

GUÍA DE REHABILITACIÓN CON SOLUCIONES DE YESO

Mayo 2023

Mejora el confort
acústico y térmico

Incluye un ejemplo de
rehabilitación simulado
energéticamente y
aplicando las ayudas
Next Generation

A T E D Y

ASOCIACIÓN TÉCNICA Y
EMPRESARIAL DEL YESO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2. BENEFICIOS DE LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS CON SOLUCIONES EN BASE YESO | 7 |
| 3. SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN CON YESO | 11 |
| 4. TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LAS OBRAS DE REHABILITACIÓN | 59 |
| 5. EJEMPLO DE REHABILITACIÓN DE UNA VIVIENDA INTERMEDIA EN UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN ALTURA | 62 |
| 6. EJEMPLO DE REHABILITACIÓN DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN ALTURA | 76 |
| 7. CONCLUSIONES | 82 |
| ANEXO A | 85 |
| ANEXO B | 94 |
| RELACIÓN DE FIGURAS | 97 |
| RELACIÓN DE TABLAS | 98 |

01

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La Asociación Técnica y Empresarial del Yeso (ATEDY) presenta esta guía orientada a informar al ciudadano, comunidades de vecinos, instaladores, proyectistas y otros agentes involucrados sobre las distintas soluciones de rehabilitación empleando productos de yeso o en base yeso.

Los edificios dónde habitamos en la mayoría de los casos tienen unas deficitarias condiciones térmicas y acústicas que afectan a nuestra calidad de vida y confort. Además, suponen un perjuicio para el medio ambiente ya que son responsables de gran parte de las emisiones de gases contaminantes emitidas a la atmósfera. Nuestro parque edificatorio está envejecido y la administración consciente de ello está haciendo un esfuerzo para impulsar la rehabilitación de los edificios. Por ello se han habilitado programas de ayudas para rehabilitar las viviendas¹ que se han puesto en marcha en los últimos años.

El compromiso fijado por el Reino de España a la Unión Europea en tasas de rehabilitación es de 300.000 viviendas para el año 2030. Actualmente las tasas de rehabilitación son muy bajas. En el sector terciario también se ha planteado un compromiso de rehabilitar al menos 5 millones de metros cuadrados/año. Por tanto, en los próximos años tanto la administración, como todo el sector de la construcción y usuarios deberán trabajar conjuntamente para alcanzar dichos objetivos.

Esta guía indica algunos de los beneficios de rehabilitar los edificios con soluciones en base yeso. Presenta distintas soluciones de rehabilitación detallando las ventajas y beneficios de cada una de ellas. Siendo soluciones adecuadas para la rehabilitación, aunque también son válidas en obra nueva.

El sector del yeso está comprometido con el Pacto Verde Europeo y nuestras soluciones juegan un papel relevante en el sector de la construcción para descarbonizar los edificios, ya que los componentes de yeso en combinación con materiales de aislamiento son clave para reducir las necesidades energéticas y mejorar la habitabilidad en edificios tanto en obra nueva como en rehabilitación.

La guía contempla las soluciones de rehabilitación más habituales empleando productos en base yeso detallando las ventajas y beneficios en la rehabilitación. Para complementar las soluciones se incluye un capítulo que muestra ejemplos de rehabilitación. En concreto se simularán energéticamente las soluciones aplicadas a viviendas dentro de un edificio, mostrando los potenciales ahorros energéticos y beneficios de las soluciones y posteriormente

1. Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-16233 y Real Decreto-ley 19/2021, de 5 de octubre, de medidas urgentes para impulsar la actividad de rehabilitación edificatoria

se simula el bloque entero. A partir de los resultados del ejemplo se evaluará la aplicación de las ayudas disponibles por la administración, de esta forma se calcularán los costes de las distintas intervenciones para facilitar información de los costes por vivienda para ayudar al ciudadano a la toma de decisión a la hora de acometer una reforma o rehabilitación en edificios de viviendas.

Esta guía pretende:

1. Mostrar las soluciones disponibles en base yeso adecuadas para la rehabilitación o reforma en todo tipo de edificios
2. Identificar posibles situaciones en los que se pueden acometer actuaciones de rehabilitación para elegir algunas de las soluciones propuestas en el punto 1.
3. Proporcionar detalles y ventajas de dichas soluciones.

02

**BENEFICIOS DE LA
REHABILITACIÓN DE
VIVIENDAS CON
SOLUCIONES EN BASE
YESO**

2. BENEFICIOS DE LA REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS CON SOLUCIONES EN BASE YESO

Las soluciones de rehabilitación en base yeso, asociadas con productos de aislamiento, aportan unas prestaciones de aislamiento térmico y acústico que mejoran el confort térmico y acústico, aportan un acabado óptimo y mejoran el bienestar de los espacios. En muchos casos realizar una actuación de rehabilitación global por el exterior presupone un acuerdo, siempre difícil, entre todos los ocupantes del edificio a rehabilitar, en cambio las soluciones realizadas por el interior además de complementarias, su ejecución depende exclusivamente del dueño del piso o parte del edificio.

Los niveles de aislamiento térmico y acústico de las viviendas existentes están muy por debajo de las exigencias de una vivienda nueva. Las soluciones de rehabilitación propuestas en esta guía son soluciones realizadas fundamentalmente por el interior que permitan alcanzar los estándares de confort, habitabilidad, así como la reducción de emisiones y de las facturas energéticas debido a la reducción de las necesidades de calefacción y refrigeración. También es importante destacar que toda mejora supondrá una revalorización de la vivienda.

El yeso es un material natural totalmente reciclable permitiendo que el material sea reincorporado al ciclo de vida sin que pierda sus excepcionales características.

Es importante resaltar que los productos de yeso y sus soluciones constructivas reducen la transmisión acústica de las fachadas, medianeras y divisiones interiores con otras viviendas, reduciendo la transmisión del ruido (aéreo e impacto) entre paramentos y suelos que delimitan dos recintos.

El yeso es un material intrínsecamente resistente al fuego por su composición natural, ofreciendo una solución de alta calidad para prevenir su propagación en edificios. El yeso en su propia constitución posee dos moléculas de agua por cada molécula de sulfato calcio. Mientras el agua contenida en el yeso no está evaporada, la temperatura de la masa del yeso queda por debajo de 140 °C, confiriendo al yeso excelentes cualidades de protección pasiva frente al fuego.

Existe una casuística muy variable a la hora de rehabilitar un edificio, dependiendo del tipo de trabajo o actuación que se va a llevar en un edificio:

- Tareas de reparación: aquellas actuaciones de reparación realizadas en las paredes, particiones o techos dañados debido a humedades, daños superficiales, así como desperfectos debido al uso.
- Trabajos de mantenimiento/reorganización: Para evitar las reparaciones, es importante llevar a cabo las operaciones de mantenimiento que aseguren el correcto funcionamiento según lo previsto y mantener las prestaciones del edificio. La sustitución o renovación de

los baños o aseos, el cambio de la cocina o la redistribución de los espacios interiores al cambiar las necesidades de los usuarios.

- Mejora o ampliación: rehabilitaciones a gran escala incluyendo el rediseño de espacios, cambios de uso o ampliaciones de superficie.

En cualquiera de los casos anteriores las soluciones en base a yeso presentan soluciones asequibles, óptimas y versátiles que permiten crear espacios más saludables, confortables y funcionales para edificios residenciales y otras tipologías de edificios de uso educacional como colegios, universidades o centros de formación, edificios de oficinas u otros edificios con un nivel de ocupación elevado como hoteles, centros comerciales, restaurantes, hospitales, etc.

Las soluciones en base yeso presentan distintas ventajas:

- Versátil y fácil de emplear, ayudando a cumplir con los desafíos con los que se enfrenta en cada proyecto, ya sea usando soluciones en superficies curvas o planas obteniéndose diseños y espacios adecuados para el uso previsto y permitiendo al diseñador desarrollar soluciones estéticas, originales o clásicas según las necesidades del cliente. La versatilidad natural del yeso hace que sea la solución perfecta en soluciones de rehabilitación, reforma de edificios residenciales, sector servicios como hospitales, oficinas, bibliotecas, auditorios, bares, restaurantes, centros comerciales, o cualquier espacio dedicado al ocio.
- Rápida ejecución: permite reducir los tiempos y retrasos indeseados.
- Son fáciles de limpiar y son resistentes a los microorganismos.
- Se puede actuar en solo una parte del edificio: permiten zonificar las tareas para actuar en fases y permitiendo que pueda seguir desarrollando actividad en parte del edificio, este aspecto es crítico en hoteles, hospitales, oficinas u otros edificios.
- Son soluciones con alta durabilidad, protección contra incendios, mejora la habitabilidad, el confort térmico y acústico y seguridad.
- Adicional a la mejora del aislamiento acústico, se mejora la absorción acústica en caso de que sea necesario, empleando las soluciones de yeso adecuadas para ello.
- La fachada se mantiene al ser actuaciones realizadas en el interior del edificio, permitiendo rehabilitar todo tipo de edificios, como por ejemplo, edificios históricos donde la fachada esté protegida
- Mejora la calidad del aire interior ya que permiten regular la higrometría interior debido a la capacidad intrínseca del yeso a absorber o devolver humedad al ambiente.
- Los productos y soluciones constructivas en base yeso contribuyen a una mayor protección de la salud de los habitantes y usuarios finales de los espacios, empleando productos que incorporan aditivos especialmente formulados para mejorar el aire que respiramos al evitar la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV), nocivos para la salud
- Las soluciones constructivas en base yeso para techos y paredes permiten alcanzar un equilibrio entre estética duradera y funcionalidad ya que presentan soluciones de alta calidad

- El empleo de soluciones de yeso aplicado a mano o por proyección mecánica en paredes y techos proporciona alta calidad, suavidad y acabado duradero a las superficies. El yeso también sella espacios de aire haciendo que los espacios sean más silenciosos y confortables
- El empleo de soluciones de placa de yeso laminado de tabiques, trasdosados o techos permite pasar nuevas instalaciones por su interior
- Con ayuda de otros sistemas como suelos flotantes o techos suspendidos, se pueden controlar los puentes térmicos del encuentro entre fachada y forjado. En el caso de pilares, pasando el trasdosado por delante que permite romper los puentes térmicos.
- Es una forma rápida de actuar y sencilla, sin necesidad de andamiaje que moleste en la vía pública.

Rehabilitar por el interior, implica resolver algunos de los puentes térmicos como los encuentros entre fachada y forjado, capialzados, pilares y controlar las condensaciones superficiales. En caso de que sea necesario (debido a la zona climática dónde se ubique el edificio) se deberá colocar una barrera de vapor en la cara caliente del aislamiento asociado a las soluciones.

Esta guía pretende ser una herramienta de ayuda a los técnicos y ciudadanos que permita mostrar las diferentes soluciones de rehabilitación y reforma disponibles para la consecución de un proyecto o una obra rehabilitación. Soluciones para paredes y techos, logrando edificaciones notables, desafiantes, sostenibles, asequibles y estéticas desde hace miles de años hasta la actualidad.

03

**SOLUCIONES DE
REHABILITACIÓN
CON YESO**

3. SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN CON YESO

3.1. SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN CON TABIQUES Y TRASDOSADOS

3.1.1. SOLUCIONES DE PLACA DE YESO LAMINADO (PYL)

La placa de yeso laminado (PYL) consiste en un alma de yeso de origen natural íntimamente ligado a dos láminas superficiales de celulosa multihoja. Se fabrica mediante un proceso de laminación continua. Presenta con textura lisa y espesores y dimensiones variables.

La placa de yeso laminada se emplea principalmente para elaborar un sistema constructivo formado por un alma de acero galvanizado de diferentes espesores y medidas que alberga en su interior un material aislante (habitualmente lana mineral) y que se cierra con una o varias placas por cada lado.

Los sistemas constructivos de Placa de Yeso Laminado asociados con materiales de aislamiento como por ejemplo lana mineral, aíslan del ruido, reducen el consumo energético, protegen frente al fuego y facilitan la selección de temperatura por habitaciones (baja inercia térmica). Son sistemas que permiten diseñar formas y espacios interiores: líneas curvas, arcos, dobles alturas, sus posibilidades son tan ilimitadas como su imaginación. Confieren al edificio un acabado de alta calidad en techos, paredes y suelos.

Las principales ventajas de los sistemas de Placa de Yeso Laminado (PYL) aportan:

- **Ahorro energético:** los Sistemas de PYL permiten ahorrar energía, economizando en calefacción y aire acondicionado. Al ser sistemas por el interior que llevan asociado la incorporación de aislamiento, mejora las prestaciones de los cerramientos en contacto con el exterior y en los cerramientos en contacto con otras viviendas, por ejemplo, evita las transmisiones de calor no deseadas a otros vecinos.
- **Mejora acústica:** los Sistemas de PYL garantizan las mejores prestaciones acústicas, tanto en el acondicionamiento como en el aislamiento acústico. Para ampliar la información se puede visitar www.sinruidos.com.
- **Prestaciones frente al fuego:** los Sistemas de PYL cumplen con las especificaciones del “Código Técnico de la Edificación DB SI: Seguridad en caso de incendio”, según los ensayos realizados, de reacción y resistencia al fuego.
- **Seguridad y medioambiente:** los Sistemas de PYL están compuestos por materiales ecológicos, favoreciendo el desarrollo sostenible. El yeso es un material que puede reciclarse indefinidamente sin perder sus cualidades.
- **Resistencia y comodidad:** Los Sistemas de PYL garantizan la máxima solidez y resistencia, a la vez que ofrecen una enorme facilidad para modificar su estructura, así como realizar obras de fontanería y electricidad, sin rozas ni escombros, rápida y cómodamente.

- **Ahorro en la instalación:** el aislamiento del Sistema de PYL permite ahorrar energía, economizando en aire acondicionado y calefacción, al igual que se reduce importante-mente en mano de obra y servicios auxiliares en la construcción.
- **Decoración y confort:** el montaje rápido, limpio y sin escombros reduce la cantidad de materiales, recursos humanos y suciedad. También permite organizar y personalizar la vivienda al tiempo que aumenta la superficie útil de la misma.
- **Reducción de cargas estructurales:** con los Sistemas de PYL se disminuyen las cargas a soportar por las distintas estructuras del edificio.
- **Una solución para cada problema:** las placas de yeso laminado ofrecen un sinfín de posibilidades constructivas. Siempre hay una placa de yeso laminado específica y apro-piada para cada problemática.

Existe la posibilidad de mezclar varias propiedades, elegir varios tamaños y espesores y así lograr placas adaptadas que nos permitan una gran versatilidad, aptas para implementar soluciones innovadoras y de gran calidad.

- Elevada dureza superficial
- Placas antirradiaciones
- Absorción acústica
- Protección frente al fuego
- Techos fonoabsorbentes
- Placas antihumedad
- Placas de condensación
- Aislamiento térmico
- Cerramientos de ascensores
- Placas de formas singulares
- Placas impregnadas
- Trabajos decorativos

Para los trabajos de instalación de los sistemas de PYL debe respetarse las condiciones de montaje descritas en la norma UNE 102043 sobre Montaje de los sistemas constructivos con Placa de Yeso Laminado. Esta norma describe y fija las condiciones de todos y cada uno de los productos y elementos que constituyen los sistemas de “Entramado autoportante” que fija el CTE, para placa de yeso laminado, en la realización de tabiques, trasdosados y techos, así como los parámetros de diseño y recomendaciones para su correcta instalación en obra. Es importante que el montaje e instalación de los sistemas constructivos de PYL para tabiques, trasdosados y techos los realice siempre un instalador especialista y profesional, para garantizar las prestaciones del sistema.

Existen sistemas de PYL para divisorias interiores elaborando trasdosados de entramado autoportante a una cara, tabiques de dos hojas de entramado autoportante o techos sus-pendidos.

Características y tipos principales de placas de yeso laminado

Las prestaciones de las Placas de Yeso Laminado (PYL) para trabajos de rehabilitación dependerán de los objetivos y mejoras que se pretendan. Existen placas con características mejoradas en acústica, mayor resistencia superficial, placas adecuadas para zonas húmedas (placa tipo H1) u otras con prestaciones mejoradas para mayor resistencia a fuego en caso de rehabilitaciones de zonas que requieren mayores exigencias.

Dimensiones de las placas de yeso laminado (PYL):

Longitud: es variable entre 2000 a 3000 mm para adaptarse a las medidas necesarias, si bien lo habitual es que sea de 2500 mm para facilitar su manejo en obras de rehabilitación y reforma.

Anchura: oscila entre 600 y 1200 mm: Los valores nominales habituales es de 1.200 mm para las placas estándar.

Espesor: Los espesores nominales más usuales son: 12,5, 15 mm y 18 mm, existen otras placas especiales con espesores de 6, 6,5 o 9,5 mm para superficies curvas o elementos decorativos y otras con espesor de 25 mm.

Las placas presentan diferentes tipos de perfiles de bordes longitudinales, dependiendo del destino o terminación final que vayan a tener en obra. La forma más común es que en los bordes transversales presenten un borde cortado (BCO ó BCT) y los bordes longitudinales presenten bordes afinados (BA) para facilitar la continuidad del paramento al aplicar el tratamiento de juntas. En el mercado existen otros tipos de bordes o incluso placas con los cuatro bordes afinados (BA).

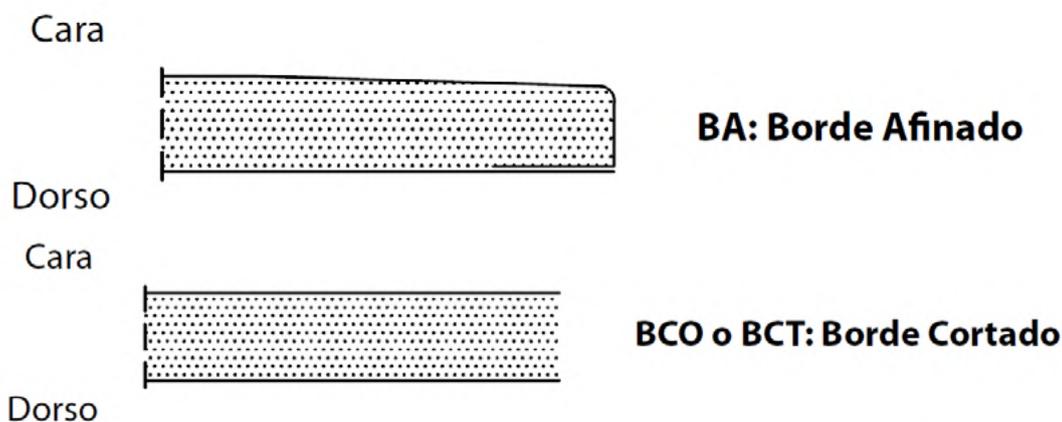


Figura 1. BA: Borde longitudinal afinado y BCO o BCT: Borde transversal cortado

Otras características de las placas de yeso laminado (PYL):

- El valor de conductividad térmica (λ) depende de la densidad de las placas, siendo de 0.21 a 0.25 W/m.K para densidades de 700 y 900 kg/m³ respectivamente.
- Las placas de yeso laminado son prácticamente inertes a las temperaturas ambientes hasta los 200 °C y apenas sensibles a las variaciones de humedad del aire entre el 15% y el 90% de humedad relativa.
- Las placas de yeso laminado poseen una permeabilidad al aire de $1,4 \cdot 10^{-6}$ m³/m² · s · Pa (calculado según la Norma UNE-EN 12114).
- El factor de resistencia al vapor de agua es de 10 (según valor tabulado en la Norma UNE-EN ISO 12572).
- Las placas de yeso laminado quedan clasificadas como incombustibles según el tipo de reacción al fuego con la clasificación de Euroclase A2-s1, d0, sin necesidad de realizar ensayos, según indica el anexo B de la Norma UNE-EN 520.

En el mercado existen otros tipos de placas:

Transformados de PYL con aislamiento térmico/acústico según la Norma UNE-EN 13950. Existen distintos tipos de transformados de PYL según la naturaleza del material de aislamiento:

- Tipo EPS: PYL la cual se incorpora en su dorso una plancha de poliestireno expandido, de diferente espesor, para unidades de aislamiento térmico
- Tipo XPS: PYL la cual se incorpora en su dorso una plancha de poliestireno extruido, de diferente espesor, para unidades de aislamiento térmico
- Tipo MW: PYL a la cual se incorpora en su dorso un producto manufacturado de lana mineral, en forma de plancha, que se utiliza para el aislamiento térmico y acústico de los edificios.

Placas de yeso laminado con velo de fibra de vidrio (Placa GM-F) que son PYL reforzadas con tejido de fibra, de acuerdo con la Norma UNE-EN 15283-1, cuyo uso previsto son las obras de edificación. Estas placas, previo ensayo, obtienen la clasificación al fuego de A1 incombustible.

3.1.1.1 TABIQUES CON ESTRUCTURA METÁLICA DE PLACA DE YESO LAMINADO (PYL)

3.1.1.1.1 PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN - DESCRIPCIÓN

La solución de un tabique con estructura metálica autoportante incluye como mínimo dos hojas de placa de yeso laminado (PYL) a cada lado del entramado autoportante.

Las características de la placa de yeso laminado se han expuesto en el apartado anterior.

La perfilería metálica para su uso en sistemas de placas de yeso laminado descrita a continuación es válida para tabiques, paredes y techos, y techos revestidos con placas fijadas de forma mecánica, así como el revestimiento de pilares, columnas, conducciones y huecos de ascensores.

Los perfiles metálicos están formados como mínimo con una chapa de acero DX51D galvanizada (Z-140 g/m², ambas caras), de acuerdo con la norma UNE-EN 14195.

Los perfiles metálicos son los que conforman la estructura portante de los sistemas de PYL.

Para garantizar unas prestaciones al sistema de PYL los espesores mínimos de los perfiles se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Espesores mínimos de los perfiles portantes y no portantes de los sistemas de PYL

| Perfiles portantes | Perfiles no portantes |
|---|---|
| Montantes: 0,60 mm ± 0,05 mm | Canales: 0,55 mm ± 0,05 mm |
| Perfiles de techo continuo: 0,60 mm ± 0,05 mm | Perfiles angulares y en "U" (perimetrales): 0,55 mm ± 0,05 mm |
| Maestras: 0,55 mm ± 0,05 mm | |

El valor del momento de inercia para los montantes, perfiles para techo continuo y maestras omega deben cumplir unos momentos de inercia mínimos según lo indicado en el anexo B de la norma UNE-EN 14195. Siendo una garantía de calidad el empleo de perfiles certificados con la Marca N de AENOR, ya que se cumple los valores mínimos del momento de inercia incluidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de los momento de inercia mínimos para montantes, perfiles para techos continuos y maestras omega

| MONTANTES | ly = cm ⁴ |
|------------------|----------------------|
| 36 | 1,3254 |
| 48 | 2,4262 |
| 70 | 6,5121 |
| 90 | 11,9700 |
| 100 | 15,0300 |
| 125 | 25,3800 |
| 150 | 39,2100 |
| TECHOS CONTINUOS | lx = cm ⁴ |
| 47 | 0,2085 |
| 60 | 0,6839 |
| MAESTRAS OMEGAS | lx = cm ⁴ |
| 70 | 1,0253 |
| 80 | 0,2479 |

Para garantizar la calidad del sistema de PYL, se recomienda en todos los casos utilizar productos certificados con la marca N de AENOR.

Los perfiles que conforman la estructura portante de los sistemas de PYL son:

Canales: Elementos horizontales en forma de “U” que sirven de unión de los tabiques y trasdosados a los forjados tanto superior como inferior, así como a los perfiles perimetrales de techos suspendidos continuos.

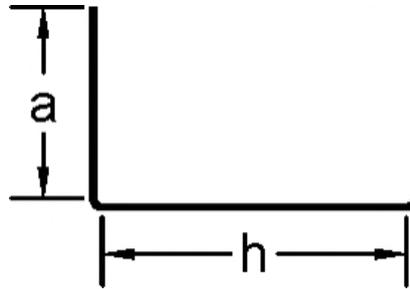


Figura 2. Canal

Montantes: Elementos verticales, en forma de “C”, que encajan en las canales y a cada lado de las cuales, en uno de ellos o bajo ellos según la unidad constructiva que configuren, se atornillan las placas en número, tipo y espesor diferente.

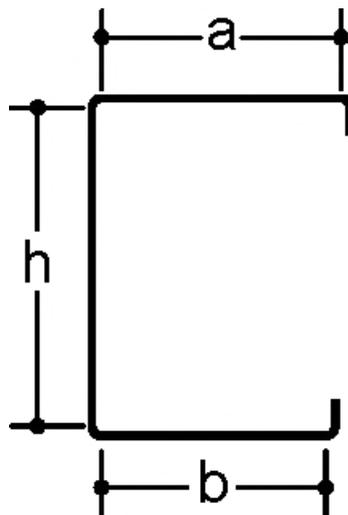


Figura 3. Montante

Angulares: Elementos horizontales en forma de “L” que sirven de unión en trasdosados a los solados, tanto superior como inferior. También se utilizan como perfiles perimetrales en techos suspendidos continuos.

Maestras: Perfiles en forma de “omega” que se fijan directamente al muro portante o forjado superior y a cuyo lado externo se atornillan las placas en número, tipo y espesor diferente.

Perfiles de techos continuos y registrables

Perfiles especiales

Tipos de tabiques:

Tabiques sencillos: aquellos compuestos por una estructura sencilla y única, a cada lado de la cual se atornilla una sola PYL, pudiendo ser esta de diferente tipo y espesor.

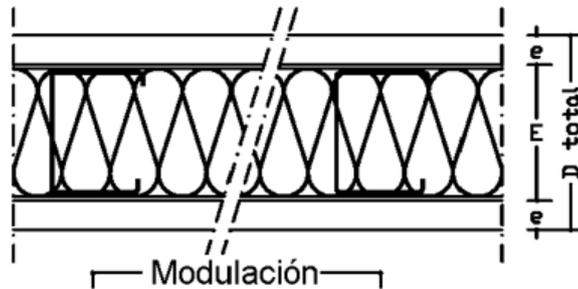


Figura 4. Tabique sencillo

Tabiques múltiples: aquellos compuestos por una estructura sencilla y única, a cada lado de la cual se atornillan dos, o más placas de yeso laminado de diferente tipo y espesor.

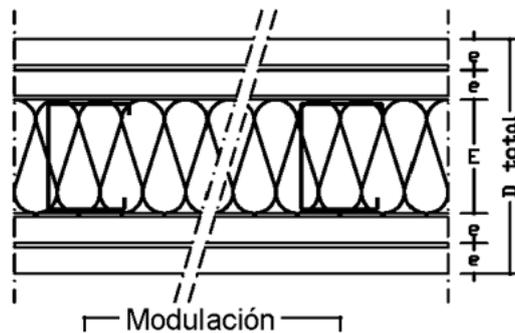


Figura 5. Tabique múltiple

Tabiques dobles: Los tabiques dobles están compuestos por dos estructuras dispuestas en paralelo, debidamente arriostradas entre sí por medio de cartelas de placa o metálicas a cuyos lados externos se atornilla una placa de yeso laminado de diferente tipo y espesor.

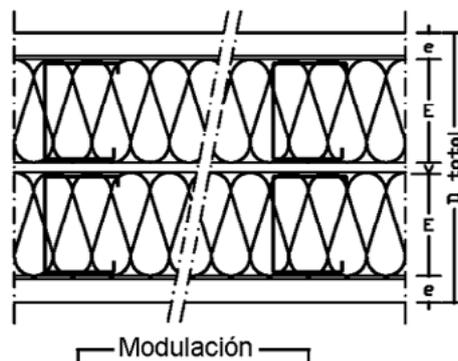


Figura 6. Tabique doble

En todos los casos los tabiques pueden disponer de una estructura metálica con los perfiles verticales o montantes, en disposición Normal “N”, reforzada “H” o reforzada en cajón “C”. En caso de que alguno de los paramentos esté ubicado en zonas húmedas, como baños, etc., las placas PYL situadas en ese lado deben ser del tipo H1 y la modulación de sus montantes a 400 mm.

En el mercado existen otros tabiques especiales con otras disposiciones que buscan intencionadamente aumentar diferentes características para adaptarse a exigencias superiores, si así se requieren. Por ejemplo, en caso de elaborar particiones entre un recinto habitable protegido y otro de instalaciones o de actividad.

3.1.1.2 PROPIEDADES MÁS RELEVANTES (Y PRODUCTOS RECOMENDADOS)

Dependiendo de las necesidades y los condicionantes del edificio o vivienda a rehabilitar, se debe elegir el sistema que más se adecue a ellas, intentando ir siempre a los sistemas que den mayores prestaciones para garantizar el mayor confort térmico y acústico que sea posible.

La estructura portante utilizada en los sistemas de placa de yeso laminado está formada por perfiles de acero galvanizado según la norma UNE-EN 14195. Los montantes más habituales en el mercado tienen dimensiones de 48, 70 y 90mm, si bien puede haber distintos espesores para adecuarse a las necesidades del edificio. En su cavidad se instala paneles o paneles enrollados de material aislante poroso de celda abierta que permite mejorar las prestaciones térmicas y acústicas del paramento.

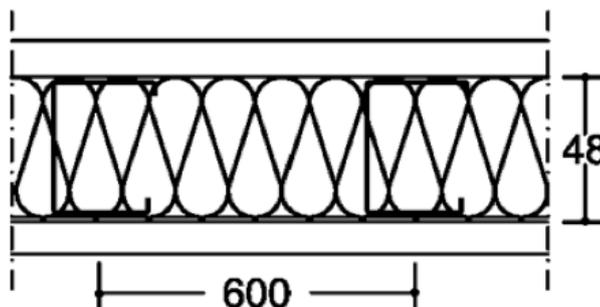


Figura 7. Sección de un tabique con placa de yeso laminado de 15 mm

Según la OMS, se considera los 65 dBA durante el día, como el límite acústico superior deseable. En España se considera contaminación acústica cuando se superan los 55 dB. Los niveles de ruido sugeridos por la OMS para ambientes específicos, es de 50 dBA para viviendas y 35 dBA para escuelas.

En el ámbito de la Unión Europea, más de la cuarta parte de la población (unos 130 millones) está sometida a niveles de ruido superiores a los 65 dB. En nuestro país más de 9 millones de personas soportan diariamente niveles medios de ruido de 65 dB, con las graves consecuencias que conlleva para la salud.

Los edificios construidos con anterioridad al año 1988, suponen más del 50% del parque de viviendas, habiendo sido construidos sin prestaciones acústicas y carecen de confort acústico. Hasta la entrada en vigor del CTE DB-HR (24 de abril de 2009), los edificios construidos tenían un confort acústico muy bajo (NBE CA 88) y nuestra actual normativa sigue siendo de los países menos exigentes de Europa. En la Tabla 3 se muestran los requisitos de las normativas de acústica.

Tabla 3. Comparativa de exigencias de aislamiento a ruido aéreo de la normativa del año 88 (NBE CA 88) y CTE DB HR (2009)

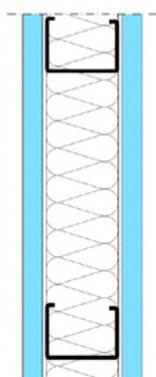
| EMISOR | RECEPTOR | | |
|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|
| | NBE CA 88 | CTE DB HR | |
| | R_A | PROTEGIDO $D_{nT,A}$ | HABITABLE $D_{nT,A}$ |
| Protegido, habitable, zona común | ≥ 45 dBA | ≥ 50 dBA | ≥ 45 dBA |
| Instalaciones o actividad | ≥ 55 dBA | ≥ 55 dBA | ≥ 45 dBA |
| medianería sin edificio anexo | ≥ 30 dBA | $D_{2m,nTAttr} \geq 40$ dBA | |
| medianería con edificio anexo | ≥ 45 dBA | $D_{nTA} \geq 50$ dBA | |
| Fachadas | ≥ 30 dBA | $D_{2m,nTAttr} \geq 30$ a 47 dBA | |
| Tabique interno misma unidad uso | ≥ 30 a 35 dBA | $RA \geq 33$ dBA | |

El ámbito de aplicación del CTE DB-HR son los edificios de nueva construcción, rehabilitaciones integrales y cambios de uso. Por tanto, todas las actuaciones de rehabilitación más habituales no entran en el campo de aplicación de la normativa como ocurre con otros documentos básicos del CTE, como por ejemplo el DB-HE de ahorro de energía que fija un criterio de rehabilitación de no empeoramiento de las condiciones preexistentes.

La rehabilitación empleando tabiques con sistemas de PYL, mejoran las prestaciones acústicas debido al efecto masa-muelle-masa del sistema, es por ello por lo que se ha de evitar elementos rígidos en la cámara de aire e introducir materiales de aislamiento elásticos, porosos y de celda abierta como por ejemplo productos de lana mineral para alcanzar las mejores prestaciones acústicas. Por tanto, las soluciones de rehabilitación empleando sistemas de PYL mejoran la salud de las personas debido a disminución de ruido producido en el interior de los edificios.

Las prestaciones acústicas a ruido aéreo de un sistema autoportante de PYL se muestra a continuación en función del tipo de división.

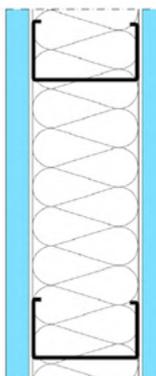
1. Divisorias interiores: para tabiquería de entramado autoportante, para divisiones de una misma unidad de uso. Distribución de viviendas, compartimentación dentro de una habitación de hotel, hospital, etc.



Tabique autoportante PYL 78/600(48) MW

- Placa de yeso laminado 15 mm.
- Estructura metálica de 48 mm a base de montantes separados a 600 mm.
- Ancho terminado de 78 mm.
- Lana mineral de 40/50 mm. $\lambda = 0.039-0.032$ W/m.K

| Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m ²) | Aislamiento térmico R (m ² K/W) | Referencia ensayo |
|--|---|---|--------------------|
| $R_w = 45(-3;-9)$ dB $R_A = 43,2$ dBA | 26,0 | $0,38+R_{AT}$ Min =1,40 Max =1.95 | CTA 379/09/ AER |

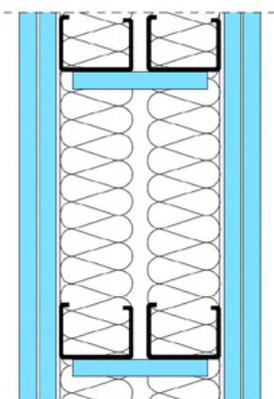
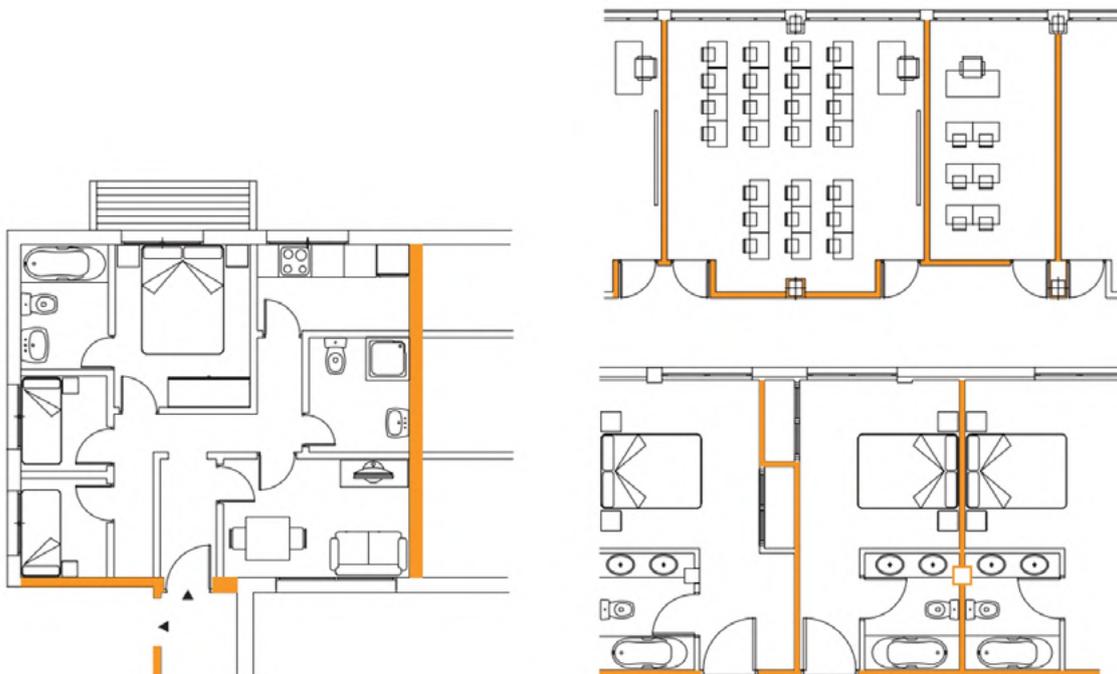


Tabique autoportante PYL 100/600(70) MW

- Placa de yeso laminado 15 mm.
- Estructura metálica de 70 mm a base de montantes separados a 600 mm y canales.
- Ancho terminado de 100 mm.
- Lana mineral de 60/70 mm. $\lambda = 0.039-0.032$ W/m.K

| Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m ²) | Aislamiento térmico R (m ² K/W) | Referencia ensayo |
|--|---|---|-------------------|
| $R_w = 47(-2;-7)$ dB $R_A = 45,7$ dBA | 26,7 | $0,38+R_{AT}$ Min =1,90 Max =2,55 | CTA-086/08 AER |

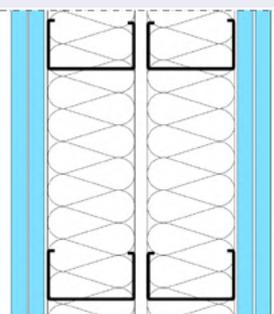
2. Elementos de separación: Elementos de separación verticales que separan unidades de uso diferente, o de éstas con zonas comunes, recintos de instalaciones o de actividad. Separación de viviendas, de habitaciones de hotel, hospitales, cuartos de instalaciones, etc...



Tabique autoportante PYL 151/600(48H + 5 + 48H) 2MW

- 2 Placas de yeso laminado 12,5 mm.
- Doble estructura metálica de 48 mm a base de montantes separados a 600 mm y canales
- Estructuras sin arriostrar reforzada en H y cámara de 5 mm.
- Ancho sistema de 151 mm
- Lana mineral de 40/50 mm. $\lambda = 0.039-0.032$ W/m.K

| Aislamiento acústico R _w (C;Ctr) dB R _A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m ²) | Aislamiento térmico R (m ² K/W) | Referencia ensayo |
|---|--|--|-------------------|
| R _w = 65(-3;-10) dB R _A = 62,8 dBA | 44,5 | 0,61+R _{AT} Min =2,65 Max =3,70 | CTA-026/06 AER |



Tabique autoportante PYL 205/600(70 + 5 + 70) 2MW

- 2 Placas de yeso laminado 15 mm.
- Doble estructura metálica de 70 mm a base de montantes separados a ejes 600 mm y canales
- Estructuras sin arriostrar y cámara de 5 mm.
- Ancho sistema de 205 mm
- Lana mineral de 60/70 mm. $\lambda = 0.039-0.032$ W/m.K

| Aislamiento acústico R _w (C;Ctr) dB R _A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m ²) | Aislamiento térmico R (m ² K/W) | Referencia ensayo |
|---|--|--|-------------------|
| R _w = 69(-2;-7)dB R _A = 67,6 dBA | 53,4 | 0,65+R _{AT} Min =3,70 Max =5,00 | CTA-125/08 AER |

3.1.1.1.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA - PROCESO DE INSTALACIÓN

La instalación del tabique se realiza a partir de la construcción de una estructura con perfiles metálicos formados por canales en su perímetro y montantes.

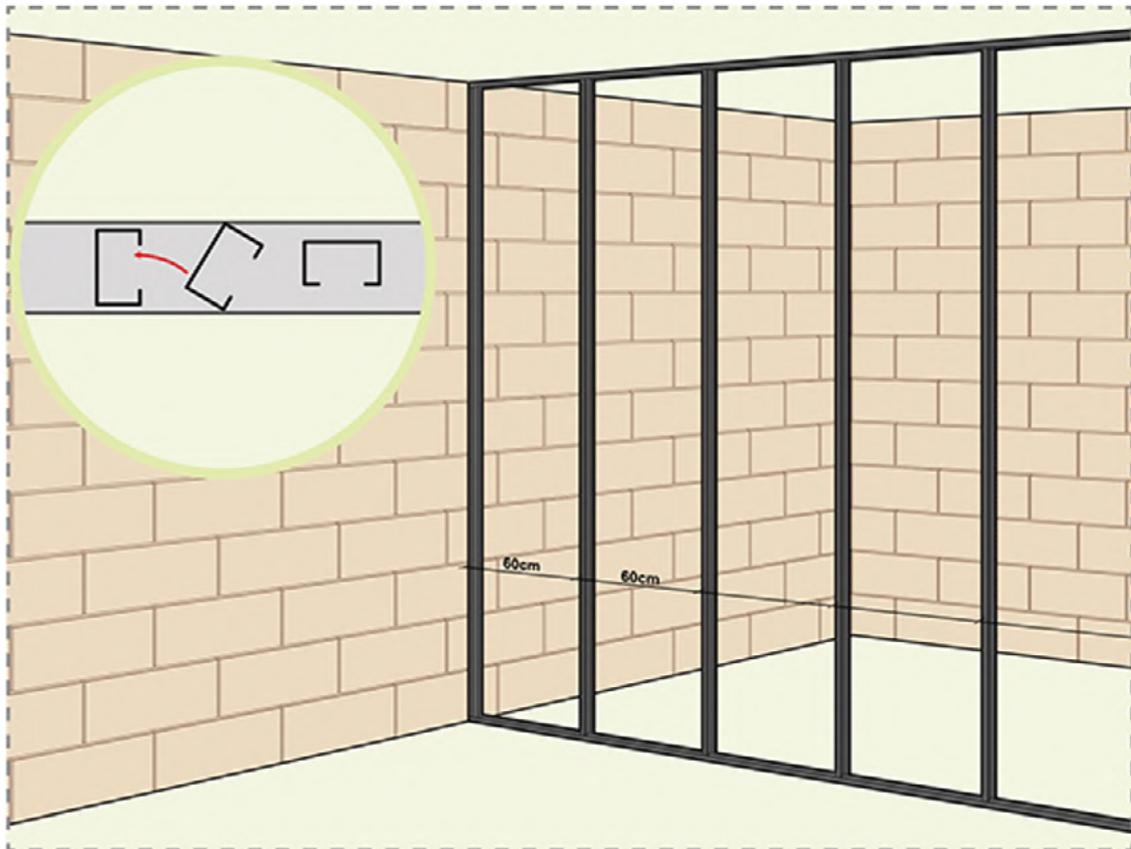


Figura 8. Ejemplo de montaje de los montantes de un tabique autoportante para un sistema de PLY

Una vez formada esta estructura, el alma de la perfilaría deberá albergar en todos los casos un material aislante poroso, elástico y acústicamente absorbente, como productos de lana mineral, para mejorar las prestaciones acústicas, además de térmicas a la solución.

A cada lado de la estructura se atornillan una, o más placas de yeso laminado de diferente tipo y espesor. En función del tipo de tabique: sencillo o múltiple (que tiene dos o más PLY a cada lado). Posteriormente se procederá al encintado de las juntas y terminación del sistema.

Los montantes habituales para actuaciones de rehabilitación son 48/35/0,6, 70/35/0,6 o 90/40/0,6 en mm, si bien se encuentran otras medidas en el mercado para adecuarse a las necesidades del edificio.

3.1.1.1.4. RECOMENDACIONES

Para particiones dentro de la misma unidad de uso: se recomienda el empleo de sistemas sencillos o dobles con paramentos conformados cada uno de ellos por una PYL de 15 mm de espesor y con la estructura separada como máximo 600 mm a ejes sea cual sea la altura máxima a cubrir y en todo caso sin sobrepasar la altura específica que marque la dirección facultativa de la obra.

En caso de que alguno de los paramentos esté ubicado en zonas húmedas, como baños, etc., la placa en contacto con este debe ser al menos placa de yeso tipo H1 y la modulación de sus montantes a 400 mze la solución de rehabilitación, una explicación más detallada de los tipos de acabado se desarrolla en la web de ATEDY². El acabado Q4 en actuaciones de rehabilitación y reforma consigue un acabado óptimo al paramento.

Tabla 4. Resumen de los niveles de calidad de superficies de los sistemas constructivos con placa de yeso laminado (PYL)

| Nivel | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
|--------------------------------|--|---|---|--|
| Nivel de acabado | Juntas emplastecidas | Superficie lisa para los requisitos visuales normales | Superficie lisa de más calidad que la requerida para el Q2 | Acabado óptimo para altos requerimientos visuales |
| Requisitos visuales | No | Normales | Por lo general no se apreciarán rebabas, raspaduras ni huellas de herramientas. Sin embargo, aún será posible su detección bajo efectos de la luz rasante. | Acabado de alta calidad reduce el riesgo de marcas y sombras en las juntas, incluso bajo la acción de la luz rasante. |
| Requisitos de aplicación | Asentado de la cinta con pasta de juntas, recubrimiento de las cabezas de los tornillos. | Segunda mano de tratamiento de juntas para lograr una planimetría entre las juntas y las placas. Si fuera necesario se lijarían las juntas. | Sobre el acabado estándar (Q2) se aplicará una tercera mano de pasta de juntas más ancha que la anterior, alisando la junta de manera mucho más intensiva, y un alisado del resto de la superficie con el fin de tapar los poros. Si es necesario se lijarán las zonas emplastecidas. | Juntas según acabado (Q2) más una capa de finalización en toda la superficie del paramento superficial de 1 mm de grueso. Este acabado se puede realizar también sobre (Q1) con productos de finalización adecuados. |
| Acabados decorativos adecuados | Solo adecuado para usos funcionales como estabilidad, resistencia al fuego, aislamiento acústico. Suficiente para la primera capa de sistemas laminados de más de una placa. | Recubrimientos de textura media o tosca. Acabados con pinturas de pasta gruesa y recubrimientos con granulometría superior a 1 mm. | Revestimientos de paramentos con pinturas finas. Pinturas mates de estructura fina. Acabados con tamaño de 1mm máximo. | Revestimientos de paramentos lisos brillantes, por ejemplo, papeles pintados, vinílicos o metalizados. Barnices pinturas o revestimientos de brillo medio. Técnicas de estuco u otras de enlucidos alisados. |

2. Clasificación de los diferentes niveles de calidad en el acabado de superficies. Sistemas de Entramado Autoportante con Placa de Yeso Laminado

3.1.1.2. TRASDOSADOS DE PLACA DE YESO LAMINADO (PYL)

3.1.1.2.1. TRASDOSADO DIRECTO CON AISLANTE Y PASTA DE AGARRE

3.1.1.2.1.1. PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN - DESCRIPCIÓN

El trasdosado está formado por una placa de yeso laminado y un espesor variable de material aislante recibido con material de agarre directamente sobre paramento vertical. La elección del tipo de trasdosado dependerá de los requerimientos establecidos.

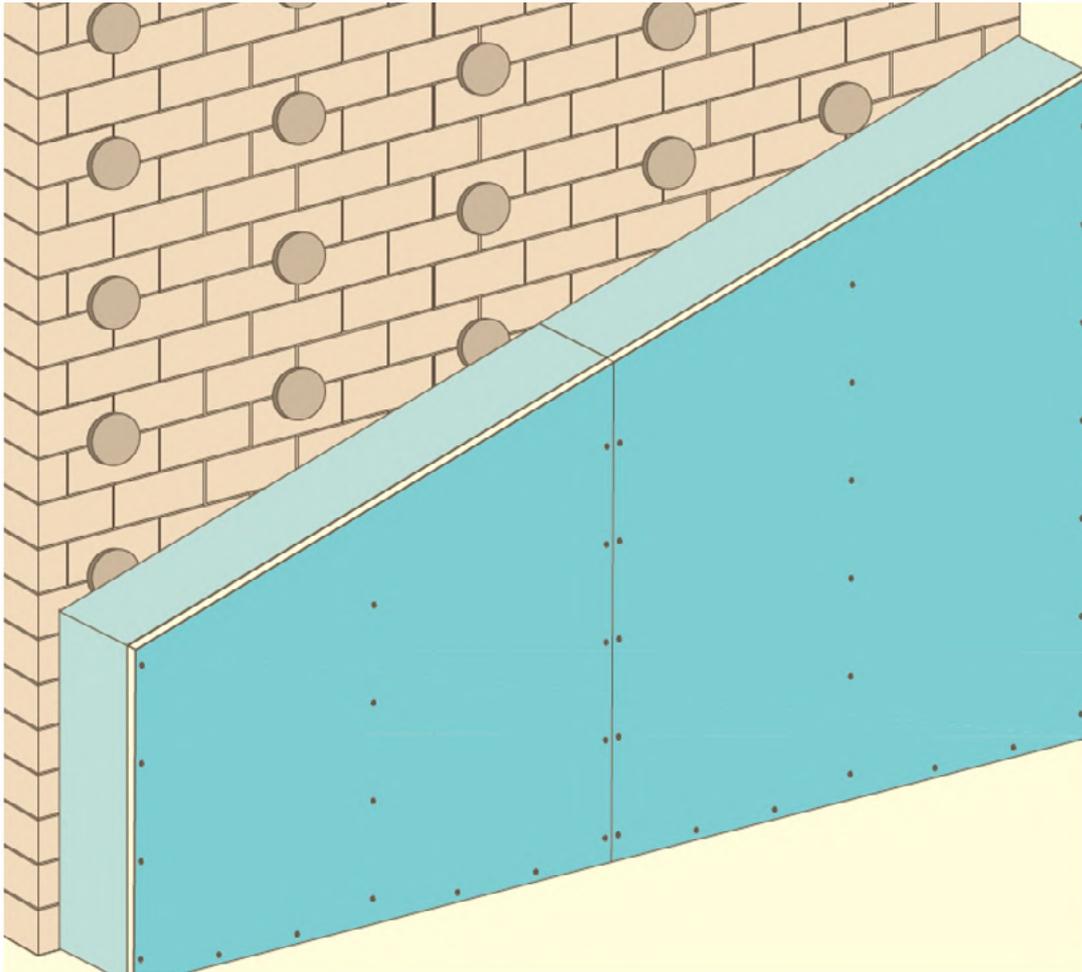


Figura 9. Sección de un trasdosado directo con aislamiento.

3.1.1.2.1.2. PROPIEDADES MÁS RELEVANTES (Y PRODUCTOS RECOMENDADOS)

La elección del tipo de trasdosado dependerá de los requerimientos establecidos. Los materiales de aislamiento unidos a la placa de yeso laminado más habituales suelen ser: poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), lana mineral (MW) de espesor variable.

En función de los valores de conductividad térmica de material aislante y el espesor del producto se alcanzarán distintas propiedades de aislamiento térmico.

Este tipo de soluciones puede emplearse para rehabilitar espacios dónde exista una restricción del espacio ya que en función del espesor del material aislante se obtendrán obtener soluciones de espesor reducido. También es una solución que puede emplearse para reducir los puentes térmicos del edificio, revistiendo pilares, columnas, conducciones o contornos de huecos en caso de que el cerramiento acristalado se encuentre situado hacia el exterior de la fachada y exista un zócalo con dimensión suficiente para la colocación de este tipo de solución.

3.1.1.2.1.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA - PROCESO DE INSTALACIÓN

Este tipo de trasdosado se realiza cuando el estado de los paramentos tenga una superficie lisa que no presente irregularidades mayores a 10 mm, la aplicación de la pasta de agarre se podrá realizar con pelladas o llana dentada.

Cuando el paramento presente una superficie tosca con irregularidades entre 1-2 cm la aplicación de la pasta de agarre se realiza con pelladas. En paramentos con superficie muy irregular se recomienda el empleo de un trasdosado autoportante.

La disposición de las pelladas para fijar el trasdosado al paramento se disponen cada 400 o 300 mm en sentido transversal y 400 mm en sentido longitudinal según se indica en la Figura 10.

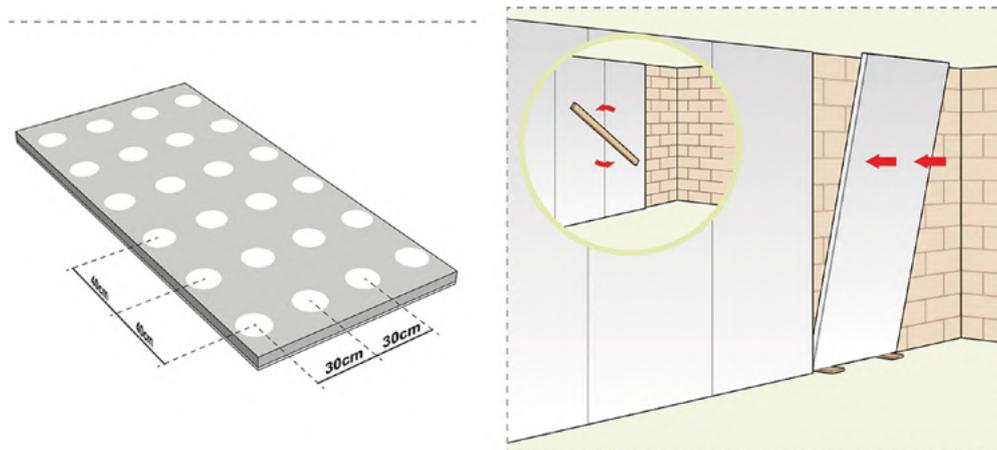


Figura 10. Disposición de la pasta de agarre en el dorso del material aislante de trasdosado directo y esquema de colocación del trasdosado directo

3.1.1.2.1.4. RECOMENDACIONES

En obras de reformas o rehabilitación se recomienda los paramentos constituidos por placas de 15 mm de espesor. En caso de ubicación de estas unidades en edificios docentes, en zonas de aulas y paso de uso común, las placas exteriores de unidades múltiples deben ser al menos placas de yeso laminado de alta dureza.

Debido a las múltiples problemáticas que comporta el atornillado de los transformados de PYL con aislamiento térmico/acústico según la Norma UNE-EN 13950. Un técnico responsable debe autorizar su posible ejecución.

3.1.1.2.2. TRASDOSADO AUTOPORTANTE DE PYL

3.1.1.2.2.1. PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN - DESCRIPCIÓN

El trasdosado autoportante está formado por una estructura metálica en disposición paralela al muro base (montantes) o girada (maestras en "C"), que no sean "omegas", totalmente independiente al mismo a la cual se atornilla por su cara externa una o más placas de yeso laminado de diferente tipo y espesor.

Se puede emplear una placa de yeso o múltiples en cuyo caso estos trasdosados se clasifican como libres sencillos o libres múltiples. Las dimensiones habituales de los canales son de 48 o 70 mm y la modulación de los montantes se suelen colocar a 600/400 mm. En el interior de la estructura metálica se instala un panel de lana mineral de espesor variable según la dimensión del canal.

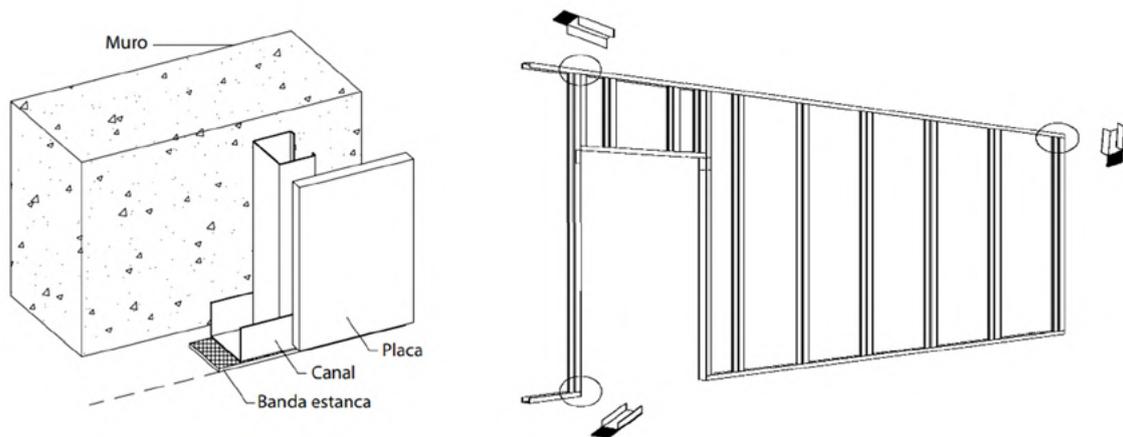


Figura 11. Componentes de un trasdosado de PYL autoportante con estructura metálica y detalle instalación de la banca estanca los canales perimetrales del trasdosado autoportante

Los canales perimetrales deben llevar obligatoriamente en la superficie de apoyo una banda estanca elástica para garantizar la estanquidad de la unión en todo su recorrido y permiten mejorar el comportamiento acústico del sistema ya sea un tabique, trasdosado o techo.

3.1.1.2.2.2. PROPIEDADES MÁS RELEVANTES (Y PRODUCTOS RECOMENDADOS)

Este tipo de soluciones son idóneas en la mayoría de las rehabilitaciones o reformas ya que supone añadir una nueva estructura a los paramentos mejorando las prestaciones térmicas y acústicas. La separación mínima entre el muro base y el trasdosado se recomienda que sea al menos de 10 mm, que garantice la independencia del muro soporte y aportar un aislamiento acústico y térmico óptimo.

Soluciones válidas para interiores de edificios y también pueden emplearse para mejorar las

prestaciones de los cerramientos para huecos de ascensores y montacargas, cerramientos para patinillos de extracción de humos de garajes y cerramientos para patinillos de ventilación y revestimientos de conducciones.

Prestaciones acústicas de trasdosados interiores tipo mixto: elementos de separación verticales que separan unidades de uso diferente, o de éstas con zonas comunes, recintos de instalaciones o de actividad. Separación de viviendas, de habitaciones de hotel, hospitales, cuartos de instalaciones, etc. Cuando solo puede actuarse por un lado como es el caso de rehabilitación o reforma.

En el caso de rehabilitación de fachadas, la mejora del aislamiento acústico de los trasdosados de PYL, variará en función del elemento soporte, es decir, de la masa de la propia fachada o paramento en separación con otros espacios dentro del edificio a rehabilitar. A mayor masa de la fachada, menor es la mejora de aislamiento con el mismo trasdosado, ya que la situación de partida tendrá un mejor aislamiento acústico.

En las siguientes tablas se muestran ejemplos de ensayos acústicos de distintas tipologías de trasdosado:

Tabla 5. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 63/600 (48) MW sobre un ladrillo hueco doble (LHD) de 8 cm

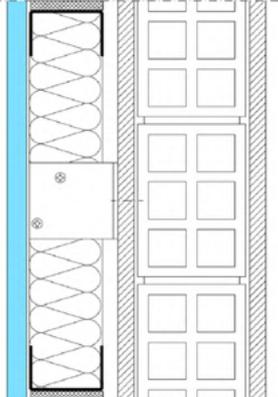
|  | - Trasdoso autoportante PYL 63/600 (48) MW (15+48). - Cámara de 10 mm - Guarnecido de yeso de 12 mm. - Ladrillo hueco doble de 8 cm. - Guarnecido de yeso de 12 mm. - Lana mineral 40/50 mm. - Trasdoso arriostrado a la fábrica. $\lambda = 0.039-0.032 \text{ W/m.K}$ | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m²) | Aislamiento térmico $R \text{ (m²K/W)}$ | Referencia ensayo |
|---|--|---|--------------------------------------|---|--|
| | | $R_w = 59(-2;-6)$ dB $R_A = 58,2$ dBA Incremento acústico trasdosado $\Delta R_A = 15,5$ dBA | 117,8 | $0,73 + R_{AT}$ Min = 1,95 Max = 2,20 | CTA-120/08 AER ANEXO CTA-120/08 AER |

Tabla 6. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 78/600(48) MW, sobre un ladrillo hueco doble (LHD) de 8 cm guarnecido con yeso.

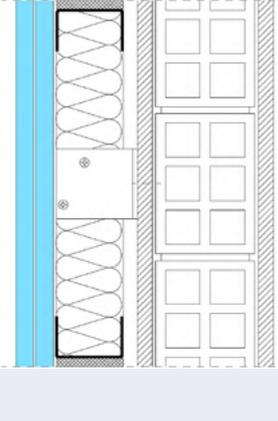
|  | - Trasdoso autoportante PYL 78/600 (48) MW (15+15+48), sobre LHD 8 cm guarnecido de yeso - Cámara de 10 mm - Guarnecido de yeso de 12 mm. - Ladrillo hueco doble de 8 cm. - Guarnecido de yeso de 12 mm. - Lana mineral 40/50 mm. - Trasdoso arriostrado a la fábrica. $\lambda = 0.039-0.032 \text{ W/m.K}$ | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m²) | Aislamiento térmico $R \text{ (m²K/W)}$ | Referencia ensayo |
|---|---|---|--------------------------------------|---|--|
| | | $R_w = 61(-2;-6)$ dB $R_A = 59,6$ dBA Incremento acústico trasdosado $\Delta R_A = 16,9$ dBA | 129,9 | $0,79 + R_{AT}$ Min = 2,00 Max = 2,25 | CTA-126/08 AER ANEXO CTA-126/08 AER |

Tabla 7. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 63/600(48) MW ,sobre ladrillo perforado 1/2 pie LP guarnecido de yeso.

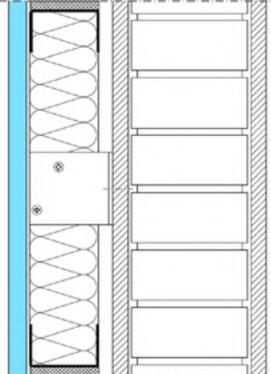
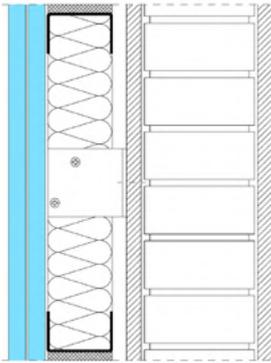
| | | | | | |
|---|---|--|---|--|--------------------------|
|  | Trasdoso autoportante PYL 63/600 (48) MW (15+48). -Cámara de 10 mm - Guarnecido de yeso de 12 mm. - Ladrillo de 1/2 Pie perforado. - Guarnecido de yeso de 12 mm. - Lana mineral 40/50 mm. $\lambda = 0.039-0.032$ W/m.K - Trasdoso arriostrado a la fábrica | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m²) | Aislamiento térmico R (m²K/W) | Referencia ensayo |
| | $R_w = 64(-2;-7)$ dB $R_A = 62,5$ dBA Incremento acústico trasdosado $\Delta R_A = 14,8$ dBA | 175,6 | $0,70+R_{AT}$ Min =1,80 Max =2,30 | CTA-127/08 AER ANEXO CTA-127/08 AER | |

Tabla 8. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante 78/600(48) MW, sobre ladrillo perforado 1/2 pie LP guarnecido de yeso

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|--------------------------|
|  | - Trasdoso autoportante PYL 78/600 (48) MW (15+15+48). guarnecido de yeso - Cámara de 10 mm - Guarnecido de yeso de 12 mm. - Ladrillo de 1/2 Pie perforado. - Guarnecido de yeso de 12 mm. - Lana mineral 40/50 mm. - Trasdoso arriostrado a la fábrica. $\lambda = 0.039-0.032$ W/m.K | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m²) | Aislamiento térmico R (m²K/W) | Referencia ensayo |
| | $R_w = 65(-2;-6)$ dB $R_A = 64,0$ dBA Incremento acústico trasdosado $\Delta R_A = 16,3$ dBA | 187,7 | $0,76+R_{AT}$ Min =1,85 Max =2,35 | CTA-127/08 AER ANEXO CTA-127/08 AER | |

En paramentos de fachadas: Soluciones de aislamiento por el interior de la fachada se muestran a continuación:

Tabla 9. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 63/600(48) MW, sobre 1/2 Pie de ladrillo perforado cara vista (LPCV) de 11,5 cm

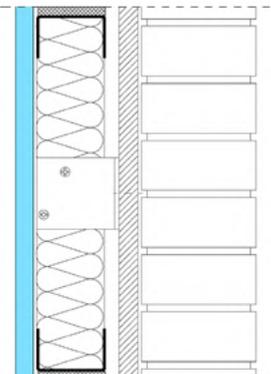
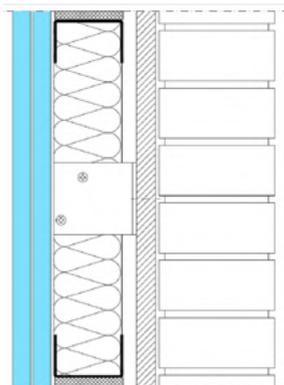
| | | | | | |
|---|---|--|---|--|--------------------------|
|  | Trasdoso autoportante PYL 63/600 (48) MW (15+48). -Cámara de 10 mm - Enfoscado de cemento de 15 mm. - 1/2 Pie de ladrillo perforado cara vista. - Lana mineral 40/50 mm. $\lambda = 0.039-0.032$ W/m.K - Trasdoso arriostrado a la fábrica. | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA | Peso medio aproximado (Kg/m²) | Aislamiento térmico R (m²K/W) | Referencia ensayo |
| | $R_w = 66(-2;-6)$ dB $R_A = 64,8$ dBA Incremento acústico trasdosado $\Delta R_A = 13,9$ dBA | 293,3 | $0,54+R_{AT}$ Min =1,55 Max =2,10 | CTA-153/08 AER ANEXO CTA-153/08 AER ANEXO II CTA-153/08 AER | |

Tabla 10. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 78/600(48) MW, sobre sobre 1/2 Pie de ladrillo perforado cara vista (LPCV) de 11,5 cm

|  | Trasdoso autoportante PYL 78/600 (48) MW (15+15+48). - Cámara de 10 mm - Enfoscado de cemento de 15 mm. - 1/2 Pie de ladrillo perforado cara vista. - Lana mineral 40/50 mm. $\lambda = 0.039-0.032$ W/m.K - Trasdoso arriostrado a la fábrica. | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA $R_w = 67(-2;-6)$ dB $R_A = 65,6$ dBA Incremento acústico trasdosado $\Delta R_A = 14,7$ dBA | Peso medio aproximado (Kg/m ²) 251,4 | Aislamiento térmico R (m ² K/W) $0,60 + R_{AT}$ Min = 1,60 Max = 2,15 | Referencia ensayo CTA-153/08 AER ANEXO CTA-153/08 AER ANEXO II CTA-153/08 AER |
|---|--|---|---|---|---|
|---|--|---|---|---|---|

3.1.1.2.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA - PROCESO DE INSTALACIÓN

El proceso de instalación es similar al descrito en la instalación de un tabique, con la diferencia que solo se atornilla la placa de yeso laminado a un lado.

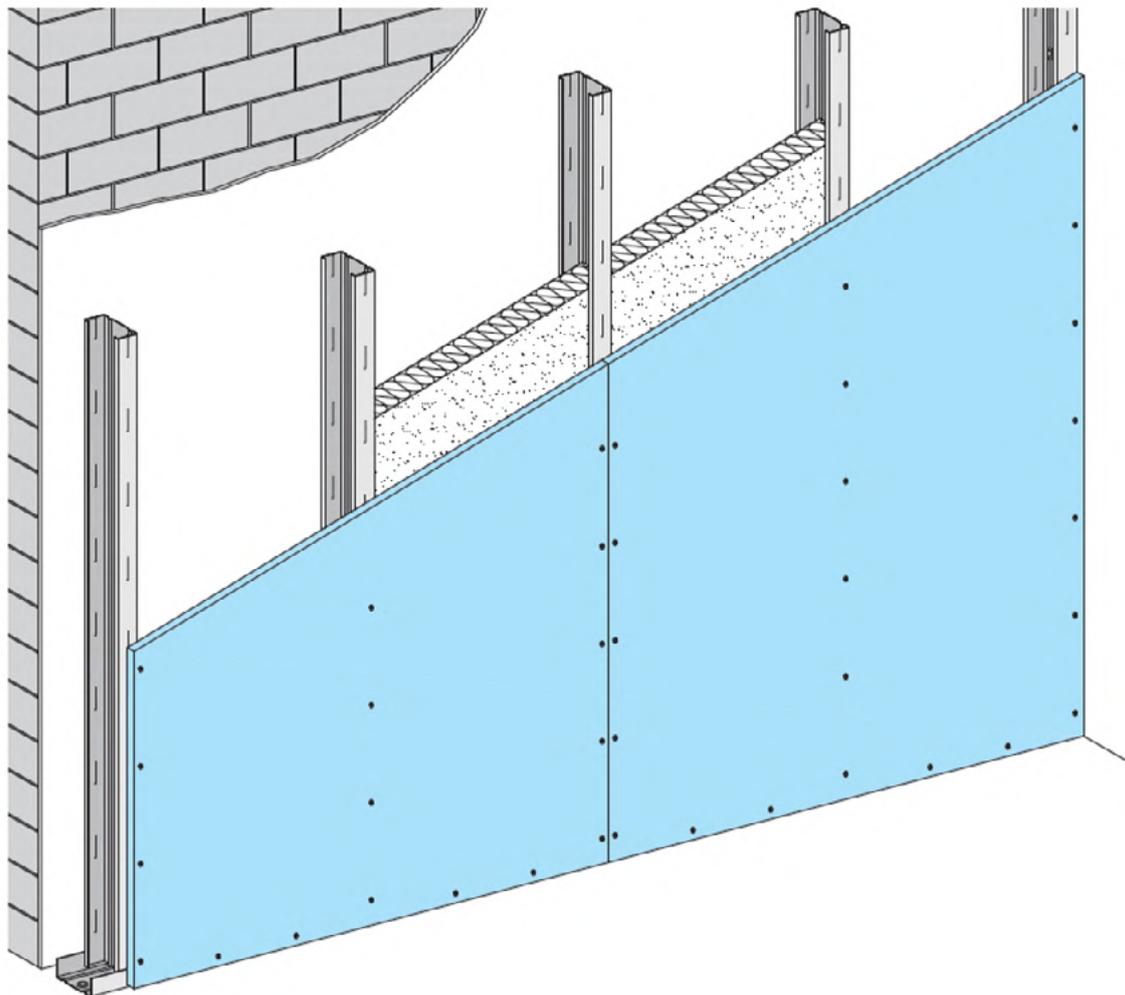


Figura 12. Trasdoso autoportante de PYL

3.1.1.2.4. RECOMENDACIONES

La instalación de trasdosados por el interior permite reducir los puentes térmicos de pilares embebidos en fachada, vigas, y otros elementos constructivos que permiten mejorar las prestaciones térmicas del edificio. En la siguiente Figura 12 se muestran un ejemplo del tratamiento de puente térmico en un pilar.

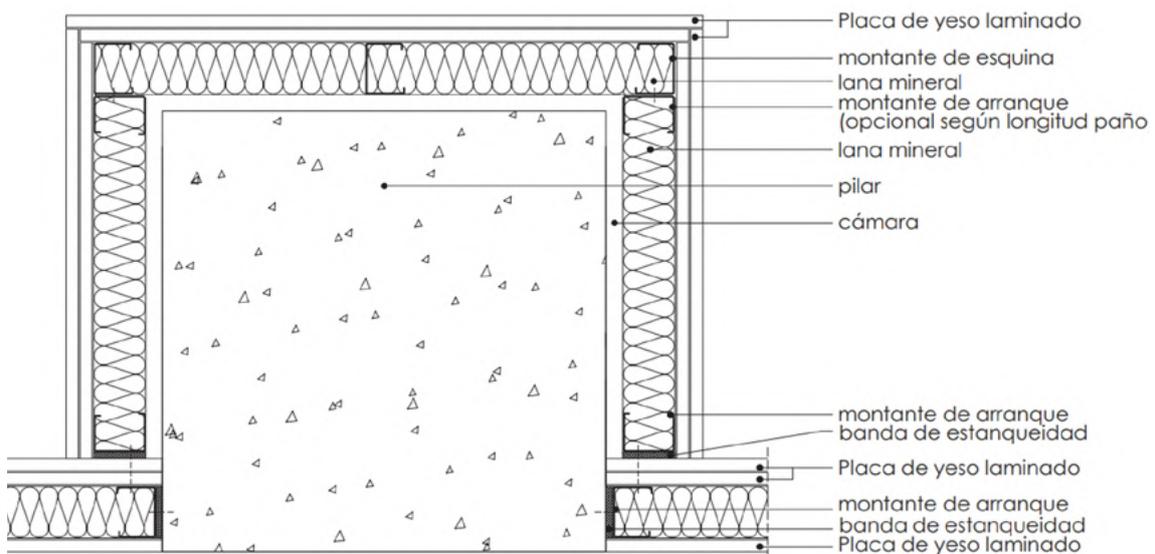


Figura 13. Detalle de instalación de un trasdosado alrededor de un pilar.

3.1.2. SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN CON YESO EN POLVO

3.1.2.1. APLICACIÓN DE YESO EN PARAMENTOS Y TECHOS

Los productos de yeso en polvo se emplean principalmente como material de revestimiento, sus principales ventajas son:

- la fácil manipulación en obra
- las buenas prestaciones desde el punto de vista de la habitabilidad
- la protección ante el fuego
- la durabilidad

El yeso es un material que queda integrado en diversos elementos constructivos del edificio, básicamente en los destinados a delimitación y compartimentación de espacios, como los cerramientos y tabiques, y en los de carácter estructural, como los forjados.

Cuando retira pintura o papel pintado en los paramentos o en aquellas rehabilitaciones donde se pican las paredes y techos se emplean soluciones de yeso. En caso de paredes y techos en los que se requiere la retirada de gotelé se utilizan normalmente masillas en base yeso que regularizan la superficie, sin necesidad de picar.



Figura 14. Ilustración de un instalador aplicando de yeso con espátula y llana

En trabajos de reparación de paredes después de trabajos de fontanería o electricidad a menudo para su reparación es necesario rellenar los agujeros dejados por el electricista o fontanero con un amasado de yeso. Posteriormente se deberá terminar con producto de acabado previo a la pintura. Es importante asegurarse de que las áreas de alta succión sean pretratadas según sea necesario.



Figura 15. Mantenimiento y reparación de los accesorios eléctricos y fontanería

Con el tiempo y el uso las paredes y los techos se deterioran debido al uso diario, por ello en algunos casos la reparación de arañazos o descuidos en las paredes y techos se debe realizar con yeso. En edificaciones antiguas cuando las condiciones no son adecuadas el yeso de acabado original puede deteriorarse. Para reparar la superficie de los revestimientos deteriorados deberá retirarse completamente cualquier yeso inestable y luego aplicar una nueva capa.



Figura 16. Ilustración de un revestimiento con desperfectos y aplicación de amasado de yeso para su reparación

En casos de rehabilitación dónde se levanten nuevos tabiques la aplicación de yeso tanto proyectado como manual se emplea para guarnecer y posteriormente enlucir las superficies.

Los principales tipos de yesos empleados en rehabilitación:

Yesos tradicionales:

YG: Yeso Grueso, conglomerante auxiliar de obra su uso es de aplicación manual y se utiliza para trabajos de albañilería como sujeción de reglas, pequeños remiendos y sujeción de tabiques.

YG/L: Yeso grueso de fraguado lento de aplicación manual, Su aplicación es manual monocapa para interior e indicado para el revoque y enlucido de paramentos horizontales y verticales interiores. El espesor de aplicación es de 10 a 20 mm.

YPM: Producto constituido mayoritariamente por sulfato de calcio en sus distintas fases de deshidratación, que lleva incorporado de fábrica diferentes aditivos y/o agregados. Su uso es de aplicación mecánica proyectado, para la ejecución de revestimientos interiores y su espesor de aplicación es de 10 a 20 mm.

Yeso aligerado (YA, YPM/A) es material constituido fundamentalmente por sulfato de calcio en sus distintas fases de deshidratación, que lleva incorporado en fábrica aditivos y agregados ligeros para conseguir mejores prestaciones en aislamiento térmico o protección contra el fuego. El espesor está comprendido entre 10 a 20 mm.

Yeso de alta dureza (YD, YPM/D) es un material constituido fundamentalmente por sulfato de calcio en sus distintas fases de deshidratación, que lleva incorporado en fábrica aditivos para conseguir mejores prestaciones en dureza superficial.

Yeso de terminación (YE/T) es un material constituido fundamentalmente por sulfato de calcio en sus distintas fases de deshidratación, que lleva incorporado en fábrica aditivos y agregados orgánicos o inorgánicos. Se amasa de forma manual o mecánica (taladradora, batidora) consiguiendo una consistencia de pasta que permite su aplicación inmediata de forma manual. Estos yesos están libres de partículas gruesas que impedirían el logro de una superficie de acabado lisa. Los espesores de aplicación recomendados de 0.1 mm a 1mm.

El término escayola se utiliza para designar un yeso semihidratado de especial pureza, blancura y finura.

En el mercado existen productos de yeso de especiales que aportan mejoras a la estanqueidad de los edificios, requisito imprescindible en edificaciones certificadas Passivhaus.

Otra gama de productos disponibles son morteros de base yeso destinados a zonas húmedas que mejoran la permeabilidad al agua, dónde actualmente se utilizan morteros de cemento se puede emplear este tipo de productos.



Figura 17. Aplicación de un producto de yeso aplicado con una máquina de proyección

3.1.2.1.1 PROPIEDADES MÁS RELEVANTES (Y PRODUCTOS RECOMENDADOS)

El empleo de yeso en las soluciones de rehabilitación puede ser productos de yeso o productos de yeso aligerado que se emplean para aplicación manual como proyectados a máquina.

La aportación del yeso como revestimiento, al ser considerado un elemento constructivo, es fundamental en el comportamiento global del edificio, aportando los siguientes acondicionamientos:

- aislamiento térmico
- regulación higrotérmica

- acondicionamiento acústico
- reflexión luminosa
- mejora la permeabilidad al aire

El fácil manejo de la pasta de yeso en la obra es debido a que:

- se trata de un material maleable y por lo tanto moldeable, lo que hace posible que se adapte a diferentes paramentos formando los guarnecidos y los enlucidos, a los que pueden darse diversos tratamientos superficiales en función de la terminación posterior.
- su consistencia se regula a voluntad, actuando sobre el factor agua/yeso de utilización durante su fabricación o durante su puesta en obra. La consistencia influye tanto en la resistencia final, como en el rendimiento del material (o cantidad necesaria del mismo), para obtener una determinada cantidad de producto terminado o dihidrato. Para obtener las características que especifican los fabricantes, se deberá utilizar la relación A/Y recomendada por ellos.
- su fraguado es regulable, lo que posibilita la fabricación de yesos de fraguado controlado, desde yesos de fraguado rápido hasta yesos de fraguado lento, así como los yesos especiales para proyectar. Además de los aditivos que utilizan los fabricantes para controlar el fraguado, durante la puesta en obra del yeso, también puede influir sobre él, la temperatura del agua, la rapidez del amasado, etcétera.
- tiene una gran adherencia sobre cualquier soporte, poroso y absorbente ya que debido a la naturaleza del proceso de fraguado se adhiere a otros materiales cuando aún permanece en estado fluido, pues se introduce por las oquedades y por los poros de éstos, en los que a continuación cristaliza, formando un conjunto íntimamente ligado.



Figura 18. Aplicación de la pasta de yeso en un paramento.

3.1.2.1.1.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA – PROCESO DE INSTALACIÓN

Su aplicación sobre el soporte se realiza mediante un extendido de pasta, masa trabajada de yeso y agua. Se emplea principalmente sobre superficies cerámicas, de hormigón, en paredes y en techos y el enlucido de yeso se aplica para obtener una terminación con pinturas lisas o acabados de análogo poder cubriente.

La ejecución del guarnecido puede realizarse manualmente o con máquinas de proyectar y en ambos casos, consta de las siguientes fases:

- Preparación del soporte que se va a revestir
- Amasado del yeso
- Recibido de precercos en huecos
- Colocación de guardavivos en esquinas salientes
- Ejecución de las maestras (en su caso)
- Aplicación manual o mecánica del yeso
- Acabado o enlucido

Para conocer en más detalle el proceso de instalación puede accederse al Manual de ejecución revestimientos con yeso³.

3.1.2.1.1.3. RECOMENDACIONES

Temperatura de aplicación recomendada está entre +5°C y +40°C.

Antes de la aplicación de yeso en los paramentos debe garantizarse que la superficie del soporte está limpia de polvo y partículas y grasas para la correcta adhesión a la superficie. Eliminar salientes o abultamientos y tapar oquedades.

Para soportes muy secos, regar el paramento con agua mediante aspersion.

Para soportes muy absorbentes se recomienda aplicar antes una imprimación reguladora de la humedad.

Para soportes muy húmedos: esperar la disminución de la humedad.

En caso de superficies demasiado lisas o con restos de desencofrante, en las que se vea comprometido el enclavamiento mecánico se recomienda la aplicación de un puente de unión.

Para reducir riesgo de fisuras se recomienda colocar previo al revestimiento una malla de PVC o tejido de fibra de vidrio que cubra unos 20 cm a ambos lados de la junta.

3. Manual de ejecución revestimientos con yeso -<https://atedy.es/atedy-polvo/#documentacion>

La aplicación de yeso con más de 2 cm de espesor cuando la obra así lo requiere, aun no siendo muy habitual ni recomendable, es más factible con yesos proyectados pues permite aplicar una segunda capa sobre la primera “fresca”-aún no fraguada y adherirse convenientemente.

En ningún caso se debe aplicar una bicapa directamente sobre la primera “seca”, pues se podrían producir posteriores desprendimientos.

En techos con bovedilla de poliestireno expandido, como material de entreviga del forjado, se debe aplicar previamente una preparación de agarre que haga de puente de unión entre el soporte y el revestimiento de yeso. Otra opción es colocar una malla de fibra de vidrio sujeta a las bovedillas con clavijas especiales de plástico

Una vez finalizada la aplicación del yeso de terminación en aquellos casos que la superficie esté muy lisa, se recomienda el lijado superficial previo a la tarea de pintura para garantizar su correcta adhesión.

3.2. SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN DE TECHOS

3.2.1. REHABILITACIÓN TECHO SUSPENDIDO CONTINUO CON PLACA DE YESO LAMINADO (PYL)

3.2.1.1. PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN - DESCRIPCIÓN

Los techos suspendidos continuos son unidades constructivas bajo forjados, tanto horizontales cómo inclinados, sin juntas aparentes y sustentados por una estructura autoportante oculta y que forman bajo ellos un “plénium” o cámara, de diferente dimensión, de tal manera que le aportan una mejora técnica y estética. Existen los techos con perfiles de techo suspendidos simples y compuestos véase Figura 19.

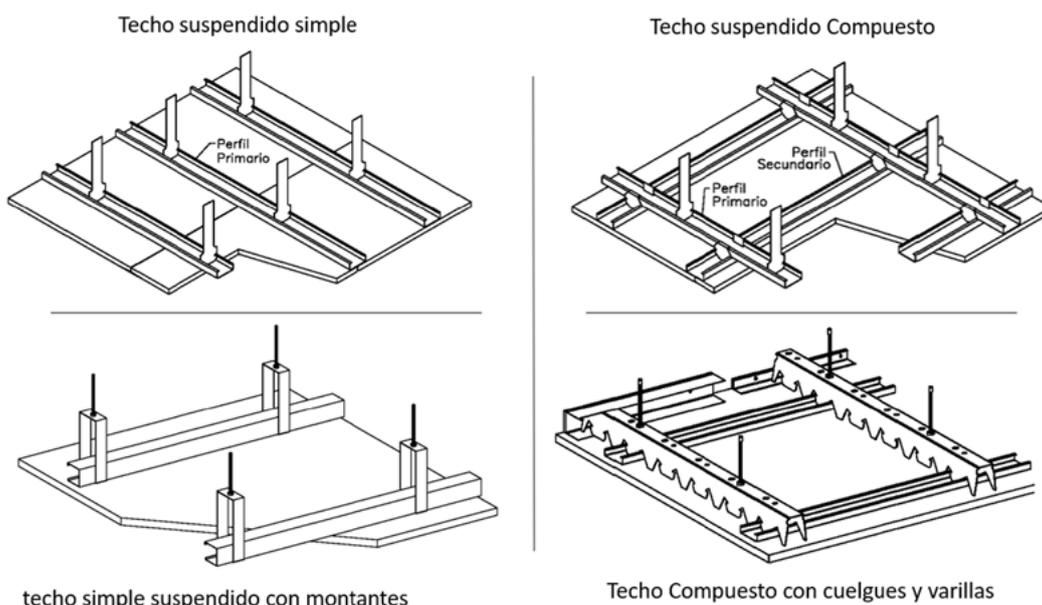


Figura 19. Secciones de techos suspendidos simples y Compuestos

Los techos simples tienen una sola estructura y los compuestos poseen dos estructuras donde la secundaria se une a la estructura primaria mediante encaje directo. Los techos suspendidos con montantes pueden ser con una sola estructura (véase la imagen inferior izquierda de la Figura 16) o compuestos con dos estructuras, primaria y secundaria.

Las diferentes piezas de arriostramiento, encajes y cuelgues (Figura 19) utilizadas en la ejecución de los techos suspendidos con PLY deben emplearse según las recomendaciones de los fabricantes que precisan en sus catálogos y fichas las características mecánicas e instrucciones de instalación de los accesorios para los perfiles diseñados según sus funciones específicas. No se permite su modificación en obra.

En rehabilitación no se recomienda el techo continuo del tipo adosado o directo, aunque en situaciones dónde exista restricción de espacio, es el techo con menor altura. En el plénum se recomienda siempre la colocación de una capa continua de material de aislamiento, como lana mineral que debido a su estructura abierta y porosa proporciona aislamiento térmico y acústico.

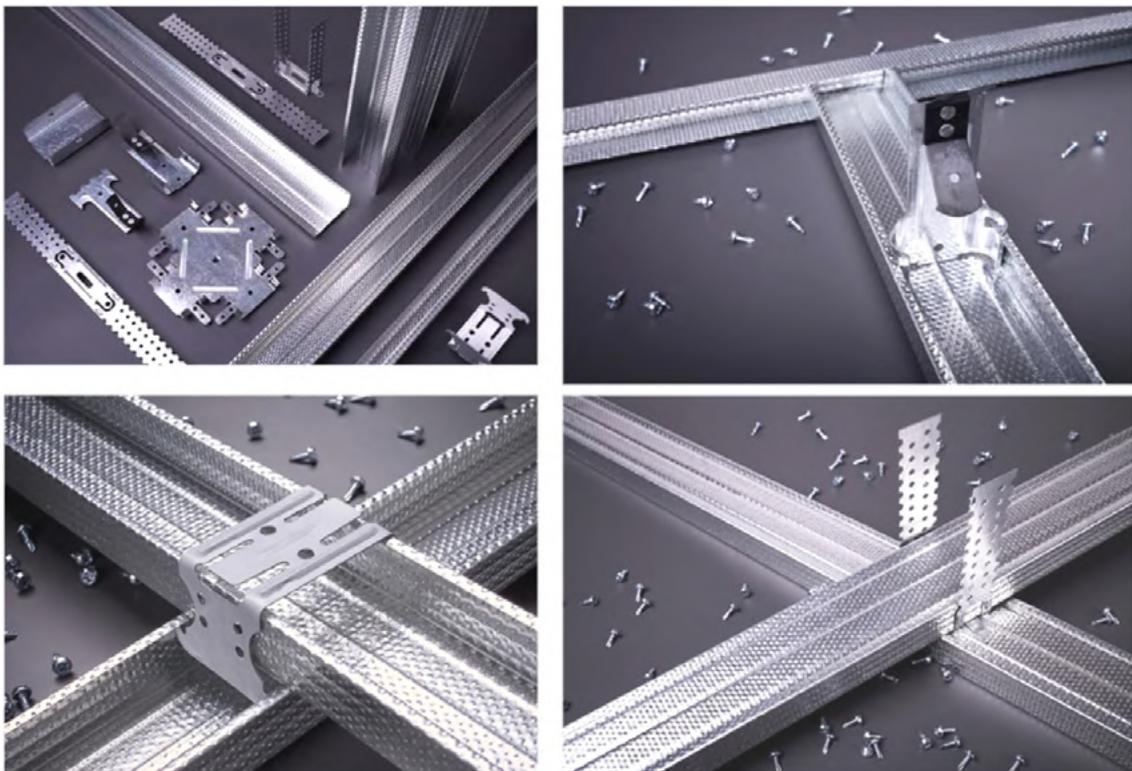


Figura 20. Ejemplos de perfiles, elementos soporte y suspensiones metálicos

En función de la tipología de placas empleadas, obtendremos diferentes prestaciones del techo: techos decorativos o techos con elevadas prestaciones de aislamiento acústico, térmico, protección al fuego o resistentes a la humedad en función de su ubicación.

La rehabilitación de techos por el interior se puede realizar en cualquier tipología de cubierta, variando el tipo de techo, placas y espesor de aislamiento térmico y acústico se obtendrán las prestaciones deseadas para conseguir el objetivo final.

3.2.1.1.2. PROPIEDADES MÁS RELEVANTES (Y PRODUCTOS RECOMENDADOS)

Los diseños de techos pueden tener distintas formas, planas, inclinadas o curvas (el curvado de las placas se realizará siguiendo las indicaciones del fabricante).

En el mercado existen placas de yeso laminado que disponen de cuatro bordes afinados que permiten un mejor tratamiento de las juntas entre placas, recomendable para grandes superficies y techos con grandes exigencias estéticas, como aquellos en los que esté previsto la incidencia de luz rasante.

Mejora del aislamiento térmico

La pérdida de calor que se transmite a través de la envolvente del edificio es crítica y las propiedades de aislamiento térmico de los distintos tipos de materiales utilizados afecta al comportamiento energético del edificio. Las soluciones con sistemas de PYL y aislamiento en su interior reducen las pérdidas energéticas, mejoran la eficiencia energética y mejoran la calidad del edificio.

Mejora del aislamiento acústico

Es posible incrementar el aislamiento acústico de los elementos de separación horizontal mediante la instalación de un techo suspendido continuo que incluya en su plenum un material aislante poroso como la lana mineral. Para aportar mejores prestaciones los fabricantes de placas han desarrollado placas especialmente indicadas para la mejora del aislamiento acústico.

Tabla 11. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un techo suspendido de PYL

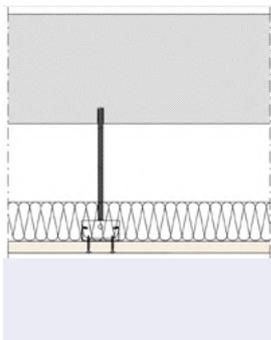
|  | Techo suspendido PYL 15 cámara 100 MW - Losa de hormigón de 140 mm. - Cámara de aire de 100 mm. - Lana mineral de 50 mm de espesor. $\lambda = 0.039-0.032 \text{ W/m.K}$ - Placa de yeso laminado de 15 mm. - Altura total unidad techo 165 mm. | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA $R_w = 71(-2;-8)$ dB $R_A = 69,4$ dBA Incremento acústico tras-dosado $\Delta R_A = 13,6$ dBA | Peso medio aproximado (Kg/m ²) 366 | Aislamiento térmico R (m ² K/W) $0,62+R_{AT}$ Min =1,85 Max =2,15 | Referencia ensayo CTA-361/07 AER-1 ANEXO CTA-361/07 AER-1 |
|---|--|--|---|---|---|
|---|--|--|---|---|---|

Tabla 12. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un techo suspendido PYL de 15mm y cámara de aire de 150 mm.

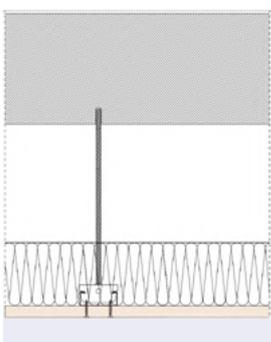
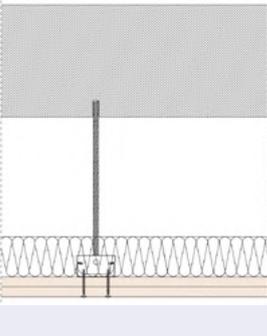
|  | Techo suspendido PYL 15 cámara 150 MW - Losa de hormigón de 140 mm. - Cámara de aire de 150 mm. - Lana mineral de 80 mm de espesor. $\lambda = 0.039-0.032 \text{ W/m.K}$ - Placa de yeso laminado de 15 mm. - Altura total unidad techo 245 mm. | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA $R_w = 73(-3;-8)$ dB $R_A = 71,0$ dBA Incremento acústico tras-dosado $\Delta R_A = 15,1$ dBA | Peso medio aproximado (Kg/m ²) 367,5 | Aislamiento térmico R (m ² K/W) $0,62+R_{AT}$ Min =2,65 Max =3,10 | Referencia ensayo CTA-032/08 AER-2 ANEXO CTA-032/08 AER-2 |
|---|--|--|---|---|---|
|---|--|--|---|---|---|

Tabla 13. Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un techo suspendido con dos placas de PYL de 12,5 mm y cámara de aire de 150 mm.

|  | Techo suspendido 2PYL 12,5 cámara 100 MW - Losa de hormigón de 140 mm. - Cámara de aire de 150 mm. - Lana mineral de 50 mm de espesor. $\lambda = 0.039-0.032 \text{ W/m.K}$ - 2 Placas de yeso laminado de 12,5 mm. - Altura total unidad techo 175 mm. | Aislamiento acústico $R_w(C;Ctr)$ dB R_A -dBA $R_w = 73(-3;-9)$ dB $R_A = 70,4$ dBA Incremento acústico tras-dosado $\Delta R_A = 14,7$ dBA | Peso medio aproximado (Kg/m ²) 374 | Aislamiento térmico R (m ² K/W) $0,66 + R_{AT}$ Min =1,90 Max =2,20 | Referencia ensayo CTA-361/07 AER-3 ANEXO CTA-361/07 AER-3 |
|---|--|--|---|---|---|
|---|--|--|---|---|---|

Mejora del acondicionamiento acústico

Existen techos diseñados para mejorar el acondicionamiento acústico ya que incorporan placas con microperforaciones o perforaciones en toda la placa que incorporan un velo acústico en su reverso. Estos techos permiten la corrección del tiempo de reverberación gracias a sus propiedades fonoabsorbentes y mejorar así el confort acústico y la inteligibilidad de dicho espacio. Estos techos son adecuados en zonas de concurrencia de público como restaurantes, bares, aulas, comedores, auditorios, salas de reuniones, salones de actos, hospitales, colegios, etc.

Las placas para mejorar el acondicionamiento acústico pueden instalarse tanto en techo continuo, como en paramentos verticales como corrector acústico.



Figura 21. Ejemplo de placas de yeso laminado perforadas especiales para la mejora del acondicionamiento acústico de techos

Mejora de las prestaciones frente a fuego

Los techos suspendidos continuos de PYL mejoran la resistencia al fuego propia del forjado, proporcionando al plénum y a las instalaciones que en él se ubiquen, una resistencia al fuego superior que puede llegar hasta 120 minutos según el tipo de placa, el fabricante deberá aportar los informes de ensayos realizados en laboratorios acreditados para el sistema concreto.

Mejora de la calidad del aire interior

En el mercado existen placas de yeso laminado que de forma complementaria poseen prestaciones que mejoran la calidad del aire interior mediante la transformación de los formaldehídos, compuestos orgánicos volátiles que son nocivos en alta concentración, en compuestos inertes, contribuyendo así a garantizar un ambiente interior saludable.

En el mercado existen dispositivos registrables – trampillas para facilitar el acceso a las instalaciones que discurren en el plénum, pero con el mismo acabado de un techo continuo.

3.2.1.1.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA – PROCESO DE INSTALACIÓN

Los perfiles empleados en techos continuos tienen forma de “C” a cuyo lado inferior, cota a, se atornillan las placas en número, tipo y espesor diferente. Las dimensiones utilizadas son: 45 mm, 47 mm y 60 mm. También se pueden emplear montantes.

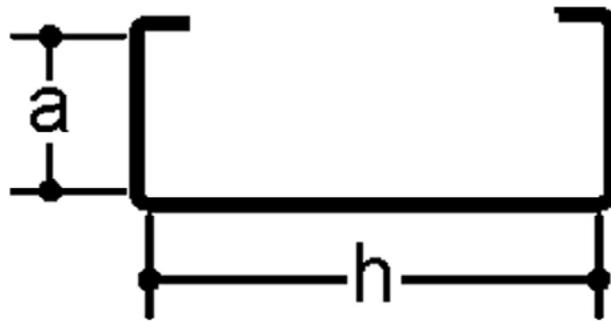


Figura 22. Perfil de techo continuo

En techos compuestos existen perfiles de diferente configuración, en los que por lo general se incluyen hendiduras o formas especiales de tal manera que en éstas puedan encajarse directa o indirectamente los perfiles que conforman la estructura secundaria, o sea a “perfiles de techos continuos”.

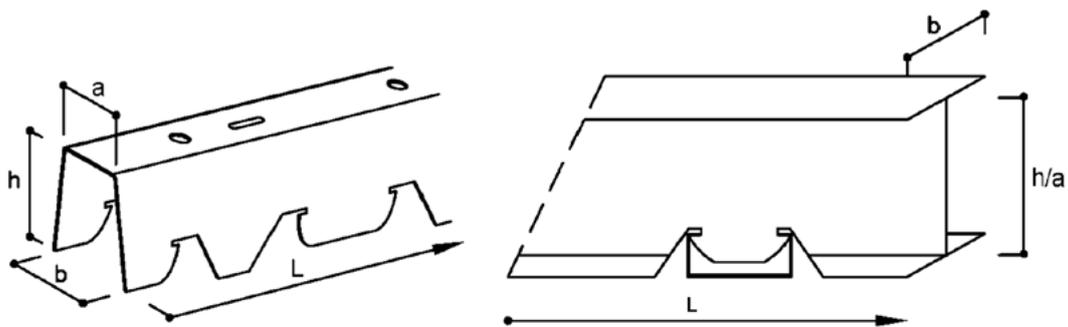


Figura 23. Perfiles de techo continuo.

Según los tipos de techos, tipo de estructura, perfiles y tipo de placa/s de yeso laminado deberá seguirse en todos los casos las indicaciones de cálculo y dimensionamiento de los techos continuos indicado en la norma UNE 102043.

La primera línea de perfiles paralelos al muro, en techos sencillos o los perfiles de la estructura secundaria en techos compuestos con sus respectivos anclajes y cuelgues, deben estar situados a una distancia igual o menor a 100 mm del muro perimetral.

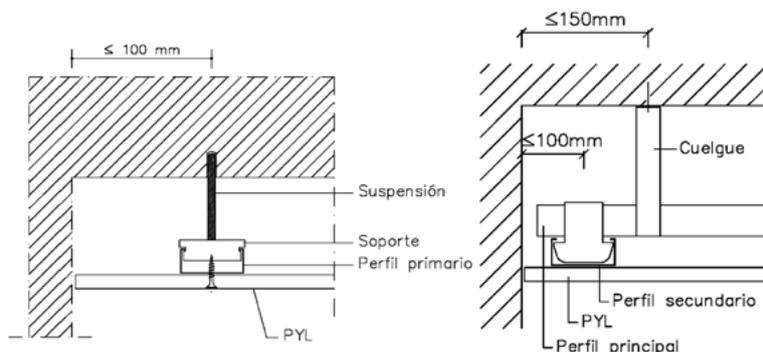


Figura 24. Situación de los cuelgues con perfil con una estructura o perfil secundario.

En techos interiores de tipo sencillo (techos con una estructura, techos directos o techos con montantes sencillos) formados con una placa de yeso laminado estandar de 12,5 mm de espesor la modulación de la estructura portante de la placa se realiza a 500 mm. Si el techo se instala en una zona interior con ambiente húmedo, se empleará una placa de yeso laminado tipo H1 de 15 mm de espesor y modulación de la estructura portante de la placa a 400 mm.

En techos continuos compuestos con dos estructuras, primaria y secundaria, la separación máxima a ejes entre los perfiles secundarios que conforman esta estructura viene definida por:

≤ 500 mm para la placa de 12,5 mm;

≤ 600 mm para la placa de 15 mm o más.

El tratamiento de las juntas se realizará de forma similar a un tabique. Se tendrá especial cuidado en no cruzar las cintas de las juntas laterales con las de testa. En caso de utilizar placas con los cuatro bordes afinados permite obtener superficies perfectamente planas sin resaltes en las testas. Si las placas tienen los bordes cortados el acabado de juntas será similar al acabado juntas de bordes afinados y se utilizará la cinta de juntas de papel evitando la superposición de cintas en los cruces de los bordes. En estos casos se dará una tercera mano de pasta de juntas más ancha, para así ocultar el leve excedente de grosor en los bordes cortados.

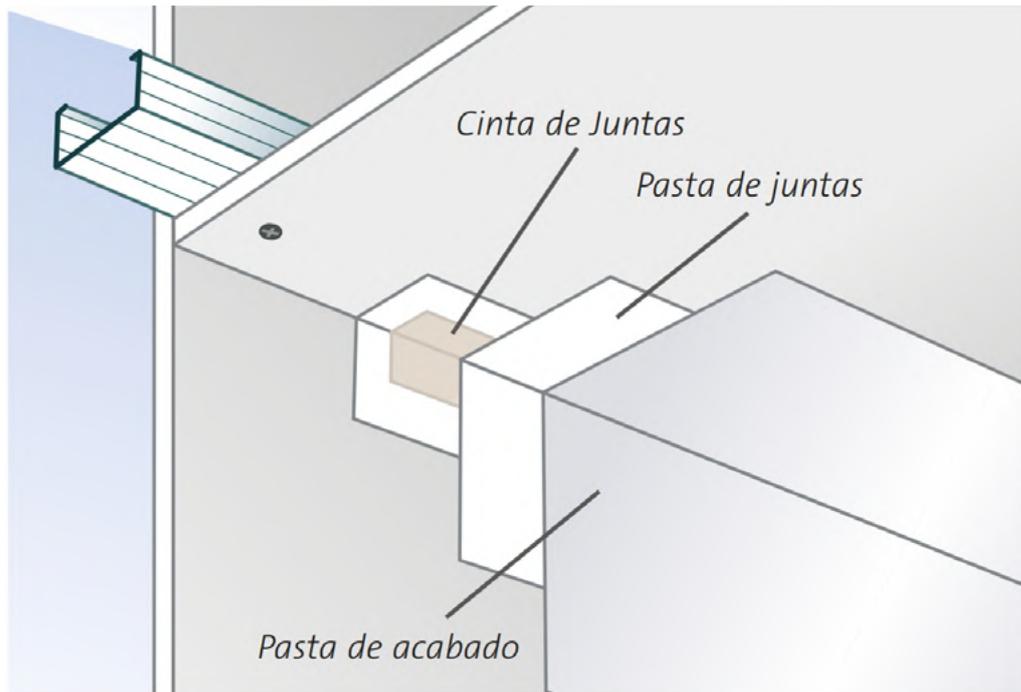


Figura 25. Ejemplo de acabado de juntas del techo con el encuentro de muros.

En caso de utilizar placas microperforadas, el tratamiento de juntas se realiza mediante la aplicación de una pasta en cartucho rellenando por completo toda la junta. En estos casos no se emplea cinta.

3.2.1.1.4. RECOMENDACIONES

En caso de instalación de techos en ambientes húmedos o en semi intemperie, las placas a utilizar serán de espesor de 15 mm del tipo H1.

En caso de colocación de un perfil perimetral deberá colocarse una banda elástica del lado del perfil en contacto con el paramento para reducir la transmisión de vibraciones a la estructura y mejorar las prestaciones acústicas del techo.

Cuando se prevean posibles condensaciones en el “plénium” o bien sea aconsejable por los cálculos la instalación de una barrera de vapor puede optarse por las siguientes soluciones:

- a) la placa de yeso laminado que esté en contacto con el “plénium” debe ser del tipo BV;
- b) colocación de mantas de lana mineral con láminas de barrera de vapor en la cara de contacto con la placa (lado caliente).

Cuando esté previsto que los “pléniums” de los techos suspendidos estén aireados, como el caso de techos de semi-intemperie y por lo tanto sean susceptibles de corrientes dentro de él, deben colocarse obligatoriamente tensores (“vientos”) suficientemente rígidos y resistentes alrededor de todo el perímetro del techo.

Cuando se prevean posibilidades de exceso de humedades en el “plénium” o cambios de las condiciones ambientales del mismo, con respecto al local donde está ubicado, el técnico responsable debe realizar un estudio previo.

En techos de grandes dimensiones, se deberán disponer juntas de dilatación cada 15 m y se recomienda su instalación en la coincidencia de superficies menores con otras de mayor amplitud, por ejemplo, en el encuentro entre el techo de un pasillo con el del salón en una vivienda.

Cuando se instala un tabique posterior a un techo suspendido con resistencia al fuego, para mantener la misma prestación, el techo se deberá anclar al mismo tabique, sin atornillar al canal cuando exista la certeza de que el fuego no vaya a provocar en dicho tabique una deformación tal, que tire del techo y ponga en juego su estabilidad. Se puede utilizar un taco pasante no inflamable (diámetro mínimo 6 mm) y modulación ≤ 500 mm. En caso de tener más de una placa, todas las juntas de la primera capa de placas deben estar por lo menos emplastecidas.

3.2.2. REHABILITACIÓN CON TECHO REGISTRABLE DE PLACA DE YESO LAMINADO (PYL)

Existen techos registrables fonoabsorbentes diseñados principalmente para mejorar el acondicionamiento acústico y techos decorativos.

Existe en el mercado una elevada gama de placas con distintos diseños de perforaciones y en placas decorativas infinidad de acabado, que llevan incorporado láminas de vinilo que imitan superficies metálicas, madera y una gran gama de colores para cubrir las exigencias y requisitos de diseño.

3.2.2.1.1. PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN - DESCRIPCIÓN

Los techos registrables aportan la ventaja de facilitar por completo el acceso al plénium.

Según el tipo de montaje de los techos registrables existen perfiles con:

- Borde visto: sistema de montaje visto con bordes rectos que apoyan en perfilería
- Borde semi-visto: sistema de montaje semivisto para perfilería
- Borde oculto: sistema de montaje mediante perfilería oculta

3.2.2.1.2. PROPIEDADES MÁS RELEVANTES (Y PRODUCTOS RECOMENDADOS)

Al ser techos registrables permite acceder al plénium dónde pueden ubicarse instalaciones. Permiten un rápido montaje y desmontado del sistema.

Debido a las características de las placas aportan un buen comportamiento higrométrico. Se utilizan en rehabilitaciones de edificios de viviendas, aunque su uso está más extendido en edificios de concurrencia pública como colegios, oficinas, hospitales, hoteles, etc.

La rehabilitación de techos por el interior puede realizarse en cualquier tipología de cubierta, variando el espesor de aislamiento térmico y acústico se obtendrán las prestaciones deseadas para conseguir el objetivo final.

3.2.2.1.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA - PROCESO DE INSTALACIÓN

El montaje se realiza mediante un sistema de entramado de perfilería, que en función de sus dimensiones (habitualmente en formato 600 x 600) permite la posterior colocación del techo con distintos tipos de montaje.

Existen múltiples tipos de placas con distintos acabados para ser montadas sobre perfilería para techos registrables.

3.2.3. REHABILITACIÓN DE TECHOS CON PLACAS DE ESCAYOLA

3.2.3.1. TECHO CONTINUO DE PLACA DE ESCAYOLA

3.2.3.1.1. PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN - DESCRIPCIÓN

Las características generales de las placas de escayola se enumeran a continuación:

- Las placas deben ser ortogonales, con una cara vista o cara de paramento y una cara oculta.
- La cara vista estará exenta de defectos tales como eflorescencias, manchas, ralladuras, fisuras, abolladuras, oquedades, o coqueras y de aceites o de productos de desmoldeo.
- La cara oculta tendrá la rugosidad suficiente para permitir la adherencia de las estopadas.
- Podrá estar provista de nervios en alto relieve, perpendiculares entre sí para dotarlo de mayor resistencia.



Figura 26. Placa de yeso de escayola para techo continuo

3.2.3.1.2. PROPIEDADES MÁS RELEVANTES (Y PRODUCTOS RECOMENDADOS)

Son productos duraderos y resistentes, de forma que una vez instalado permanece inalterable durante periodos de tiempo tan prolongados como se desee.

Los productos de escayola presentan un excelente comportamiento frente al fuego, las placas son incombustibles con clasificación de Euroclase A1.

Son productos recomendables dónde la humedad ambiental es elevada. Pudiéndose emplear en cuartos de baño o cocinas.

3.2.3.1.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA - PROCESO DE INSTALACIÓN

Se deberá disponer de puntales y reglas y proceder al replanteo de las placas cuidando su nivelación y colocando las uniones de placas longitudinalmente en el sentido de la luz rasante y las uniones transversales alternadas.

Las placas se colocan a matajunta.

Se deben emplear las machihembras en el caso de que la placa las tenga.

Exigir 2 reglas de avance para garantizar el tiempo de sujeción de las placas con el pegote y para evitar alabeos.

Realizar los cortes sobre las placas en el plano de la cara vista, con el serrucho haciendo el corte normal a la placa y estando ésta perfectamente apoyada.

No se deben realizar en el techo de placa ninguna operación que produzca movimientos durante 25 minutos tras la colocación de la última estopada de fijación al techo o de los pegotes sobre los ganchos de la placa en el caso de colocación con varilla de acero. Principalmente, No se deben retirar los reglas.

Deberán emplearse las fijaciones, tirantes adecuados para el techo a instalar.

Deberá seguirse las recomendaciones de instalación del manual de instalación de techos fijos de escayola de ATEDY⁴.

3.2.3.1.4. RECOMENDACIONES

El mantenimiento de los techos es muy sencillo, admiten pintura con gran facilidad, tanto con un tradicional rodillo como a pistola, conservando todas sus características de origen.

4. [Recomendaciones de instalación de placas de escayola para techos continuos](#)

La causa de la aparición de fisuras y grietas en los techos fijos de escayola es su instalación incorrecta, al no tener en cuenta las tensiones que reciben de la obra, cuyo origen se debe a movimientos estructurales, asentamientos de obra, cargas de elementos constructivos o dilataciones de los materiales.

Unas rigurosas comprobaciones y controles llevados a cabo durante el proceso productivo permiten garantizar de forma continua la estabilidad mecánica y las tolerancias dimensionales.

Existen acabados distintos, lisos o con texturas diversas con dibujos geométricos, irregulares, etc., de rugosidad variable estrías o perforaciones. Sus características son similares a las de las placas lisas.

3.2.3.2. TECHO REGISTRABLE DE PLACA DE ESCAYOLA

3.2.3.2.1. PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN - DESCRIPCIÓN

Las placas de escayola para techos han superado ensayos homologados por los organismos competentes sobre la comprobación de la supervivencia de microorganismos, haciendo que sean adecuados para hospitales, colegios o guarderías.

La composición de las placas de escayola es neutra con un pH 7, por lo que no ataca a otros materiales.

Los paneles de escayola, dado su poder de absorción, actúan como reguladores ambientales, al absorber el exceso de humedad ambiente y restituirla tan pronto como la atmósfera se seca. Otra cualidad de las placas es la transpiración. Como una velocidad de difusión relativa al vapor de agua 15 veces menor que a través del aire, las habitaciones dónde hay un techo de escayola son más frescas en verano y más cálidas en invierno.

La versatilidad, fiabilidad y funcionalidad de los techos registrables o desmontables de escayola sólo serán una realidad, si están basadas en una correcta instalación de los mismos.

3.2.3.2.2. PROPIEDADES MÁS RELEVANTES

Se puede decir que el sistema de placas de escayola para techos registrables o desmontables cumple, entre otras, las siguientes funciones:

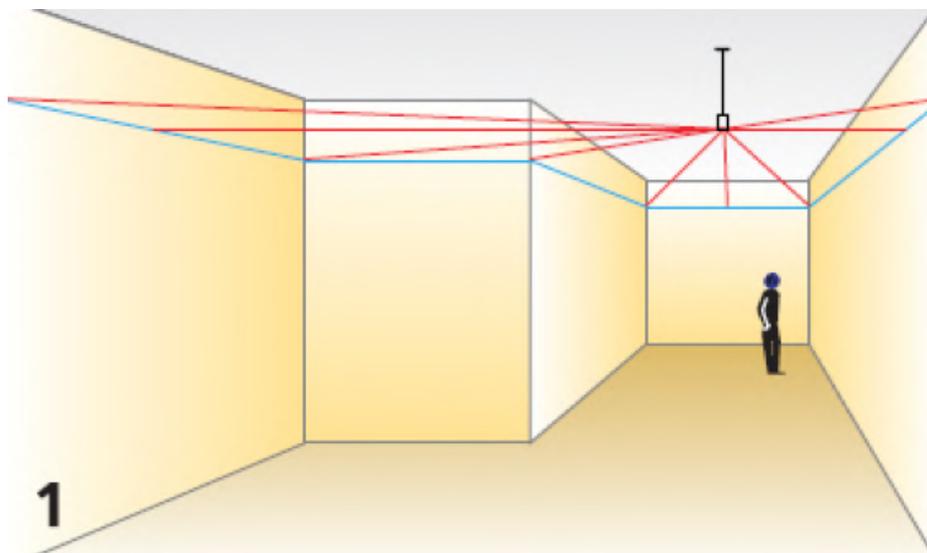
- Decorar, por su gran diversidad de diseños.
- Acondicionar térmicamente, al bajar la altura del techo y aislar térmicamente.
- Acondicionar acústicamente: acorta los tiempos de reverberación, y en el caso de utilización de las placas fonoabsorbentes, corrige acústicamente las condiciones de un local.
- Dar opción de acceder a las instalaciones del plenum sin deterioro del falso techo, cuando se tiene que hacer algún tipo de reparación en las instalaciones que van por el plenum, tales como telefonía, agua, instalación contra incendios, megafonía, aire acondicionado, etc.

3.2.3.2.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA – PROCESO DE INSTALACIÓN

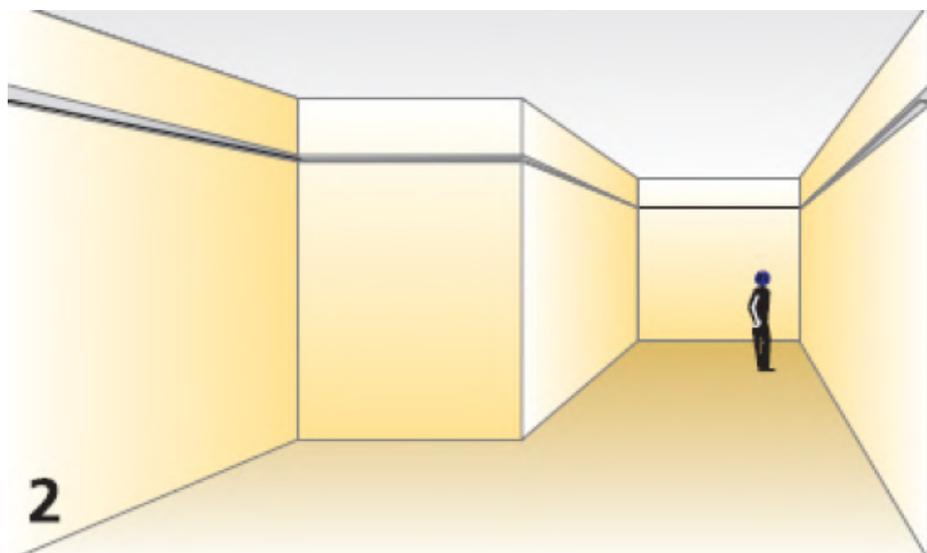
Información sobre los elementos de soporte, suspensiones, fijaciones y pequeña descripción del proceso de instalación se muestra a continuación.

Los techos pueden disponer de perfilera oculta o vista. La diferencia fundamental está en que con este sistema no se usan perfiles secundarios sino piezas distanciadoras o galgas. Para garantizar la calidad y ventajas de estos productos deberá seguirse los siguientes pasos:

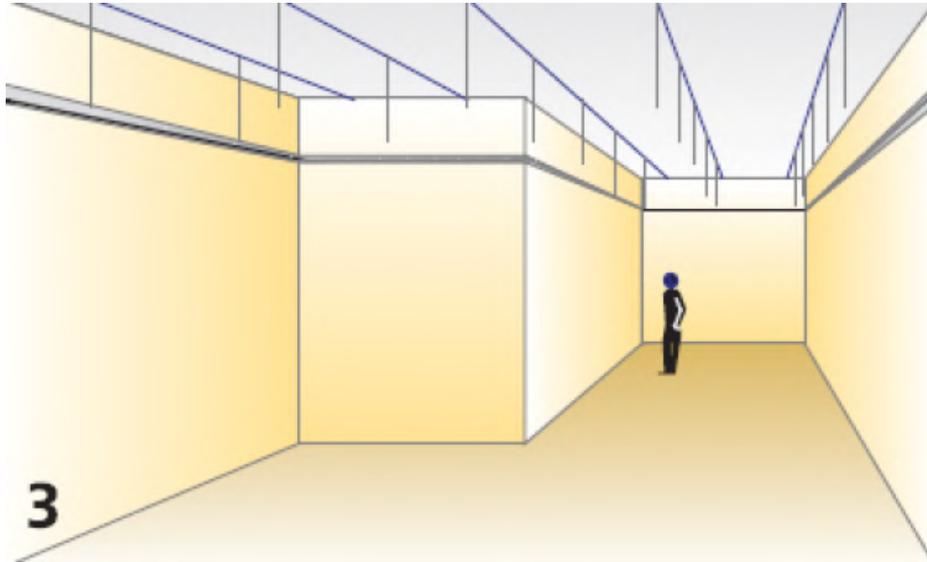
1. Marcar la línea de posición del angular de remate con el sistema de nivelación láser, o mediante métodos tradicionales (nivel de agua y azulete).



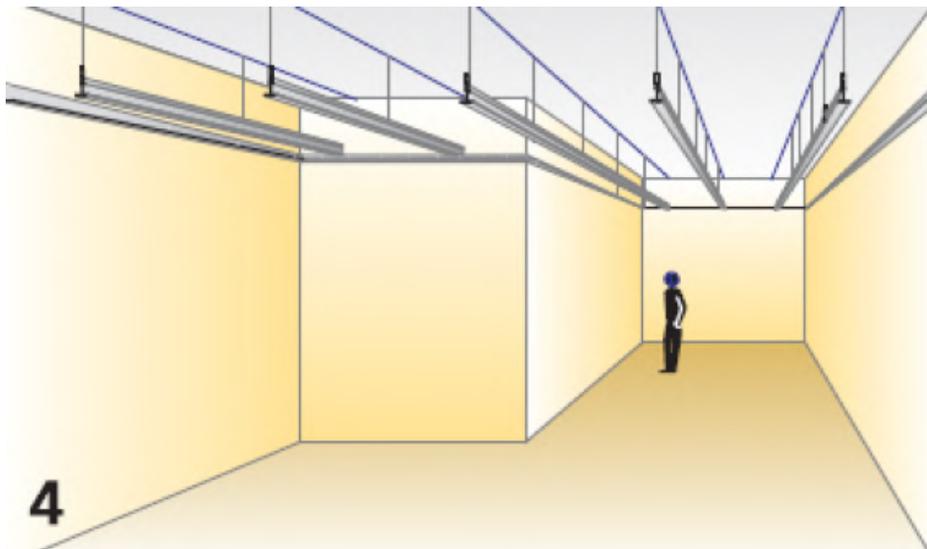
2. Posicionar el ángulo de remate sobre el paramento vertical, según la naturaleza de este. Si es hormigón, con tacos y tornillos cada 1 o 1,5 metros.



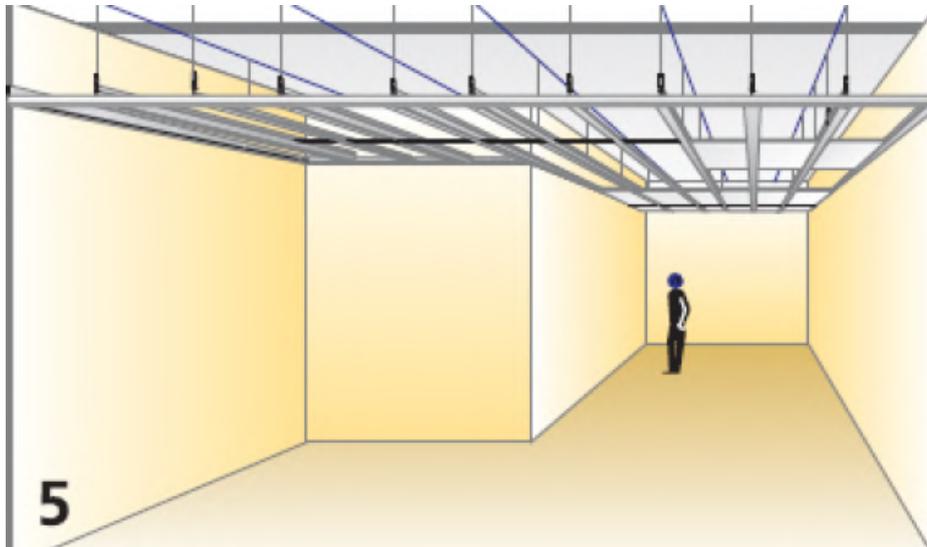
3. Posicionar sobre el paramento horizontal (forjado), líneas paralelas a los perfiles primarios, y sobre ellas los puntos de anclaje para los cuelgues separados entre sí si la distancia es de 0,6 a 1 metro. Colocar sobre los puntos de anclaje la varilla roscada cortada a la medida adecuado, según la naturaleza del forjado. Si es hormigón, con taladro y taco con rosca interior. Si es cerámica, agujereando esta y utilizando pieza balancín. Si es hierro, con taco pirotécnico.



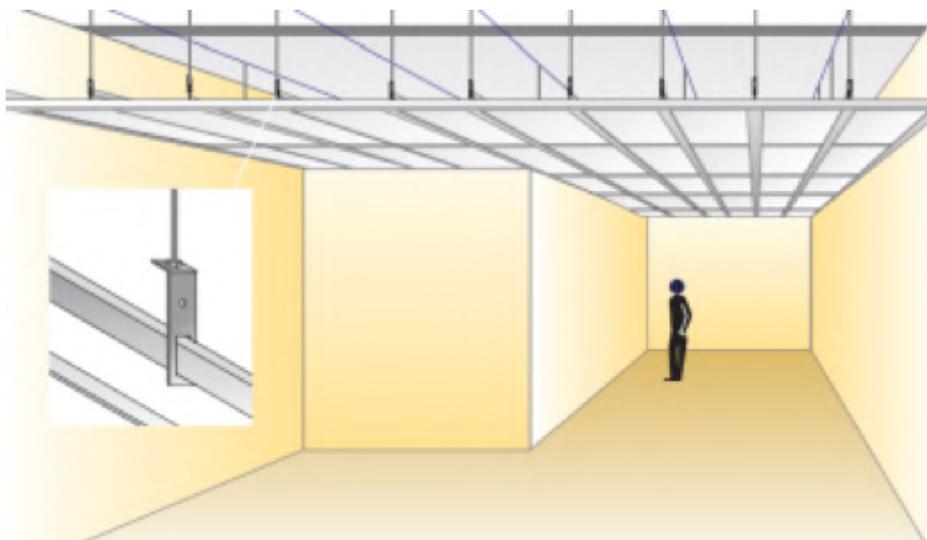
4. Introducir previamente en el primario las piezas suspensión necesarias. Introducir en la varilla, una tuerca, la pieza suspensión que previamente se introdujo en el primario y posteriormente, una segunda tuerca. Nivelar los perfiles accionando la tuerca y contratuerca colocadas anteriormente.



5. Armar la estructura encajando los perfiles secundarios en las lumbreras de los primarios. Se debe ir colocando alguna placa aleatoriamente, pues esto ayudará a evitar balanceos y a escuadrar el conjunto de la retícula.



6. Comprobar finalmente que el techo está nivelado en su conjunto y proceder a colocar el resto de las placas sobre la perfilería. Si no se hubiera instalado faja perimetral monolítica y la placa a colocar fuese con perforaciones, o con algún dibujo que requiriese verse en su totalidad, la placa a cortar podrá dar solución al perímetro, deberá ser de tipo liso.



3.2.3.2.4. RECOMENDACIONES

Existen también sistemas de perfilería especial para este tipo de techos. La diferencia con el perfil convencional estriba en el uso de las galgas o distanciadores, y de los empalmes, siendo estos últimos una pieza aparte que no va incorporada en el extremo del perfil, como el caso de los techos convencionales.

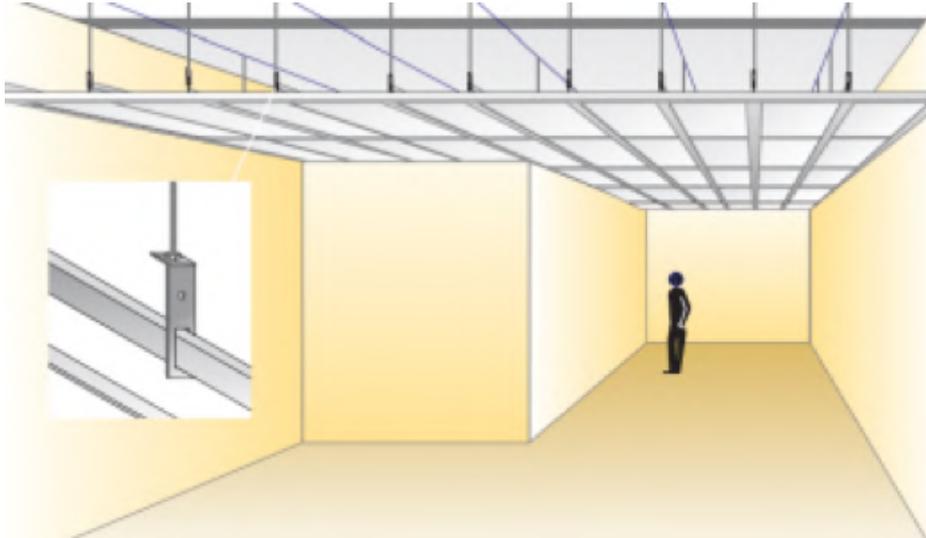


Figura 27. Detalle colocación estructura techo suspendido

Los techos desmontables de placas de escayola consiguen altos valores de aislamiento y acondicionamiento acústico.

3.3. SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

3.3.1. PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN – DESCRIPCIÓN

La aplicación de morteros en base yeso desarrollados a base de ligantes hidráulicos, áridos ligeros, como perlita y vermiculita y una formulación especial, se emplean para rehabilitación de elementos estructurales para la protección contra el fuego de estructuras. Además de proporcionar una seguridad pasiva contra incendios, debido a las propiedades aislantes del mortero de yeso aligerado reduce los puentes térmicos de dichas estructuras y por tanto la mejora de las prestaciones térmicas del edificio.

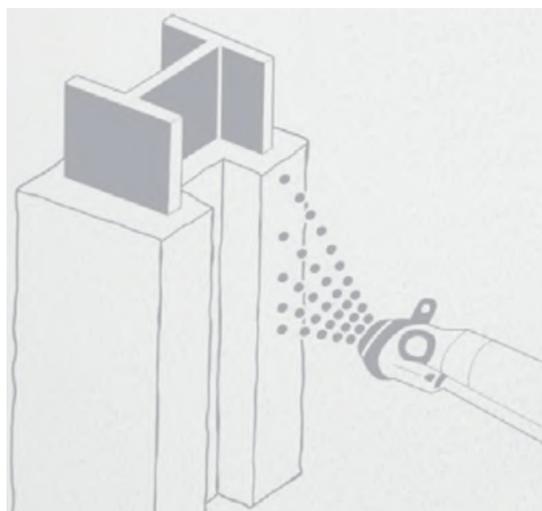


Figura 28. Ilustración de una aplicación de yeso sobre un elemento estructural.

Los productos de yeso tienen un excelente comportamiento ante el fuego. Las causas de este comportamiento se pueden resumir en los siguientes puntos:

- El mortero de yeso son incombustibles (Euroclase A1)
- Tiene un coeficiente de conductividad térmica relativamente bajo, lo que reduce la propagación del calor producido en el incendio.
- Tiene un gran contenido de agua en su constitución, del orden del 21 % en peso, que representa unos 2,5 litros de agua por metro cuadrado de revestimiento, los cuales van a exigir un gran consumo de calor para su evaporación.
- Aún después de deshidratado, el yeso sigue formando una capa de protección del material revestido.
- No produce ningún gas o vapor de carácter tóxico o asfixiante: únicamente se desprende vapor de agua.

3.3.2. PROPIEDADES MÁS RELEVANTES

El mortero a base yeso de proyección mecánica para la protección contra el fuego se aplica en estructuras metálicas como vigas, pilares, perfiles, forjado mixto de hormigón con chapa colaborante, franja cortafuegos y forjado unidireccional de hormigón. En función a los espesores aplicados proporciona una estabilidad al fuego, a mayores espesores mayor protección.

3.3.3. ELEMENTOS DEL SISTEMA – PROCESO DE INSTALACIÓN

El mortero de proyección mecánica para la protección contra el fuego se aplica en elementos estructurales de los edificios para su protección pasiva en caso de incendio, con la finalidad de mantener la estabilidad y la capacidad resistente de dichos elementos hasta la extinción del fuego o la evacuación de las personas del edificio.

Se aplica por vía húmeda mediante máquina de proyectar morteros con bomba de tornillo y sinfín. Debido a su amasado automático aporta una calidad constante y homogénea al mortero.

También puede aplicarse manualmente mediante las herramientas de albañilería habituales, llana, paleta para pequeñas cantidades o donde no sea posible proyectar, se recomienda en este caso colocar previamente una malla metálica convenientemente fijada a la superficie a proteger.

3.3.4. RECOMENDACIONES

La superficie a proteger debe de estar limpia de polvo, grasa y óxido. El acabado final puede ser rugoso o alisado.

No necesita malla metálica, aunque se recomienda su uso para espesores superiores a 60 mm. o en casos especiales como vibraciones, etc...

No debe ser aplicado en lugares de fuerte higrometría permanente ni en zonas de alta condensación.

Las temperaturas muy altas pueden originar problemas de adherencia al soporte por una rápida evaporación del agua. Los morteros de protección pasiva se emplean en interiores.

3.4 SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN CON ELEMENTOS DECORATIVOS DE YESO

3.4.1. SOLUCIONES PERIMETRALES

3.4.1.1. PRESTACIONES DE LA SOLUCIÓN - DESCRIPCIÓN

Las molduras de escayola dan un acabado decorativo muy particular a los techos. Existen molduras diseñadas para cada estilo. Podemos encontrarlas lisas o con relieves para conseguir un efecto decorativo determinado. La idea es que las molduras aporten originalidad a los techos y paredes, eliminando la monotonía de un espacio.

Algunas de las ventajas funcionales de las molduras se describen a continuación:

- Permite resaltar la decoración de la casa y recrear cualquier ambiente, gracias a unos diseños que acompañan tanto los estilos modernistas más austeros como los clásicos más recargados.
- Facilita el trabajo de pintado o empapelado, ya que delimita mejor el encuentro entre la pared y el techo.
- Permiten ocultar clavos, tornillos o cables de distintas instalaciones en el edificio, además de disimular posibles defectos en las paredes o en el techo.
- Permite suavizar el ángulo de 90° entre la pared y el techo, lo que permite una mejor ventilación del espacio dónde estén instaladas, convirtiéndolo, a la vez, en un espacio más sencillo de limpiar.
- Las molduras clásicas son de color blanco, aunque existe la posibilidad de pintarlas de cualquier color para buscar el efecto deseado por el usuario o decorador.
- Los contornos de las molduras pueden ser rectos, angulares o con formas diversas, lo que permite emplear las molduras no sólo para rematar paredes y techos, sino para enmarcar un espejo, una puerta, una ventana o un armario.
- Permite crear techos a distintas alturas, remarcar zonas diferentes en una misma estancia, acompañar y remarcar elementos como lámparas o cuadros



Figura 29. Ejemplos de molduras de yeso

En definitiva, los productos de yeso debido a su excelente capacidad de reproducción, permite elaborar diseños a partir de moldes con infinitas posibilidades. Por tanto, las únicas limitaciones desde el punto de vista decorativo son la imaginación y predisposición para trabajar del decorador y los instaladores.

3.4.1.2. PROPIEDADES MÁS RELEVANTES

Existe una amplia gama de modelos en el mercado y una gran variedad de tamaños tanto para molduras, frisos, zócalos, así como complementos como escuadras o ángulos en los trazados de moldura ya sean de techo o pared.

Las molduras perimetrales son aquellas que cubren todo el perímetro del techo. Las molduras lisas son perfiles extruidos sin dibujo en su parte frontal, en cambio las molduras decoradas a diferencia de las lisas poseen dibujos en la parte frontal, se suelen emplear en espacios de decoración clásicos o rústicos y tienen poca cabida en nuevas construcciones.

Los frisos son, en esencia, molduras decoradas. Normalmente se hace distinción entre las dos porque los frisos suelen tener una mayor bajada. Es decir, la relación entre bajada y saliente es la que puede cambiar la denominación de una pieza.

3.4.1.2.1. ELEMENTOS DEL SISTEMA - PROCESO DE INSTALACIÓN

Para la instalación de las molduras deberán seguirse las recomendaciones incluidas en el manual de instalación de ATEDY⁵ para soluciones perimetrales. La disposición de las molduras, preparación previa de las piezas, cortes, tratamiento de la superficie, fijación y tratamiento de juntas.

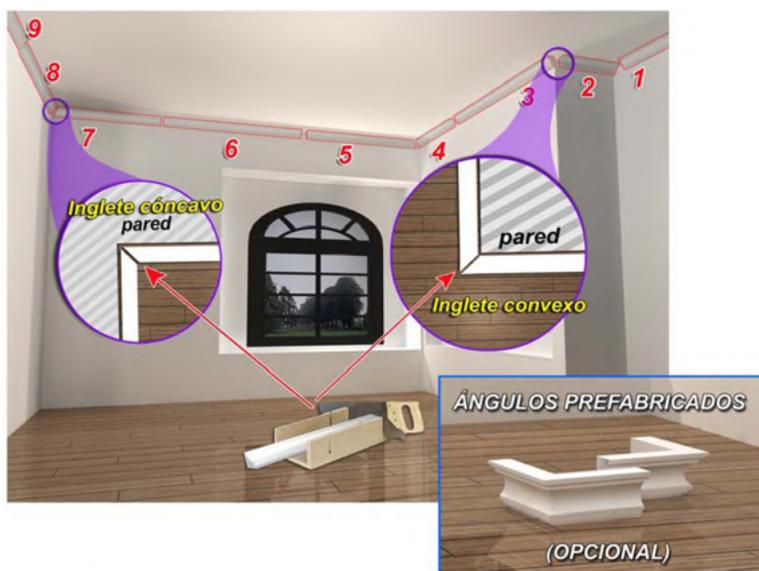


Figura 30. Instrucciones de colocación de molduras de yeso

5. <https://atedy.es/atedy-prefabricados/#decoracion>

3.4.1.2.2. RECOMENDACIONES

Se aconseja instalar un modelo de moldura u otro en cada obra determinada, dependiendo de factores como la altura de techo o el tamaño de habitación.

3.4.2. OTROS ELEMENTOS DECORATIVOS EN BASE YESO

Librerías construidas de prefabricados de escayola han sustituido a las antiguas librerías de obra. Una vez diseñada la librería se emplean normalmente placas de escayola de 4 cm de espesor y con la longitud deseada.



Figura 31. Librería realizada con paneles de yeso

En el mercado existen soluciones decorativas de productos en base yeso que sirven para la construcción de chimeneas.

Adicionalmente existen soluciones de prefabricados de yeso para columnas, baquetones, florones, ménsulas, apliques, vigas, pilastras y capiteles.



Figura 32. Elementos decorativos de yeso

3.5. SOLUCIONES DE REHABILITACIÓN DE EDIFICIOS HISTÓRICOS

Los productos de yeso han contribuido al patrimonio construido en España, logrando edificaciones notables, desafiantes, sostenibles, asequibles y estéticas desde hace cientos de años hasta la actualidad.

El empleo de productos en base yeso se recomiendan en el interior del edificio ya que no son productos hidrófugos. Existen vestigios de yeserías romanas como las encontradas en Villajoyosa (Alicante) que utilizaban yeso en la decoración interior de los muros. Con los árabes se difunde el empleo del yeso en España, prueba de ello son la mezquita de Córdoba, el Real Alcázar de Sevilla, la Alambra de Granada o el palacio de Aljafería de Zaragoza, así como la yesería toledana.

En la actualidad existen edificios construidos en el S XVI a XVIII que contienen yeso en sus fachadas y en dichos casos su rehabilitación se realiza utilizando productos que simulan los morteros empleados en el pasado.

Los productos de base yeso no se recomiendan en intervenciones por el exterior, ya que al cabo del tiempo se deterioran. Existen elementos decorativos en fachadas históricas en base yeso, en estos casos suelen estar protegidos y en caso de que sea necesario rehabilitarlos deberá realizar un estudio previo. En la Figura 32 se muestra el detalle de rehabilitación de una fachada protegida en la que se han empleado soluciones de yeso para su rehabilitación.



Figura 33. Detalle de la rehabilitación del dintel de una ventana que presenta elementos decorativos en base yeso

La rehabilitación de edificios históricos requiere de profesionales especializados que restauren las fachadas y techos. Los productos de yeso utilizados en suelen ser:

- Escayolas: productos de yeso semihidratado de especial pureza (>90%), blancura y finura. Se emplean principalmente en decoración y en prefabricados para techos y tabiques.
- Yeso alfa: es un tipo especial de semihidrato, cocido bajo presión superior a la atmósfera. Su composición química es idéntica al yeso convencional pero debido al proceso de deshidratación presenta formaciones cristalinas más compactas, que producen un rehidrato más compacto, duro, resistente y menos poroso. Se utiliza principalmente en la confección de moldes para la industria, aunque también está presente como aditivo en pastas de yeso y soluciones para rehabilitación de edificios históricos.



Figura 34. Palacio de dos aguas (Valencia), construido íntegro en yeso (fuente - Luis Prieto Prieto)

El término estuco se refiere a un revestimiento imitando mármol, realizado con yeso, cal o ambos.

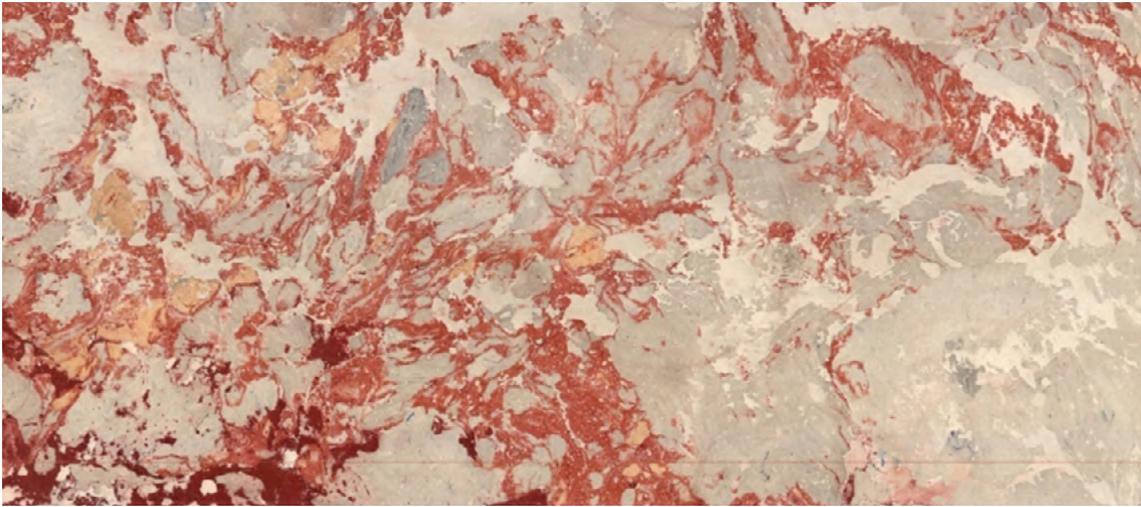


Figura 35. Estuco de yeso imitación mármol (fuente:artedelascasesylosyesos.blog/yesos)

Los productos de yeso como un material integral contribuyen a la belleza y versatilidad del parque construido y apta para diseñar el futuro edificatorio, encaja perfectamente con la iniciativa transversal de la Comisión Europea conocida como la Nueva Bauhaus Europea.

04

**TRATAMIENTO DE RESIDUOS
DE CONSTRUCCIÓN Y
DEMOLICIÓN DE LAS OBRAS
DE REHABILITACIÓN**

4. TRATAMIENTO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LAS OBRAS DE REHABILITACIÓN

Todas las obras en construcción deben tener un plan de gestión de residuos (PGR), según indica el Código Técnico de la Edificación (CTE) que identifique la tipología de los residuos de construcción y demolición (RCD). La generación de residuos asociados de las distintas fases de su ejecución de la obra de rehabilitación dependerá de la solución constructiva elegida.

Para garantizar un tratamiento de residuos es fundamental que los procesos de separación, clasificación y recogida selectiva de los residuos en obra se haga correctamente. La segregación en obra es obligatoria para los residuos de yeso desde el pasado 1 de Julio de año 2022, de acuerdo con la Ley 7/2022 de 8 de abril, Ley de Residuos y Suelos contaminados para una economía circular. Si los residuos están mal separados en origen, el proceso de reciclado se dificulta debido a los altos costes y baja rentabilidad del producto reciclado, que multiplicaría su coste respecto al producto no reciclado y se desincentiva el proceso.

Los residuos de yeso están clasificados como residuos no peligrosos y deben separarse de otros productos para que puedan entrar en un circuito de reciclaje y volver a convertirse en productos de yeso.

Los residuos de sistemas constructivos de placa de yeso laminado en una obra oscilan entre un 10-15%, principalmente debido a los recortes producidos en obra. Por tanto, en función de la superficie a instalar, se recomienda prever ese 10-15% de residuos generados y planificar los trabajos empleando placas de las dimensiones adecuadas para poder minimizar dichos recortes lo máximo posible. Por ejemplo, los fabricantes de placa de yeso laminado comercializan placas de longitudes variables que oscilan entre 2,5 a 3 m para adaptarse a las alturas más habituales, consiguiendo reducir los recortes en obra, agilizar la instalación y minimizar las juntas a realizar en obra.

Para los productos de yeso en polvo, en cuanto a la aplicación es cero residuo, siempre que se calcule correctamente el rendimiento y superficie a proyectar. Si bien, en este tipo de producto hay que tener en cuenta la caducidad o deterioro por efecto de la humedad debido a un mal almacenaje. En este tipo de aplicación se puede suministrar a obra desde un silo o sacos.

Aquellas soluciones modulares de productos en base yeso destinados a techos, trasdosados y tabiques facilitan la reutilización y reciclabilidad de los residuos generados en la obra de rehabilitación y la demolición que pueda producirse en un futuro de dicho edificio, mejorando los impactos ambientales si dichos residuos se tratan correctamente.



Figura 36. Descarga de residuos de yeso para su posterior reciclaje en el centro de un fabricante de PYL.

En el caso de acogerse a las ayudas habilitadas por la administración de los fondos Next Generation para rehabilitación de edificios con criterios de eficiencia energética. Todas las obras tendrán que garantizar que el 70% de los residuos generados (en peso) se tengan que preparar para la reutilización, el reciclaje u otras formas de valorización de materiales. Por ello, en este caso tendrá que demostrar con el certificado de un gestor que está valorizando las cantidades exigidas de RCD.

05

**EJEMPLO DE
REHABILITACIÓN DE UNA
VIVIENDA INTERMEDIA EN
UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR
EN ALTURA**

5. EJEMPLO DE REHABILITACIÓN DE UNA VIVIENDA INTERMEDIA EN UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN ALTURA

5.1. OBJETIVO Y METODOLOGÍA

El objetivo de este estudio consiste en simular energéticamente las condiciones de una vivienda intermedia situada en un bloque plurifamiliar colectivo construido en el año 1990. Una vez se realice la rehabilitación por el interior de la vivienda incorporando soluciones con aislamiento térmico y productos de yeso se evalúa los ahorros obtenidos, por último, se mostrarán las ventajas asociadas a esta rehabilitación

Una vez obtenidos los resultados se verifica el cumplimiento de los requisitos para acceder a las ayudas de rehabilitación de edificios publicadas por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA)⁶, en concreto, el programa de ayuda a las actuaciones de mejora de la eficiencia energética en viviendas, dónde se puede acceder a una ayuda del 40% de la inversión realizada, con una limitación máxima de 3.000€/vivienda. Para proporcionar información al mercado del coste aproximado de las intervenciones de rehabilitación por el interior, se calcula los costes de la rehabilitación, se aplicarán las ayudas y deducciones fiscales en este ejemplo. Dicha información servirá para disponer de una orden de magnitud de los costes y beneficios asociados de este tipo de rehabilitaciones.

5.2. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

El edificio elegido para este ejemplo proviene de la guía de aplicación y ejemplos del Código Técnico de la Edificación DB-HE 2019⁷, ejemplo disponible en la web del Ministerio. Se ha seleccionado una de las viviendas del edificio que forma una estructura en manzana cerrada con otros edificios construidos con patio interior. Todas las viviendas son pasantes en doble crujía. El conjunto consta de 84 viviendas, el edificio consta de 18 viviendas de dos y tres dormitorios con 7 alturas. La vivienda elegida para este estudio es una de las viviendas intermedias, considerando los forjados inferior y superior adiabáticos. Por último, se realiza una simulación adicional de la misma vivienda ubicada en la planta superior, en este caso, la superficie del forjado superior al estar en contacto con el aire exterior aporta información adicional de los ahorros obtenidos en estas viviendas.

6. Real Decreto 853/2021, de 5 de octubre, por el que se regulan los programas de ayuda en materia de rehabilitación residencial y vivienda social del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-16233 y Real Decreto-ley 19/2021, de 5 de octubre, de medidas urgentes para impulsar la actividad de rehabilitación edificatoria https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-16230

7. <https://www.codigotecnico.org/Guias/GuiaHE2019.html>



Figura 37. Conjunto de la manzana de edificios, en negro se señala el edificio que se va a estudiar

5.3. DEFINICIÓN DE LOS ESPACIOS

En la Figura 38 se muestra la fachada principal del edificio y se enmarca en rojo la parte de fachada de la vivienda que se va a simular energéticamente.



Figura 38. Plano de situación general, alzado y posición de la vivienda a estudiar en este ejemplo

El reparto de espacios se simula con el programa CE3X, definiendo cada uno de los espacios de la vivienda objeto del estudio y los espacios adyacentes. Se ha utilizado un espacio único para la vivienda ya que se prevé un comportamiento homogéneo. El resto de los espacios definen las zonas acondicionadas comunes y los espacios no habitables colindantes.

La vivienda seleccionada para este estudio consta de tres dormitorios de la planta 4, piso intermedio en el bloque plurifamiliar, con la siguiente distribución:

- Vestíbulo de acceso y distribuidor de planta
- Aseo general de la vivienda
- Salón-comedor en continuidad con la cocina. Acceso a terraza orientada a oeste
- Dormitorio principal con baño independiente
- Dormitorio 2 con baño independiente

En la Figura 39 se muestra el plano de la vivienda objeto de estudio, dónde se muestran las distintas particiones con los espacios adyacentes. El núcleo con sus zonas comunes de planta que constan de patinillos y armarios técnicos.

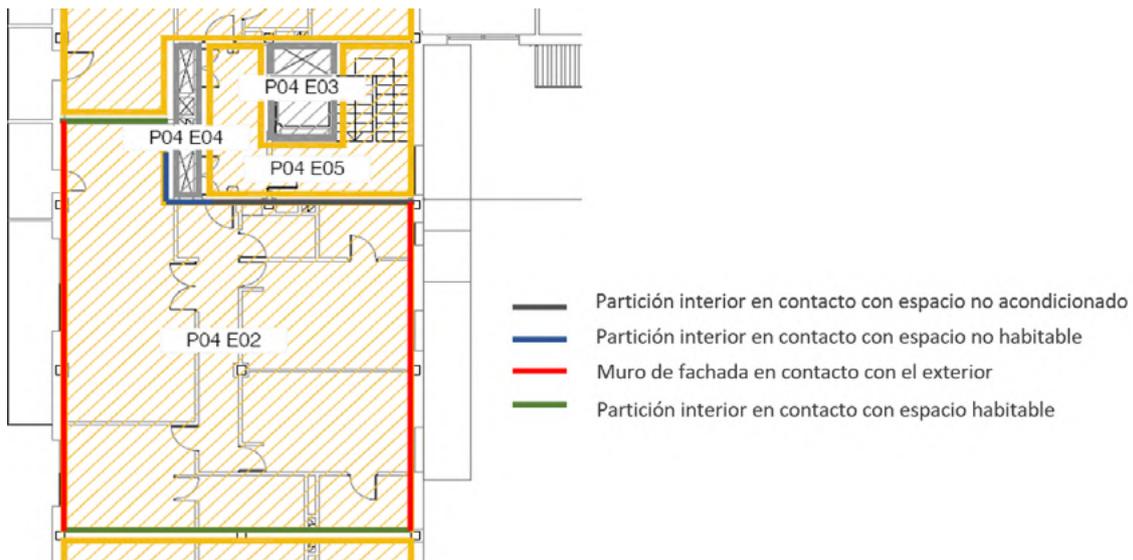


Figura 39. Plano planta de la vivienda objeto de estudio, mostrando los distintos cerramientos

El espacio P04 E02 muestra el espacio acondicionado correspondiente a la vivienda objeto de estudio. Las líneas en rojo se delimita la envolvente térmica en contacto con el exterior y verde división medianera adiabática. La línea negra delimita el espacio un espacio no habitable correspondiente al patinillo de instalaciones y el núcleo de escaleras del edificio. En la Figura 39 se muestran los espacios según están definidos en el programa de simulación.

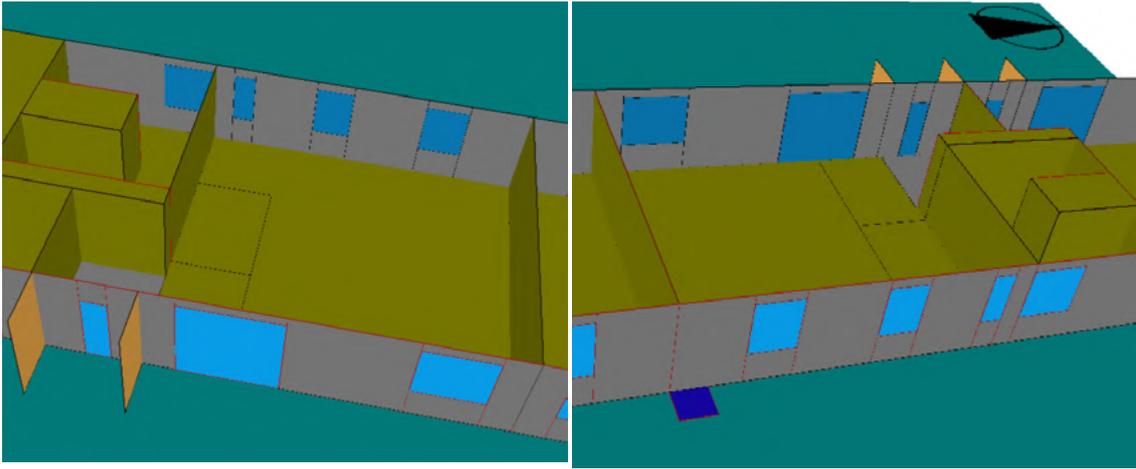


Figura 40. Espacio interior de la vivienda a estudiar según la simulación energética

Resumen de los datos geométricos de la vivienda simulada:

Superficie útil acondicionada: 105.4 m²

Altura de espacios: 3 m

Volumen: 316.3 m³

Fachada principal tiene orientación Oeste: 34,6 m² con huecos que representan el 36 % de la superficie (12.4 m²)

Fachada trasera tiene orientación este: 31.6 m² con huecos que representan el 17 % de la superficie (5.4 m²)

5.4. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

La composición de los paramentos que componen la envolvente y particiones del edificio se muestran en la Tabla 14 para su estado original y las transmitancias de cada cerramiento. Los valores de transmitancia térmica lineal de los puentes térmicos se describen en el anexo A.

El muro de fachada consiste en una doble hoja soporte de dos muros de fábrica con cámara de aire. Para su rehabilitación se realizará un trasdosado interior mediante perfilería metálica autoportante con placa de yeso.

Tabla 14. Composición de los cerramientos del edificio existente que separan los recintos habitables del ambiente exterior y sus prestaciones térmicas.

| Elemento constructivo | Material | Espesor (cm) | Resistencia térmica (m ² . K/W) | Valor U (W/m ² .K) |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------|
| Fachada | ½ pie de ladrillo perforado | 12 | 0,21 | 1,40 |
| | Mortero de cemento | 2 | 0,02 | |
| | Cámara de aire | 4 | 0,17 | |
| | Sin aislamiento | - | - | |
| | Tabique ladrillo hueco ¼ | 8 | 0,18 | |
| | Enlucido de yeso interior | 1,5 | 0,05 | |
| | Pavimento baldosa cerámica | 1 | 0,04 | |
| | Lámina asfáltica | 0,005 | 0,02 | |
| | Formación de pendientes | 4 | 0,07 | |
| | Cubierta | Forjado U entrevigado hormigón | 30 | |
| Enlucido de yeso interior | | 1,5 | 0,04 | |
| Enlucido de yeso | | 1,5 | 0,04 | |
| Particiones interiores | Ladrillo hueco (fábrica) | 14 | 0,29 | 1,60 |
| | Enlucido de yeso | 1,5 | 0,04 | |
| | Enlucido de yeso | 1,5 | 0,04 | |

El modelo de estudio de esta vivienda se ha modelado en el programa CE3X y se han simulado diferentes variantes de soluciones y alternativas de rehabilitación en cinco zonas climáticas, con el fin de valorar el comportamiento energético del mismo edificio situado en cualquier provincia. En la Tabla 15 se muestran los valores de transmitancia del edificio rehabilitado en las distintas zonas climáticas y en la Tabla 16 se muestran los espesores de aislamiento por zona climática, para las zonas más frías (zonas E y D) los espesores de aislamiento son muy superiores a los de las zonas más cálidas.

Tabla 15. Valores de transmitancia térmica del edificio rehabilitado (en W/m².K)

| | U inicial | Zona climática | | | | | |
|--|-----------|----------------|------|------|------|------|------|
| | | Alfa | A | B | C | D | E |
| Muros con trasdosados de PYL | 1,4 | 0,6 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,28 | 0,18 |
| Hueco | 3,9 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| Techo suspendido con sistema PYL | 1,49 | 0,45 | 0,4 | 0,34 | 0,3 | 0,25 | 0,16 |
| Elementos en contacto con espacios no habitables / no acondicionados / medianera | 1 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

Los valores de transmitancia térmica global del edificio no se han calculado, la acometer una rehabilitación parcial del edificio.

Tabla 16. Espesores de aislamiento discontinuo empleados en la rehabilitación por zona climática (expresados en cm)

| Zona Climática | Alfa | A | B | C | D | E |
|--|------|---|---|---|----|----|
| Muros | 7 | 7 | 7 | 7 | 9 | 15 |
| Cubiertas | 5 | 6 | 7 | 9 | 12 | 16 |
| Elementos en contacto con espacios no habitables / no acondicionados / medianera | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

LISTADO DE MATERIALES Y COSTES DEL SISTEMA DE REHABILITACIÓN
1. TRASDOSADO AUTOPORTANTE DE PLACA DE YESO LAMINADO (PYL)

En la Tabla 17 se resume el listado de materiales y mano de obra necesaria para realizar un metro cuadrado de superficie de trasdosado. Los precios de referencia empleados en este estudio se han obtenido de la base de precios de CYPE e incluye los sistemas de rehabilitación hasta la terminación final incluyendo la terminación final (pintura) con intención de aportar datos lo más reales posibles.

Para este ejemplo se ha empleado un aislamiento térmico entre los montantes de la estructura portante del trasdosado autoportante de placas, formado por panel semirrígido de lana mineral de conductividad térmica 0,032 W/m.K, según la norma UNE-EN 13162, con los espesores indicados en la Tabla 16 para cada zona climática, colocado entre los montantes de la estructura portante.

Tabla 17. Costes del aislamiento térmico entre montantes en trasdosado autoportante de placa de yeso laminado (PYL)

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio unitario | Importe |
|---|----------------|--|---------------------------------|-----------------|-------------|
| Materiales | | | | | |
| mt16lra060c | m ² | Panel semirrígido de lana mineral, espesor 70 mm, según UNE-EN 13162, Euroclase A1 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1 | 1,050 | 4,16 | 4,37 |
| Subtotal materiales: | | | | | 4,37 |
| Mano de obra | | | | | |
| mo054 | h | Oficial 1 ^º montador de aislamientos. | 0,054 | 21,37 | 1,15 |
| mo101 | h | Ayudante montador de aislamientos. | 0,054 | 19,70 | 1,06 |
| Subtotal mano de obra: | | | | | 2,21 |
| Costes directos complementarios | | | | | |
| | % | Costes directos complementarios | 2,000 | 6,58 | 0,13 |
| Coste de mantenimiento decimal: 0,13€ en los primeros 10 años | | | Costes directos (1+2+3): | | 6,71 |

El trasdosado autoportante de placa de yeso laminado tiene un espesor de 85 mm, con nivel de calidad del acabado Q2, formado por placa de yeso laminado tipo normal de 15 mm de espesor, atornillada directamente a una estructura autoportante de acero galvanizado formada por canales horizontales que lleva una banda acústica y se fijan sólidamente al suelo y al techo y paramentos perimetrales. La estructura se completa con montantes verticales de 70 mm y 0,6 mm de espesor con una modulación a 600 mm y con disposición normal “N”, montados sobre canales junto al paramento vertical. La solución incluye fijaciones para el anclaje de canales y montantes metálicos; tornillería para la fijación de las placas; cinta de papel, pasta y cinta para el tratamiento de juntas. El precio incluye la resolución de encuentros y puntos singulares, pero no incluye el aislamiento a colocar entre las placas y el paramento que se ha tratado previamente en la Tabla 17.

Tabla 18. Coste del trasdosado autoportante de placas de yeso laminado (PYL)

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio unitario | Importe |
|--|----------------|--|---------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 Materiales | | | | | |
| mt12psg070d | m | Canal de perfil de acero galvanizado de 70 mm de anchura, según UNE-EN 14195. | 0,800 | 1,64 | 1,31 |
| mt12psg060d | m | Montante de perfil de acero galvanizado de 70 mm de anchura, según UNE-EN 14195. | 2,000 | 2,03 | 4,06 |
| mt12psg041c | m | Banda autoadhesiva desolidarizante de espuma de celda cerrada, de 3,2 mm de espesor y 70 mm de anchura, resistencia térmica 0,10 m ² .K/W, conductividad térmica 0,032 W/(m.K). | 1,200 | 0,38 | 0,46 |
| mt12psg010b | m ² | Placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 15 / con los bordes longitudinales afinados. | 1,050 | 5,53 | 5,81 |
| mt12psg081c | Ud | Tornillo autopercutor 3,5x25 mm. | 14,000 | 0,01 | 0,14 |
| mt12psg030a | Kg | Pasta de juntas, según UNE-EN 13963. | 0,300 | 1,14 | 0,34 |
| mt12psg040a | m | Cinta microperforada de papel, según UNE-EN 13963. | 1,600 | 0,04 | 0,06 |
| mt12psg040b | m | Cinta de papel con refuerzo, según UNE-EN 14353. | 0,150 | 0,36 | 0,05 |
| Subtotales materiales: | | | | | 12,23 |
| 2 Mano de obra | | | | | |
| mo053 | h | Oficial 1 ^a montador de prefabricados interiores. | 0,207 | 21,37 | 4,42 |
| mo100 | h | Ayudante montador de prefabricados interiores. | 0,207 | 19,70 | 4,08 |
| Subtotal mano de obra: | | | | | 8,50 |
| 3 Costes directos complementarios | | | | | |
| | % | Costes directos complementarios | 2,000 | 20,73 | 0,41 |
| Coste de mantenimiento decenal: 2,19€ en los primeros 10 años. | | | Costes directos (1+2+3): | | 21,14 |

El precio utilizado para la pintura sobre paramento interior de placa de yeso laminado (PYL), teniendo en cuenta los siguientes condicionantes han sido los siguientes: precio de referencia de la base CYPE para rehabilitación, en la zona de Madrid, siendo la superficie accesible, con altura de los paramentos de hasta 3 m de altura, sin patologías, acabado mate, textura lisa, de color blanco, pintura plástica con un rendimiento práctico de la aplicación “Medio”.

Tabla 19. Cuadro resumen del coste de la solución de trasdosado autoportante de PYL

| Partida | Ud. | Descripción | Importe (€/m ²) |
|---------|----------------|--|-----------------------------|
| NAS002 | m ² | Aislamiento térmico entre montantes en trasdosado autoportante | 6,71 |
| FBY010 | m ² | Entramado autoportante de placa de yeso laminado | 21,14 |
| | m ² | Pintura de acabado | 6,31 |
| | | Trasdosado de placa de yeso laminado (PYL) con aislamiento y acabado final | 34,16 |

2. TECHO SUSPENDIDO CONTINUO DE PLACA DE ESCAYOLA O PLACA DE YESO LAMINADO (PYL)

El techo suspendido elegido para la rehabilitación puede prepararse a partir de placas de escayola o bien con placas de yeso laminado.

Independientemente de la solución elegida el aislamiento acústico a ruido aéreo elegido sobre techo suspendido para este ejemplo está formado por panel semirrígido de lana mineral, según la norma UNE-EN 13162, no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,25 m².K/W y conductividad térmica 0,035 W/(m.K).

Tabla 20. Aislamiento acústico a ruido aéreo sobre techo suspendido, con paneles de lana mineral

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio unitario | Importe |
|-------------------|----------------|---|-------------|-----------------|--------------|
| 1 | | Materiales | | | |
| mt16lra 020bga | m ² | Panel semirrígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, no revestido, de 80 mm de espesor, resistencia térmica 2,25 m ² .K/W, conductividad térmica 0,035 W/(m.K), Euroclase A1 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1 | 1,050 | 10,93 | 11,48 |
| | | Subtotal materiales: | | | 11,04 |
| 2 | | Mano de obra | | | |
| mo054 | h | Oficial 1 ^a montador de aislamientos. | 0,076 | 21,37 | 1,36 |
| mo101 | h | Ayudante montador de aislamientos. | 0,070 | 19,70 | 1,50 |
| | | Subtotal mano de obra: | | | 3,12 |
| 3 | | Costes directos complementarios | | | |
| | % | Costes directos complementarios | 2,000 | 14,60 | 0,29 |
| | | Costes directos (1+2+3): | | | 14,89 |

A continuación, se muestran las dos opciones de techo suspendido:

a) Techo suspendido continuo constituido por placas de escayola con nervaduras, situado a una altura menor de 4 m, de 100x60 cm, con canto recto y acabado liso, suspendidas del forjado mediante estopadas colgantes de pasta de escayola y fibras vegetales, repartidas uniformemente (3 fijaciones/m²) y separadas de los paramentos verticales un mínimo de 5 mm. Incluso pasta de escayola para el pegado de los bordes de las placas y rejuntado de la cara vista y enlucido final. En la Tabla 21 se muestran los costes de la solución.

Tabla 21. Coste de un techo suspendido continuo de placas de escayola

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio unitario | Importe |
|--|----------------|--|-------------|-----------------|--------------|
| 1 Materiales | | | | | |
| mt12fpe010b | m ² | Placa de escayola con nervaduras, de 100x60 cm y de 8 mm de espesor (20 mm de espesor total, incluyendo las nervaduras), con canto recto y acabado liso, sin revestir, para falsos techos. | 1,050 | 3,11 | 3,27 |
| mt12fac010 | kg | Fibras vegetales en rollos | 0,120 | 2,00 | 0,24 |
| mt09pes010 | m ³ | Pasta de escayola, según UNE-EN 13279-1 | 0,120 | 2,50 | 0,30 |
| Subtotales materiales: | | | | | 3,81 |
| 2 Mano de obra | | | | | |
| mo035 | h | Oficial 1ª escayolista | 0,315 | 26,15 | 8,22 |
| mo117 | h | Peón escayolista | 0,264 | 18,40 | 4,86 |
| Subtotal mano de obra: | | | | | 13,08 |
| 3 Costes directos complementarios | | | | | |
| | % | Costes directos complementarios | 2,000 | 14,42 | 0,29 |
| Costes directos (1+2+3): | | | | | 17,23 |

Tabla 22. Cuadro resumen del coste de rehabilitación de un techo suspendido continuo de placas de escayola con aislamiento.

| Partida | Ud. | Descripción | Importe (€/m ²) |
|---------|----------------|---|-----------------------------|
| NAS002 | m ² | Aislamiento acústico a ruido aéreo sobre falso techo, con paneles de lana mineral | 14,89 |
| mt12psg | m ² | Techo suspendido continuo de placas de escayola | 17,23 |
| | m ² | Pintura de acabado | 6,31 |
| | | Trasdosado de placa de yeso laminado (PYL) con aislamiento y acabado final | 38,43 |

b) Techo suspendido continuo de placas de yeso laminado (PYL) liso: 12,5+27+27, situado a una altura menor de 4 m, con nivel de calidad del acabado estándar (Q2), constituido por una estructura metálica de acero galvanizado de maestras primarias 60/27 mm con una modulación de 1000 mm y suspendidas de la superficie soporte de hormigón con cuelgues combinados cada 900 mm, y maestras secundarias fijadas perpendicularmente a las maestras primarias con conectores tipo caballete con una modulación de 500 mm. La placa de yeso laminado elegido es de tipo A, según la UNE-EN 520 de ancho 1200 mm y espesor 12,5 mm con los bordes longitudinales afinados. Las maestras primarias llevan banda acústica autoadhesiva. La solución incluye fijaciones para el anclaje de los perfiles, tornillería para la fijación de las placas, pasta de juntas, cinta microperforada de papel y accesorios de montaje.

Tabla 23. Coste de un techo suspendido continuo de placas de yeso laminado (PYL)

| Código | Unidad | Descripción | Rendimiento | Precio unitario | Importe |
|---------------------------------|----------------|--|-------------|-----------------|--------------|
| 1 | | Materiales | | | |
| mt12psg160 | m | Perfil en U, de acero galvanizado, de 30 mm. | 0,400 | 0,87 | 0,35 |
| mt12psg220 | Ud | Fijación compuesta por taco y tornillo 5x27 | 2,000 | 0,06 | 0,12 |
| mt12psg210a | Ud | Cuelgue para falsos techos suspendidos. | 1,200 | 0,46 | 0,55 |
| mt12psg010b | Ud | Seguro para la fijación del cuelgue, en falsos techos suspendidos | 1,200 | 0,04 | 0,05 |
| mt12psg210c | Ud | Conexión superior para fijar la varilla al cuelgue, en falsos techos suspendidos | 1,200 | 0,57 | 0,68 |
| mt12psg190 | Ud | Varilla de cuelgue | 1,200 | 0,57 | 0,68 |
| mt12psg040a | m | Cinta microperforada de papel, según UNE-EN 13963. | 1,600 | 0,04 | 0,06 |
| mt12psg050c | m | Maestra 60/27 de chapa de acero galvanizado, de ancho 60 mm, según UNE-EN 14195 | 3,200 | 0,85 | 2,72 |
| mt12pek020la | Ud | Conector, para maestra 60/27 | 0,600 | 0,22 | 0,13 |
| mt12pek020da | Ud | Conector tipo caballete, para maestra 60/27 | 2,300 | 0,26 | 0,60 |
| mt12psg010a | m ² | Placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / con los bordes longitudinales afinados. | 1,050 | 4,67 | 4,90 |
| mt12psg081c | Ud | Tornillo autoperforante 3,5x25 mm | 17,000 | 0,01 | 0,17 |
| mt12psg041b | m | Banda autoadhesiva desolidarizante de espuma flexible de poliuretano de celda cerrada, de 3,2 mm de espesor y 50 mm de anchura, resistencia térmica 0,10 m ² K/W, conductividad térmica 0,032 W/(m.K) | 0,400 | 0,24 | 0,10 |
| mt12psg030a | kg | Pasta de juntas, según UNE-EN 13963 | 0,300 | 1,14 | 0,34 |
| mt12psg040a | m | Cinta microperforada de papel, según UNE-EN 13963 | 1,200 | 0,04 | 0,05 |
| Subtotales materiales: | | | | | 11,22 |
| 2 | | Mano de obra | | | |
| mo015 | h | Oficial 1 ^a montador de falsos techos | 0,307 | 21,37 | 6,56 |
| mo082 | h | Ayudante montador de falsos techos | 0,307 | 19,70 | 6,05 |
| Subtotal mano de obra: | | | | | 8,50 |
| 3 | | Costes directos complementarios | | | |
| | % | Costes directos complementarios | 2,000 | 28,83 | 0,48 |
| Costes directos (1+2+3): | | | | | 24,31 |

Tabla 24. Cuadro resumen coste techo suspendido continuo de placas de yeso laminado (PYL) con aislamiento

| Partida | Ud. | Descripción | Importe (€/m ²) |
|---------|----------------|--|-----------------------------|
| NAS002 | m ² | Aislamiento acústico a ruido aéreo sobre techo suspendido, con paneles de lana mineral | 14,89 |
| mt12psg | m ² | Techo suspendido continuo de placas de yeso laminado (PYL) | 24,31 |
| | m ² | Pintura de acabado | 6,31 |
| | | Trasdosado de placa de yeso laminado (PYL) con aislamiento y acabado final | 45,51 |

5.5. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL EDIFICIO

Para este estudio se considera un edificio existente construido en los años 80-90, con una caldera de gas natural individual por vivienda.

Respecto a las cargas térmicas que se han considerado para cada espacio acondicionado, no se incluye un cálculo detallado de las mismas en esta guía y se trata de una estimación para poder desarrollar el ejemplo.

Las principales simplificaciones que hemos adoptado en el cálculo para nuestro ejemplo son las siguientes:

- Se ha considerado la vivienda como un espacio único en cuanto a sus características higrotérmicas de cálculo.
- La superficie del revestimiento del suelo es idéntica en toda la vivienda y se trata de una baldosa cerámica.

Otras consideraciones, la ubicación concreta del edificio probablemente suponga la existencia de otros bloques similares en el entorno circundante, lo que haría necesario contemplar las posibles sombras remotas arrojadas, especialmente sobre la fachada y los huecos con orientación oeste, que podrían llegar a ser relevantes, en la simulación energética.

Para este caso de estudio, se ha considerado un edificio existente con un sistema de climatización independientes.

La demanda de ACS es de 112 l/día con una estimación de pérdidas debidas a distribución y recirculación (10%), por tanto, la demanda total de ACS es de 123,2 l /día. Dentro de los costes de para techos suspendidos y trasdosados se ha incluido el acabado de la pintura.

5.6. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

A continuación, se muestran los resultados de la simulación llevados a cabo con el programa CE3X de la vivienda, simulando tres niveles o grados de rehabilitación:

- 1º rehabilitando la vivienda incorporando un trasdosado con aislamiento por el interior
- 2º simulación mejorando las prestaciones de toda la fachada (trasdosado y mejora de los cerramientos acristalados)
- 3º simulación dónde se ha rehabilitado la fachada y se ha instalado un techo suspendido con aislamiento térmico.

Se han calculado los % de ahorro en demanda de calefacción y refrigeración de las distintas simulaciones, teniendo en cuenta tres niveles de intervención en la vivienda en estudio y considerando las 5 zonas climáticas. Posteriormente se han calculado los costes de la intervención para cada una de las 15 situaciones.

La Tabla 25 muestra los valores de demanda de calefacción y refrigeración de la vivienda en un piso intermedio para los dos primeros niveles de rehabilitación (trasdosado / trasdosado más mejora ventanas). En la columna de la derecha se muestra el 3º nivel o grado de intervención (trasdosado; mejora de las ventanas y techo suspendido) los resultados obtenidos en la tabla provienen de la simulación del mismo piso, con iguales condiciones de diseño, pero en la planta superior. En esta situación el forjado superior al estar en contacto con el aire exterior, los consumos y demanda energética son superiores y se obtienen mayores ahorros energéticos al rehabilitar los techos, comparado con una vivienda intermedia, dónde los forjados superior e inferior en la simulación se consideran cerramientos adiabáticos y sin intercambio de calor entre los espacios.

Para el cálculo de los costes de rehabilitación se han tenido en cuenta los precios unitarios de la Tabla 19 para el trasdosado autoportante y la Tabla 22 para el techo suspendido.

Tabla 25. Demanda energética media del edificio kWh·año/m², espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial para un trasdosado autoportante de placa de yeso laminado, mejora de las ventanas y techo suspendido de placa de yeso laminado con aislamiento

| | Demanda energética | Incorporando trasdosado | | | Incorporando trasdosado y mejora ventanas | | Incorporando trasdosado; mejora de las ventanas y techo suspendido viv. superior | |
|--------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|------------|---|------------|--|------------|
| | D _{Cal+Ref} | Espesor aislamiento | Coste intervención | Ahorro (%) | Coste intervención | Ahorro (%) | Coste intervención | Ahorro (%) |
| ZONA A (Cádiz) | 78,1 | 70 mm | 2.995 € | 15,0 | 7.194 € | 27,7 | 10.464 € | 34,7 |
| ZONA B (Sevilla) | 109 | 70 mm | 2.995 € | 14,1 | 7.194 € | 24,9 | 10.464 € | 32,3 |
| ZONA C (Barcelona) | 134,6 | 70 mm | 2.955 € | 14,9 | 7.194 € | 24,8 | 10.700 € | 32,0 |
| ZONA D (Madrid) | 191,5 | 90 mm | 3.149 € | 14,5 | 7.537 € | 23,4 | 11.358 € | 31,3 |
| ZONA E (Burgos) | 213,1 | 150mm | 3.535 € | 14,6 | 8.133 € | 23,8 | 12.377 € | 33,6 |

Una vez simulado los ahorros y costes de cada tipo de intervención en cinco zonas climáticas, en la Tabla 26 se muestran los costes para cada intervención aplicando las cuantías de las subvenciones de acuerdo con el Real Decreto-ley 19/2021 y a Ley 10/2022 sobre deducciones fiscales posibles en IRPF. En cada caso se ha aplicado los límites definidos por la normativa.

Tabla 26. Costes aplicando la subvención y posible deducción en el IRPF

| | Incorporando trasdosado | | | Incorporando trasdosado y mejora ventanas | | Incorporando trasdosado; mejora de las ventanas y techo suspendido viv. superior | |
|--------------------|-------------------------|--------------------|---------------|---|---------------|--|---------------|
| | Espesor aislamiento | Coste intervención | Deduc. Fiscal | Coste intervención | Deduc. Fiscal | Coste intervención | Deduc. Fiscal |
| ZONA A (Cádiz) | 70 mm | 1.773 € | 355 € | 4.317 € | 863 € | 7.464 € | 1.000 € |
| ZONA B (Sevilla) | 70 mm | 1.773 € | 355 € | 4.317 € | 863 € | 7.464 € | 1.000 € |
| ZONA C (Barcelona) | 70 mm | 1.773 € | 355 € | 4.317 € | 863 € | 7.700 € | 1.000 € |
| ZONA D (Madrid) | 90 mm | 1.889 € | 378 € | 4.537 € | 907 € | 8.358 € | 1.000 € |
| ZONA E (Burgos) | 150mm | 2.121 € | 424 € | 5.133 € | 1.000 € | 9.377 € | 1.000 € |

Conclusión 1: La rehabilitación de la vivienda incorporando un trasdosado es la medida con mejor relación coste beneficio, ya que tiene un coste asequible, mejora en confort y una vez instalado los ahorros son constantes a lo largo de la vida útil del edificio, sin necesidad de realizar mantenimiento y compatible con otras actuaciones de rehabilitación.

Conclusión 2: Los resultados de simulación demuestran que rehabilitar la parte opaca de la fachada con un trasdosados, se alcanzan en todos los casos una reducción de la demanda de calefacción y refrigeración por encima del 14%, lo que supone cumplir con el requisito de las ayudas europeas en todas las zonas climáticas (reducción $D_{calyref} > 7\%$) y acceder a desgravaciones fiscales.

Conclusión 3: La rehabilitación de la fachada por el interior supone una mejora del confort térmico y acústico, se reduce los costes de energía de calefactar y refrigerar la vivienda, se reduce las emisiones contaminantes asociadas a la reducción de necesidades energéticas, se reduce patologías debidas a formación de condensaciones y aumenta el valor patrimonial del edificio.

Conclusión 4: Rehabilitar los techos de un edificio además de reducir las transmisiones de calor y el “robo de calor” entre vecinos, se reduce el aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto, en el caso de la planta superior, los ahorros energéticos son superiores alcanzándose reducciones de las necesidades energéticas en más del 30% en todas las zonas climáticas.

La posible deducción fiscal en el IRPF indicada en la Tabla 26 se ha calculado en cada caso para el período impositivo del primer año en el que se expida el certificado de eficiencia energética emitido después de la realización de las obras. Siendo la deducción máxima del 20%, siempre que no supere la base de 5.000€ de deducción máxima según se fija en la ley 10/2022 y una deducción máxima anual de 1.000€.

06

**EJEMPLO DE
REHABILITACIÓN DE UN
EDIFICIO MULTIFAMILIAR
EN ALTURA**

6. EJEMPLO DE REHABILITACIÓN DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN ALTURA

6.1. OBJETIVO Y METODOLOGÍA

En la Figura 41 se muestra el mismo edificio simulado en el capítulo 5 pero en lugar de simular una vivienda se simula el bloque o edificio completo. El edificio se ha tomado del ejemplo de aplicación del CTE DB-HE2019 de la web del Ministerio.

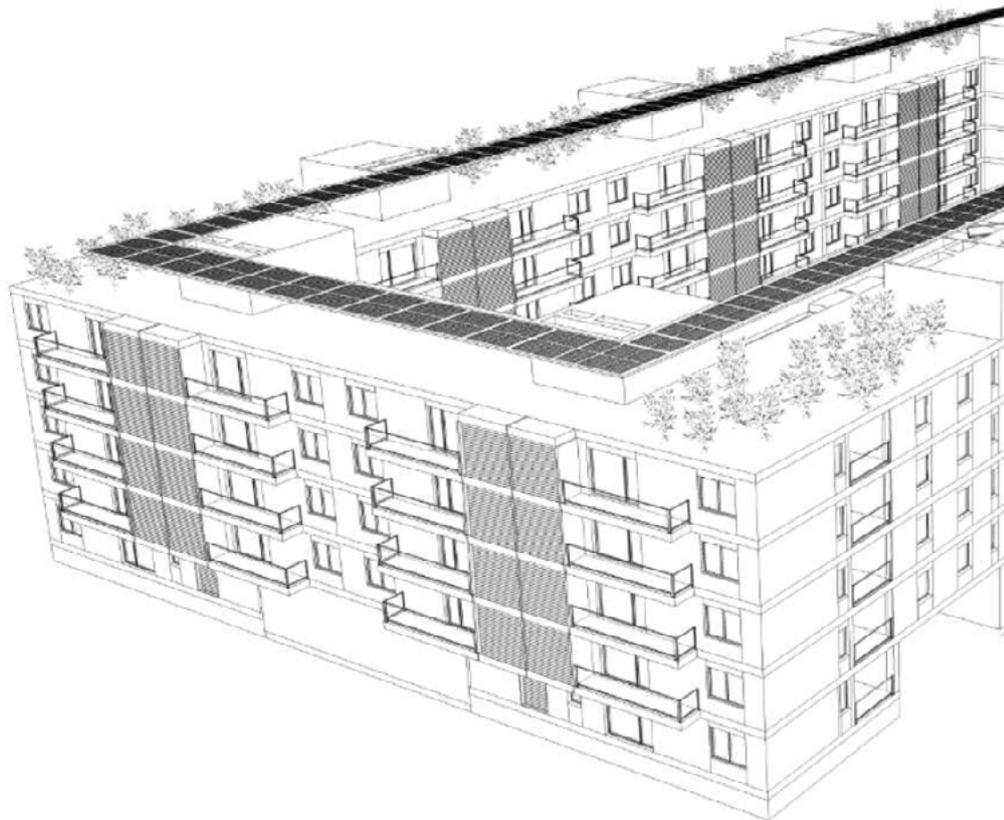


Figura 41. Plano de situación general y posición del edificio a estudiar en este ejemplo

El edificio seleccionado para este estudio es un bloque que consta de 18 viviendas de las cuales 10 viviendas tienen dos dormitorios y 8 viviendas tienen tres dormitorios.

En la siguiente Figura 41 se muestra la sección longitudinal en los que se indica el tipo de espacios que componen el edificio. Las zonas comunes en planta además se han definido como espacios no acondicionados. El núcleo con sus zonas comunes de planta que constan de armarios técnicos, patinillo de instalaciones y el núcleo de escaleras del edificio.

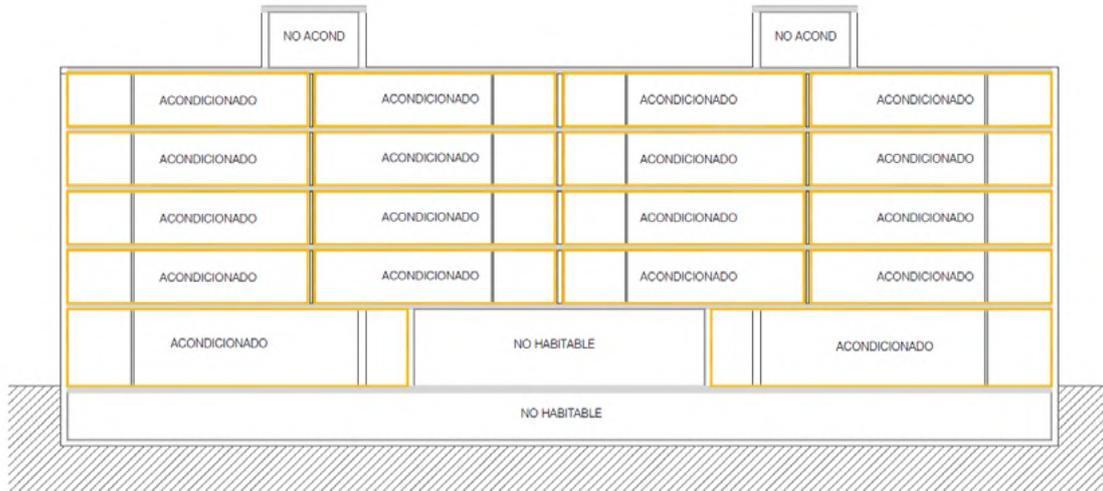


Figura 42. Plano planta de la vivienda objeto de estudio, mostrando los distintos cerramientos

A continuación, se muestra el resumen de los datos geométricos del edificio:

Superficie útil acondicionada: 2072.35 m²

Altura de espacios: 3 m

Compacidad: 3.03 m

Fachada principal tiene orientación Oeste: 1976.2 m² con huecos que representan el 13 % de la superficie (250.5 m²)

Fachada trasera tiene orientación este: 241 m² con huecos que representan el 36 % de la superficie (88.5 m²)

Fachada norte: 384 m² con huecos que representan el 14 % de la superficie (51.5 m²)

Fachada sur: 532.7 m² con huecos que representan el 10 % de la superficie (51.5 m²)

La superficie de la cubierta es de 591 m²

Para la simulación energética, se han utilizado espacios únicos para cada vivienda ya que se prevé un comportamiento homogéneo de sus locales y los sistemas de acondicionamiento previstos son los mismos para todos ellos. El resto de los espacios definen las zonas acondicionadas comunes y los espacios no habitables de planta.

6.2. DEFINICIÓN CONSTRUCTIVA

Los cerramientos que componen la envolvente y particiones del edificio son similares a los indicados en el capítulo 5.

La descripción de las soluciones constructivas empleadas se detalla en la Tabla 14.

Los valores de transmitancia del edificio en su estado inicial y rehabilitado se muestran en la Tabla 15 y los espesores de aislamiento empleados en la rehabilitación se muestran en la Tabla 16.

Los costes de las actuaciones de rehabilitación para la solución de trasdosado autoportante

de PYL se muestra en la Tabla 19. Para el techo suspendido continuo de placas de escayola, véase la Tabla 22, y para techo suspendido continuo de placas de yeso laminado (PYL) se indican en la Tabla 24.

Dentro de los costes de para techos suspendidos y trasdosados se ha incluido el acabado de la pintura.

6.3. SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL EDIFICIO

Para este estudio se considera un edificio existente construido en los años 80-90, con una caldera de gas natural individual por vivienda. Pueden darse casos de sistemas centralizados en esta tipología de edificios, pero por razones de simplificación se ha optado por sistemas individuales.

Respecto a las cargas térmicas que se han considerado para cada espacio acondicionado, no se incluye un cálculo detallado de las mismas en esta guía y se trata de una estimación para poder desarrollar el ejemplo.

Las principales simplificaciones que hemos adoptado en el cálculo para nuestro ejemplo son las siguientes:

- Se ha considerado la vivienda como un espacio único en cuanto a sus características higrotérmicas de cálculo.
- La superficie del revestimiento del suelo es idéntica en toda la vivienda y se trata de una baldosa cerámica.

Otras consideraciones, la ubicación concreta del edificio probablemente suponga la existencia de otros bloques similares en el entorno circundante, lo que haría necesario contemplar las posibles sombras remotas arrojadas, especialmente sobre la fachada y los huecos con orientación oeste, que podrían llegar a ser relevantes, en la simulación energética.

Para este caso de estudio, se ha considerado un edificio existente con un sistema de climatización independientes.

La demanda de ACS es de 1.528 l/día con una estimación de pérdidas debidas a distribución y recirculación (10%), por tanto, la demanda total de ACS es de 1.389 l /día.

6.4. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

A continuación, se muestran los resultados de la simulación llevados a cabo con el programa CE3X de la vivienda, simulando tres niveles o grados de rehabilitación:

- 1º rehabilitando el edificio incorporando un trasdosado con aislamiento por el interior
- 2º simulación mejorando las prestaciones de toda la fachada (trasdosado y mejora de los cerramientos acristalados) del edificio
- 3º simulación dónde se ha rehabilitado la fachada y cubierta incorporando una solución por el interior con un techo suspendido con aislamiento térmico.

Se han calculado los % de ahorro en demanda de calefacción y refrigeración de las distintas simulaciones, teniendo en cuenta tres niveles de intervención en el edificio y considerando las 5 zonas climáticas. Posteriormente se han calculado los costes de la intervención para cada una de las 15 situaciones.

Tabla 27. Demanda energética media del edificio kWh·año/m², espesor de aislamiento, coste de la intervención y % de ahorro respecto a la situación inicial para un trasdosado autoportante de placa de yeso laminado, mejora de las ventanas y techo suspendido de placa de yeso laminado con aislamiento

| | Demanda energética | Incorporando trasdosado | | | Incorporando trasdosado y mejora ventanas | | Incorporando trasdosado; mejora de las ventanas y techo suspendido viv. superior | |
|--------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|------------|---|------------|--|------------|
| | D _{Cal+Ref} | Espesor aislamiento | Coste intervención | Ahorro (%) | Coste intervención | Ahorro (%) | Coste intervención | Ahorro (%) |
| ZONA A (Cádiz) | 96,7 | 70 mm | 96.363 € | 41,8 | 228.963 € | 56,0 | 253.170 € | 60,9 |
| ZONA B (Sevilla) | 134,8 | 70 mm | 96.363 € | 38,2 | 228.963 € | 51,3 | 253.170 € | 56,5 |
| ZONA C (Barcelona) | 166,6 | 70 mm | 96.363 € | 44,8 | 228.963 € | 52,7 | 254.361 € | 61,5 |
| ZONA D (Madrid) | 232,7 | 90 mm | 102.681 € | 39,8 | 238.817 € | 51,9 | 264.216 € | 59,1 |
| ZONA E (Burgos) | 236,6 | 150mm | 115.291 € | 47,5 | 251.427 € | 57,4 | 281.485 € | 67,1 |

Una vez simulado los ahorros y costes de cada tipo de intervención en cinco zonas climáticas, en la Tabla 28 se muestran los costes para cada intervención aplicando las cuantías de las subvenciones de acuerdo con el Real Decreto-ley 19/2021 y a Ley 10/2022 sobre deducciones fiscales posibles en IRPF. En cada caso se ha aplicado los límites definidos por la normativa.

Tabla 28. Costes aplicando la subvención y posible deducción en el IRPF

| | Incorporando trasdosado | | | Incorporando trasdosado y mejora ventanas | | Incorporando trasdosado; mejora de las ventanas y techo suspendido viv. superior | |
|--------------------|-------------------------|--------------------|---------------|---|---------------|--|---------------|
| | Espesor aislamiento | Coste intervención | Deduc. Fiscal | Coste intervención | Deduc. Fiscal | Coste intervención | Deduc. Fiscal |
| ZONA A (Cádiz) | 70 mm | 57.818 € | 34.691 € | 80.137 € | 48.082 € | 88.609 € | 53.175 € |
| ZONA B (Sevilla) | 70 mm | 57.818 € | 34.691 € | 137.377 € | 82.426 € | 88.609 € | 53.175 € |
| ZONA C (Barcelona) | 70 mm | 57.818 € | 34.691 € | 80.137 € | 48.082 € | 89.026 € | 53.415 € |
| ZONA D (Madrid) | 90 mm | 61.609 € | 36.965 € | 83.586 € | 50.151 € | 92.475 € | 55.485 € |
| ZONA E (Burgos) | 150mm | 69.175 € | 41.504 € | 87.999 € | 52.799 € | 56.297 € | 33.778 € |

Conclusión 1: La rehabilitación de un edificio de viviendas plurifamiliar incorporando un trasdosado es la medida con mejor relación coste beneficio, ya que tiene un coste asequible, mejora en confort y una vez instalado los ahorros son constantes a lo largo de la vida útil del edificio, sin necesidad de realizar mantenimiento y compatible con otras actuaciones de rehabilitación, como puede ser actuaciones por el exterior.

Conclusión 2: Los resultados de simulación demuestran que rehabilitar la parte opaca de la fachada con un trasdosados, se alcanzan en todos los casos una reducción de la demanda de calefacción y refrigeración por encima del 30%, lo que supone cumplir con el requisito de las ayudas europeas en todas las zonas climáticas, permitiendo ayudas y deducción de hasta un 40% con una cuantía máxima de deducción de 7.500 €.

Conclusión 3: La rehabilitación de la fachada por el interior supone una mejora del confort térmico y acústico, se reduce los costes de energía de calefactar y refrigerar la vivienda, se reduce las emisiones contaminantes asociadas a la reducción de necesidades energéticas, se reduce patologías debidas a formación de condensaciones y aumenta el valor patrimonial del edificio.

Conclusión 4: Rehabilitar los techos de un edificio además de reducir las transmisiones de calor y el “robo de calor” entre vecinos, se reduce el aislamiento acústico a ruido aéreo y de impacto, en el caso de la cubierta, los ahorros energéticos son superiores alcanzándose reducciones de las necesidades energéticas entre el 56 y 67% en función de la zona climática.

Conclusión 5: Actuando en toda la envolvente del edificio se obtienen mayores ahorros por tanto la inversión se amortiza en menos tiempo. Además, al obtenerse mayores subvenciones los beneficios son mayores.

07

CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

El yeso un mineral totalmente reciclable y los productos en base yeso juegan un papel relevante en el sector de la construcción neutra en carbono, ya que los productos en base yeso son clave en los sistemas de aislamiento de rehabilitación por el interior de los edificios.

La variedad de productos de yeso, para revestir paramentos, los sistemas constructivos en base yeso empleados en paredes y techos y elementos decorativos de yeso son idóneos para todas las tipologías de edificios: viviendas unifamiliares, plurifamiliares o proyectos de mayor envergadura como hoteles, edificios de oficinas, hospitales, Colegios, etc. Se consiguen edificaciones notables, desafiantes, sostenibles, asequibles y estéticas desde hace cientos de años hasta la actualidad.

Los productos de yeso poseen cualidades realmente excepcionales proporcionando protección frente el fuego, aislamiento térmico y mejora del aislamiento acústico, consiguiendo edificios con mejor confort y habitabilidad. Se consigue minimizar las infiltraciones de aire no deseadas, espacios más silenciosos y confortables.

Rehabilitar empleando soluciones de yeso asociadas a aislamiento son rentables y tienen una relación coste-beneficio muy elevada.

La rehabilitación de los edificios por el interior presenta entre otras las siguientes ventajas:

- a) Se mantiene la fachada original, siendo la única solución posible en aquellos edificios que poseen un grado de protección como parte del patrimonio histórico-artístico.
- b) Cualquier estancia del edificio se puede rehabilitar por el interior: techos, fachadas, medianeras y particiones interiores.
- c) Se puede actuar de forma rápida y sencilla, sin necesidad instalar elementos auxiliares como andamios que ocupan la vía pública.
- d) Es idónea en caso de querer actuar en una parte del edificio, en el caso de un bloque de vecinos, se puede actuar parcialmente.
- e) Es una solución saludable, accesible y asequible, que contribuye a la descarbonización del parque de edificios y al avance hacia una transición energética justa.
- f) Mejora el aislamiento térmico y acústico, aportando una mejora del aislamiento acústico a ruido aéreo del cerramiento y una reducción del ruido de impactos, dato a considerar en el caso de las cubiertas planas transitables.

g) En el caso de soluciones autoportantes de placa de yeso, permite el paso de instalaciones en la cavidad. El un proceso de instalación es rápido con pocos tiempos de espera, compatible incluso con muros de mala planimetría, conforman nuevas superficies planas y lisas que permiten un acabado de pintura (eliminando el riesgo de fisuras), facilita la instalación de nuevos sistemas de iluminación y o climatización y los materiales empleados son desmontables facilitando su reciclabilidad.

h) Se pueden controlar los puentes térmicos, si se actúa simultáneamente en los sistemas de suelos y techos. Los puentes térmicos integrados en la fachada, como pilares, capialzados y formación de huecos se pueden tratar con facilidad.

i) Las soluciones de rehabilitación de cubiertas por el interior son recomendables en edificios en los que no es necesario acometer mejoras en la impermeabilización.



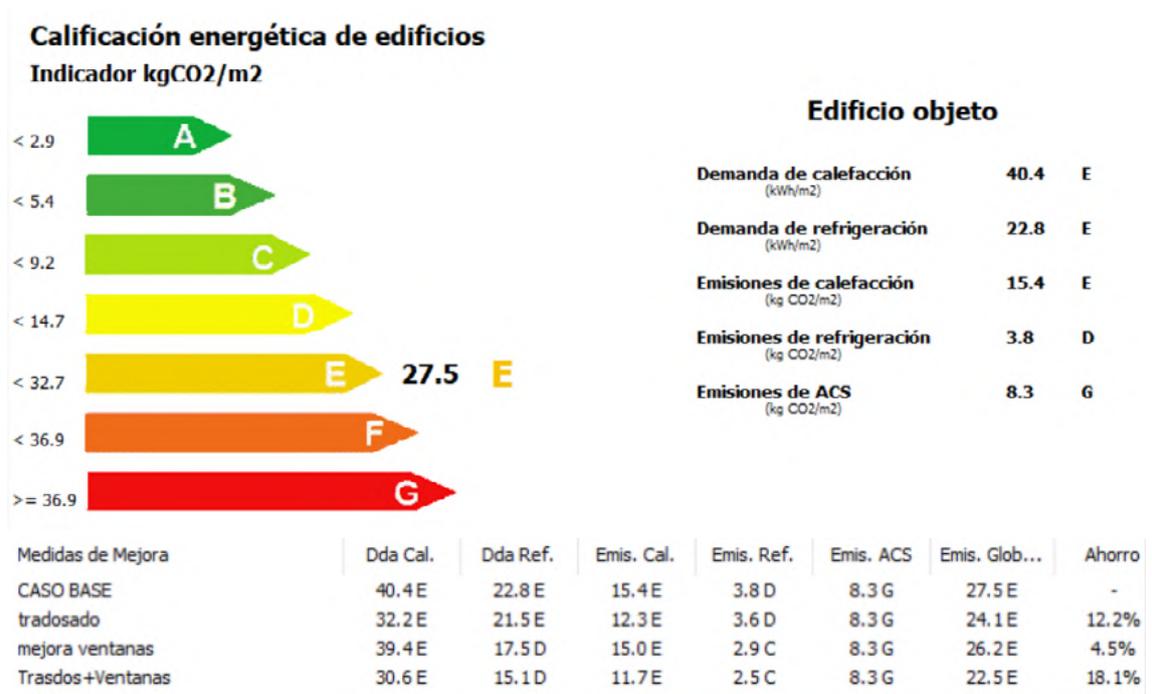
ANEXO A

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA EN LA SITUACIÓN DE PARTIDA

A.1 RESULTADOS DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA: VIVIENDA SIN REHABILITAR

Para la zona climática A

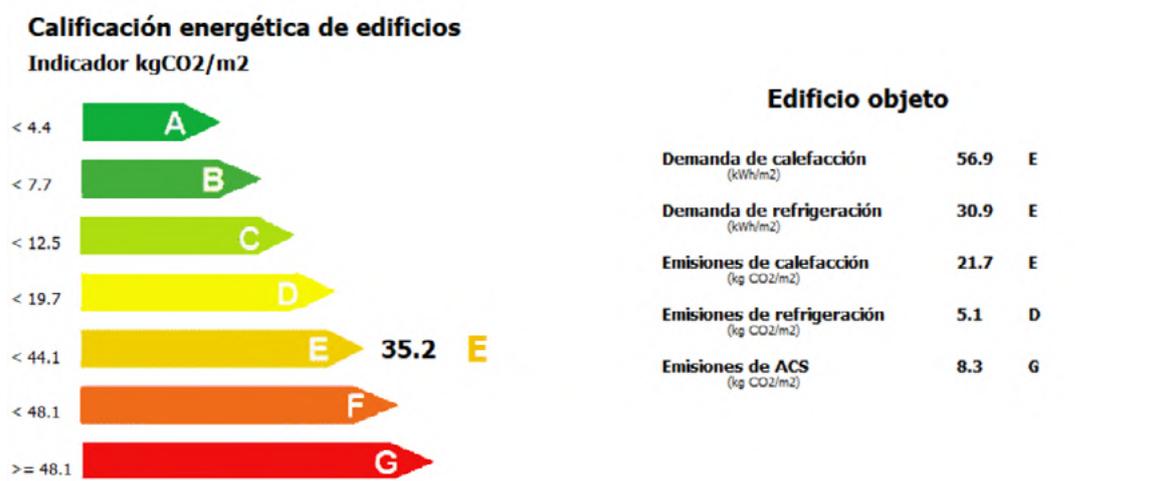
La demanda de calefacción y refrigeración: 63.2 kWh/m² para solicitar ayudas la reducción debe ser como mínimo el 7%, por tanto, se debe alcanzar un valor de 59 kWh/m².



Demanda de calefacción y refrigeración: 53.7 kWh/m² (Ahorro demanda 15 %)

Zona B:

Simulación energética de la vivienda en la situación de partida



Demanda de calefacción y refrigeración: 87.8 kWh/m2 para solicitar ayudas la reducción debe ser como mínimo el 7%, por tanto, se debe alcanzar un valor de 81.6 kWh/m2.

| Medidas de Mejora | Dda Cal. | Dda Ref. | Emis. Cal. | Emis. Ref. | Emis. ACS | Emis. Glob... | Ahorro |
|------------------------|----------|----------|------------|------------|-----------|---------------|--------|
| CASO BASE | 56.9 E | 30.9 E | 21.7 E | 5.1 D | 8.3 G | 35.2 E | - |
| tradosado 70 mm U=0.34 | 46.3 E | 29.1 D | 17.7 E | 4.8 C | 8.3 G | 30.8 E | 12.3% |
| mejora ventanas | 55.1 E | 24.7 D | 21.0 E | 4.1 C | 8.3 G | 33.5 E | 4.8% |
| Trasdos+Ventanas | 44.0 E | 21.9 D | 16.8 E | 3.6 C | 8.3 G | 28.7 E | 18.3% |

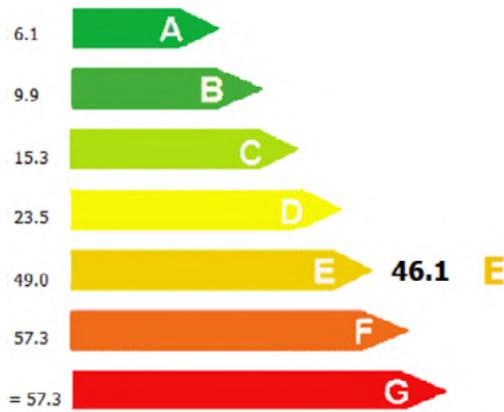
Demanda de calefacción y refrigeración: 75.4 kWh/m2 (ahorro demanda 14.1%)

Zona C:

Simulación energética de la vivienda en la situación de partida

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO2/m2



Edificio objeto

| | | |
|--|-------------|----------|
| Demanda de calefacción (kWh/m2) | 93.1 | E |
| Demanda de refrigeración (kWh/m2) | 11.5 | E |
| Emisiones de calefacción (kg CO2/m2) | 35.5 | E |
| Emisiones de refrigeración (kg CO2/m2) | 1.9 | D |
| Emisiones de ACS (kg CO2/m2) | 8.7 | G |

Demanda de calefacción y refrigeración: 104.6 kWh/m2 para solicitar ayudas la reducción debe ser como mínimo el 7%, por tanto, se debe alcanzar un valor de 97.2 kWh/m2.

| Medidas de Mejora | Dda Cal. | Dda Ref. | Emis. Cal. | Emis. Ref. | Emis. ACS | Emis. Glob... | Ahorro |
|------------------------|----------|----------|------------|------------|-----------|---------------|--------|
| CASO BASE | 93.1 E | 11.5 E | 35.5 E | 1.9 D | 8.7 G | 46.1 E | - |
| tradosado 70 mm U=0.34 | 78.1 E | 10.9 E | 29.8 E | 1.8 D | 8.7 G | 40.3 E | 12.6% |
| mejora ventanas | 88.6 E | 7.3 D | 33.8 E | 1.2 C | 8.7 G | 43.7 E | 5.2% |
| Trasdos+Ventanas | 73.1 E | 5.6 C | 27.9 E | 0.9 B | 8.7 G | 37.5 E | 18.6% |

Demanda de calefacción y refrigeración: 89 kWh/m2 (ahorro demanda 15%)

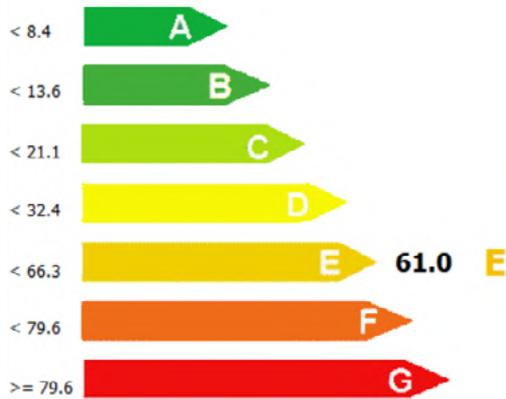
Zona D3:

Simulación energética de la vivienda en la situación de partida

Demanda de calefacción y refrigeración: 149.6 kWh/m2 para solicitar ayudas la reducción

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO2/m2



Edificio objeto

| | | |
|--|-------|---|
| Demanda de calefacción (kWh/m2) | 126.7 | E |
| Demanda de refrigeración (kWh/m2) | 22.9 | E |
| Emisiones de calefacción (kg CO2/m2) | 48.4 | E |
| Emisiones de refrigeración (kg CO2/m2) | 3.8 | D |
| Emisiones de ACS (kg CO2/m2) | 8.8 | G |

debe ser como mínimo el 7%, por tanto, se debe alcanzar un valor de 139.1 kWh/m2

Demanda de calefacción y refrigeración: 127.9 kWh/m2 (ahorro demanda 14.5%)

| Medidas de Mejora | Dda Cal. | Dda Ref. | Emis. Cal. | Emis. Ref. | Emis. ACS | Emis. Glob... | Ahorro |
|-------------------|----------|----------|------------|------------|-----------|---------------|--------|
| CASO BASE | 126.7 E | 22.9 E | 48.4 E | 3.8 D | 8.8 G | 61.0 E | - |
| tradosado | 106.5 E | 21.4 E | 40.6 E | 3.5 D | 8.8 G | 53.0 E | 13.1% |
| mejora ventanas | 120.5 E | 17.4 D | 46.0 E | 2.9 C | 8.8 G | 57.7 E | 5.4% |
| Trasdos+Ventanas | 99.4 E | 15.2 D | 38.0 E | 2.5 C | 8.8 G | 49.3 E | 19.2% |

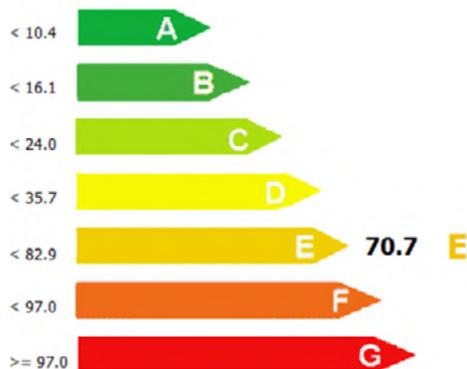
| Medidas de Mejora | Dda Cal. | Dda Ref. | Emis. Cal. | Emis. Ref. | Emis. ACS | Emis. Glob... | Ahorro |
|-------------------------|----------|----------|------------|------------|-----------|---------------|--------|
| CASO BASE | 126.7 E | 22.9 E | 48.4 E | 3.8 D | 8.8 G | 61.0 E | - |
| tradosado 90 mm U=0.28 | 106.5 E | 21.4 E | 40.6 E | 3.5 D | 8.8 G | 53.0 E | 13.1% |
| mejora ventanas | 120.5 E | 17.4 D | 46.0 E | 2.9 C | 8.8 G | 57.7 E | 5.4% |
| Trasdos+Ventanas | 99.4 E | 15.2 D | 38.0 E | 2.5 C | 8.8 G | 49.3 E | 19.2% |
| Trasdosado 70 mm U=0.34 | 107.2 E | 21.5 E | 40.9 E | 3.6 D | 8.8 G | 53.3 E | 12.6% |

Zona E:

Simulación energética de la vivienda en la situación de partida

Calificación energética de edificios

Indicador kgCO2/m2



Edificio objeto

| | | |
|--|----------------|---|
| Demanda de calefacción (kWh/m2) | 159.1 | E |
| Demanda de refrigeración (kWh/m2) | No calificable | |
| Emisiones de calefacción (kg CO2/m2) | 60.7 | E |
| Emisiones de refrigeración (kg CO2/m2) | No calificable | |
| Emisiones de ACS (kg CO2/m2) | 9.3 | G |

Demanda de calefacción y refrigeración: 163.3 kWh/m² para solicitar ayudas la reducción debe ser como mínimo el 7%, por tanto, se debe alcanzar un valor de 151.8 kWh/m²

| Medidas de Mejora | Dda Cal. | Dda Ref. | Emis. Cal. | Emis. Ref. | Emis. ACS | Emis. Glob... | Ahorro |
|-------------------|----------|--------------|------------|--------------|-----------|---------------|--------|
| CASO BASE | 159.1 E | 4.2 No ca... | 60.7 E | 0.7 No ca... | 9.3 G | 70.7 E | - |
| tradosado | 133.2 E | 3.7 No ca... | 50.9 E | 0.6 No ca... | 9.3 G | 60.7 E | 14.1% |
| mejora ventanas | 150.7 E | 1.6 No ca... | 57.5 E | 0.3 No ca... | 9.3 G | 67.1 E | 5.1% |
| Trasdos+Ventanas | 123.5 E | 1.0 No ca... | 47.1 E | 0.2 No ca... | 9.3 G | 56.6 E | 20.0% |

Demanda de calefacción y refrigeración: 139.4 kWh/m² (ahorro demanda 14.6 %)

Si el trasdosado tiene un valor de U de 0.34:

| Medidas de Mejora | Dda Cal. | Dda Ref. | Emis. Cal. | Emis. Ref. | Emis. ACS | Emis. Glob... | Ahorro |
|------------------------|----------|--------------|------------|--------------|-----------|---------------|--------|
| CASO BASE | 159.1 E | 4.2 No ca... | 60.7 E | 0.7 No ca... | 9.3 G | 70.7 E | - |
| tradosado 70 mm U=0,34 | 135.5 E | 3.9 No ca... | 51.7 E | 0.6 No ca... | 9.3 G | 61.6 E | 12.8% |
| mejora ventanas | 149.7 E | 1.4 No ca... | 57.2 E | 0.2 No ca... | 9.3 G | 66.7 E | 5.7% |
| Trasdos+Ventanas | 123.5 E | 1.0 No ca... | 47.1 E | 0.2 No ca... | 9.3 G | 56.6 E | 20.0% |
| Trasdosado 150 U=0.18 | 133.2 E | 3.7 No ca... | 50.9 E | 0.6 No ca... | 9.3 G | 60.7 E | 14.1% |

A.2 COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS

A.2.1 COMPOSICIÓN DEL MURO DE FACHADA

Grupo CERRAMIENTOS VERTICALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

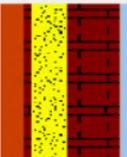
| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Caliza dureza media [1800 < d < 1990] | 0,050 | 1,400 | 1895 | 1000 | |
| 2 | Cámara de aire ventilada, flujo ascendente | | | | | 0,060 |
| 3 | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [| 0,080 | 0,034 | 38 | 1000 | |
| 4 | 1/2 pie LM métrico o catalán 40 mm< G < 50 | 0,115 | 0,991 | 2170 | 1000 | |
| 5 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,010 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| 6 | Cámara de aire ligeramente ventilada vertical 5 | | | | | 0,090 |
| 7 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,013 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 8 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,013 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 9 | | | | | | |

Grupo Material

Material

Espesor [m]

U_M [W/m²K]
 U_C [W/m²K]
 U_S [W/m²K]



A.2.2 COMPOSICIÓN DE LA CUBIERTA

Grupo CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Nombre **CUBIERTA PLANA**

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Plaqueta o baldosa de gres | 0,010 | 2,300 | 2500 | 1000 | |
| 2 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,040 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| 3 | Betún fieltro o lámina | 0,005 | 0,230 | 1100 | 1000 | |
| 4 | Betún fieltro o lámina | 0,005 | 0,230 | 1100 | 1000 | |
| 5 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,040 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| 6 | XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [| 0,080 | 0,034 | 38 | 1000 | |
| 7 | FU Entrevigado de EPS mecanizado enrasado | 0,300 | 0,256 | 750 | 1000 | |
| 8 | Cámara de aire ligeramente ventilada | | | | | 0,080 |
| 9 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,015 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 10 | | | | | | |

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa de gres

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M 0,25 [W/m²K]
 U_C 0,25 [W/m²K]
 U_S 0,25 [W/m²K]

Aceptar

A.2.3 COMPOSICIÓN DEL FORJADO INTERIOR ENTRE PLANTAS ENTRE ESPACIOS ACONDICIONADOS

Grupo CERRAMIENTOS HORIZONTALES

Nombre **FORJADO ENTRE PLANTAS**

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|---|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Plaqueta o baldosa cerámica | 0,010 | 1,000 | 2000 | 800 | |
| 2 | Mortero de cemento o cal para albañilería y | 0,005 | 0,550 | 1125 | 1000 | |
| 3 | MORTERO DIFUSOR SUELO RAD | 0,050 | 1,200 | 2100 | 1000 | |
| 4 | PANEL SOPORTE SUELO RADIANTE | 0,020 | 0,023 | 30 | 1000 | |
| 5 | FU Entrevigado cerámico -Canto 300 mm | 0,300 | 0,846 | 1110 | 1000 | |
| 6 | Cámara de aire ligeramente ventilada | | | | | 0,090 |
| 7 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,015 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 8 | | | | | | |

Grupo Material Cerámicos

Material Plaqueta o baldosa cerámica

0,020 Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M 0,62 [W/m²K]
 U_C 0,63 [W/m²K]
 U_S 0,61 [W/m²K]

Aceptar

A.2.4 COMPOSICIÓN DE LAS MEDIANERAS ENTRE VIVIENDAS

Grupo CERRAMIENTOS VERTICALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,015 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 2 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,015 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 3 | MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] | 0,050 | 0,031 | 40 | 1000 | |
| 4 | 1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60 | 0,115 | 0,667 | 1140 | 1000 | |
| 5 | MW Lana mineral [0.031 W/[mK]] | 0,050 | 0,031 | 40 | 1000 | |
| 6 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,015 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 7 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,015 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 8 | | | | | | |

Grupo Material

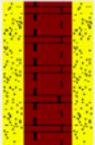
Material

Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [w/m²K]
 U_C [w/m²K]
 U_S [w/m²K]

Aceptar



A.2.4 COMPOSICIÓN DEL TABIQUE INTERIOR

Grupo CERRAMIENTOS VERTICALES

Nombre

Composición del Cerramiento:
 Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
 Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

| Nº | Material | Espesor | Conductividad | Densidad | Cp | Res.Térmica |
|----|--|---------|---------------|----------|------|-------------|
| 1 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,011 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 2 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,011 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 3 | MW Lana mineral [0.04 W/[mK]] | 0,040 | 0,041 | 40 | 1000 | |
| 4 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,011 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 5 | Placa de yeso laminado [PYL] 750 < d < 900 | 0,011 | 0,250 | 825 | 1000 | |
| 6 | | | | | | |

Grupo Material

Material

Espesor [m]

Añadir Cambiar Eliminar Subir Bajar

U_M [w/m²K]
 U_C [w/m²K]
 U_S [w/m²K]

Aceptar



A.2.5 COMPOSICIÓN DE LOS CERRAMIENTOS ACRISTALADOS

CONFIGURACIÓN HUECOS EN FACHADA

VIDRIO

MARCO

| Nombre | Construcción | Área [m²] | U [W/m²K] | Orientación | % Marco | g_gltwi | g_gltsh,wi | F_sh;obst | Ganancia_jul [kWh/m²] |
|-----------------|--------------------|-----------|-----------|-------------|---------|---------|------------|-----------|-----------------------|
| P04_E02_PE002_V | PUERTA SALIDA | 1,54 | 1,18 | O | 25,00 | 0,60 | 0,75 | 0,56 | 34,75 |
| P04_E02_PE004_V | VENTANA TIPO OESTE | 7,56 | 1,24 | O | 25,00 | 0,50 | 0,08 | 0,67 | 4,43 |
| P04_E02_PE006_V | VENTANA TIPO OESTE | 3,37 | 1,24 | O | 25,00 | 0,50 | 0,08 | 0,85 | 5,61 |
| P04_E02_PE009_V | VENTANA TIPO ESTE | 2,30 | 1,24 | E | 25,00 | 0,60 | 0,08 | 0,73 | 4,47 |
| P04_E02_PE011_V | VENTANA TIPO ESTE | 2,01 | 1,24 | E | 25,00 | 0,60 | 0,08 | 0,72 | 4,44 |
| P04_E02_PE013_V | VENTANA TIPO ESTE | 1,14 | 1,24 | E | 25,00 | 0,60 | 0,08 | 0,70 | 4,29 |

Tipo de vidrio Doble bajo emisivo < 0,03 Material Marco metálico
 Composición 4-16 Argón-44.2 Rotura pte. térmico SI
 Factor solar 0,6 color carpintería Gris oscuro
 Transmitancia térmica 1,0 W/m2K Absortividad 0,9
 Transmitancia térmica 1,5 W/m2K
 Porcentaje marco 25 % del hueco
 Incremento transmitancia por intercalarios 10 %

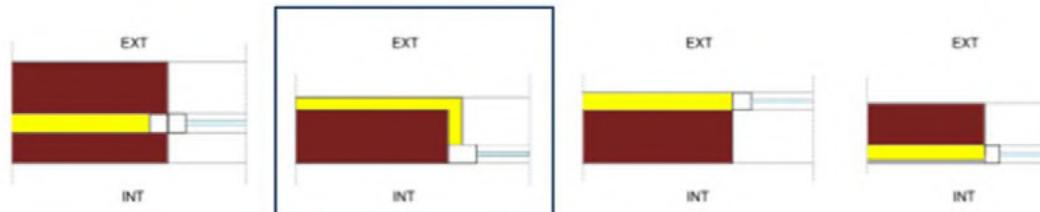
A.3. DEFINICIÓN DE LOS PUENTES TÉRMICOS DEL EDIFICO

Se ha empleado el modelo de puentes térmicos empleados según catálogo DA DB-HE / 3, a continuación, se muestran los distintos puentes térmicos.

JAMBAS EN HUECOS DE FACHADA

CON CONTINUIDAD ENTRE AISLAMIENTO DE FACHADA Y LA CARPINTERÍA (Grupo 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL

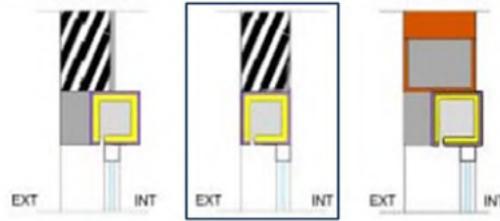
ψ

0,02 W/mK

DINTELES Y CAPIALZADOS EN HUECOS DE FACHADA

Capialzados de PVC o madera con aislamiento (Grupo 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3

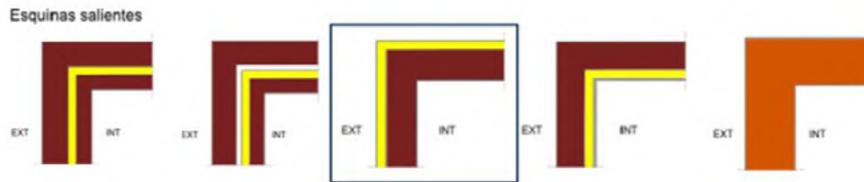


TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL Ψ 0,73 W/mK

ESQUINAS

SALIENTES (AL EXTERIOR) (Grupo 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3

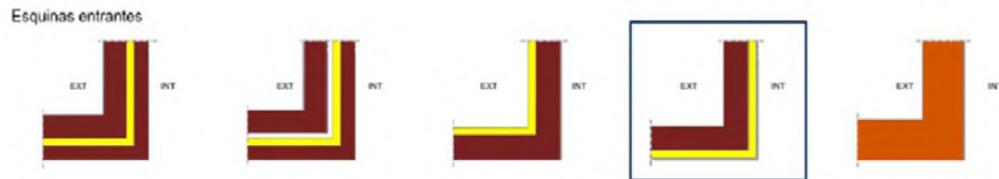


TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL Ψ_e 0,06 W/mK

ESQUINAS

ENTRANTES (AL EXTERIOR) (Grupo 2)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3

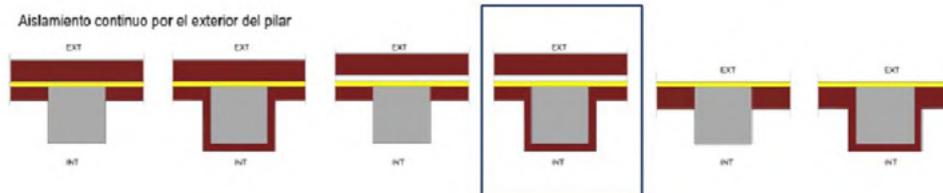


TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL Ψ_e -0,09 W/mK

PILARES INTEGRADOS EN FACHADA

CON CONTINUIDAD DEL AISLAMIENTO DE FACHADA (GRUPO 1)

TABLA ASIMILABLE DA DB-HE/3



TRANSIMTANCIA TÉRMICA LINEAL Ψ_e 0,002 W/mK



ANEXO B

PROGRAMA DE FOMENTO DE LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDAS

ASPECTOS DESTACABLES DEL REAL DECRETO-LEY 19/2021, DE 5 DE OCTUBRE, DE MEDIDAS URGENTES PARA IMPULSAR LA ACTIVIDAD DE REHABILITACIÓN EDIFICATORIA EN EL CONTEXTO DEL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA

Antecedentes que justifican la urgencia y necesidad de las medidas incluidas en este real decreto-ley:

- El grave deterioro del parque edificatorio: más del 81,0 % de los edificios existentes se sitúa en las letras E, F o G, en términos de emisiones, y 84,5 % en el caso del consumo energético.
- La tasa media de rehabilitación efectiva del parque de viviendas en España se sitúa 8 y 10 veces por debajo de las medias de los principales países de nuestro entorno.
- Se rehabilitan actualmente 30.000 viviendas y la ERESEE fija un objetivo de 300.000 rehabilitaciones/año.

Las medidas más importantes de este Real Decreto son las siguientes:

1. Se incluyen medidas en el ámbito de la fiscalidad, deducciones vía IRPF por obras de mejora de eficiencia energética en viviendas, tres nuevas deducciones temporales en la cuota íntegra estatal:

| Tipo de deducción | Deducción | Requisitos |
|--|---|---|
| Reformas que contribuyan a la <u>mejora de la eficiencia energética de la vivienda habitual</u> o arrendada para su uso como vivienda | Permite una deducción de hasta un 20% Cuantía: base máxima de deducción de 5.000 euros anuales | Reducción de al menos un 7 % en la demanda de calefacción y refrigeración del certificado de eficiencia energética (CEE) de la vivienda. |
| Rehabilitación media que contribuyan a la <u>mejora de la eficiencia energética de la vivienda habitual</u> o arrendada para su uso como vivienda | Permite una deducción de hasta un 40% Cuantía: base máxima de deducción de 7.500 euros anuales. ^{Nota 1} | Reducción de al menos un 30 % del consumo de energía primaria no renovable, acreditable a través de CEE de la vivienda o mejoren la calificación a clase «A» o «B» |
| Rehabilitación profunda edificios de uso predominante residencial | Permite una deducción de hasta un 60% Cuantía: base máxima de deducción de 5.000 € anuales y 15.000€ la acumulada. ^{Nota 2} | Reducción de al menos un 30 % o bien , la mejora de la calificación «A» o «B» |

Los contribuyentes podrán deducirse el 20 por ciento de las cantidades satisfechas desde la entrada en vigor del Real Decreto-ley 19/2021, de 5 de octubre, de medidas urgentes para impulsar la actividad de rehabilitación edificatoria en el contexto del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, hasta el 31 de diciembre de 2022 por las obras realizadas durante dicho período para la reducción en al menos un 7 por ciento la suma de los indicadores de demanda de calefacción y refrigeración del certificado de eficiencia energética

Nota 1 La deducción se practicará en el período impositivo en el que se expida el certificado de eficiencia energética emitido después de la realización de las obras

Nota 2 La deducción se practicará en los períodos impositivos 2021, 2022 y 2023 en relación con las cantidades satisfechas en cada uno de ellos, siempre que se hubiera expedido, antes de la finalización del período impositivo en el que se vaya a practicar la deducción.

2. Mejoras en el régimen de las comunidades de propietarios: se refuerza las facultades de las comunidades de propietarios con plena capacidad jurídica para las operaciones crediticias, tanto las relacionadas con el cumplimiento del deber de conservación, como con la rehabilitación y mejora de los edificios.

Se modifica la ley 49/1960 propiedad horizontal. Se requerirá el voto favorable de la mayoría de los propietarios, que, a su vez, representen la mayoría de las cuotas de participación, siempre que su coste repercutido anualmente, una vez descontadas las subvenciones o ayudas públicas y aplicada en su caso la financiación, no supere la cuantía de nueve mensualidades ordinarias de gastos comunes.

3. Establecimiento de medidas en el ámbito de la financiación a las actuaciones de rehabilitación: con objeto de impulsar las obras de rehabilitación, **se crea una línea de avales** para la cobertura parcial por cuenta del estado de **la financiación de obras de rehabilitación** que contribuyan a la mejora de la eficiencia energética de los edificios de vivienda. A través de esta nueva línea de avales ((ICO) se ofrecerá cobertura para que las entidades de crédito puedan ofrecer financiación, en forma de préstamo con un plazo de devolución de hasta 15 años.

RELACIÓN DE FIGURAS

| ORDEN | TÍTULO | Página |
|-------|---|--------|
| 1 | BA: Borde longitudinal afinado y BCO o BCT: Borde transversal cortado | 14 |
| 2 | Canal | 17 |
| 3 | Montante | 17 |
| 4 | Tabique sencillo | 18 |
| 5 | Tabique múltiple | 18 |
| 6 | Tabique doble | 18 |
| 7 | Sección de un tabique con placa de yeso laminado de 15 mm | 19 |
| 8 | Ejemplo de montaje de los montantes de un tabique autoportante para un sistema de PYL | 23 |
| 9 | Sección de un trasdosado directo con aislamiento | 25 |
| 10 | Disposición de la pasta de agarre en el dorso del material aislante de trasdosado directo y esquema de colocación del trasdosado directo | 26 |
| 11 | Componentes de un trasdosado de PYL autoportante con estructura metálica y detalle instalación de la banca estanca los canales perimetrales del trasdosado autoportante | 27 |
| 12 | Trasdosado autoportante de PYL | 30 |
| 13 | ADetalle de instalación de un trasdosado alrededor de un pilar | 31 |
| 14 | Ilustración de un instalador aplicando de yeso con espátula y llana | 32 |
| 15 | Mantenimiento y reparación de los accesorios eléctricos y fontanería | 32 |
| 16 | Ilustración de un revestimiento con desperfectos y aplicación de amasado de yeso para su reparación | 33 |
| 17 | Aplicación de un producto de yeso aplicado con una máquina de proyección | 34 |
| 18 | Aplicación de la pasta de yeso en un paramento | 35 |
| 19 | Secciones de techos suspendidos simples y Compuestos | 36 |
| 20 | Ejemplos de perfiles, elementos soporte y suspensiones metálicos | 38 |
| 21 | Ejemplo de placas de yeso laminado perforadas especiales para la mejora del acondicionamiento acústico de techos | 40 |
| 22 | Perfil de techo continuo | 41 |
| 23 | Perfiles de techo continuo | 41 |
| 24 | Situación de los cuelgues con perfil con una estructura o perfil secundario | 42 |
| 25 | Ejemplo de acabado de juntas del techo con el encuentro de muros | 43 |
| 26 | Placa de yeso de escayola para techo continuo | 45 |
| 27 | Detalle colación estructura techo suspendido | 51 |
| 28 | Ilustración de una aplicación de yeso sobre un elemento estructural | 51 |
| 29 | Ejemplos de molduras de yeso | 53 |
| 30 | Instrucciones de colocación de molduras de yeso | 54 |
| 31 | Librería realizada con paneles de yeso | 55 |
| 32 | Elementos decorativos de yeso | 55 |
| 33 | Detalle de la rehabilitación del dintel de una ventana que presenta elementos decorativos en base yeso | 56 |
| 34 | Palacio de dos aguas (Valencia), construido íntegro en yeso (fuente - Luis Prieto Prieto) | 57 |
| 35 | Estuco de yeso imitación mármol (fuente:artedelascalesylosyesos.blog/yesos) | 58 |
| 36 | Descarga de residuos de yeso para su posterior reciclaje en el centro de un fabricante de PYL | 61 |
| 37 | Conjunto de la manzana de edificios, en negro se señala el edificio que se va a estudiar | 64 |
| 38 | Plano de situación general, alzado y posición de la vivienda a estudiar en este ejemplo | 64 |
| 39 | Plano planta de la vivienda objeto de estudio, mostrando los distintos cerramientos | 65 |
| 40 | Espacio interior de la vivienda a estudiar según la simulación energética | 66 |
| 41 | Plano de situación general y posición del edificio a estudiar en este ejemplo | 77 |
| 42 | Plano planta de la vivienda objeto de estudio, mostrando los distintos cerramientos | 78 |

RELACIÓN DE TABLAS

| ORDEN | TÍTULO | Página |
|-------|--|--------|
| 1 | Espesores mínimos de los perfiles portantes y no portantes de los sistemas de PYL | 16 |
| 2 | Valores de los momento de inercia mínimos para montantes, perfiles para techos continuos y maestras omega | 16 |
| 3 | Comparativa de exigencias de aislamiento a ruido aéreo de la normativa del año 88 (NBE CA 88) y CTE DB HR (2009) | 20 |
| 4 | Resumen de los niveles de calidad de superficies de los sistemas constructivos con placa de yeso laminado (PYL) | 24 |
| 5 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 63/600 (48) MW sobre un ladrillo hueco doble (LHD) de 8 cm | 25 |
| 6 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 78/600(48) MW, sobre un ladrillo hueco doble (LHD) de 8 cm guarnecido con yeso | 25 |
| 7 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 63/600(48) MW ,sobre ladrillo perforado 1/2 pie LP guarnecido de yeso | 26 |
| 8 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante 78/600(48) MW, sobre ladrillo perforado 1/2 pie LP guarnecido de yeso | 26 |
| 9 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 63/600(48) MW, sobre 1/2 Pie de ladrillo perforado cara vista (LPCV) de 11,5 cm | 26 |
| 10 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un trasdosado autoportante PYL 78/600(48) MW, sobre sobre 1/2 Pie de ladrillo perforado cara vista (LPCV) de 11,5 c | 27 |
| 11 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un techo suspendido de PYL | 39 |
| 12 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un techo suspendido PYL de 15mm y cámara de aire de 150 mm | 39 |
| 13 | Resultados de ensayos acústicos y propiedades de un techo suspendido con dos placas de PYL de 12,5 mm y cámara de aire de 150 mm. | 40 |
| 14 | Composición de los cerramientos del edificio existente que separan los recintos habitables del ambiente exterior y sus prestaciones térmicas | 67 |
| 15 | Valores de transmitancia térmica del edificio rehabilitado (en W/m2.K) | 67 |
| 16 | Espesores de aislamiento discontinuo empleados en la rehabilitación por zona climática (expresados en cm) | 68 |
| 17 | Costes del aislamiento térmico entre montantes en trasdosado autoportante de placa de yeso laminado (PYL) | 68 |
| 18 | Coste del trasdosado autoportante de placas de yeso laminado (PYL) | 69 |
| 19 | Cuadro resumen del coste de la solución de trasdosado autoportante de PYL | 70 |
| 20 | Aislamiento acústico a ruido aéreo sobre techo suspendido, con paneles de lana mineral | 70 |
| 21 | Coste de un techo suspendido continuo de placas de escayola | 71 |
| 22 | Cuadro resumen del coste de rehabilitación de un techo suspendido continuo de placas de escayola con aislamiento | 71 |
| 23 | Coste de un techo suspendido continuo de placas de yeso laminado (PYL) | 72 |
| 24 | Cuadro resumen coste techo suspendido continuo de placas de yeso laminado (PYL) con aislamiento | 72 |
| 25 | Demanda energética media del edificio kWh·año/m2, espesor de aislamiento, coste de la intervención por vivienda y % de ahorro respecto a la situación inicial para un trasdosado autoportante de placa de yeso laminado, mejora de las ventanas y techo suspendido de placa de yeso laminado con aislamiento | 74 |
| 26 | Costes aplicando la subvención y posible deducción en el IRPF | 75 |
| 27 | Demanda energética media del edificio kWh·año/m2, espesor de aislamiento, coste de la intervención y % de ahorro respecto a la situación inicial para un trasdosado autoportante de placa de yeso laminado, mejora de las ventanas y techo suspendido de placa de yeso laminado con aislamiento | 80 |
| 28 | Costes aplicando la subvención y posible deducción en el IRPF | 80 |

GUÍA DE REHABILITACIÓN
CON SOLUCIONES
DE YESO

Marzo 2023



ASOCIACIÓN TÉCNICA Y
EMPRESARIAL DEL YESO