del objeto del contrato durante los últimos 3 años) y no puntúen por los siguientes apartados c) y e). La puntuación máxima alcanzable por este concepto es de 5 puntos.
- b) 1 punto por cada dirección de obras de edificación** (con 75 % de presupuesto ejecutado) de PEM igual o superior a 200.000 € que exceda de las exigencias mínimas de solvencia técnica (dos servicios similares a los del objeto del contrato durante los últimos 3 años) y no puntúen por los siguientes apartados d) y f). La puntuación máxima alcanzable por este concepto es de 5 puntos.
- c) 5 puntos por cada proyecto redactado de PEM igual o superior a 200.000 €**, que incluyan clase energética "A". La puntuación máxima alcanzable por este concepto es de 15 puntos.
- d) 5 puntos por cada dirección de obras de edificación** (75 % presupuesto ejecutado) de PEM igual o superior a 200.000 €, que incluyan clase energética "A". La puntuación máxima alcanzable por este concepto es de 15 puntos.
- e) 5 puntos por cada proyecto redactado de PEM igual o superior a 200.000 €**, en los que se hayan proyectado un mínimo de tres materiales de bioconstrucción de los que se incluyen en el Catálogo de Materiales Sostenibles de las Illes Balears ([www.ibavi.es](http://www.ibavi.es)), en alguno o algunos de los siguientes capítulos relevantes: cimentación, estructura, pavimentos, cerramientos y tabiquería. A estos efectos no se computarán aquellos materiales que se hayan proyectado en la obra de forma testimonial. La puntuación máxima alcanzable por este concepto es de 15 puntos.
- f) 5 puntos por dirección de obras de edificación** (75 % presupuesto ejecutado) de PEM igual o superior a 200.000 €, en los que se hayan utilizado un mínimo de tres materiales de bioconstrucción de los que se incluyen en el Catálogo de Materiales Sostenibles de las Illes Balears ([www.ibavi.es](http://www.ibavi.es)), en alguno o algunos de los siguientes capítulos relevantes: cimentación, estructura, pavimentos, cerramientos y tabiquería. A estos efectos no se computarán aquellos materiales que se hayan utilizado en la obra de forma testimonial. La puntuación máxima alcanzable por este concepto es de 15 puntos.

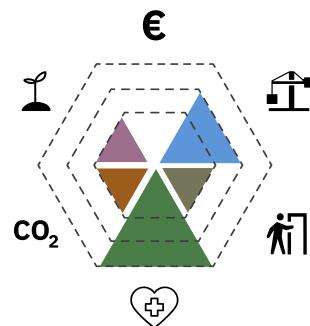
## REFERENCIA

*Redacción de los proyectos Básico y Ejecutivo y Dirección de las obras y coordinación en materia de seguridad y salud del edificio de 12 viviendas de protección pública en Fornells, Es Mercadal, Menorca. Instituto Balear de Vivienda (IBAVI), Baleares.*



## 6.2.5

# INCENTIVAR CONDICIONES CONCRETAS DE EJECUCIÓN (OBRAS MÁS CORTAS, MENOR RUIDO, MENOR GENERACIÓN DE RESIDUOS, MENOR OCUPACIÓN EN VÍA PÚBLICA...).



## OBJETIVO

Esta estrategia consiste en incluir criterios de adjudicación que generen beneficios adicionales que van más allá del objeto de la licitación y que promuevan **beneficios sociales positivos**.

## EXPLICACIÓN

Al emplear la contratación pública para incentivar beneficios sociales más amplios, la inversión pública trasciende la mera ejecución de proyectos para convertirse en un **motor de transformación social**. Dada su escala e impacto, la contratación pública tiene la capacidad de impulsar cambios estructurales, que fomenten la inclusión, mejoren la accesibilidad y refuerzen el tejido comunitario. Además, integrar criterios sociales en la adjudicación contribuye a una transición justa, ayudando a que los beneficios del desarrollo urbano se repartan de forma más amplia y equitativa.

### CREACIÓN DE EMPLEO :CONTRATACIÓN DE PERSONAS DESEMPLEADAS DEL BARRIO

El objetivo de esta cláusula es fomentar el impacto positivo del proyecto más allá de su objeto en materia social, en este caso, concretamente mediante la contratación durante un mínimo de 9 meses de **personas desempleadas del barrio**.



#### CLAUSULA

**Pliego de Cláusulas Administrativas.**

#### 4.3.3 OTROS CRITERIOS DE VALORACIÓN (Hasta 2 PUNTOS)

b. Compromiso social de contratación de personas desempleadas de Vitoria-Gasteiz (0,5 PUNTOS)  
Se valorará el número de empleos creados para la ejecución material de la obra, como consecuencia de la contratación de personas desempleadas del barrio dando especial reconocimiento a la implementación de acciones positivas para facilitar la formación y consiguiente contratación de las mujeres, garantizando una presencia equilibrada de los dos性.

Esto en cumplimiento de la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres (artículo 11, punto 1) y de la Ley Vasca 4/2005. De 18 de febrero, para la igualdad de mujeres y hombres (artículo 3, punto 5) que consideran la acción positiva una obligación para los poderes públicos, entendiéndola como un conjunto de estrategias y medidas temporales destinadas a corregir los efectos de la desigualdad de trato y de oportunidades que permiten corregir las discriminaciones que son resultado de un sistema social patriarcal. En este sentido, aceleran el proceso de avance hacia la igualdad real entre mujeres y hombres.

En su oferta la empresa tendrá que indicar el número de personas a emplear, las fechas para su formación e incorporación en base al cronograma propuesto y la duración mínima del contrato.

Se valorarán los plazos de formación y contratación y el total de meses de las personas cuyo contrato tenga una duración mínima de 9 meses.

#### REFERENCIA

*Pliego de condiciones para la contratación de obras para la rehabilitación profunda de edificios en el barrio de Zaramaga del municipio de Vitoria-Gasteiz bajo el programa PIIE 2022-2024, Vitoria-Gasteiz.*



AJUNTAMENT  
DE VALÈNCIA

València  
Clima i Energia

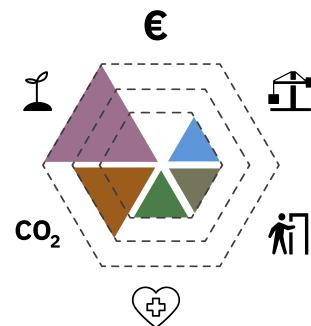


## 6.2.6

# INCENTIVAR LAS PROPUESTAS QUE GENEREN BENEFICIOS AMBIENTALES MÁS AMPLIOS.

### OBJETIVO

Esta estrategia consiste en incluir criterios de adjudicación que generen beneficios adicionales que van más allá del objeto de la licitación y que promuevan **beneficios ambientales positivos**.



### EXPLICACIÓN

Al emplear la contratación pública para incentivar beneficios ambientales más amplios, la inversión pública trasciende la mera ejecución de proyectos para convertirse en un **motor de regeneración ecológica**. Dada su escala e impacto, la contratación pública tiene la capacidad de impulsar cambios estructurales, promoviendo la descarbonización, la eficiencia en el uso de recursos y la protección de los ecosistemas. Además, integrar criterios ambientales en la adjudicación contribuye a una transición ecológica justa, asegurando que los beneficios del desarrollo urbano favorezcan la resiliencia climática y la sostenibilidad a largo plazo.

#### MADERA Y PRODUCTOS DERIVADOS PROCEDENTES DE EXPLOTACIONES FORESTALES SOSTENIBLES

El objetivo de esta cláusula es fomentar el impacto positivo del proyecto más allá de su objeto en materia ambiental, en este caso, exigiendo el **uso de madera y productos de madera con certificación ambiental** que acredite la sostenibilidad de la explotación forestal.



#### CLAUSULA

##### Pliego de Cláusulas Administrativas.

21.1.5. Condición especial de ejecución del contrato de carácter social relativa al cumplimiento de los pagos a empresas subcontratistas o suministradoras.

##### 1.2. Obligaciones medioambientales

21.2.3. El proyecto incorporará en sus prescripciones técnicas una o varias de las siguientes condiciones: Todas las maderas y productos de madera utilizados (incluidos mostradores de fibra de madera, contrachapados, DM y otros productos similares) deberán disponer de garantías de procedencia de explotaciones forestales sostenibles, acreditables mediante la certificación de gestión forestal sostenible, de acuerdo con los sistemas de certificación FSC o PEFC u otro sistema de certificación equivalente.

Alternativamente, se admitirá la utilización de madera reciclada con certificación, verificable mediante la ficha técnica del producto o documentación que acredite el cumplimiento del estándar "EPF recycled wood" o "FSC recycled".

Tendrán la clasificación E1 conforme a la norma EN 13986, los materiales de madera tales como los tableros de partículas (según UNE-EN 312), los tableros de fibras (según UNE-EN 622), los tableros de virutas (según UNE-EN 300).

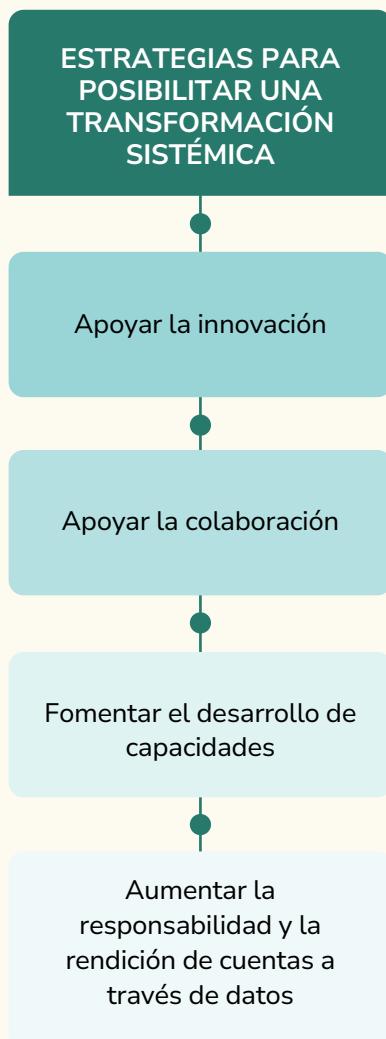
#### REFERENCIA

Redacción de proyectos, DF y CSS de rehabilitación energética, mejora de la accesibilidad y utilización y reparación de deficiencias en dos edificios en el barrio de Actur, Zaragoza. Sociedad Municipal Zaragoza Vivienda, Zaragoza.



## ESTRATEGIAS PARA POSIBILITAR UNA TRANSFORMACIÓN SISTÉMICA

6.3



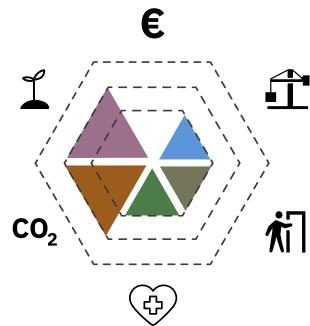
Estas estrategias buscan promover, desde la contratación pública, los **cambios estructurales** que son necesarios en el sector de la construcción para **hacer posible la transición justa hacia la neutralidad climática**. Promoviendo la innovación, colaboración, formación y la toma de decisiones basada en datos, se busca reforzar las capacidades del ecosistema para hacer frente a los retos, incertidumbre y complejidad que debe abordar en su evolución hacia modelos más sostenibles, equitativos y resilientes.

Apoyar la **innovación** implica facilitar la adopción de soluciones novedosas, contrarrestando la inercia y la aversión al riesgo, que necesariamente conlleva probar nuevas formas de hacer. Apoyar la **colaboración** busca promover el diálogo y la cooperación entre distintos actores del ecosistema –administraciones, empresas, centros de investigación y comunidades–, para lograr soluciones más integradas y resilientes. Fomentar el **desarrollo de capacidades** es esencial para dotar a los profesionales del sector de las competencias necesarias para implementar prácticas sostenibles y adaptarse a nuevas regulaciones y metodologías. Finalmente, fomentar la **toma de decisiones basada en datos** busca reforzar la capacidad de aprendizaje del ecosistema, a través de la generación y utilización de información, métricas e indicadores que sean robustos, útiles, y orientados a la acción.

## 6.3.1 APOYAR LA INNOVACIÓN

### OBJETIVO

Esta estrategia busca fomentar la **innovación**. De este modo, se pretende superar la aversión al riesgo y favorecer las licitaciones que incorporan novedades respecto al modo de hacer habitual.



### EXPLICACIÓN

La transición **exige experimentar y encontrar nuevas formas de hacer**. Sin embargo, las estructuras burocráticas, los sistemas de distribución de responsabilidades y la cultura dominante a veces dificultan probar nuevos modos de hacer. La contratación pública puede ayudar a superar estas barreras mediante estrategias que incentiven la innovación.

#### CLÁUSULA 46. MEJORAS DE INNOVACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Esta cláusula tiene como objetivo fomentar la propuesta de **innovaciones medioambientales** por parte de los equipos licitadores que conlleven un **ahorro energético o de agua**.

Para ello, se asignan 2.5 puntos en función del valor económico de la mejora presentada. Durante la fase de licitación deberá justificarse totalmente la viabilidad del programa propuesto y cómo las medidas incluidas resultan en un ahorro, así como los medios e instrumentos para conseguirlo y las aplicaciones informáticas de monitorización, control y seguimiento



#### CLAUSULA

##### Pliego de Cláusulas Administrativas.

Implantación de mejoras en los sistemas de ahorro energético y de agua que supongan menor consumo energético o de agua acreditado de los bienes y prácticas vinculadas con objeto de licitación.

Corresponderá la máxima puntuación al licitador que presente el mayor (i) valor económico de las mejoras ofertadas hasta un máximo del 10% adicional sobre el valor económico del contrato.

El resto de las ofertas se puntuarán proporcionalmente mediante regla de tres simple directa, o mediante la fórmula especificada en la valoración del criterio precio.

Se puntuará con 0 puntos a la oferta que no proponga ninguna mejora.

#### REFERENCIA

Catálogo de Cláusulas Ambientales. Nivel Avanzado, Urbanización. Ayuntamiento de Madrid, año 2023. Madrid.

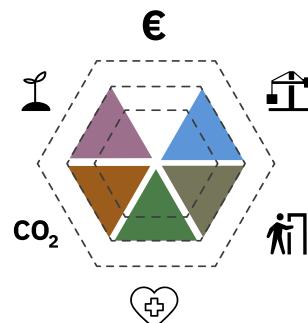


## 6.3.2

# APOYAR LA COLABORACIÓN

## OBJETIVO

Esta estrategia consiste en priorizar las licitaciones que contribuyan a la **colaboración**, reconociendo que es un aspecto esencial para el logro de los objetivos climáticos, sostenibles y sociales a largo plazo.



## EXPLICACIÓN

Los objetivos climáticos, sociales y medioambientales de la transición requieren de la colaboración entre diferentes agentes para **compartir perspectivas, prioridades** y recursos. Desde la contratación pública se pueden favorecer las propuestas que incluyan mecanismos y estrategias para ayudar a la colaboración entre actores y generar infraestructuras e incentivos que ayuden a pasar de un paradigma de competición a uno de **cooperación y sinergias**. Dada la complejidad, escala y velocidad del cambio necesario para la neutralidad climática, es esencial fortalecer la capacidad de actuar de forma coordinada, complementaria y coherente de los actores del ecosistema.

### COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN CON LA COMUNIDAD DE PROPIETARIOS

Esta cláusula tiene como objetivo fomentar la **coordinación y comunicación con la comunidad de propietarios** durante el transcurso de la rehabilitación.

Para ello, en la propuesta se incluirá una memoria en la que se desarrollará el contenido en materia de medidas para minimizar molestias y resolución de dudas.



## CLAUSULA

### Pliego de Cláusulas Administrativas.

Se valorarán con hasta 8 puntos:

Las medidas adoptadas para la minimización de molestias mediante la adopción de actuaciones de coordinación y comunicación con las personas usuarias, vecinas y otras entidades que pudieran verse afectadas por las obras.

Resolución de las dudas que pudieran surgir en el transcurrir de las obras.

## REFERENCIA

Pliego de condiciones para la contratación de obras para la rehabilitación profunda de edificios en el barrio de Zaramaga del municipio de Vitoria-Gasteiz bajo el programa PIIE, 2022-2024. Vitoria-Gasteiz.



AJUNTAMENT  
DE VALÈNCIA

València  
Clima i Energia

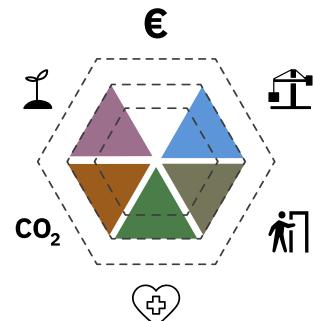
URBA NEW  
VALÈNCIA

### 6.3.3

## FOMENTAR EL DESARROLLO DE CAPACIDADES

### OBJETIVO

Esta estrategia busca **promover la formación y capacitación de los equipos** relacionados con la licitación y el personal empleado en el diseño, ejecución de las obras o mantenimiento..



### EXPLICACIÓN

Los compromisos climáticos exigen al sector de la construcción nuevas consideraciones, decisiones con criterios adicionales y formas de hacer diferentes para las cuales no siempre están formados (evaluación ambiental, gestión de residuos, uso de materiales reciclados o de base biológica, la reducción de emisiones...). Incluir en la contratación pública mecanismos para incentivar la **capacitación de agentes del sector** puede ayudarlo a desarrollar las capacidades necesarias. Esta estrategia contribuye también a reforzar la capacidad del ecosistema o sector más allá de la licitación a la que se aplica.

### ACCIONES FORMATIVAS O CURSOS DE FORMACIÓN

Esta cláusula tiene como objetivo valorar en los criterios de adjudicación las **acciones formativas destinadas al personal empleado en la ejecución de las obras**.



#### CLAUSULA

##### Pliego de Cláusulas Administrativas.

Se valorará hasta con un máximo de 15 puntos la realización de acciones formativas o cursos de formación destinados al personal destinado para la ejecución de las obras sobre aspectos concretos que resultan de aplicación a este contrato, de acuerdo al siguiente baremo:

- De 3 a 5 horas: 3 puntos
- De 6 a 9 horas: 6 puntos
- De 10 a 14 horas: 9 puntos
- De 15 a 20 horas: 12 puntos
- Más de 20 horas: 15 puntos

En el compromiso deberán especificarse:

- Las temáticas concretas sobre las que se realizarán las acciones formativas o cursos de formación, excluyendo las referentes a SSL.
- La planificación temporal prevista de las acciones formativas o cursos de formación, con indicación de la duración aproximada de cada curso.
- Las categorías profesionales y número aproximado de las personas trabajadoras destinatarias de las acciones formativas o cursos de formación.

Las acciones formativas tendrán que impartirse en un plazo máximo de 3 meses desde el inicio de la prestación. Las formaciones deberán alcanzar, de forma proporcional y siempre que el volumen de la plantilla de los empleados de la empresa lo permita, a varias categorías profesionales implicadas en la prestación del servicio. A efectos del cómputo de horas de este criterio se tendrá en cuenta la duración de los cursos formativos y no la acumulación de horas formativas satisfechas por cada empleado.

No se valorarán los compromisos que no contengan las anteriores especificaciones, correspondiéndoles en ese caso 0 puntos.

El Órgano de Contratación podrá requerir al adjudicatario, en cualquier momento durante la ejecución del contrato, la acreditación de haber efectuado efectivamente las acciones formativas ofertadas.

#### REFERENCIA

Construcción de un edificio de 12 y 22 viviendas de protección pública y aparcamientos en Marratxí, Mallorca. Instituto Balear de Vivienda (IBAVI), Baleares.

REDACCIÓN  
DE  
PROYECTO



EJECUCIÓN



OBRA  
NUEVA



REHABILITACIÓN

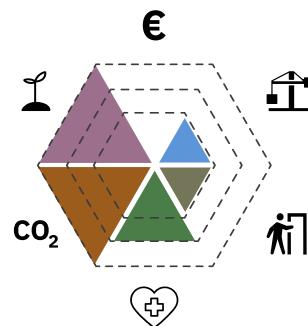


## 6.3.4

# FOMENTAR LA TOMA DE DECISIONES BASADA EN DATOS

## OBJETIVO

Esta estrategia promueve la generación y recogida de información fiable, comparable y de calidad para facilitar la **toma de decisiones basada en datos**.



## EXPLICACIÓN

Esta estrategia busca aumentar la disponibilidad de **información de calidad y fiable**, esencial para avanzar en el establecimiento de líneas base, estándares y objetivos, por ejemplo, de reducción de emisiones. Impulsar el uso de materiales con Declaración Ambiental de Producto o la realización de Análisis de Ciclo de Vida desde la contratación pública contribuye a que se consideren los impactos ambientales de forma detallada y mediante metodologías probadas, a proporcionar información fiable y comparable, y a avanzar en el conocimiento necesario para establecer objetivos ambiciosos que respondan a la realidad local.

### REALIZACIÓN DE UN ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

Esta cláusula tiene como objetivo incentivar la **realización de Análisis de Ciclo de Vida (ACV)** para mejorar la disponibilidad de información fiable y comparable del impacto de los proyectos. Para ello, exige la realización de un ACV, establece el alcance mínimo y proporciona indicaciones en cuanto herramientas y metodologías aceptadas. Tras la declaración responsable en fase de licitación, durante la fase de ejecución se proporcionará al responsable del contrato el resultado del Análisis de Ciclo de Vida del proyecto, que se ajustará a la norma UNE-EN 15978 o equivalente y detallará alcance y supuestos, datos básicos del proyecto, descripción de los elementos constructivos considerados, vida útil considerada y descripción de las bases de datos empleadas.



## CLAUSULA

### Pliego de Prescripciones Técnicas

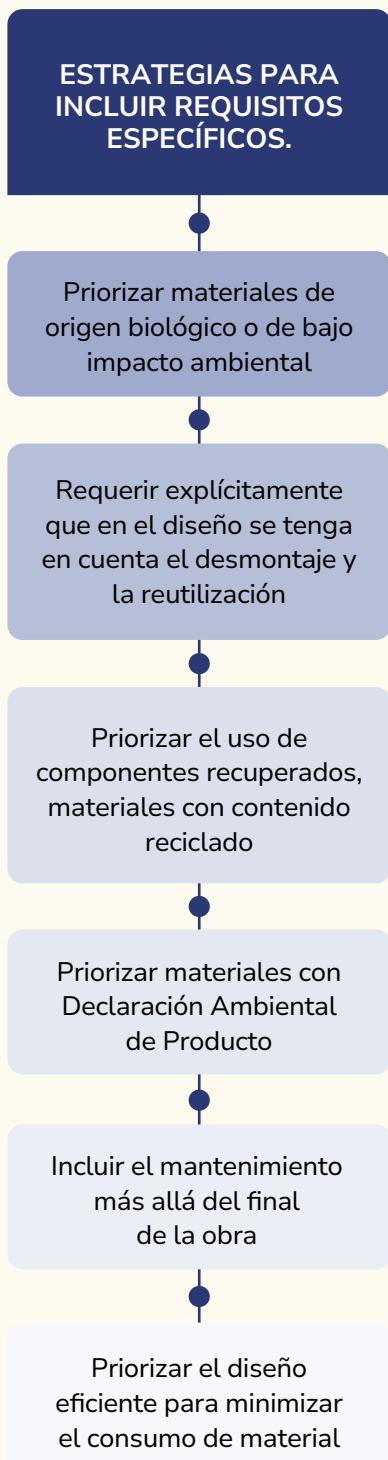
La entidad adjudicataria realizará el Análisis de Ciclo de Vida del proyecto, de acuerdo a estándares UNE-EN ISO 15978, UNE-EN ISO 14044 y UNE-EN ISO 14040 vigentes, o equivalente, empleando herramientas de cálculo tipo Ecómetro ACV, Simapro, OneClick LCA o equivalente, y bases de datos de ciclo de vida reconocidas internacionalmente, que cumplan UNE-EN ISO 14044 o equivalente, tales como Bath Inventory of Carbon and Energy (ICE), Ecoinvent o equivalente.

El Análisis de Ciclo de Vida cubrirá al menos las etapas A1-A4, B1-B5 y C1-C4 y especificará el impacto en kg de CO2 equivalente para cada una de las etapas, de acuerdo con las normas UNE-EN ISO 15978 y UNE-EN ISO 14040 o equivalente.

## REFERENCIA

Catálogo de Cláusulas Ambientales. Nivel Avanzado, Edificación. Ayuntamiento de Madrid, año 2023. Madrid.





Las estrategias para incluir requisitos específicos en la contratación pública sostenible buscan establecer criterios claros y medibles que promuevan un **menor impacto ambiental**, una **mayor eficiencia en el uso de recursos** en el sector de la construcción y la inclusión de requisitos para **prolongar la vida útil de los edificios**.

A diferencia de enfoques que incentivan la innovación sin prescribir soluciones concretas, estas estrategias fijan **condiciones específicas** que deben cumplir los proyectos para garantizar que contribuyan a objetivos de sostenibilidad ambiental y de circularidad. Estas estrategias incluyen la priorización de materiales de origen biológico o con bajo impacto ambiental, la exigencia de diseños que contemplen el desmontaje y la reutilización, el fomento del uso de materiales reciclados o con certificaciones ambientales, la inclusión del mantenimiento más allá de la finalización de la obra y la priorización del diseño eficiente para minimizar el consumo de materiales.

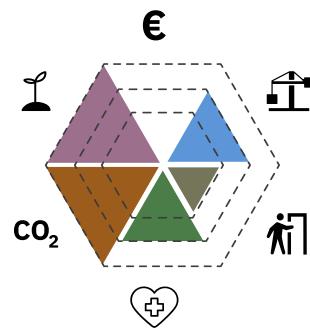
Al establecer estos requisitos desde la fase de contratación, se asegura que las soluciones constructivas cumplan con estándares de sostenibilidad y circularidad, promoviendo la reducción de emisiones, el aprovechamiento de recursos y la adaptación a modelos más resilientes y responsables en el sector de la construcción.

## 6.4.1

# PRIORIZAR MATERIALES DE ORIGEN BIOLÓGICO O DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

## OBJETIVO

Esta estrategia fomenta la **utilización de materiales de origen biológico, renovables, biodegradables y de menor huella ecológica** en licitaciones de proyectos, dirección de obras o ejecución de obras.



## EXPLICACIÓN

Esta estrategia busca promover el empleo de la contratación pública para priorizar materiales de origen biológico como son la madera, el corcho, la lana, el cáñamo o el bambú y cuyo **impacto ambiental es significativamente menor** que el de materiales más ampliamente usados como el hormigón, el acero o los aislamientos derivados del petróleo. Con este enfoque se pretende reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, apoyar la economía circular y lograr otros co-beneficios como pueden ser obras menos ruidosas, tiempos de ejecución más cortos, materiales más saludables etc.

### IMPOSICIÓN DE QUE LA PROPUESTA ESTÉ DESARROLLADA FUNDAMENTALMENTE EN MADERA

El objetivo de esta cláusula es **fomentar el uso de la madera** en el diseño de los proyectos, tanto a nivel de la estructura como de los cerramientos. Para ello, este pliego de condiciones impone que la propuesta arquitectónica sea realizada en madera.

El Servicio Gallego de Salud (SERGAS) y la Agencia Gallega de la Industria Forestal (XERA) han establecido un marco de colaboración para fomentar la incorporación progresiva del diseño biofílico y el empleo de materiales naturales, con especial énfasis en la madera, en los edificios sanitarios.



### CLAUSULA

Esta estrategia se aplica en el **Pliego de Cláusulas Administrativas como criterios de adjudicación**.

#### A.1) Propuesta técnica arquitectónica

A partir del análisis de las necesidades funcionales y de espacios que recoge el plan funcional y el programa de espacios [...], se definirá una **propuesta arquitectónica desarrollada fundamentalmente en madera**, tanto en la estructura como en los cerramientos.

La propuesta arquitectónica se desarrollará a nivel de idea o estudio previo y consistirá en un documento que contenga los siguientes apartados:

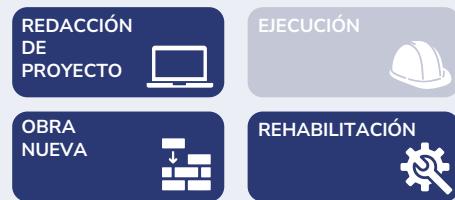
- Una memoria explicativa sobre la concepción y los aspectos más destacables del diseño arquitectónico propuesto, toda vez que el material empleado deberá ser fundamentalmente madera.
- La propuesta gráfica que el licitador considere oportuna para definir su propuesta: esquemas, planos, perspectivas, etc.

#### A.2) Planteamiento constructivo y de instalaciones

Se tendrán en cuenta los condicionantes que supone la utilización de un **sistema constructivo desarrollado fundamentalmente en madera**. Asimismo, se valoran las soluciones que tengan en consideración la eficiencia energética.

### REFERENCIA

Contratación de los servicios de redacción del proyecto básico y de ejecución, así como de la dirección de obra, para la ampliación y reforma del centro de salud de O Porriño, Pontevedra. Año 2019



AJUNTAMENT  
DE VALÈNCIA

València  
Clima i Energia

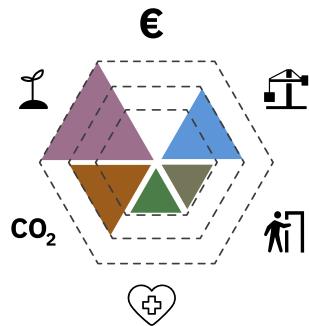
URBA NEW  
VALÈNCIA

## 6.4.2

# REQUERIR EXPLÍCITAMENTE QUE EN EL DISEÑO SE TENGA EN CUENTA EL DESMONTAJE Y LA REUTILIZACIÓN.

## OBJETIVO

Esta estrategia busca asegurar que el diseño considere el ciclo completo de vida del edificio y que, frente a la demolición tradicional, se favorezca la **recuperación, reutilización y reciclaje de materiales y componentes**.



## EXPLICACIÓN

Esta estrategia promueve modelos circulares que consideren el ciclo de vida completo del edificio e incorporen medidas para reducir el impacto asociado a su fin de vida útil. Para ello, es fundamental integrar desde el diseño soluciones que permitan **alargar la vida útil de los materiales y componentes a través de su desmontaje y reutilización**.

Incluir en la contratación pública requisitos que prioricen sistemas reversibles, modulares y técnicas de desmontaje selectivo facilita la recuperación de recursos y su reintroducción en nuevos ciclos de usos, reduciendo residuos y optimizando materiales.

### DEMOLICIÓN Y DECONSTRUCCIÓN SELECTIVA

Esta cláusula tiene como objetivo **prolongar la vida útil de materiales y componentes**, reduciendo el impacto negativo en cuanto a emisiones y generación de residuos del fin de vida de un edificio.

Para ello, requiere:

- Durante la fase de licitación: compromiso por parte de la entidad licitadora a establecer medidas para la demolición o deconstrucción selectiva
- Durante la fase de ejecución: presentación al responsable del contrato de un listado de medidas que se han incorporado al diseño con ese objetivo razonando su inclusión y los resultados esperados.



### CLAUSULA

#### Pliego de Prescripciones Técnicas.

En el proyecto se deberá incorporar la optimización funcional en el diseño de elementos constructivos y la **consideración e incorporación de medidas y soluciones constructivas para el fomento de la demolición o deconstrucción selectiva al final de la vida útil de la edificación**, atendiendo a criterios de economía circular y la Ley de Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Concretamente, las medidas deberán contemplar la clasificación de los residuos de la construcción y demolición no peligrosos en, al menos, las siguientes fracciones:

- Madera
- Fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra)
- Metales
- Vidrio
- Plástico
- Yeso

Además, se deberán identificar los elementos reutilizables tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales.

### REFERENCIA

Catálogo de Cláusulas Ambientales. Nivel Avanzado, Edificación. Ayuntamiento de Madrid, año 2023. Madrid.

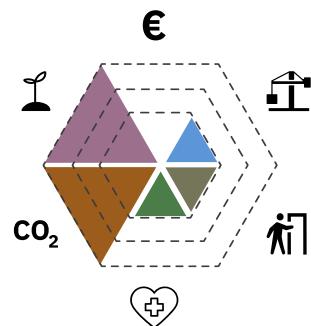


## 6.4.3

# PRIORIZAR EL USO DE COMPONENTES RECUPERADOS Y MATERIALES CON CONTENIDO RECICLADO.

## OBJETIVO

Esta estrategia pretende fomentar la **transición hacia modelos circulares** promoviendo la utilización de componentes recuperados y materiales con contenido reciclado en la ejecución de obras.



## EXPLICACIÓN

Incorporar **materiales recuperados y con contenido reciclado** en la construcción reduce la extracción de recursos naturales y disminuye la generación de residuos. Las posibilidades son diversas, desde la reutilización de elementos existentes, como ladrillos, puertas o pavimentos, hasta la exigencia de porcentajes mínimos de contenido reciclado en materiales clave. Para garantizar su aplicación, se pueden establecer requisitos específicos en los pliegos de contratación, como el uso de acero con un porcentaje mínimo de material reciclado pre o post-consumo, o la definición de objetivos de contenido reciclado para toda la obra o para materiales concretos.

### EXIGENCIA DE EMPLEO DE MATERIALES DE RECUPERACIÓN EN LA OBRA

El objetivo de esta cláusula es garantizar el uso en obra de **materiales recuperados**, especialmente en aquellos casos en los que existe un mercado consolidado dentro de la economía circular y que se han preidentificado.

Para ello, el órgano adjudicador proporciona a los contratistas información y recursos sobre fuentes fiables de suministro de estos materiales, incluyendo plataformas especializadas, redes de proveedores y bases de datos de materiales recuperados.



### CLAUSULA

#### Pliego de Cláusulas Administrativas.

Se solicita a las empresas que suministren lotes de materiales de reutilización para una serie de partidas claramente identificadas en los documentos técnicos.

Estas partidas incluyen, en particular:

- Los ladrillos de revestimiento de las fachadas.
- Los revestimientos de suelo de baldosas y los azulejos murales.
- Algunos equipos sanitarios.

Los lotes de materiales de reutilización pueden proceder de varias fuentes:

- **Cadenas estables del mercado de reutilización.** (Solo en el noroeste de Europa existen aproximadamente 1.500 empresas especializadas en la venta de materiales cuidadosamente desmontados durante trabajos de demolición. Estos proveedores pueden constituir una alternativa de abastecimiento a los materiales nuevos).
- **Otras obras en curso** (ya sean del mismo poder adjudicador o no, del sector público o privado, etc.). Es posible que, durante la ejecución de los trabajos, la empresa o el poder adjudicador identifiquen en otros proyectos en curso fuentes de materiales susceptibles de ser reutilizados en el proyecto. Esta posibilidad ha sido contemplada en las cláusulas de revisión.

### REFERENCIA

Construcción de un complejo de viviendas colectivas en Chaussée d'Anvers. Community Land Trust, Bruselas, Bélgica.



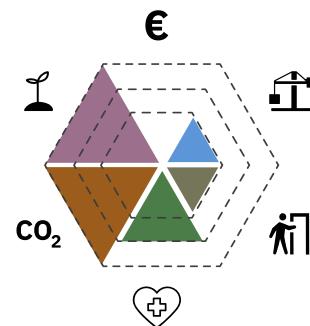
AJUNTAMENT  
DE VALÈNCIA

València  
Clima i Energia



## 6.4.4

# PRIORIZAR EL USO DE MATERIALES CON DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO



## OBJETIVO

Esta estrategia incentiva la utilización de **materiales con Declaración Ambiental de Producto (DAP)**, favoreciendo el análisis sistemático de los impactos ambientales de los productos empleados y, a través de su **visibilización, análisis y reflexión**, promover la elección de alternativas de menor impacto.

## EXPLICACIÓN

Fomentar el uso de materiales con DAP apoya el mercado de productos sostenibles y contribuye a que más fabricantes informen detalladamente sobre el **impacto ambiental** de sus productos. Esto incluye aspectos clave como sus efectos en el cambio climático, el consumo de recursos naturales finitos y la generación de residuos.

Al visibilizar estos impactos, se facilita una **toma de decisiones más informada y precisa**, permitiendo elegir materiales con menor huella ambiental y alentando a los fabricantes a mejorar la **transparencia** y el rendimiento ambiental de sus productos.

### EXIGENCIA DE EMPLEO DE MATERIALES DE RECUPERACIÓN EN LA OBRA

Esta cláusula tiene como objetivo incentivar el **empleo de productos que hayan realizado una evaluación estandarizada y robusta de sus impactos medioambientales**, priorizando el uso de materiales que dispongan de Declaración Ambiental de Producto. Para ello, se destinan hasta 20 puntos (sobre 100) para aquellas licitaciones que incluyan materiales con DAP, en particular para el aislamiento térmico de cubierta y cerramiento.



## CLAUSULA

### Pliego de Cláusulas Administrativas.

- Ofrece utilizar un aislamiento térmico en la cubierta y un sistema de aislamiento térmico por el exterior que dispongan de DAP: 20 puntos
- Ofrece utilizar un sistema de aislamiento térmico por el exterior que disponga de DAP: 10 puntos
- No ofrece ninguna declaración ambiental de producto: 0 puntos

## REFERENCIA

Obras de rehabilitación de los edificios comprendidos en el Área de Rehabilitación Edificatoria (ARE) COR\_102 de Cornellà de Llobregat del programa CMH4 del Plan Metropolitano de Rehabilitación de Viviendas (PMRH). Consorcio de la vivienda del área metropolitana de Barcelona (CMH).



REDACCIÓN  
DE  
PROYECTO

OBRA  
NUEVA

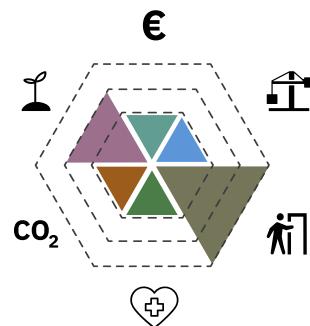


EJECUCIÓN

REHABILITACIÓN

## 6.4.5

# INCLUIR EL MANTENIMIENTO MÁS ALLÁ DEL FINAL DE LA OBRA.



## OBJETIVO

El objetivo de esta estrategia es valorar y fomentar el compromiso con el **mantenimiento** de la obra una vez finalizada, asegurando que los materiales, instalaciones y soluciones constructivas sigan funcionando adecuadamente a lo largo del tiempo.

## EXPLICACIÓN

Esta estrategia busca extender la responsabilidad del contratista más allá del periodo obligatorio, promoviendo la inclusión de plazos de mantenimiento más largos o incluso contratos adicionales. Esto no solo contribuye a asegurar la **calidad y correcta ejecución** de la obra sino que exige un **compromiso y responsabilidad** del contratista con la sostenibilidad del proyecto en el tiempo durante la fase post-obra, mejorando el periodo de vida útil de la construcción y contribuyendo a optimizar los recursos a largo plazo. Estas exigencias facilitan además, la actualización de instalaciones y un **traspaso adecuado de conocimientos** al personal encargado de su mantenimiento posterior.

### AMPLIACIÓN DEL PERIODO DE GARANTÍA DE LA OBRA

El objetivo de esta cláusula es premiar el **compromiso de calidad y mantenimiento** de la obra valorando las propuestas que aumenten el periodo de garantía más allá de un año.



### CLAUSULA Pliego de Cláusulas Administrativas.

Se valora dentro de los criterios de adjudicación cuantificables automáticamente la ampliación del plazo de garantía en dónde la puntuación se otorga en base a la cuantía de la ampliación:

- 0 puntos: no amplía plazo (garantía total de 1 año)
- 10 puntos: amplía 6 meses (garantía total 1 año y seis meses)
- 20 puntos: amplía 1 año (garantía total 2 años)

## REFERENCIA

Contrato de obras de reforma y mejora energética de 5 viviendas municipales en el Cabanyal, Valencia. Ayuntamiento de Valencia.

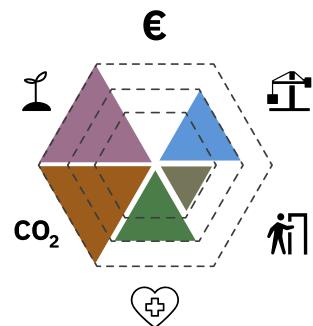


## 6.4.6

# PRIORIZAR EL DISEÑO EFICIENTE PARA MINIMIZAR EL CONSUMO DE MATERIAL.

## OBJETIVO

El objetivo de esta estrategia es promover el diseño de edificios que **optimicen el uso de materiales**, minimizando su consumo y el desperdicio, a través de la implementación de soluciones constructivas racionalizadas y adaptadas a principios de **eficiencia**. De esta manera, se busca reducir el impacto ambiental asociado a la construcción, promoviendo una utilización más responsable de los recursos.



## EXPLICACIÓN

Esta estrategia promueve la valoración de propuestas que racionalicen la estructura y utilicen componentes prefabricados, lo que **reduce el consumo de materiales y mejora la eficiencia en la obra**. Además, fomenta el empleo de soluciones sostenibles, como **sistemas pasivos** para reducir la demanda energética y el uso de materiales reciclables. También impulsa la priorización del **diseño flexible** que permita adaptaciones futuras, así como un mantenimiento sencillo, lo que facilitará la reutilización y el reciclaje de los componentes.

### INDUSTRIALIZACIÓN, SOSTENIBILIDAD Y CIRCULARIDAD

El objetivo de esta cláusula es valorar criterios de sostenibilidad como **la circularidad, uso de sistemas pasivos de energía y la elección de componentes industrializados en la construcción**.



#### CLAUSULA Pliego de Cláusulas Administrativas.

Para evaluar los proyectos presentados en la 2<sup>a</sup> fase se considerarán los puntos 1, 2, 3, 4 y 5:

(...)

#### 5. Industrialización, sostenibilidad y circularidad – 5 de 25 puntos

Puesto que el concurso se orienta hacia la construcción industrializada, se valorará que la estructura sea lo más racionalizada posible y que el resto de los elementos constructivos se definan como componentes prefabricados, los cuales deben permitir la competencia abierta de diferentes industriales por la futura licitación de las obras.

En cuanto a los criterios de sostenibilidad, se valorará la utilización de los sistemas pasivos para reducir la demanda energética del edificio y la mínima dependencia de elementos de control mecánico para reducir el mantenimiento asociado.

En referencia a la circularidad, se valorará la capacidad de la estructura para acoger futuros usos distintos, y la previsión de un fácil mantenimiento, sustitución y reciclaje de los componentes de vida más corta, como pueden ser las instalaciones.

#### REFERENCIA

Servicio de redacción del proyecto de las obras de construcción de 20 viviendas de protección oficial en régimen de alquiler en la C/ Marroc 124-126 del barrio de Poblenou, Barcelona. Instituto Municipal de la Vivienda y Rehabilitación de Barcelona (IMHAB), Cataluña, España



## REDACCIÓN:

Fundació València Clima i Energia

Fundación Cesefor (Área de Biociudades y Área de Industria y Construcción con Madera) en el marco del proyecto URBANEW.

citiES 2030, Dark Matter Labs y Democratic Society en el marco del proyecto EUCINCO 2.0.

## DIRECCIÓN Y EDICIÓN:

**Alejandro Alonso**

(València Clima i Energia, Técnico de Proyectos Europeos)

## EQUIPO DE REDACCIÓN Y COLABORADORES:

**Hamza Briki**

(Fundación Cesefor, área de Biociudades).

**Javier Frades Orallo**

(Fundación Cesefor, área de Biociudades).

**Lola Cadarso Anza**

(Fundación Cesefor, área de Biociudades).

**Melanie Amato**

(Fundación Cesefor, área de Biociudades).

**Manuel García Barbero**

(Fundación Cesefor, área de Industria y Construcción con Madera).

**Pablo Alonso Parracía**

(Fundación Cesefor, área de Industria y Construcción con Madera).

**Andrea Lusquiños Mansilla**

(citiES 2030, facilitadora de la plataforma)

**Alicia Carvajal Rowan**

(Dark Matter Labs, área de entorno construido y políticas públicas)

**Aurora González-Adalid**

(Demsoc, Knowledge and narratives management)

**Ana Salom**

(Zuloark, ilustración editorial)

## DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

Xinxeta Multimedia

## IMPRESIÓN:

Impresos Grafimprés

## Edición 2025.

**Fundación València Clima i Energia**

C/ Joan Verdaguer, 16, 46024 Valencia

961 061 588

climaienergia@climaienergia.com

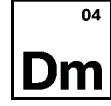
## COLABORADORES SOCIOS DEL PROYECTO URBANEW



CORAZÓN FORESTAL, espíritu investigador

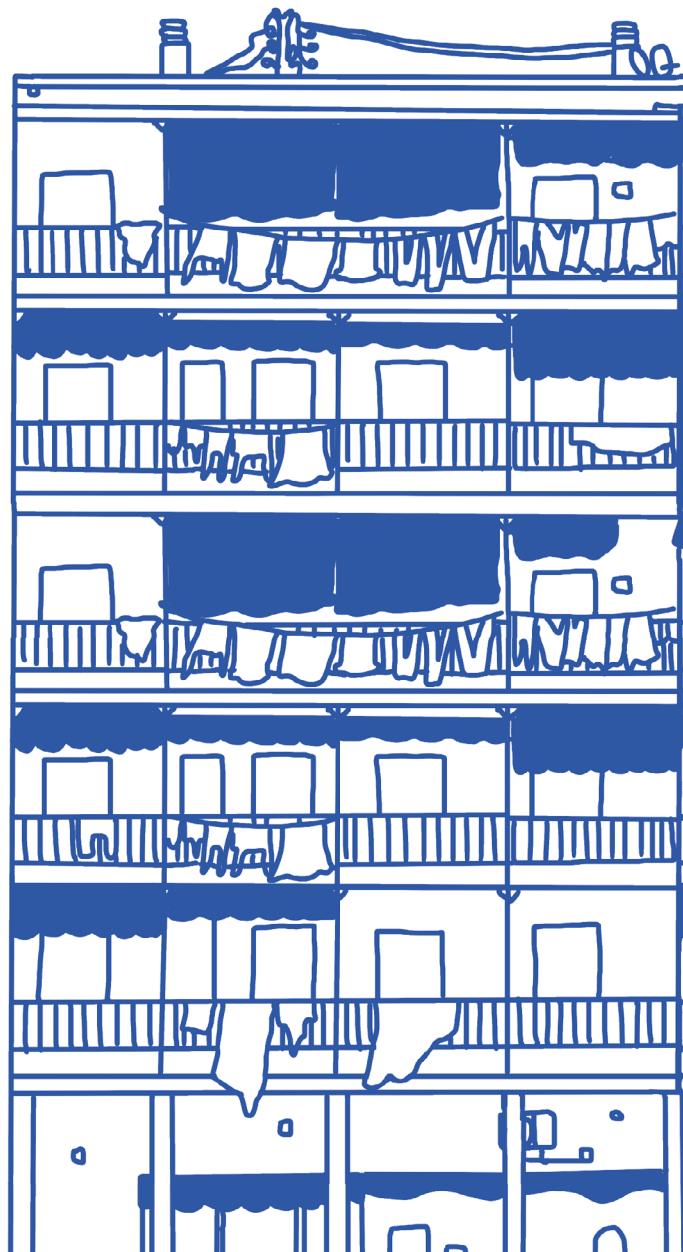


## COLABORADORES SOCIOS DEL PROYECTO EUCINCO 2.0



## LA INICIATIVA EUCINCO 2.0 RECIBE FINANCIACIÓN DE LA FUNDACIÓN LAUDES.

Laudes —  
— Foundation



Funded by  
the European Union



URBANEW

**ESTE PROYECTO:** CINEA-H2020-NZC101036519-PCP- Vitoria-Gasteiz City Council-Multi-stakeholder innovative & systemic solutions for urban regeneration: Spain-2023-2025 pertenece al Programa Pilot Cities, en el marco de 'Accelerating cities' transition to net zero emissions by 2030' - 'NetZeroCities' Acuerdo de subvención nº 101036519. Desarrollado por Netzero cities (EIT Climate KIC), Financiado por Environment Executive Agency (CINEA) en el Programa Marco Horizonte 2020 para la Investigación y la Innovación (2014-2020).