

# Soluciones de Aislamiento en el Sector Educativo

Obra Nueva y Rehabilitación



**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN



Construimos tu futuro

# Soluciones de Aislamiento en el Sector Educativo



$$a = \frac{\sqrt{b-c}}{xy(z-4)} \quad b = \frac{15(xy)^2}{\sqrt{ac}} = n$$

$$a = \frac{\sqrt{c}}{bc} - \left(15 \frac{ab}{n^2 y}\right)$$

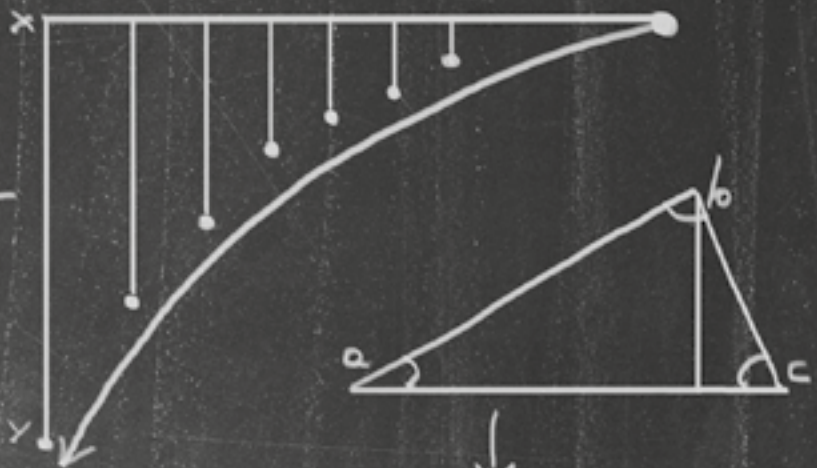


$$n = \cos \phi \left( \frac{\sqrt{ab}}{x^2 - 32} \right)$$



$$x = 22$$

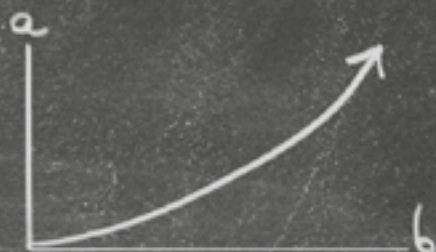
$$y = 38$$



$$y = \frac{a}{b} + 12(\sqrt{a^2})$$

$$\frac{a \left[ x\sqrt{y} (b-22) \right]}{15(bc) - (\sqrt{y})}$$

$$= \frac{\sqrt{\varepsilon(x_3 - n)}}{ab^2}$$



$$a = 98$$

$$b = 54$$





# Índice

Este manual técnico está estructurado en tres bloques principales, diferenciados en el índice.

El primero de ellos nos introduce en ISOVER, las ventajas de proyectar centros docentes con sus sistemas y las consideraciones de diseño a tener en cuenta en este tipo de edificaciones. Se tratan aspectos directamente relacionados con la normativa vigente y el Código Técnico de la Edificación (CTE). Profundiza en el aislamiento térmico, acondicionamiento acústico y la protección en caso de incendio.

El segundo bloque nos informa de las consideraciones previas y los aspectos a tener en cuenta para una correcta elección de las soluciones. En él se desarrollan los diferentes capítulos correspondientes a los distintos tipos de estancias del centro. En cada uno de ellos se detallan todas las Soluciones ISOVER para los diversos elementos constructivos, con cuadros comparativos de las principales prestaciones técnicas de las soluciones que permiten elegir fácilmente la solución más conveniente según el proyecto.

En alguno de estos capítulos aparece un “Consejo”, que servirá como ayuda en la valoración de los distintos aspectos técnicos necesarios para el correcto diseño y adecuada elección de soluciones.

El tercero es un breve resumen de las prestaciones de los sistemas y los productos ISOVER.

<b>1. ISOVER y en medio ambiente .....</b>	<b>6</b>	<b>4. Soluciones ISOVER.....</b>	<b>50</b>
1.1. ISOVER... desarrollo sostenible .....	8	4.1. Aulas .....	52
1.2. Certificaciones de Sostenibilidad: Leed, Breeam y Verde .....	10	4.1.1. Elementos de separación vertical entre aulas ..	55
<b>2. El Centro Educativo: un lugar para crecer .....</b>	<b>14</b>	4.1.2. Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos .....	60
2.1. Multi-Confort .....	16	4.1.3. Fachada .....	64
2.1.1. Todos valoramos el bienestar .....	16	4.1.4. Distribución interior .....	76
2.1.2. Confort en todo momento .....	17	4.1.5. Techos .....	78
2.1.3. Una buena iluminación es crucial para la satisfacción de los ocupantes de los edificios .....	17	4.1.6. Solera .....	81
2.1.4. Saint-Gobain, la principal fábrica de confort, salud y bienestar.....	18	4.1.7. Conductos de Climatización .....	82
2.2. Espacio y aprendizaje .....	19	<b>4.2. Pasillos y escaleras protegidos, ascensores .....</b>	<b>84</b>
<b>3. Consideraciones en el diseño de centros educativos..</b>	<b>20</b>	4.2.1. Pasillos y escaleras protegidos .....	86
3.1. Aspectos generales .....	22	4.2.1.1. Tabiques .....	88
3.2. Aislamiento térmico .....	23	4.2.1.2. Techos.....	91
3.2.1. Determinación de la zona climática .....	24	4.2.1.3. Conductos de ventilación.....	92
3.2.2. Clasificación de los espacios del edificio .....	24	4.2.2. Ascensores .....	96
3.2.3. Definición de la envolvente térmica del edificio y comprobación de la limitación de la demanda energética .....	24	<b>4.3. Cocinas y Comedores .....</b>	<b>100</b>
3.2.4. Condensaciones superficiales .....	25	4.3.1. Cocinas .....	102
3.2.5. Condensaciones intersticiales .....	25	4.3.2. Comedores .....	110
3.3. Aislamiento y acondicionamiento acústico.....	26	4.3.3. Techos acústicos.....	112
3.3.1. Las "Clases de Confort Acústico ISOVER": la forma fiable de definir el Confort Acústico .....	28	<b>4.4. Salas de reuniones y conferencias .....</b>	<b>118</b>
3.3.2. Todo lo que se necesita: construcciones rellenas con Lana Mineral.....	29	4.4.1. Techos .....	122
3.3.3. Aislamiento acústico entre recintos y el exterior .....	31	4.4.2. Solera .....	123
3.3.4. Aislamiento acústico entre recintos .....	34	<b>4.5. Gimnasios e instalaciones deportivas .....</b>	<b>126</b>
3.3.5. Aislamiento acústico a ruidos de impacto .....	35	4.5.1. Alta resistencia mecánica a la humedad.....	128
3.3.6. Acondicionamiento Acústico, Absorción Acústica y Tiempo de Reverberación.....	36	4.5.2. Distribución interior .....	130
3.3.7. Cuantificación de las exigencias acústicas del DB-HR .....	38	4.5.3. Solera .....	131
3.4. Protección en caso de incendio .....	39	4.5.4. Techos .....	132
3.4.1. Reacción al fuego.....	39	<b>7. Resumen. Prestaciones de los Sistemas.....</b>	<b>136</b>
3.4.2. Resistencia al fuego .....	40	<b>6. Productos.....</b>	<b>144</b>
3.4.3. Sector de incendio.....	40	<b>5. Documentación de referencia .....</b>	<b>150</b>
3.4.4. Exigencias de CTE DB Seguridad en caso de incendio .....	41		
3.4.5. Protección pasiva en conductos de ventilación....	41		
3.5. Seguridad estructural .....	43		
3.6. Conductos de Climatización.....	44		
3.6.1. Introducción: Sistemas de Climatización en centros docentes .....	44		
3.6.2. Eficiencia energética en la Climatización de un centro docente .....	45		
3.6.3. Acústica en Instalaciones de Climatización .....	47		



# Soluciones de Aislamiento en el Sector Educativo

## Introducción

En España existe una importante red de centros docentes, constituida por cerca de 30.000 instalaciones de educación infantil, primaria, secundaria, bachillerato y de enseñanza de ciclos formativos de grado medio y superior, y más de 80 Universidades públicas y privadas, además de numerosas academias y centros y entidades de formación de carácter privado. Todos estos establecimientos, por su finalidad y características, se engloban dentro del grupo de edificios intensivos en el consumo de energía y esto supone un potencial de ahorro económico y energético en su funcionamiento muy importante.

El consumo de energía cada vez mayor y el aumento significativo de los costes de ésta han hecho que la eficiencia energética sea una constante preocupación para los proyectistas de los nuevos centros docentes, pero también para los gestores de los existentes, con el fin de reducir las necesidades energéticas y, en consecuencia, ahorrar en costes de funcionamiento, sin perder en cuotas de confort o calidad. En especial, de confort, debido al tipo de usuario y la finalidad de estas instalaciones, que requieren un ambiente con condiciones óptimas para la concentración y estimulación del aprendizaje, vitales en el caso del alumnado infantil y juvenil, ya que en ausencia de éstas puede llegar a afectar a su desarrollo intelectual.

En un contexto internacional de crisis económica, en el que la energía sigue aumentando su coste y en el que no se ha resuelto el problema medioambiental de las emisiones de gases de efecto invernadero, se publica la directiva europea 2010/31/UE, Eficiencia energética en edificios, según la cual todos los estados miembros deberán de tomar medidas encaminadas para que a partir de 2020 los edificios de nueva construcción tengan un consumo de energía casi nulo, lo que se garantiza entre otras, mediante medidas de aislamiento.

Es necesario tener en cuenta además, que dentro de los gastos de explotación de este tipo de centros, los energéticos representan uno de los mayores porcentajes. Un adecuado aislamiento permitirá reducir en hasta un 90% la factura energética asociada a la explotación de este tipo de edificios.

Uno de los conceptos más importantes a la hora de diseñar un recinto educativo, es su calidad ambiental y su aislamiento y acondicionamiento acústico. También hay que tener en especial consideración el confort térmico y visual puesto que en este tipo de centros la acústica, la temperatura, la iluminación y la calidad del aire interior son imprescindibles tanto para el alumnado como para como para el resto de usuarios que ocupan estos recintos.

El presente manual es un compendio de sistemas y soluciones constructivas para centro educativos y en las cuales aparecen integrados productos y soluciones de aislamiento sostenible de ISOVER.

En este documento se proporcionan soluciones innovadoras basadas en las necesidades de los centros docentes con el fin de cumplir las exigencias normativas, así como de proporcionar a los usuarios los máximos niveles de confort, y se integran todas las soluciones para la envolvente y particiones interiores, compuesta por productos y soluciones de aislamiento, placas de yeso laminado y morteros.

Soluciones de Aislamiento en el Sector Educativo es una herramienta eficaz para los agentes que intervienen en el proceso de diseño y construcción de los edificios docentes (recintos docentes, según la denominación del CTE), respondiendo a sus necesidades mediante sistemas constructivos que han sido refrendados con ensayos en laboratorio y en obra, y acreditados por una extensa experien-













cia práctica de ISOVER como una de las empresas referentes de su sector en el mercado.

El diseño arquitectónico se convierte en un elemento de vital importancia en la medida en que debe contemplar todas aquellas medidas que consigan un entorno saludable del centro docente, contribuyendo así a una mejor calidad de la educación y facilitando el aprendizaje.

Dentro del Código Técnico de la Edificación (CTE) los colegios, escuelas y centros educativos están considerados como Recintos Docentes. Así pues, tanto los centros de nueva planta como las rehabilitaciones integrales estarán reglamentadas por los Documentos Básicos correspondientes.

Los sistemas constructivos especificados en este manual, permiten adaptarse a las exigencias del CTE, especialmente en sus apartados de seguridad en caso de incendio, ahorro energético y protección frente al ruido, proporcionando todas las prestaciones necesarias y adecuadas a la normativa vigente.

Todos los productos ISOVER están fabricados de acuerdo a normas armonizadas. Es por ello que ostentan el marcado CE y otros sellos de calidad y medioambientales como:

					
Marcado CE	Certificado de marca N de AENOR	Declaración de Prestaciones, DoP	Documento de Idoneidad Técnica Nº 489R/13	Documento de Idoneidad Técnica Europeo Nº 13/0836	Certificación Europea para los productos de Lana Mineral
					
Sistemas de Gestión de Calidad Medioambiental, bajo las normas ISO 9001 e ISO 14001 respectivamente	LEED, Leadership in Energy and Environmental Design (EEUU, US Green Building Council)	BREEAM, Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Reino Unido)	VERDE, (GBCE España)	Declaraciones Ambientales de Producto verificadas por terceras partes reconocidas e independientes	

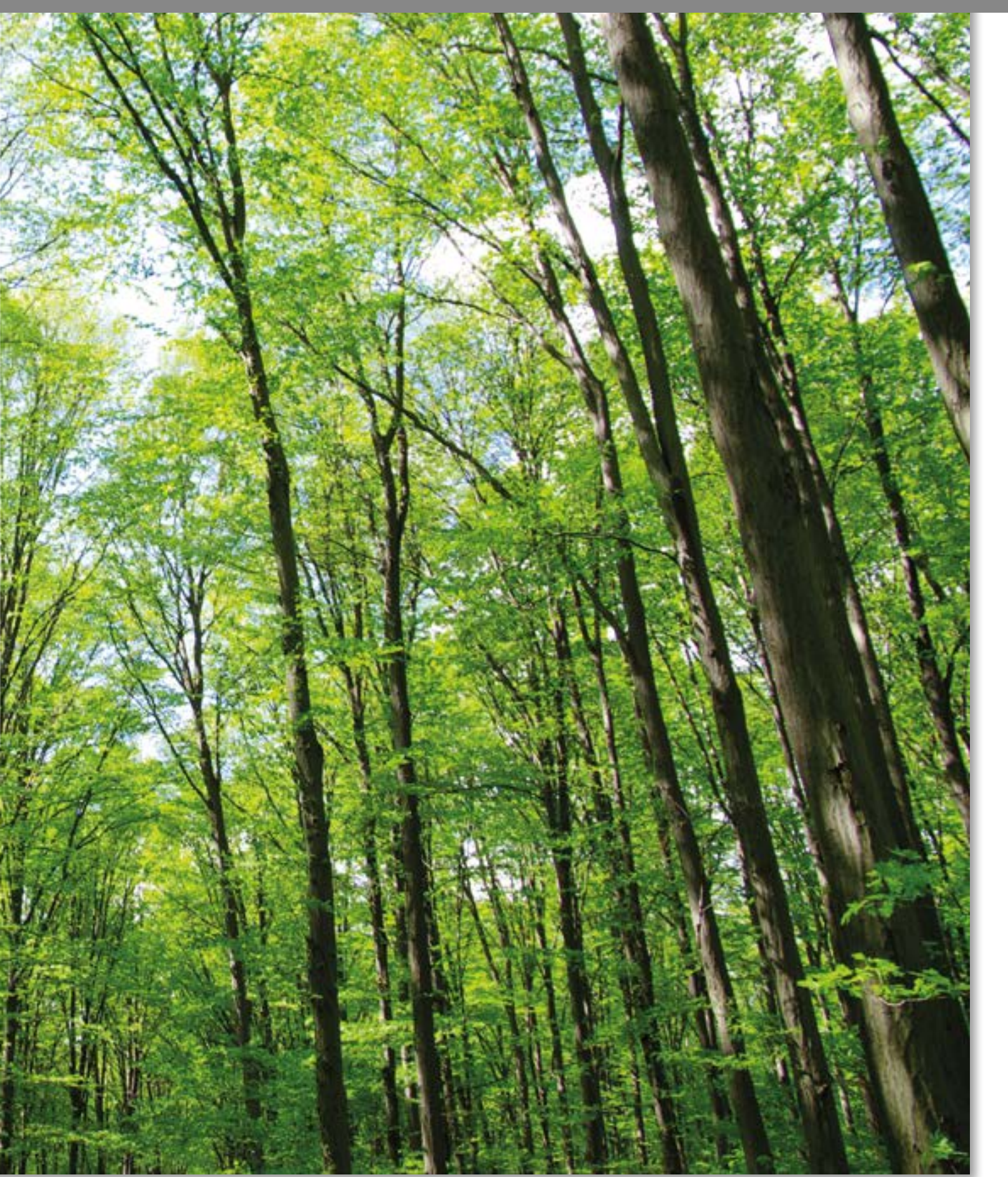


# 1. ISOVER y el medio ambiente

ISOVER es líder mundial en soluciones de aislamiento térmico, acústico y protección contra el fuego, para lograr la eficiencia energética, el confort de las personas y su seguridad. Invierte constantemente en investigación y desarrollo, en la búsqueda de soluciones innovadoras que contribuyan a la protección medioambiental.

En este manual se integran todos los productos y soluciones de aislamiento de ISOVER para la envolvente y particiones interiores de un centro docente.





# 1.1. ISOVER... desarrollo sostenible



En los últimos años, son diversas las manifestaciones que hacia la edificación sostenible se han puesto de manifiesto en el plano internacional. Numerosas entidades y organismos han ido adoptando en el ámbito de la construcción directrices de construcción sostenible en sus promociones y edificios.

ISOVER como empresa del grupo Saint-Gobain apuesta por ofrecer soluciones que contribuyan a una mejora de la sostenibilidad en la edificación. A menudo, la construcción es percibida como una actividad de fuerte impacto medioambiental. En Saint-Gobain, se trabaja para minimizar su impacto en los recursos naturales, esforzándose en proporcionar los productos y sistemas que permiten a sus clientes construir de una manera más sostenible y de un modo responsable.

El desarrollo sostenible está basado en el equilibrio social, económico y medioambiental. En cualquier proyecto de construcción es vital que estos tres pilares se consideren, con el fin de obtener una solución sostenible.

La sostenibilidad medioambiental es probablemente el aspecto más conocido del desarrollo sostenible y uno de los más difíciles de manejar eficazmente. ISOVER apuesta por la protección y la conservación de la biodiversidad y del medioambiente.

Post-consumer (vidrio-calcín externo). Las Lanas de Roca ISOVER tienen en su composición un 6% de material reciclado Pre-consumer y un 20% Post-consumer. Disponen de certificado de contenido de materiales reciclados (CMRLM).

Todos los productos y sistemas de Saint-Gobain se diseñan para generar un impacto medioambiental mínimo, máxima eficiencia energética y mínimo riesgo para la salud.

Las Lanas Minerales ISOVER están fabricadas con elementos naturales y abundantes en la naturaleza (básicamente arenas y vidrio reciclado), motivo por el cual son productos ecológicos, naturales y duraderos proviniendo en su mayoría parte de productos reciclados (cuya extracción y fabricación se sitúan en un radio medio de 300 km de distancia del centro productivo) y tienen en su composición un 30% de material reciclado Pre-consumer (bandas y vidrio-calcín propio) y un 35%

Todas las actividades principales del grupo Saint-Gobain han introducido los sistemas de gestión medioambiental ISO14001:2004 en todos sus centros de producción.

ISOVER, como muestra de sostenibilidad, dispone de DAPs (declaraciones ambientales de producto como resultado del análisis del ciclo de la vida, que es una relación de todos los impactos positivos y negativos en cada etapa de la vida del producto de la cuna a la tumba) verificadas por terceras partes independientes para todas sus soluciones.














## 1.2. Certificaciones de sostenibilidad: Leed, Breeam y Verde

Estas metodologías tienen como finalidad certificar edificios (no productos), con el fin de evaluar el grado de sostenibilidad de la construcción. Si bien este tipo de certificaciones integran diferentes aspectos, los productos que se empleen en el edificio pueden contribuir a la mejora de la puntuación global, de manera que permita alcanzar el nivel de certificación deseado.












Tomando como base para el análisis de los requisitos establecidos en las certificaciones internacionales más reconocidas actualmente en España (LEED, BREEAM y VERDE), se indica en qué medida ISOVER contribuye positivamente a cada uno de estos requisitos.



breeam

Aspecto	Certificación	Objetivo	Contribución de ISOVER	Posibles puntos
 Reutilización de materiales		Incorporar materiales que formaban parte del mismo edificio o de otros de manera que se reduzca la demanda de materias primas evitando los impactos de la extracción y fabricación. 5-10 % en coste sobre el total de materiales del proyecto son materiales reutilizados.	Los productos Saint-Gobain en base de Lana Mineral, utilizados en fachadas, cubiertas, particiones interiores verticales y medianerías y particiones interiores horizontales, al ser materiales totalmente inertes y reciclables, pueden ser reutilizados de forma infinita siempre y cuando estas mantengan su estructura inicial. Disponen de certificado de reutilización (CRLM).	1-2
		Incorporar materiales que sean fácilmente desmontables de manera que puedan ser reutilizados o reciclados al final de la vida útil del edificio. 50 % de los materiales podrán ser reutilizados.		–
 Contenido de reciclado		Incorporar materiales con contenido de reciclado reduciendo el impacto resultante de la extracción y fabricación de materias primas. 10-20-30 % en coste sobre el total de materiales del proyecto de contenido de reciclado.	Los productos de ISOVER están fabricados con elementos naturales y abundantes en la naturaleza, motivo por el cual son productos ecológicos, naturales y duraderos proviniendo en su mayor parte de productos reciclados y tienen en su composición una media de 30% de material reciclado Pre-consumer y entre un 10% y un 35% de Post-consumer.	1-3
 Regionales		Incorporar materiales extraídos y fabricados localmente (un radio máximo de 800 km del proyecto) evitando así los impactos asociados al transporte. 10-20-40 % en coste sobre el total de materiales del proyecto son regionales.	Los productos Saint-Gobain son fabricados en España en la fábrica de Azuqueca de Henares (Guadalajara)	1-2
		Incorporar materiales fabricados localmente (un radio máximo de 200 km del proyecto). 100% de los materiales locales.	La fabricación de los productos Saint-Gobain se realiza en las fábricas mencionadas y se distribuye en camiones. La situación estratégica de sus fábricas en toda la península hace que el radio de acción sea admisible. Disponen de certificado de origen (COLM).	–
 Ciclo de vida del material	breeam	Incorporar materiales con bajo impacto a lo largo de su ciclo de vida. Disponer de ecoetiqueta tipo I o autodeclaración ambiental (ecoetiqueta tipo II) o una declaración ambiental de producto tipo III.	Para todos los productos se dispone de una declaración ambiental de producto que integra el ciclo de vida. Las declaraciones ambientales de producto han sido realizadas siguiendo los criterios establecidos en las normas de referencia UNE EN ISO 14025 y UNE EN ISO 21930. El análisis del ciclo de vida en los que se basan estas declaraciones se ha realizado siguiendo las normas UNE EN ISO 14040 y UNE EN ISO 14044 y el documento RCP 001.	1-2
		Reducción en un 30% de la energía de los materiales utilizados en el edificio con respecto a un edificio de referencia (el creado en el Calener). Para ello es necesario disponer de un análisis de ciclo de vida del material donde aparezcan los MU.		–
		Reducción en un 20% los impactos asociados a la producción de los materiales mediante el análisis de ciclo de vida a través de la declaración ambiental de producto.		–
 Materiales responsables	breeam	Materiales cuya fabricación disponga de un sistema de gestión ambiental certificado así como las empresas de la cadena de suministro de manera que se reconozca que se trata de materiales responsables.	Saint-Gobain dispone de un sistema de GESTIÓN AMBIENTAL certificado por AENOR según lo establecido en la Norma UNE EN ISO 14001.	3
 Compuestos orgánicos volátiles		Adhesivos, sellantes, pinturas y recubrimientos con bajo contenido en compuestos orgánicos volátiles, de manera que se reduzca la cantidad de contaminantes del aire interior que generan olores, son irritantes, y/o peligrosos para el confort y bienestar de los instaladores y de los usuarios.	Los productos Saint-Gobain presentan fichas de análisis de VOC's, permitiendo poder hacer uso de una gran cantidad de productos libres de estos compuestos.	1
		Pinturas y barnices con un contenido inferior a un 8% de su masa total.		–
	breeam	Pinturas y barnices resistentes a hongos y algas. Los paneles de falso techo, adhesivos de revestimientos de suelo, revestimientos de paredes de alta resistencia con formaldehído clase E1, ausencia de amianto, liberación de MVC (cloruro de vinilo) baja y verificar la migración de metales pesados. Todo ello conforme a normativas UNE reconocidas.		1

LOS PRODUCTOS DE ISOVER CONTRIBUYEN CON LA MÁXIMA PUNTUACIÓN A ESTE TIPO DE EDIFICACIONES

Aspecto	Certificación	Objetivo	Contribución de Saint-Gobain	Posibles puntos
 Mejora acústica		Garantizar la eficiencia mediante los materiales incorporados cumpliendo las normas UNE EN ISO 140-4:1999 y UNE EN ISO 140-5:1999 para ruido aéreo, UNE EN ISO 140-7:1999 para ruido de impactos y UNE EN ISO 338-2:2008 para tiempo de reverberación.	En todos los casos se supera el valor marcado de aislamiento acústico. Se dispone de ensayos por laboratorios acreditados por ENAC	1
		Proporcionar aislamiento acústico de la envolvente entre el exterior y los recintos protegidos. Mejor práctica $R_{RAEM}^+$ ; $D_{2m,nT,ATr}$ incrementado en 4 dB(A) sobre el $R_{RAEH}$		—
		Proporcionar aislamiento acústico frente a ruido aéreo y de impacto entre los recintos de instalaciones y los recintos protegidos. $R_{RAMM}^+$ ; $D_{nT,A}^+$ $\geq 60$ dB(A) $R_{RIMM}^+$ ; $L'_{nT,W} \leq 55$ dB		—
		Proporcionar aislamiento acústico entre recintos protegidos y recintos pertenecientes a otras unidades de uso o de la misma unidad de uso. RRATH: RA (tabiques) $\geq 38$ dB(A) $R_{RAMH}^+$ ; $D_{nT,A}^+$ $\geq 55$ dB(A) $R_{RH}^+$ ; $L'_{nT,W} \leq 55$ dB		—
 Gestión de residuos de construcción		Recuperar los materiales en obra fomentando la reutilización para poder evitar el envío de los residuos a eliminación vertedero y reduciendo la demanda de materias primas. 75% de los residuos generados durante la construcción reutilizados y/o reciclados.	Saint-Gobain pone a disposición de los gestores del proyecto la posibilidad de reintroducir los materiales retirados en el proceso de producción, favoreciendo así la reintroducción en el proceso de fabricación de los desechos y evitando el depósito en vertederos.	1-2
		80% de los residuos generados durante la construcción reutilizados y/o reciclados.		1-3
		80% de los residuos generados durante la construcción derivados de elementos de la envolvente (cubierta, forjados completos, fachada y particiones interiores) son reutilizados y/o reciclados.		—
 Contaminación acústica		Reducir la posibilidad de que los ruidos provenientes de la nueva edificación afecten a edificios cercanos sensibles al ruido.	Los sistemas y productos Saint-Gobain proporcionan el aislamiento acústico necesario y la reducción del tiempo de reverberación en las cantidades correspondientes para minimizar la contaminación acústica que la nueva edificación pueda producir en su entorno proporcionando niveles de aislamiento acústico que se ajustan a cada proyecto. Disponen en cada caso de los ensayos acústicos adecuados realizados en laboratorios acreditados por ENAC.	1

Toda esta valoración aparece en las DAPs y en las fichas Rating-System del GBCe.  
Para más información consultar el documento LEED, BREEAM y VERDE de ISOVER.



**LEED V3**

RATING SYSTEM: NC & MR, CS, Schools, CI, EBOM, Retail-CI, Retail-ID, HC  
 PUNTOS: 1-2 (+EP)

**CATEGORIA MR**

**Objetivo**  
 Crédito /Criterio : MR c4: Contenido Reciclado  
 Utilizar materiales con contenido reciclado para disminuir el impacto en la demanda de la materia prima. Existen 2 tipos de contenido reciclados en los materiales:  
 1. Post consumo (posterior al consumidor y por lo tanto materiales que han llegado al final de su ciclo de vida)  
 2. Pre consumo (previo al uso del consumidor y por lo tanto materiales que no han llegado a ser utilizados, como por ejemplo sobras o recortes del propio proceso de fabricación del material)  
 Cuanto mayor sea el contenido post consumo, mayor es el porcentaje alcanzado en contenido reciclado. La suma total del porcentaje será calculado por el contenido posterior al uso + la % del contenido reciclado previo al uso

**Procedimiento Evaluación**  
 Se debe evaluar el coste total de material utilizado en el proyecto. La suma de contenido reciclado de post-consumo y la mitad del de pre-consumo debe constituir al menos el 10-20% (30% para Exemplary Performance) del coste total del valor de materiales en el proyecto. Se debe multiplicar el % total de contenido de reciclado por el coste total de la partida.

**Cumplimiento Requisitos**  
 Datos de referente a la categoría LANA DE VIDRIO:

Total Descripción	%
Totales Materias Prima	44.87
Total Reciclado post-consumo	55.14
Total reciclado pre-consumo	0.00

*NOTA: El resultado final para determinar los puntos totales depende del cómputo de todos los materiales de obra. Este material contribuye a cumplir con los criterios de sostenibilidad*

ESTÁNDAR DE REFERENCIA: NA  
 DOCUMENTACIÓN ADICIONAL: <http://www.isover.es/Aislamiento-en-la-EDIFICACION>

**LEED: Notas**  
 La información contenida en este documento corresponde al estudio realizado con guía de referencia: **Green Building Design and Construction 2009**. Este documento no constituye certificación del producto.

Emplazamientos Sostenibles, Eficiencia en el Uso del Agua, Materiales y Recursos, Energía y Atmósfera, Calidad del Ambiente Interior, Innovación en el Diseño

**GBCe**

**VERDE**

RATING SYSTEM: NE UNI, NE RO, NE EQUIP, RH VIV, RH EQUIP  
 % REDU

**CATEGORIA RECURSOS NATURALES**

**C16 Planificación de una estrategia de demolición selectiva**  
 Planear desde el proyecto el procedimiento de demolición del edificio que permita el desembalaje, separación y clasificación de sus componentes a fin de que puedan ser reutilizados o reciclados al final de la vida útil del edificio.

**Procedimiento Evaluación**  
 La evaluación del edificio a través de este criterio se establece por medio del porcentaje de materiales que podrán ser reutilizados o reciclados una vez finalice el ciclo de vida del edificio.

**Cumplimiento Requisitos**  
 El producto de lana mineral en forma de panel para aislamiento térmico y acústico es totalmente inerte pudiendo ser reutilizado de forma infinita siempre y cuando los paneles mantengan su forma original (ver DoP de los productos). Aun siendo reutilizable el material, en la DAP del producto se ha considerado que el material se desecha a vertedero al final de su vida útil por ser una opción más realista.

PRODUCTO	% MATERIAL REUTILIZABLE/u.f. de material	% MATERIAL RECICLABLE /u.f. de material
ARENA PF	100	100
ECOVENT	100	100
ECOVENT VN 38	100	100
ECOVENT VN 35	100	100
ECOVENT VN 32	100	100
ARENA BASIC	100	100
ARENA	100	100
ARENA PLUS	100	100
ARENA PLAYER	100	100
ARENA OPTIMA	100	100
ARENA MASTER	100	100
ARENA COBERTURAS	100	100

- El 100% del producto puede ser reutilizado siempre que mantenga su forma original. Al ser aire el gas interior, las propiedades térmicas del producto se mantienen inalterables en el tiempo, según la norma UNE 13162, siempre que la estructura física de los paneles no se deteriore.
- Los productos instalados según las instrucciones del fabricante, no sufrirán deterioro alguno, manteniendo sus prestaciones durante la vida útil del edificio.
- Los paneles se retirarán de forma manual segregándolos del resto de materiales de construcción, para así poderlos transportar de forma que no se deteriore.
- Una vez separados los materiales aislantes se protegerán tanto de la intemperie como de golpes que puedan provocar su deterioro.
- Si algún panel resultase deteriorado, se segregará del resto de materiales para permitir su reciclado.

ESTÁNDAR DE REFERENCIA: NA  
 DOCUMENTOS ADICIONALES: <http://www.isover.es/Aislamiento-en-la-EDIFICACION>

**GBCe**

Certificaciones de sostenibilidad de productos ISOVER.

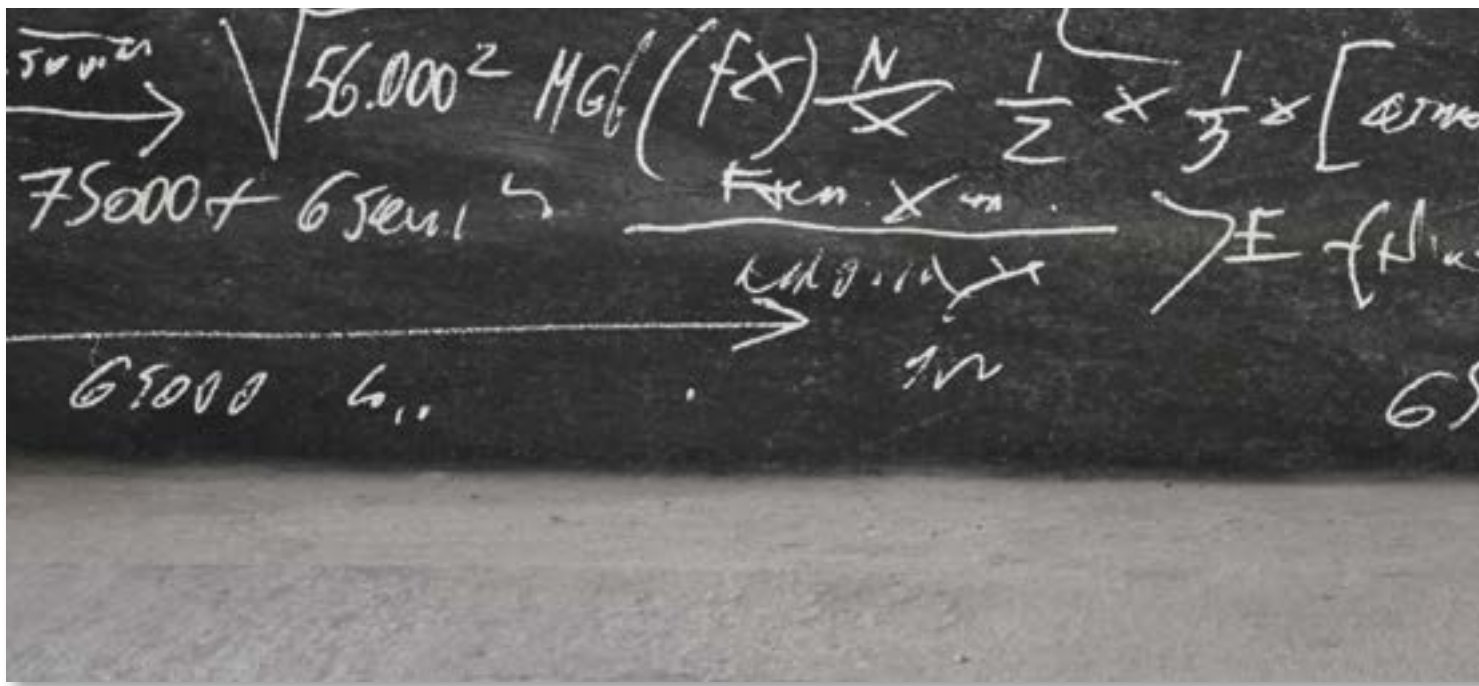
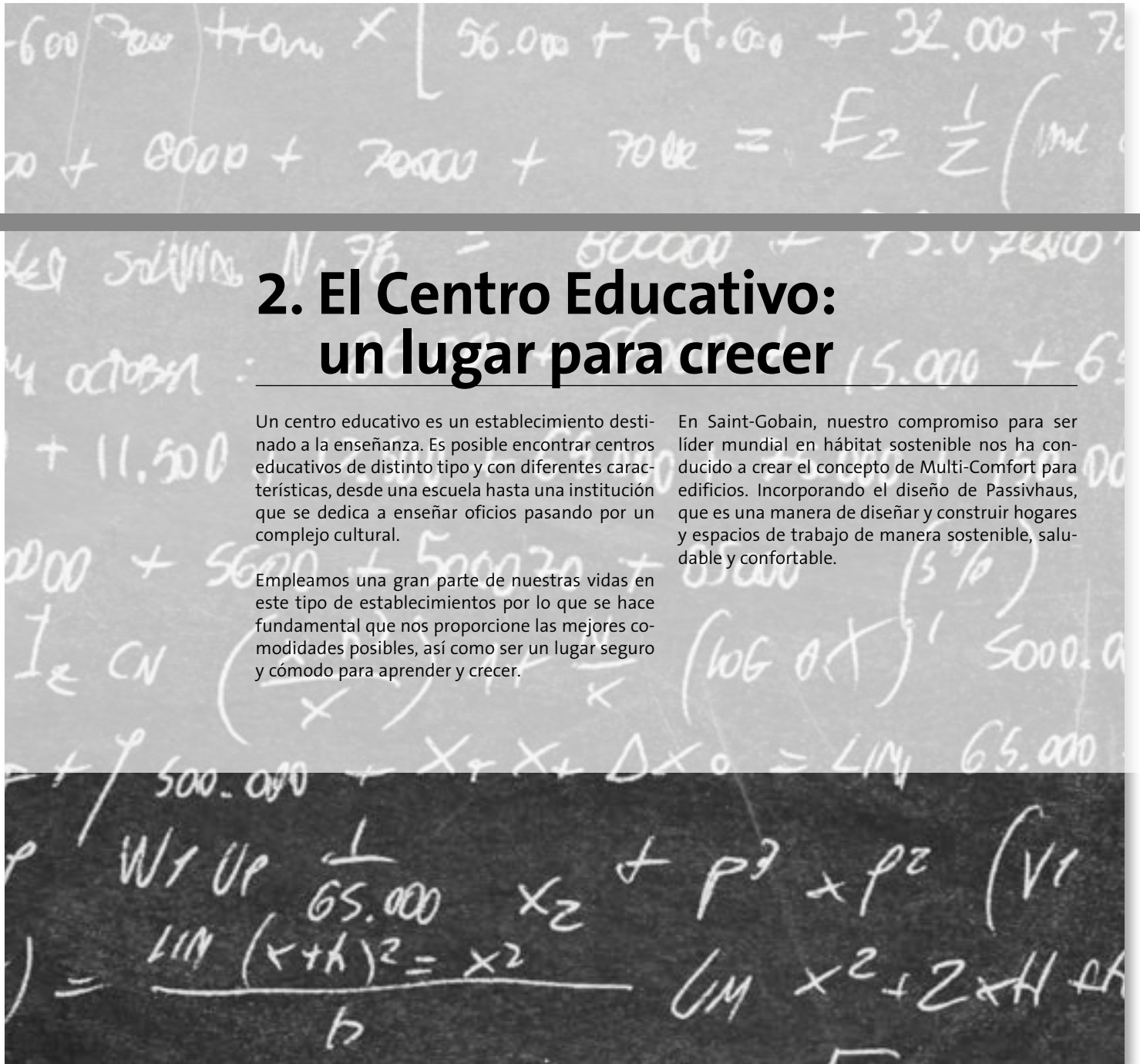


## 2. El Centro Educativo: un lugar para crecer

Un centro educativo es un establecimiento destinado a la enseñanza. Es posible encontrar centros educativos de distinto tipo y con diferentes características, desde una escuela hasta una institución que se dedica a enseñar oficios pasando por un centro cultural.

Empleamos una gran parte de nuestras vidas en este tipo de establecimientos por lo que se hace fundamental que nos proporcione las mejores comodidades posibles, así como ser un lugar seguro y cómodo para aprender y crecer.

En Saint-Gobain, nuestro compromiso para ser líder mundial en hábitat sostenible nos ha conducido a crear el concepto de Multi-Comfort para edificios. Incorporando el diseño de Passivhaus, que es una manera de diseñar y construir hogares y espacios de trabajo de manera sostenible, saludable y confortable.





$$+ 20] - 4500 + 5000 + 40000$$

$$45000 + 75000 + 45000 + 56000 + 86000 =$$

$$000 \div (45000 + 75000 + 89000) + 5000 + 4$$

$$+ 165000 + 840000 + 650000 =$$

$$E(-)H - \left( t_2 + \frac{\sqrt{E}}{2} \right) < 45000$$

$$+ \dots P_N \left[ \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{x^2} + \frac{9}{x^2} \right] = P_{N2}(x)$$

$$75000 + 65000 \dots \text{opt} \times \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right)^2, \text{RM. } \Theta$$

$$E(x-M)^2$$

$$N=1 \quad \frac{1}{2\sqrt{x}} \quad 45000$$

$$(75000 + 51000) F(A)^2$$

Some other value 56m

$$65000 + 75000 + 84000$$

$$+ 85000 + 18000$$

(Average ~~value~~)  
 $D^2 \sim 10$



$$\pi \quad 5 = \frac{1}{10}$$

Simple  $\pi =$

$$GMx(T)$$

$$\frac{6}{75000} \times m$$



## 2.1. Multi-Comfort

En un edificio, las personas perciben el confort como confort térmico, confort acústico, confort visual, confort de aire interior y confort económico.



Cuando normalmente empleamos el 90% de nuestro tiempo en espacios interiores, es justo decir que los edificios en los que vivimos, trabajamos, pueden tener un impacto significativo sobre nuestro confort, salud y bienestar.

Los edificios nos deben proporcionar un hábitat confortable y saludable en el cual realicemos nuestras rutinas diarias de manera exitosa, eficiente y segura.

Imagina un edificio Multi-Comfort..., un edificio que no sólo es bueno para el medio ambiente sino también bueno para ti, y para todas las personas que viven, trabajan o disfrutan de su tiempo libre en él. Imagina un edificio que combina los máximos niveles de rendimiento térmico con excelente confort acústico y visual, magnífica calidad de aire interior y excepcional eficiencia energética.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no meramente la ausencia de malestar o enfermedad. El bienestar está cada vez más admitido como un criterio válido en política social.

### 2.1.1. Todos valoramos el bienestar



El bienestar es considerado por las personas, como el núcleo de su vida diaria y, por tanto, debe tomar un rol principal en el diseño de los edificios. Debe también proporcionar maneras reales y significativas de evaluación de edificios.

Arquitectos e ingenieros han focalizado su objetivo en la cuestión de cómo conseguir ambientes interiores saludables que contribuyan al sentimiento de bienestar de las personas. Pero la relación entre el bienestar de las personas y los espacios

interiores es compleja. Como consecuencia, se controla y mejora los factores medioambientales interiores de manera individual, considerando los factores uno por uno y haciendo recomendaciones para la mejora de cada uno.



### 2.1.2. Confort en todo momento

El confort es un estado de descanso físico, mental y bienestar en un ambiente dado. Dentro de un edificio son requeridas varias condiciones para posibilitar a las personas comodidad y capacidad para realizar eficaz y eficientemente las tareas en dicho edificio.

El confort térmico, el confort acústico, el confort visual, la calidad del aire interior y la seguridad contra el fuego, tienen una alta repercusión sobre los ocupantes de los edificios, llegando a ser poderosas herramientas para el diseño de edificios saludables y eficientes energéticamente que proporcionan considerables beneficios económicos, es decir bienestar para todos, y es por ello que el confort económico también es uno de los principios a considerar:

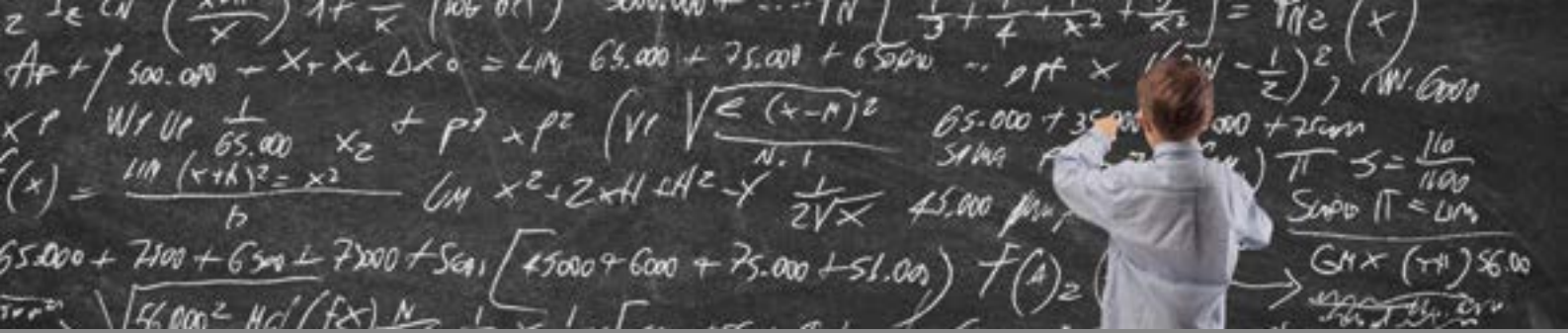
Los ruidos no sólo van a producir distracciones, sino que también tienen un impacto determinante sobre la salud y los niveles de estrés de los ocupantes de los edificios. El ruido reduce la concentración y dificulta realizar el trabajo y las tareas de forma precisa y eficiente. En los hogares y resto de edificios, la protección de los ruidos exteriores contribuye a un sentimiento de seguridad y privacidad.

### 2.1.3. Una buena iluminación es crucial para la satisfacción de los ocupantes de los edificios

Además del confort térmico y acústico, el confort visual también va a ser crucial para los ocupantes de los edificios. Se ha demostrado que con mayor exposición a la luz, los trabajadores y ocupantes de los edificios tienen mejor calidad de vida, mayor actividad física y mental, más vitalidad y duermen mejor que las personas con menor exposición a la luz tanto en sus trabajos como en sus hogares.

Estudios han probado que un buen diseño y estado del ambiente en centros docentes favorecen la concentración y facilitan la comunicación, así como tiene un efecto positivo sobre la interacción social y comportamiento de las personas dentro de dichos edificios. Aprender es más efectivo y menos agotador cuando los alumnos pueden escuchar y entender cómodamente. Las personas con ventanas en las estancias donde estudian, trabajan o pasan sus ratos libres reciben un mayor porcentaje de luz natural durante las horas laborales y duermen una media de 46 minutos más que las personas que no tienen luz natural en sus trabajos y hogares. Esto conlleva que su actividad física y su vitalidad sea superior de ahí la prioridad de diseñar los edificios en lugares donde haya posibilidad de luz natural para sus ocupantes.

En aquellos edificios con buena calidad de aire interior hay menos ausencias de sus trabajadores y mejor bienestar en el resto de sus ocupantes. La contaminación del aire o contaminación ambiental es causante de casi tantas muertes como el tabaco. En el caso de los centros docentes situados cerca de grandes carreteras, se debe filtrar el aire que entra en el edificio debido al alto porcentaje de emisiones de gases de efecto invernadero que provoca el tráfico. Se recomienda, por tanto, que los nuevos centros docentes se construyan lejos de estas zonas dado el gran peligro que supone la contaminación ambiental.



## 2.1.4. Saint-Gobain, la principal fábrica de confort, salud y bienestar



### Confort térmico

Determinado por la temperatura del aire, humedad, corrientes de aire, etc. Saint-Gobain ofrece una amplia gama de soluciones y productos para la envolvente de los edificios, que tiene un efecto directo sobre el confort y la eficiencia térmica:

- Vidrios en ventanas y fachadas que aumentan el aislamiento térmico permitiendo controlar los aportes solares a través del acristalamiento.

- Materiales de aislamiento, como las Lanas Minerales, que ayudan a reducir las pérdidas o ganancias de calor.
- Membranas de última generación que limitan las infiltraciones de aire no deseado y que garantizan una correcta gestión del vapor de agua controlando la humedad interna de los edificios, previniendo así que la humedad exterior entre en el edificio preservando el aislamiento.
- Sistemas de placa de yeso laminado que permiten ofrecer las máximas prestaciones térmicas en el mínimo espacio.



### Confort acústico

Determinado por parámetros como ruido desde exteriores, vibraciones, calidad de escucha, inteligibilidad, etc. Saint-Gobain ofrece una amplia gama de soluciones y productos que tienen un impacto directo sobre el confort acústico:

- Materiales que aportan aislamiento acústico por tener baja transmisión acústica, como vidrios en ventanas y fachadas, Lanas Minerales, que ayudan a proteger a los ocupantes de los edificios del ruido exterior.
- Materiales absorbentes, como Lanas Minerales, que ayudan a reducir los ruidos de impacto y aéreos dentro de los edificios.
- Sistemas de yeso laminado que ofrecen unas excelentes características acústicas.



### Confort visual

Determinado por factores como paisaje, calidad de luz, luminosidad, brillos, etc. Saint-Gobain ofrece una amplia gama de soluciones y productos que tienen un impacto directo sobre el confort y la estética visual:

- Productos transparentes como vidrios que permiten el acceso de la luz natural y la visión a través de los huecos.
- Vidrios de última generación capaces de regular su opacidad dependiendo de las condiciones deseadas en cada momento.
- Productos exteriores opacos que pueden ayudar a reflejar la luz natural para la iluminación de los espacios oscuros de los edificios.



### Confort de aire interior

Determinado por parámetros de calidad del aire interior como abastecimiento de aire fresco, contaminantes, olores, etc. Saint-Gobain ofrece una amplia gama de soluciones y productos que tienen un impacto directo sobre la mejora de la calidad del aire interior:

- Morteros que mejoran la calidad del aire interior.
- Productos que contribuyen a la mejora de los sistemas de ventilación como ventanas, puertas y aislantes técnicos de alto rendimiento.
- Placas de yeso laminado que ayudan a mejorar la calidad del aire interior.



### Confort económico

Determinado por la asequibilidad, funcionamiento y mantenimiento del edificio. Con la gama de las soluciones y productos Saint-Gobain no sólo

conseguiremos salud, confort y bienestar, sino que también ahorraremos dinero en nuestros edificios, consumiendo menor energía, lo cual se manifestará en ahorros en calefacción, luz, mantenimiento...

## 2.2. Espacio y aprendizaje



Escuela es el nombre genérico de cualquier centro docente, centro de enseñanza, centro educativo, colegio, institución educativa o centro de participación; es decir, toda institución que imparta educación o enseñanza. Hay palabras etimológicamente ricas y en el caso que nos ocupa “escuela” es una de ellas. De su raíz griega, aderezada posteriormente por el latín, hasta la época actual ha variado sustancialmente su significado: ocio, recreo, tiempo libre, ocupación, descanso, pausa en el trabajo, aprovechamiento, y finalmente aprendizaje.

Si las unimos todas, no podremos por menos que estar de acuerdo con la filosofía de las escuelas Reggianas, entendiéndola la escuela como lugar, no sólo de aprendizaje, sino de crecimiento, diversión, experimentación y desarrollo fundamental en las primeras etapas del niño.

En este contexto donde el alumno, el profesorado y la familia son las piezas clave del centro educativo, actúa casi invisiblemente el tercer educador: el espacio. Hablamos ahora del centro educativo como espacio físico, y la necesidad de que sea un lugar

creado de manera y forma que ayude a establecer las bases del futuro crecimiento del alumno a través del aprendizaje.

Es cuestión de entender y diseñar los espacios como lugares donde el ser humano se desarrolla. Es cuestión también de entender que necesitamos diseñar espacios que mejoren nuestra calidad de vida, salud, bienestar y comportamiento social. Se trata de diseñar experiencias, no apariencias.

Uno de los conceptos más importantes a la hora de diseñar un recinto educativo, es su calidad ambiental y su aislamiento y acondicionamiento acústico. También hay que tener especialmente en cuenta el aislamiento térmico, la humedad, el confort visual y la seguridad estructural y frente al fuego.

Una vez entendido que el espacio es una pieza clave a la hora de facilitar la interacción con los profesores y compañeros, debemos plantearnos el diseño y el acondicionamiento del mismo de manera que facilite dicho aprendizaje.

### 3. Consideraciones en el diseño de centros educativos

Para Saint-Gobain, el hábitat es el lugar donde vivimos, trabajamos y disfrutamos de nuestro tiempo. Atento a las necesidades de la sociedad, ISOVER ofrece soluciones innovadoras y energéticamente eficientes para construir un hábitat más confortable y amable con su entorno, un hábitat sostenible.

Imaginemos un centro docente en el que...

- Empleando el mínimo de energía, la temperatura en el interior es ideal durante todo el año.
- No se necesitan radiadores en cada aula.
- No afecta el ruido del exterior ni el ruido del interior.
- Se escucha perfectamente dentro de cada aula, sin ruidos de fondo: inteligibilidad de la palabra.
- La luz es natural, sin reflejos ni brillos.
- El aire se purifica continuamente, no hay ambientes "cargados".
- La seguridad está presente en todo momento.







## 3.1. Aspectos generales

*Un buen diseño y el cumplimiento de la normativa se traducirá en una percepción más positiva del espacio y en un hábitat tranquilo y confortable para los usuarios.*



A continuación se tratan aquellos aspectos directamente relacionados con la normativa vigente, y más en concreto el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). No se contemplan otras normativas locales referentes al sector educativo que sí deben ser objeto de estudio por parte del prescriptor con anterioridad a la elaboración del proyecto.

Un buen diseño y el cumplimiento de las exigencias de la Normativa, ayudarán a crear un lugar más tranquilo y confortable que los usuarios agradecerán y que se traducirá en una percepción más positiva del establecimiento. Algunos aspectos relevantes a tener en cuenta son los siguientes:

- En la etapa de diseño es fundamental disponer de la máxima información posible sobre lo que el promotor espera de la edificación y los parámetros de calidad que se persiguen, así como las

normativas aplicables, ya que habrá que tomar las medidas pertinentes en cuanto a la distribución de espacios, necesidad de instalaciones, número de plazas de aparcamiento, etc.

- En el momento del diseño y distribución de las instalaciones se deberá de prever zonas de registro y una disposición tal que las posibles reparaciones no afecten, en la medida de lo posible, al funcionamiento regular del establecimiento (por ejemplo, registros de fácil acceso que no interrumpan en caso de uso las vías normales de circulación de los usuarios).
- Optimizando el diseño del edificio se conseguirá, desde reducir parte del ruido proveniente del exterior en zonas especialmente sensibles, hasta incluso llegar a minimizar las exigencias, poniendo cuidado en las estancias que colindan tanto vertical como horizontalmente (por ejemplo evitando hacer compartir la tabiquería al comedor o cafetería con las aulas o con otras salas especialmente sensibles al ruido).
- La selección adecuada de los elementos de la envolvente del edificio, así como otros aspectos de diseño como son la orientación, la forma o el entorno donde se ubica, tendrán una importancia vital para mejorar la eficiencia energética del edificio, reduciendo su demanda de energía en climatización.
- Es especialmente importante en un edificio de las características de un centro educativo, que alberga a gran número de personas, prestar toda la atención a la seguridad en caso de incendio, poniendo todos los medios necesarios para intentar limitar la posibilidad de propagación interior o exterior del fuego que se pudiese producir en cualquier recinto del edificio, y teniendo especial consideración con aspectos como la integridad estructural, sectorización, y vías de evacuación que permitan un rápido desalojo del edificio así como la intervención de los equipos de extinción.
- Las Instalaciones Térmicas en los centros docentes, nuevos y existentes, deben cumplir las exigencias y requisitos mínimos de eficiencia energética y de seguridad establecidos en el RITE, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.



## 3.2. Aislamiento térmico



Un centro docente es un edificio singular en múltiples aspectos, por lo que es necesario definir las medidas encaminadas a la sostenibilidad del edificio en el momento en el cual estamos proyectando el mismo.

La primera de las singularidades la determina el que un centro educativo es un recinto de pública concurrencia. Se trata de construcciones con un alto grado de demanda energética las cuales deben de ser muy flexibles en su proyección.

Para todos los edificios docentes de nueva construcción y rehabilitaciones será obligado cumplir con los requerimientos que indica el Documento Básico de Ahorro Energético (DB-HE) en sus distintos apartados: limitación de la demanda Energética, rendimiento de las instalaciones térmicas (regulado actualmente en el RITE), eficiencia energética de las instalaciones de iluminación, contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica.

El objetivo que persigue el cumplimiento del requisito básico "Ahorro de energía" del CTE, es conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo, y conseguir que parte de esta energía proceda de fuentes de energía renovable, en línea con la estrategia europea 20/20/20.

Lógicamente, se excluyen de la aplicación del DB-HE los edificios que por sus características de utilización deban permanecer abiertos, monumentos históricos, edificios para actividades religiosas, instalaciones industriales, construcciones provisionales y edificios aislados con superficie inferior a 50 m<sup>2</sup>.

El procedimiento de verificación de los requerimientos que indica el DB-HE se realizará mediante el cálculo del consumo y la demanda energética total del edificio, los valores obtenidos por cálculo se comparan con los valores mínimos de referencia. La metodología de cálculo para esta verificación, queda descrita de forma íntegra en el DB-HE.

*El concepto Multi-Comfort House de Saint-Gobain, gracias al funcionamiento térmico excelente de la envolvente del edificio (paredes, ventanas y puertas), permite ahorros energéticos de hasta un 90%, favoreciendo así adelantarse a los desafíos de la nueva directiva.*



### 3.2.1. Determinación de la zona climática

Para la limitación de la demanda energética se establecen 13 zonas climáticas identificadas mediante una letra correspondiente a los valores de invierno, y un número que corresponderán los valores en verano. Todos estos valores están tabulados en el DB HE por capitales de provincia.

El mismo DB-HE, indica que la severidad climática en invierno combina los grados día y la radiación solar de la localidad. En España se define cinco divisiones correspondientes a intervalos de valores definidos. Combinando las cinco divisiones de invierno con las cuatro de verano se obtendría 20 zonas distintas, las cuales se resumen en 13. En el DB-HE1 parece tabulada la zona climática para capital de provincia y localidad, en su apéndice B.



- zona climática invierno α
- zona climática invierno A
- zona climática invierno B
- zona climática invierno C
- zona climática invierno D
- zona climática invierno E

### 3.2.2. Clasificación de los espacios del edificio

Para calcular los requisitos interiores del edificio, es necesaria la clasificación de los espacios de edificio en habitables y no habitables, y definir posteriormente la carga interna de estos espacios habitables, en función de la cantidad de calor disipada en su interior debido a la actividad realizada y al periodo de utilización a lo largo del día. Para obtener la carga interna (baja, media, alta o muy alta) es necesario calcular la densidad de las fuentes internas y a partir de esta, determinar la carga interna. En función de la densidad de las fuentes internas, la carga interna de los espacios se clasifica en:

Carga interna	Densidad de las fuentes internas (W/m <sup>2</sup> )
Baja	< 6
Media	6 - 9
Alta	9 - 12
Muy alta	> 12

En el apéndice C del DB HE-1 figuran los distintos perfiles de uso normalizado de los edificios (solicitudes interiores) en función de su uso, carga interna y periodo de utilización.

### 3.2.3. Definición de la envolvente térmica del edificio y comprobación de la limitación de la demanda energética

En edificios docentes, la envolvente térmica del edificio se diseñará de tal forma que el edificio cumpla los criterios mínimos de ahorro de demanda energética conjunta de calefacción y refrigeración respecto del edificio de referencia calculado, de forma que se cumplan los criterios establecidos en la tabla 2.2 del DB HE1.

**Porcentaje de ahorro mínimo de la demanda energética conjunta respecto al edificio de referencia para edificios de otros usos, en %**

Zona climática de verano	Carga de las fuentes internas			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1,2	25%	25%	25%	10%
3,4	25%	20%	15%	0%*

\* No debe superar la demanda límite del edificio de referencia.

Una vez determinada la demanda energética del edificio, ésta no debe de superar los valores límites especificados en el código técnico de la edificación para cada zona climática.

La demanda energética de este tipo de edificios, se limita en función de la zona climática de la localidad en que se ubican y las características de los elementos de la envolvente térmica deben de ser tales que eviten descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Se limitará igualmente la transferencia de calor entre unidades de distinto uso y entre las unidades de uso y zonas comunes del edificio.

Para justificar el cumplimiento de la exigencia básica de limitación de la demanda energética, los documentos de proyecto han de incluir la siguiente información:

- definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio;
- descripción geométrica, constructiva y de usos del edificio: orientación, definición de la envolvente térmica, distribución y usos de los espacios, incluidas las propiedades higrótérmicas de los elementos;
- perfil de uso y, en su caso, nivel de acondicionamiento de los espacios habitables;
- procedimiento de cálculo de la demanda energética reconocido oficialmente empleado para la verificación de la exigencia;
- valores de la demanda energética y, en su caso, porcentaje de ahorro de la demanda energética respecto al edificio de referencia, necesario para la verificación de la exigencia;
- características técnicas mínimas que deben reu-



*En el Catálogo de Elementos Constructivos de ISOVER, en el cual se especifican las distintas soluciones existentes. Para cada solución, se aportan los valores de rendimiento térmico y acústico de la misma, así como las zonas climáticas para las que son válidas en función de los requisitos establecidos por el código técnico de la edificación.*

nir los productos que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético del edificio;

- verificación de la limitación de condensaciones intersticiales.

### 3.2.4. Condensaciones superficiales

Las condensaciones superficiales, se trata de un fenómeno de condensación que se produce en la superficie de un cerramiento o elemento constructivo cuando su temperatura superficial es inferior o igual al punto de rocío del aire que está en contacto con dicha superficie pudiendo acarrear la aparición de humedades y moho.

### 3.2.5. Condensaciones intersticiales

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en cerramientos y particiones interiores que componen la envolvente térmica del edificio, serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil.

Para que no se produzcan condensaciones intersticiales se deberá comprobar que la presión de vapor en la superficie de cada capa es inferior a la presión de vapor de saturación.

Es necesaria la comprobación mediante cálculo al uso de las condensaciones intersticiales si bien el empleo de una barrera de vapor correctamente ubicada dentro del cerramiento (con la barrera hacia la cara caliente) posibilita que no se produzcan este tipo de condensaciones en la mayor parte de los casos.



### 3.3. Aislamiento y acondicionamiento acústico



El ruido puede definirse como un sonido no deseado. Garantizar un adecuado confort acústico a los usuarios en un centro educativo es de suma importancia.

El ruido afecta a nuestra calidad de vida, salud, comportamiento social, productividad y especialmente, a nuestra capacidad de aprendizaje y de enseñanza.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que los niveles de ruido en escuelas y

hospitales no superen los 30-35 dB y además advierte de los riesgos y consecuencias que conlleva someterse continuamente a niveles superiores de ruido. Según recientes estudios la media actual de un aula normal es de 65 dB lo que significa en términos de acústica superar con creces los niveles máximos permitidos tanto de contaminación acústica interna como externa.

En la enseñanza, el impacto que tiene el ruido en los primeros años de aprendizaje es altísimo. Los alumnos que reciben clases en ambientes acús-



ticamente insuficientes presentan déficits en el desarrollo de su capacidad lectora y comprensiva. Esta pérdida de comprensión y expresión escrita generará a posteriori consecuencias graves para su desarrollo personal, escolar y social.

Un buen aislamiento acústico del espacio educativo facilitará el aprendizaje, pero no será suficiente si no se acondiciona acústicamente dicho espacio. Aquí aparece otro concepto importante como es la inteligibilidad.

En un entorno educativo sin el acondicionamiento acústico necesario, sentarse en la fila 4 significa una disminución en la inteligibilidad del habla del 50%. Esto conlleva dos cosas: perder la mitad del mensaje y multiplicar por dos el esfuerzo necesario para darle sentido a la información que el alumno está recibiendo lo que depende en gran medida del tiempo de reverberación.

La calidad de la enseñanza de los alumnos variará dependiendo de si disponen de un aula con un tiempo de reverberación de 1,2 segundos (en principio demasiado elevado generando ecos e ininteligibilidad) o de 0,4 segundos. De ahí la importancia de diseñar espacios estableciendo valores correctos de acondicionamiento acústico en cada caso para lo cual será necesaria la utilización de materiales con la adecuada absorción acústica que corrijan el tiempo de reverberación.

También es importante tener en cuenta el Efecto Lombard, que es un reflejo por el cual las personas hablan automáticamente más fuerte cuando están en ambientes ruidosos. El maestro se convierte en el abanderado del que podríamos llamar movimiento Lombard. A mayor ruido ambiente, mayor incremento de voz, mayor incremento del ritmo de su corazón, mayor incremento de su nivel de estrés y en definitiva, tendencia a daños irreparables en sus cuerdas vocales.

El aislamiento y el acondicionamiento acústico se vuelven imprescindibles a la hora de diseñar un espacio educativo, ya sean escuelas de aprendizaje para niños, aulas de universidad, auditorios, de música, de conferencias, etc.

Un ambiente acústico óptimo anima a los estudiantes a participar de diálogos sin molestar a otros grupos de trabajo, facilita la comunicación entre el profesor y los alumnos sin necesidad de luchar contra ruidos y ecos molestos, y además promueve la participación en clase ya que los alumnos escuchan y entienden mejor los temas tratados en el aula.

Como solución a todo lo anterior, ISOVER le ofrece las soluciones acústicas, térmicas, visuales, calidad del aire y de protección frente al fuego necesarias con una amplia gama productos que combinan estética, acústica y durabilidad.



### 3.3.1. Las “Clases de Confort Acústico ISOVER”: la forma fiable de definir el Confort Acústico

Para conseguir la máxima concentración y aprendizaje ISOVER ha creado cuatro Clases de Confort Acústico que engloban los distintos niveles de reducción acústica:

**Estándar:** Cumple los requisitos del Código Técnico de la Edificación.

**Mejorada:** Proporciona un nivel de atenuación acústica ligeramente superior a los requisitos mínimos de la clase Estándar.

**Confort:** Proporciona la atenuación acústica suficiente para el descanso.

**Música:** Permite alcanzar el Confort Acústico en el hogar cuando se necesitan altos niveles de reducción acústica.

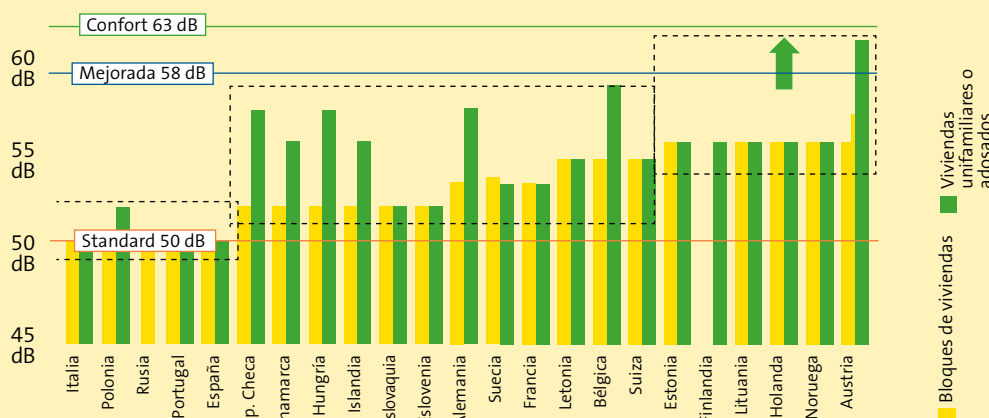
### Las Clases de Confort Acústico ISOVER

$D_{nt,A} = D_{nt,w} + C$   
Relación entre la diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores y la diferencia global de niveles estandarizada.

$R_A = R_w + C$   
Relación entre el índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A, y el índice global de reducción acústica.

Como vemos en el siguiente gráfico la clase Confort de ISOVER se sitúa entre los niveles de aislamiento acústico más exigentes en Europa, mientras que la clase estándar es equivalente a las exigencias acústicas de la legislación Española.

Distintos usuarios	Clase	Música	Confort	Mejorada	Estándar
	Aislamiento a ruido aéreo: Diferencia de niveles estandarizada (dB) $D_{nt,w} + C$		>68	>63	>58
Aislamiento a ruido de impacto: Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado (dB) $L'_{nt,w} + C_i$		<40	<40	<45	<65



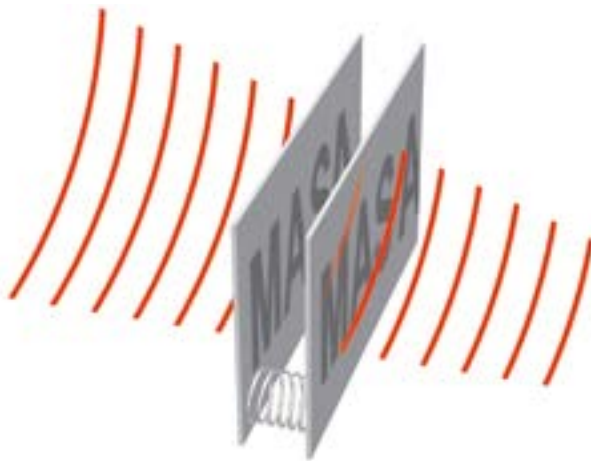
### 3.3.2. Todo lo que se necesita: construcciones con Lana Mineral

#### El silencio

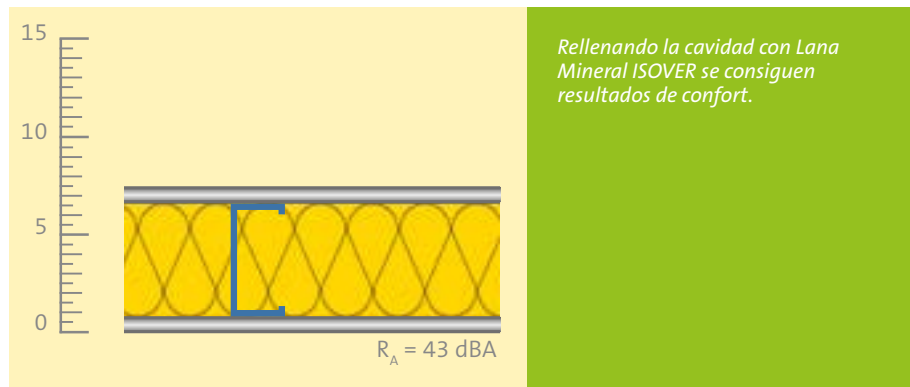
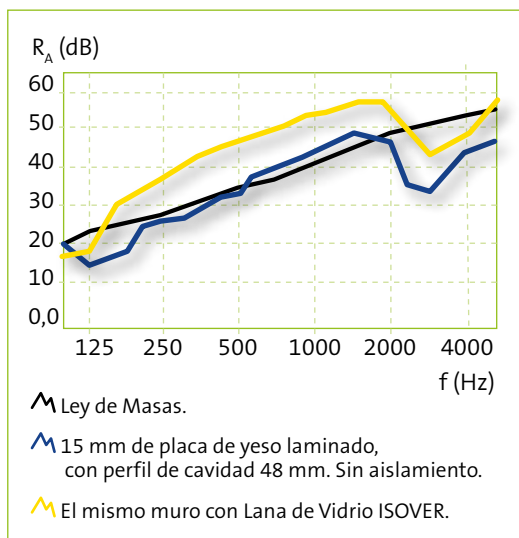
Los sistemas masa-muelle-masa a partir de placa de yeso laminado y completamente rellenos con Lana Mineral de ISOVER aseguran un excelente aislamiento entre recintos adyacentes. Debido a las únicas propiedades de los productos ISOVER se logran rendimientos superiores. Tan pronto como las ondas sonoras atraviesen el material fibroso, se produce una fricción entre las ondas sonoras y las fibras individuales.

Esta fricción origina una transformación de la energía acústica incidente a energía térmica: el ruido se disipa y desaparece. El resultado es que se transmite menos energía acústica a través de la pared. Por cierto, las lanas ISOVER no sólo “atrapan” las ondas sonoras que pasan a través de la pared sino que también reducen las transmisiones laterales dentro de la cavidad.

En síntesis, se produce un complejo proceso físico con un claro y audible resultado: el silencio.



Elemento constructivo CEC P4.1		Sin aislamiento	Con 50 mm de Lana Mineral ISOVER
Placa de yeso laminado	15 mm	$R_A = 34$ dBA	$R_A = 43$ dBA
Perfil metálico / cavidad	48 mm		
Placa de yeso laminado	15 mm		
Espesor total	78 mm		





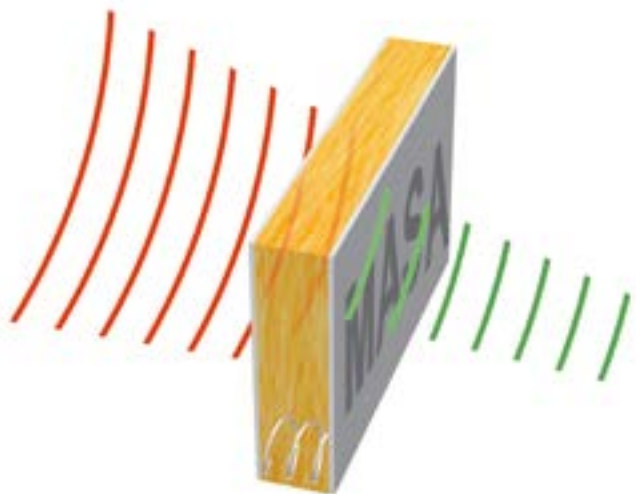
## ¿Por qué la Lana de Vidrio ISOVER es mejor que la lana de alta densidad?

Cuando se instalan materiales para atenuación acústica, la densidad del material absorbente acústico dentro del sistema masa-muelle-masa no es importante.

Esto ha sido demostrado con la Lana Mineral ISOVER. Por un lado, reduce el sonido mucho mejor que otros materiales más delgados que son más permeables al aire. Por otro lado, los materiales más densos (o con mayor resistencia al peso del aire) no logran mejoras apreciables. Estos materiales son más rígidos y, por tanto, susceptibles de formar puentes acústicos.

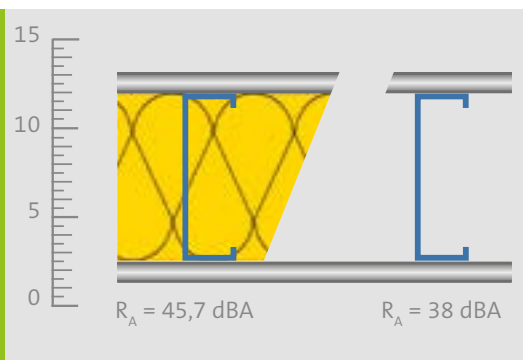
Las lanas de vidrio de ISOVER son por tanto un excelente material de “muelle” en combinación con múltiples “masas” de placas de yeso laminado.

Un sistema de este tipo consigue el mayor nivel posible de aislamiento acústico.



Elemento constructivo CEC P4.1		Sin aislamiento	Con 50 mm de Lana Mineral ISOVER
Placa de yeso laminado	15 mm	$R_A = 34 \text{ dBA}$	$R_A = 43 \text{ dBA}$
Perfil metálico / cavidad	48 mm		
Placa de yeso laminado	15 mm		
Espesor total	78 mm		


La Lana Mineral de ISOVER suaviza el “muelle” y maximiza el aislamiento acústico.



## Cada centímetro cuenta

Cuanto mayor sea la cavidad y mayor sea el porcentaje de relleno con Lana Mineral ISOVER, mejor será el efecto de amortiguamiento. Cada centímetro adicional de Lana Mineral ISOVER convierte más energía acústica en calor. Se puede aplicar la siguiente regla de oro: un decibelio aproximadamente por cada centímetros de Lana Mineral ISOVER. Ningún otro método puede proporcionar aislamiento acústico más fácilmente.

Documento disponible en [www.isover.es](http://www.isover.es)




### Las Clases de Confort Acústico ISOVER

Las “Clases de Confort Acústico ISOVER” aseguran un confort que va más allá de lo prefijado por las normativas actuales en Europa y ofrecen una protección fiable en la vida diaria para que hasta las personas más sensibles a los ruidos se sientan confortablemente, incluso en un entorno ruidoso. Para mayor información, en este documento se recogen diferentes criterios y soluciones constructivas para el Confort Acústico.

Las Clases de Confort Acústico Isover

Un documento para todos los tiempos



**ISOVER**  
SISTEMAS DE AISLAMIENTO  
CONSTRUYENDO TU FUTURO



La mejor defensa contra el ruido comienza por asegurarse de que se toman las precauciones adecuadas cuando se diseña y se construye el edificio. Esto significa que debe proporcionarse el clima acústico correcto en cada espacio y que los niveles de transmisión del ruido son compatibles con su uso. Los requisitos del aislamiento acústico del centro deberán tener en cuenta tanto la transmisión interna del sonido, como la procedente del exterior.

Cuando se diseña un edificio educativo, es importante organizar las zonas para evitar la incompatibilidad de usos, con el fin de facilitar el correcto acondicionamiento acústico. Las aulas, bibliotecas y salas de conferencias deberían situarse lejos de las zonas más ruidosas del propio edificio (comedores, gimnasios, etc.) y de las medianerías de los adyacentes, así como de ascensores, recintos de instalaciones, otro tipo de recintos que exijan mayores correcciones acústicas para conseguir el nivel de confort acústico adecuado en las zonas previstas para el estudio o la docencia.

Será conveniente por tanto, perseguir un adecuado confort acústico que garantice el bienestar de los usuarios, además de cumplir la normativa vigente estatal (DB HR del CTE) y las normativas locales que correspondan (las cuales pueden establecer procedimientos de mediciones “in situ” para verificar el correcto cumplimiento de las exigencias acústicas).

En el documento DB-HR se establece los procedimientos de verificación del cumplimiento de las exigencias relativas a ruido aéreo y ruido de impactos basado en una metodología de cálculo predictiva analizando las distintas vías de transmisión del sonido, cuyos resultados han de ser comparados con las exigencias que plantea el DB-HR.

### 3.3.3. Aislamiento acústico entre recintos y el exterior

En función del nivel de ruido de la zona donde se ubique el establecimiento, se obtendrá un determinado Índice de ruido día ( $L_d$ ).

Este valor podrá obtenerse de las administraciones públicas correspondientes. En ausencia de este dato, el DB-HR establece un valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial.

El DB-HR proporciona la siguiente tabla de aislamientos mínimos a ruido aéreo en función del índice de ruido día ( $L_d$ ).

**Tabla 2.1. Exigencias de aislamiento acústico a ruido entre recintos protegidos y el exterior**

Valor del $L_d$ dBA	Aulas* $D_{2m,nT,Atr}$	Resto de estancias* $D_{2m,nT,Atr}$
$L_d < 60$	30 dBA	30 dBA
$60 \leq L_d < 65$	30 dBA	32 dBA
$65 \leq L_d < 70$	32 dBA	37 dBA
$70 \leq L_d < 75$	37 dBA	42 dBA
$L_d \geq 75$	42 dBA	47 dBA

$L_d$ : Índice de ruido día (dBA)

$D_{2m,nT,Atr}$ : Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas y cubiertas para ruido exterior dominante de automóviles o aeronaves (dBA). Valor medido “in situ”.

\* Y recintos protegidos.

Cuando se prevea que algunas fachadas, tales como las de los patios interiores de manzana cerrados, así como fachadas exteriores en zonas o entornos tranquilos, no van a estar expuestas directamente al ruido de automóviles, aeronaves, actividades industriales, comerciales o deportivas, se considerará un índice de ruido día,  $L_d$ , 10 dBA menor que el índice de ruido día de la zona.

Cuando en la zona donde se ubique el edificio el ruido exterior dominante sea el de aeronaves, según se establezca en los mapas de ruido correspondientes, el valor de aislamiento acústico a ruido aéreo, obtenido en la tabla anterior se incrementará en 4 dBA. Es evidente que el incremento los 4 dBA indicados no serán insuficientes en edificios cercanos a aeropuertos. Por lo tanto, en estos casos, habrá que buscar soluciones que permitan el confort acústico a sus usuarios.

Una vez conocido el valor de  $D_{2m,nT,Atr}$  aplicable a los recintos protegidos en contacto con el exterior del edificio, se deben comprobar cuáles son los parámetros acústicos que deben cumplir las fachadas del recinto protegido para aislamiento a ruido exterior de tráfico en función de este valor. Estos requisitos aparecen en el apartado 3.1.2.5 del DB HR.

- En la Tabla 3.4 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los elementos que forman los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior, indicados en la Tabla 2.1, y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista



- desde el interior de cada recinto protegido.
- El parámetro acústico que define los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior es el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves,  $R_{Atr}$ , de la parte y de los elementos que forman el hueco.
  - Este índice,  $R_{Atr}$ , caracteriza al conjunto formado por la ventana, la caja de persiana y el aireador si lo hubiera. En el caso de que el aireador no estuviera integrado en el hueco, sino que se colocara en el cerramiento, debe aplicarse la opción general.
  - En el caso de que la fachada del recinto protegido fuera en esquina o tuviera quiebros, el porcentaje de huecos se determina en función de la superficie total del perímetro de la fachada vista desde el interior del recinto.



Tabla 3.4. Parámetros acústicos de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior de recintos protegidos

Nivel límite exigido	Cerramiento opaco	Cerramiento opaco	Huecos. Porcentaje de huecos				
			$R_{Atr}$ de los componentes del hueco <sup>(2)</sup>				
$D_{2m,nT,Atr}$ dBA	=100% $R_{Atr}$ dBA	≠100% $R_{Atr}$ dBA	<15%	16-30%	31-60%	61-80%	>81%
$D_{2m,nT,Atr} = 30$	33	35	26	29	31	32	33
		40	25	28	30	31	
		45	25	28	30	31	
$D_{2m,nT,Atr} = 32$	35	35	30	32	34	34	35
		40	27	30	32	34	
		45	26	29	32	33	
$D_{2m,nT,Atr} = 34^{(1)}$	36	40	30	33	35	36	36
		45	29	32	34	36	
		50	28	31	34	35	
$D_{2m,nT,Atr} = 36^{(1)}$	38	40	33	35	37	38	38
		45	31	34	36	37	
		50	30	33	36	37	
$D_{2m,nT,Atr} = 37$	39	40	35	37	39	39	39
		45	32	35	37	38	
		50	31	34	37	38	
$D_{2m,nT,Atr} = 41^{(1)}$	43	45	39	40	42	43	43
		50	36	39	41	42	
		55	35	38	41	42	
$D_{2m,nT,Atr} = 42$	44	50	37	40	42	43	44
		55	36	39	42	43	
		60	36	39	42	43	
$D_{2m,nT,Atr} = 46^{(1)}$	48	50	43	45	47	48	48
		55	41	44	46	47	
		60	40	43	46	47	
$D_{2m,nT,Atr} = 47$	49	55	42	45	47	48	49
		60	41	44	47	48	
		55	48	50	52	53	
$D_{2m,nT,Atr} = 51^{(1)}$	53	60	46	49	51	52	53

(1) Los valores de estos niveles límite se refieren a los que resultan de incrementar 4 dBA los valores exigidos en la tabla 2.1. cuando el ruido exterior dominante es el de aeronaves.  
 (2) El índice  $R_{Atr}$  de los componentes del hueco expresado en la tabla 3.4 se aplica a las ventanas que dispongan de aireadores, sistemas de microventilación o cualquier otro sistema de abertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada.

*Ejemplo: Determinar qué solución constructiva es apta para la fachada de un centro docente en contacto con el exterior para un ruido día de 60 dB con tráfico de aeronaves. La fachada tiene un porcentaje de huecos del 35%*

De acuerdo a la Tabla 2.1 del DB HR, para un ruido día,  $L_d$ , de 60 dB, la fachada proyectada debe tener un nivel de reducción acústica a ruido de tráfico de 30 dBA. Pero este caso trata de una fachada en contacto con ruido de aeronaves, por lo que se debe aumentar este valor en 4 dBA. Entonces,  $D_{2m,nT,Atr} = 34$  dBA.

Según la Tabla 3.4 del DB HR anteriormente mostrada, para este nivel de reducción acústica, se debe buscar un elemento constructivo que cumpla con los valores del índice de reducción acústica ponderado A, tanto para su parte ciega como para los huecos, entonces:

- Para un  $D_{2m,nT,Atr} = 34$  dBA y como la parte ciega no corresponde con el 100% de la fachada, el cerramiento puede tener un  $R_{Atr}$  de 40, 45 o 50 dBA.
- De acuerdo a esta reducción acústica de la parte ciega, se debe seleccionar el  $R_{Atr}$  para las ventanas (las cuales y según las especificaciones de la tabla, deben tener cualquier sistema de abertura de admisión de aire con dispositivos de cierre en posición cerrada), que según este ejemplo serán de 35, 34 o 34 dBA correspondiendo con los valores de la parte ciega mencionados ante-

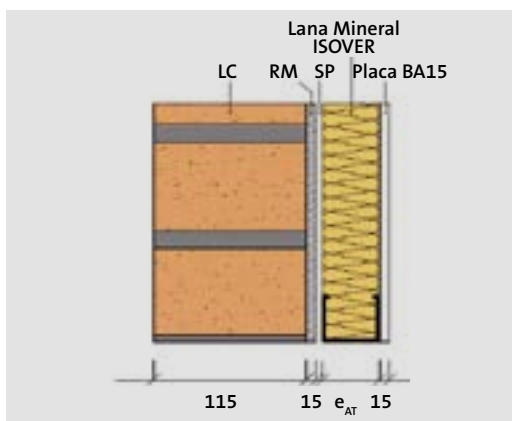
- riormente para un porcentaje de huecos del 35%.
- Finalmente se define la fachada con un  $R_{A, tr}$  para la parte ciega de 40 dBA, donde las ventanas tienen que tener un índice de reducción acústica ponderado A de 35 dBA.

El aislamiento acústico obtenido, dependerá del elemento constructivo proyectado en su conjunto cuyos valores de rendimiento acústico pueden ser obtenidos del Catálogo de Elementos Constructivos del Código Técnico de la Edificación (CEC-CTE).

El catálogo aporta valores para determinadas características técnicas exigidas en los documentos básicos del CTE entre las que se encuentran las características acústicas.

Es fácil comprobar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el CTE de las soluciones anteriores para un valor del índice de ruido día,  $L_{d}$  de 60 dBA (recordar que en caso de disponer de datos oficiales procedentes de los mapas de ruido, se utilizarán los mismos) y uso del suelo residencial según la tabla anterior y la Tabla 3.4 del DB-HR que define los parámetros acústicos de fachadas de recintos protegidos.

Además, es necesario tener en cuenta que la fijación de los cercos de las carpinterías que forman los huecos (puertas y ventanas) y lucernarios, así como la fijación de las cajas de persiana, debe realizarse de tal manera que quede garantizada la estanquidad a la permeabilidad del aire. El CEC-CTE muestra tipos de ventanas que cumplen los valores exigidos por la Tabla 3.4.



ISOVER ofrece soluciones a través de su Catálogo de Elementos Constructivos (CEC-ISOVER) que se ajustan a estos requisitos. Para una fachada de fábrica vista sin cámara y una hoja de fábrica de ladrillo hueco por el interior, complementada con una Lana Mineral ISOVER de 40 milímetros de espesor, los rendimientos acústicos  $R_{A, tr}$  son mayores de 49,5 dBA.

Código CEC	Tipo de Obra	Producto Recomendado	Espesor (mm)	$U=1/(0,54+R_{AT})$ (W/m <sup>2</sup> ·K)	DB-HE1						DB-HR		
					Zona climática						m (Kg/m <sup>2</sup> )	$R_A$ (dBA)	$R_{A, tr}$ (dBA)
					$\alpha$	A	B	C	D	E			
F1.4	Rehabilitación	Arena	40	0,58	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Eco 037	50	0,52	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Eco 035 / Eco D 035	40	0,58	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Eco 032 / Eco D 032	40	0,55	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Acustilaine E	50	0,52	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Acustilaine MD	40	0,58	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
	Acustilaine 70	40	0,57	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$	
	Nueva	Arena	60	0,44	•	•					256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Eco 037	60	0,46	•	•					256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			80	0,37	•	•	•				256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			100	0,31	•	•	•				256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			120	0,26	•	•	•	•	•		256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			140	0,23	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Eco D 035	60	0,44	•	•	•				256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			80	0,35	•	•	•				256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			120	0,25	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Eco 035	60	0,44	•	•					256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			80	0,35	•	•	•				256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			100	0,29	•	•	•	•			256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			120	0,25	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Eco 032 / Eco D 032	40	0,55	•						256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			100	0,27	•	•	•	•	•		256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Acustilaine E	80	0,37	•	•	•				256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			120	0,26	•	•	•	•	•		256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Acustilaine MD	100	0,29	•	•	•	•			256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
			120	0,25	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$	$\geq 57,7^{(1)}$
		Multi-Comfort House	Eco 035 / Eco D 035	180*	0,18	•	•	•	•	•	•	256	$\geq 63,5^{(1)}$

\* Multicapa. <sup>(1)</sup> Valores estimados a partir del ensayo AC3-D14-01-XXVI.



### 3.3.4. Aislamiento acústico entre recintos

Según la nomenclatura que emplea el DB-HR, una unidad de uso es un edificio o parte de este, destinado a un uso específico y cuyos usuarios están vinculados entre sí. En un edificio docente, cada aula y sala de conferencias, incluidos sus anexos, será una unidad de uso.

Dentro de un edificio docente encontraremos, además, los siguientes tipos de recintos:

**Recintos protegidos** son aquellos recintos del edificio con características acústicas mejoradas, como las aulas y salas de conferencias o cualquier estancia que esté directamente en comunicación con alguna de éstas (si no existe ningún tabique que garantice la independencia). También serán recintos protegidos las salas de lectura, bibliotecas, y los despachos o aquellos recintos de características similares a éstos o que el proyectista considere que deben tener un aislamiento acústico a ruido aéreo similar a estos espacios protegidos.

**Recintos habitables** serán los espacios destinados a cocinas, cuartos de baño, pasillos, gimnasios, etc.

**Recintos de instalaciones** serán aquellos recintos no habitables destinados a alojar las instalaciones colectivas del edificio como salas de calderas o el cuarto de máquinas de ascensores. Las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos, se aplican a los elementos de recintos que colinden tanto horizontal como verticalmente.

Las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos, se aplican a los elementos de recintos que colinden tanto horizontal como verticalmente.

Las exigencias que plantea el DB-HR para los recintos docentes, independientemente del método justificativo seleccionado, son las siguientes, en función de que la estancia se comporte como emisor o receptor del sonido:

#### Exigencias de Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos

Otra unidad de uso emisor	Misma unidad de uso receptor	
	Recintos protegidos	Recintos habitables
Recintos protegidos	$D_{nt,A} > 50$ dBA	No aplica
Recintos habitables	$D_{nt,A} > 50$ dBA	$D_{nt,A} > 45$ dBA
Recintos de instalaciones o actividad	$D_{nt,A} > 55$ dBA	$D_{nt,A} > 45$ dBA
Ascensores	Sin maquinaria incorporada	$R_A > 50$ dBA
	Con maquinaria incorporada	$R_A > 55$ dBA

$D_{nt,A}$ : Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores (dBA). Valor medido "in situ".

$R_A$ : Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A (dBA). Valor obtenido mediante ensayo.

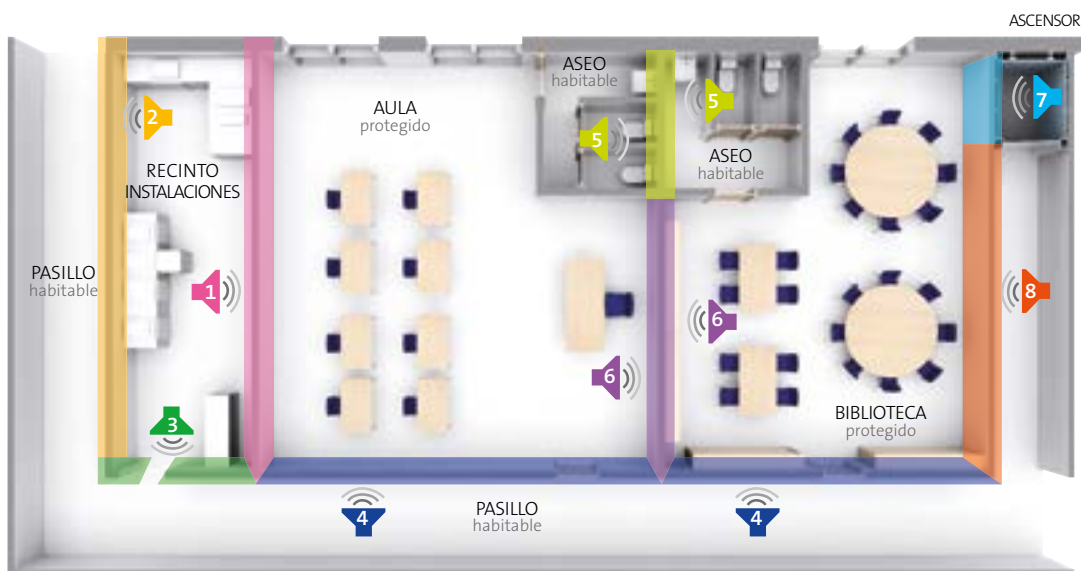
Cuando el elemento de separación vertical entre dos recintos estudiados comparta una puerta o ventana, las exigencias dejarán de ser de obligado cumplimiento en una medición "in situ" ( $D_{nt,A}$ ) y serán sustituidas por la justificación de cumplimiento mediante un ensayo acústico realizado en laboratorio ( $R_A$ ).

Se exigirá el cumplimiento de un valor de aislamiento acústico para la zona opaca del tabique, y otra para la puerta o ventana que compartan:

#### Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos que comparten puertas y/o ventanas

Otra unidad de uso emisor	Misma unidad de uso receptor	
	Recintos protegidos	Recintos habitables
Recintos habitables	$R_{A,muro} \geq 50$ dBA	$R_{A,muro} \geq 50$ dBA
	$R_{A,puerta} \geq 30$ dBA	$R_{A,puerta} \geq 20$ dBA
Recintos instalaciones	No pueden compartir puertas o ventanas	$R_{A,muro} \geq 50$ dBA $R_{A,puerta} \geq 30$ dBA

$R_A$ : Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A (dBA). Valor obtenido mediante ensayo.



🔊 Dirección de transmisión del sonido

- 1 Recinto instalaciones. Protegido:  $D_{nt,A} \geq 55$  dBA
- 2 Recinto instalaciones. Habitable:  $D_{nt,A} \geq 45$  dBA
- 3 Recinto instalaciones. Habitable, comparte puerta/ventana:  $R_{A,muro} \geq 50$  dBA /  $R_{A,puerta} \geq 30$  dBA
- 4 Habitable. Protegido, comparte puerta/ventana:  $R_{A,muro} \geq 50$  dBA /  $R_{A,puerta} \geq 30$  dBA
- 5 Habitable. Habitable:  $R_A \geq 45$  dBA
- 6 Protegido. Protegido:  $R_A \geq 50$  dBA
- 7 Ascensor. Protegido:  $R_A \geq 50$  dBA
- 8 Habitable. Protegido:  $D_{nt,A} \geq 50$  dBA

### 3.3.5. Aislamiento acústico a ruido de impactos

Las exigencias de aislamiento acústico a ruido de impactos, se aplican a los elementos constructivos de recintos que colinden horizontal o verticalmente o compartan una arista con cualquier otro recinto que no pertenezca a la misma unidad de uso (por ejemplo, un aula o una sala de conferencias y todos los recintos que colinden con ella). Esta exigencia no se aplica únicamente cuando el recinto colindante horizontalmente con el recinto protegido es una escalera.

Igualmente se deberá proteger todos los recintos habitables y protegidos que colinden horizontal o verticalmente, o compartan una arista con un recinto de instalaciones o actividad

Estos requerimientos hacen necesario que, prácticamente todos los recintos requieran un suelo flotante que colabore en el cumplimiento del aislamiento a ruido de impactos.



Aislamiento acústico a ruido de impactos en elementos de separación horizontal

Exterior unidad de uso emisor	Misma unidad de uso	
	Recintos protegidos	Recintos habitables
Otros recintos del edificio (excepto escaleras)	$L'_{nt,W} < 65$ dBA	No aplica
Recintos instalaciones	$L'_{nt,W} < 60$ dBA	$L'_{nt,W} < 60$ dBA

$L'_{nt,W}$ : Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado (dB).



Por lo general, y con independencia del tipo de centro educativo a construir o rehabilitar, será recomendable sobrepasar las exigencias mínimas indicadas en el DB HR.

protegidos del edificio con las que compartan puertas, como por ejemplo pasillos o vestíbulos que sirven de acceso a las aulas o salas de conferencias. En estos casos el área de absorción acústica equivalente debe ser, al menos, de 0,2 m<sup>2</sup> por cada metro cúbico de volumen del recinto.



Las exigencias se aplican a los recintos vacíos, sin ocupación y sin mobiliario, exceptuando el mobiliario fijo, como las butacas fijas en las salas de conferencias.

Para las salas de conferencias, aulas o recintos destinados a espectáculos de volumen mayor que 350 m<sup>3</sup>, el DB HR no regula ni los criterios, ni los procedimientos para su diseño acústico. Por tanto, para obtener un confort acústico aceptable en estos recintos se ha de realizar un estudio específico.

La justificación del cumplimiento de no superar los límites de tiempo de reverberación que indica el DB-HR, se podrá realizar mediante el método simplificado o el método general.

El método general se fundamenta en verificar el tiempo de reverberación requerido en función de las distintas áreas de superficies absorbentes, relacionando esto con el volumen de la sala en estudio.

El método simplificado expone que bastará con instalar en la sala un techo adecuado a las características de absorción acústicas requeridas.

En cualquier caso se ha de cumplir los valores siguientes:

**Valores límite Tiempo de Reverberación**

Recinto	Tiempo de reverberación
Salas de conferencias y reuniones vacías	T < 0,7 s
Salas de conferencias y reuniones con butacas fijas	T < 0,5 s
Comedores y restaurantes	T < 0,9 s

### 3.3.6. Acondicionamiento Acústico, Absorción Acústica y Tiempo de Reverberación

En los centros educativos se limita el tiempo de reverberación en aulas y salas de conferencias con un volumen igual o inferior a 350 m<sup>3</sup>, lo que corresponde con la mayoría de los recintos que se pueden encontrar en un edificio educativo. Igualmente se habrá de limitar el tiempo de reverberación de los comedores escolares.

Se limita el ruido reverberante en las zonas comunes, entendiéndose como tal las que dan servicio a varias unidades de uso.

En los centros docentes, esta exigencia se aplica a aquellas zonas comunes colindantes con recintos

Vías de transmisión del ruido

## Recomendaciones acústicas en centros educativos de ISOVER

A continuación se detallan los valores en cuanto a aislamiento acústico entre estancias, en función de su uso, que ISOVER recomienda en base a su experiencia y considerando los estudios y requerimientos que son exigibles en otros países europeos y que son aconsejables que el proyectista valore ampliar.

Del mismo modo, respecto a los tiempos de reverberación recomendables en cada estancia, además de los requerimientos que el CTE en su documento DB-HR marca en aulas, salas de conferencias y comedores, ISOVER recomienda no exceder en ningún caso de un tiempo de reverberación de 1,2 segundos en ninguna de las estancias que se enmarcan en los centros educativos, con el fin de mejorar la inteligibilidad de la palabra, y con ello aumentar el confort de los usuarios.

Aislamiento acústico a ruido aéreo mínimo entre recintos.  $D_{nT,A}$  en dBA

		Enseñanza Infantil		Enseñanza Primaria		Enseñanza Secundaria		Otras enseñanzas		Música				
		Aulas de juegos	Aulas de descanso	Aulas de enseñanza general, laboratorios de lenguaje	Aulas de enseñanza general, laboratorio de lenguaje	Áreas de teoría	Áreas de prácticas	Aulas de solfeo	Práctica en grupos reducidos	Cuarto de conjunto	Interpretación	Estudio de grabación	Sala de control de la grabación	
Enseñanza Infantil	Aulas de juegos	55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
	Aulas de descanso	55	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	
Enseñanza Primaria	Aulas de enseñanza general, laboratorios de lenguaje	55	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	
		55	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	
Enseñanza Secundaria	Áreas de teoría	55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
		55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
Otras enseñanzas	Áreas de prácticas	55	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	
		55	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	
Música	Aulas de solfeo	55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
	Práctica en grupos reducidos	55	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60	60	
	Cuarto de conjunto	55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
	Interpretación	55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
	Estudio de grabación	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Sala de control de la grabación	< 50 alumnos	55	50	50	50	50	50	50	60	60	60	60	55	
	> 50 alumnos	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Aulas para discapacitados y logopedia		55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
Salas para profesores		55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
Bibliotecas	Aula de lectura y estudio	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
	Áreas administrativas	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Laboratorios		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Estudios de teatro		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Tecnología y diseño	Resistencia de materiales CAD/CAM	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
	Electrónica, tejidos diseño	55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
Aulas de arte		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Salas de actos, salas polivalentes		50	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	
Sala audiovisual, presentaciones		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Atrios, pasillos y espacios de circulación		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Áreas de deportes indoor		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Estudio de danza		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Gimnasio		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Piscina		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Salas para entrevistas, asesoramiento, salas médicas		55	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	55	
Comedores		50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
Espacios Auxiliares	50	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
	Oficinas	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
	Pasillos, huecos de la escalera	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	
	Lavabos	50	50	50	50	50	50	55	55	55	55	55	50	



### 3.3.7. Cuantificación de las exigencias acústicas del DB-HR

Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos. Exigencias entre recintos protegidos y el exterior

Valor del $L_d$ dBA	Aulas $D_{2m,nl,Atr}$	Resto de estancias $D_{2m,nl,Atr}$
$L_d < 60$	30 dBA	30 dBA
$60 \leq L_d < 65$	30 dBA	32 dBA
$65 \leq L_d < 70$	32 dBA	37 dBA
$70 \leq L_d < 75$	37 dBA	42 dBA
$L_d < 75$	42 dBA	47 dBA

$L_d$ : Índice de ruido día (dBA). Se obtiene de las administraciones competentes o mediante mapas estratégicos del ruido.

$D_{2m,nl,Atr}$ : Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en fachadas y cubiertas para ruido exterior dominante de automóviles o aeronaves (dBA). Valor medido "in situ".

Exigencias de Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos. Distintas unidades de uso

Unidad de uso emisor	Unidad de uso receptor	
	Recintos protegidos	Recintos habitables
Recintos protegidos	$D_{nTA} > 50$ dBA	No aplica
Recintos habitables	$D_{nTA} > 50$ dBA	$D_{nTA} > 45$ dBA
Recintos de instalaciones o actividad	$D_{nTA} > 55$ dBA	$D_{nTA} > 45$ dBA
Ascensores	Sin maquinaria incorporada	$R_A > 50$ dBA
	Con maquinaria incorporada	$R_A > 55$ dBA

$D_{nTA}$ : Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, entre recintos interiores (dBA). Valor medido "in situ".

$R_A$ : Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A expresado en decibelios A (dBA). Valor obtenido mediante ensayo de laboratorio.

Aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos que comparten puertas y/o ventanas. Distintas unidades de uso

Unidad de uso emisor	Unidad de uso receptor	
	Recintos protegidos	Recintos habitables
Recintos habitables	$R_{A,muro} > 50$ dBA	$R_{A,muro} > 50$ dBA
	$R_{A,puerta} > 30$ dBA	$R_{A,puerta} > 20$ dBA
Recintos instalaciones	No pueden compartir	$R_{A,muro} > 50$ dBA
		$R_{A,puerta} > 30$ dBA

$R_A$ : Índice global de reducción acústica de un elemento, ponderado A (dBA). Valor obtenido mediante ensayo.

Aislamiento acústico a ruido de impactos en elementos de separación horizontal

Exterior unidad de uso emisor	Misma unidad de uso	
	Recintos protegidos	Recintos habitables
Otros recintos del edificio (excepto escaleras)	$L'_{nt,W} \leq 65$ dBA	No aplica
Recintos instalaciones	$L'_{nt,W} \leq 60$ dBA	$L'_{nt,W} \leq 60$ dBA

$L'_{nt,W}$ : Nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado (dB).

Acondicionamiento Acústico. Valores límite de Reverberación

Recinto	Tiempo de reverberación
Aulas y salas de conferencias vacías	$T < 0,7$ s
Aulas y salas de conferencias con butacas fijas	$T < 0,5$ s
Comedores	$T < 0,9$ s



## 3.4. Protección en caso de incendio



El objetivo principal del requisito básico “seguridad en caso de incendio” del documento DB-SI es reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental.

Para ello:

- Se limita el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.
- Se limita el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.
- Se limita el riesgo de propagación del incendio a través de los sistemas de ventilación y extracción.
- El edificio debe disponer de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.
- El edificio debe disponer de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

Se describen algunos conceptos básicos sobre el fuego en caso de incendio, que serán muy útiles

para el diseño, así como para la correcta aplicación en obra de los sistemas indicados.

### 3.4.1. Reacción al fuego

Es la respuesta de un material al fuego medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión, bajo condiciones específicas de ensayo y en Europa se determina mediante las EUROCLASES.

Euroclases (primera clasificación)	Euroclases (segunda clasificación)	Gotas o partículas inflamables (clasificación adicional)
A1. No combustible. Sin contribución, grado máximo.	S1. Baja opacidad	d0. Nula caída.
A2. No combustible. Sin contribución, grado medio.	S2. Media opacidad	d1. Baja caída.
B. Combustible. Muy limitada contribución.	S3. Alta opacidad	d2. Alta caída.
C. Combustible. Limitada contribución.	–	–
D. Combustible. Contribución media.	–	–
E. Combustible. Contribución alta.	–	–
F. Sin clasificar.	–	–



A modo de ejemplo podemos indicar que el yeso (como cualquier material inorgánico), las Lanas Minerales sin revestimiento, los vidrios y los morteros con agentes conglomerantes inorgánicos, ostentan la clasificación A1 sin necesidad de segunda clasificación ni clasificación adicional.

Los requerimientos mínimos del DB SI son:

#### Reacción al fuego de los elementos constructivos

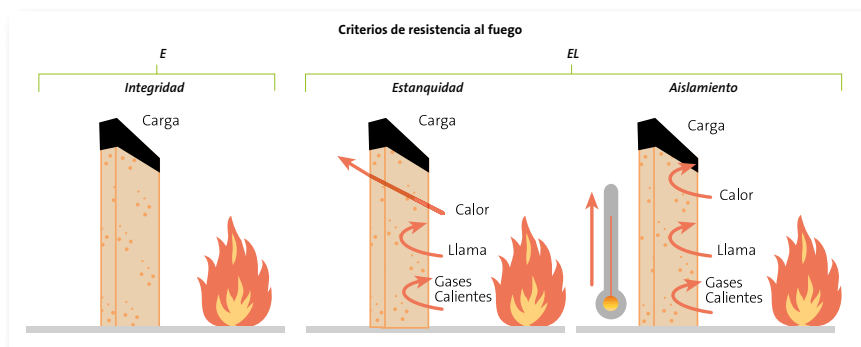
Situación del elemento. Techos y paredes	Clases de reacción al fuego
Zonas ocupables	C-s2, d0
Aparcamientos	B-s1, d0
Pasillos y escaleras protegidas	B-s1, d0
Espacios ocultos no estancos o que siéndolos, son susceptibles de iniciar o propagar un incendio	B-s3, d0

Todos los productos ISOVER diseñados para estas aplicaciones sobrepasan los requisitos mínimos, avalados por el mercado CE.

ISOVER dispone de multitud de soluciones constructivas para aplicación en protección pasiva contra incendios que han sido ensayadas bajo las normas armonizadas correspondientes en laboratorios acreditados por ENAC, como exige el documento DB-SI del CTE, y que cubren todas las necesidades de protección contra incendios que se pueden encontrar en un centro educativo.

### 3.4.2. Resistencia al fuego

La resistencia al fuego de los sistemas constructivos se determina de acuerdo con los siguientes parámetros:



**R** (Resistance): tiempo que se mantiene la capacidad portante del elemento.

**E** (Integrity): tiempo que se mantiene su integridad.

**I** (Insulation): tiempo que se mantiene el criterio de aislamiento térmico.

En todos los casos las clasificaciones normalizadas de resistencia al fuego tendrán los niveles de 30-45-60-90-120-180 y 240 minutos y en los ensayos se clasificarán por defecto.

Los sistemas de Placa de Yeso Laminado con aislamiento ISOVER, al ser elementos constructivos no portantes, sólo deberán ser clasificados en base a los parámetros E e I.

### 3.4.3. Sector de incendio

Se define como tal al espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un periodo de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar el incendio para que no se pueda propagar a otra parte del edificio.

Los edificios docentes se deben compartimentar en sectores de incendio, teniendo en cuenta que:

\* Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4000 m<sup>2</sup>. Cuando tenga una única planta, no es necesario que esté compartimentada en sectores de incendio.

\* En centros educativos, los locales de riesgo especial se clasifican conforme a los grados de riesgo bajo, medio o alto según se establece en la tabla 2.1 del DB-SI, y son, por ejemplo, talleres de mantenimiento, cocinas, lavanderías, salas de maquinaria frigorífica, salas de calderas y de instalaciones de climatización, almacenes de combustible sólido para calefacción, centros de transformación y locales de contadores eléctricos y cuadros generales de distribución. Los locales y zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se especifican en la tabla 2.2 del DB-SI.

\* Por otro lado, los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como: transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustibles, contadores de gas o electricidad, etc., se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de la compartimentación establecida en el DB-SI.

### 3.4.4. Exigencias de CTE DB Seguridad en caso de Incendio

Seguidamente se exponen los datos básicos de las exigencias. No obstante, para la realización de cualquier proyecto será necesario acudir al citado Código donde se exponen todas las posibles situaciones.

#### Resistencia al fuego de paredes y techos que delimitan sectores de incendio

Paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio	Resistencia al fuego EI			
	Bajo rasante	Alt ≤ 15m	15 < Alt ≤ 28m	Alt < 28m
Centros Educativos	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
Aparcamiento	EI 120			
Medianerías o muros colindantes	EI 120			

### 3.4.5. Protección pasiva en conductos de ventilación

#### Normativa relativa

#### El DB-SI: Definición de los requisitos de Resistencia al Fuego EI t (i ↔ o)

El Código Técnico de la Edificación establece una normativa, de obligado cumplimiento, para garantizar la seguridad contra incendios a través de su Documento Básico SI (DB-SI seguridad en caso de incendio).

En su apartado SI1-3 "Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios", el DB-SI establece la resistencia al fuego que deben cumplir los conductos de ventilación:

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>. Para ello puede optarse por una de las siguientes alternativas:

- Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i ↔ o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.
- Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i ↔ o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

Un conducto de ventilación debe cumplir el mismo tiempo de resistencia al fuego que la pared o el techo que atraviesa, para escenarios tanto de fuego exterior como de fuego interior.

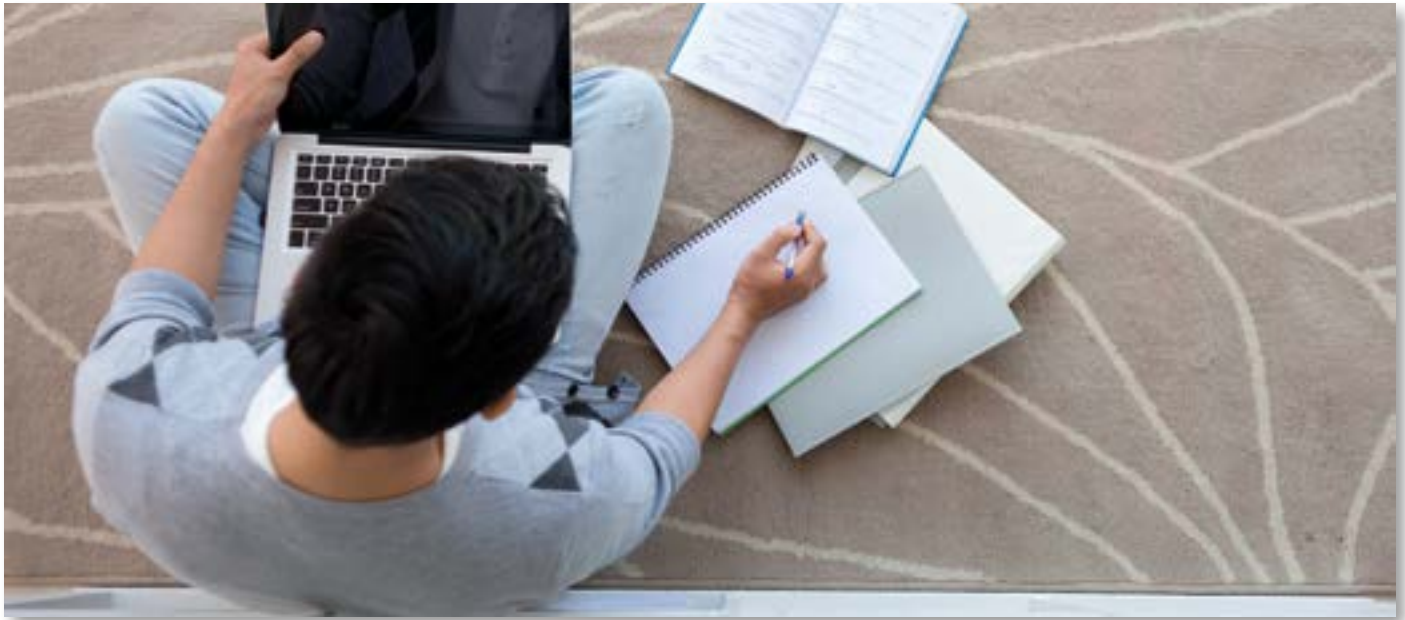
#### La norma UNE-EN1366 "Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio" Parte 1: Conductos

El DB-SI y el RD 842/2013 hacen referencia a la norma UNE-EN1366-1 para la determinación de la resistencia al fuego de los productos utilizados en sistemas de ventilación:

La norma UNE EN 1366-1 define un conducto de ventilación resistente al fuego como:

Productos	Conductos de ventilación									
Norma(s)	EN 13501-3; UNE 1366-1:2000.									
Clasificación										
EI	15	20	30	45	60	90	120	180	240	
E			30		60					
Comentarios	La clasificación se completa con "(i→o)", "(o→i)" ó "(i↔o)" para indicar si el elemento se ha probado y cumple los requisitos exteriores, interiores o ambos. Además, los símbolos "V" y/o "h" indican que el elemento puede usarse en sentido vertical y/o horizontal. La inclusión del símbolo "S" indica que se ajusta a una restricción suplementario de fugas.									

Tabla 1. Normas de referencia de productos utilizados en sistemas El DB-SI hace referencia a la resistencia de los conductos de ventilación como EI t (i ↔ o), lo que significa que la resistencia al fuego del sistema de conductos de ventilación debe cumplirá tanto el escenario de fuego exterior como de fuego interior.



“conducto utilizado para la distribución o extracción de aire y diseñado para presentar un determinado grado de resistencia al fuego”.

La UNE EN1366-1 especifica que, en el caso de los conductos de ventilación, la resistencia al fuego es la capacidad de un conducto destinado a ser parte de un sistema de distribución de aire para “resistir la propagación del fuego producido en un único compartimento hacia otro compartimento, ya sea con el fuego por dentro o por fuera del conducto”.

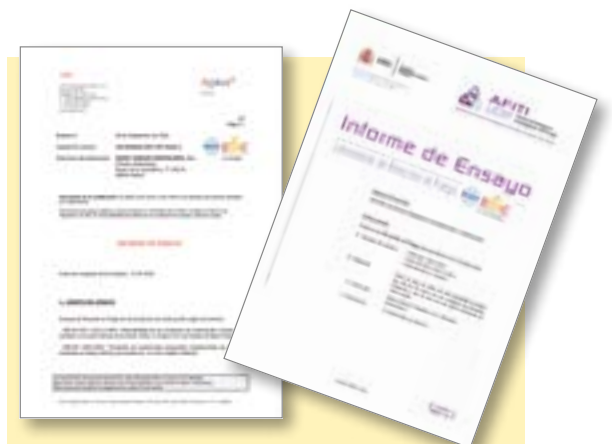
Los ensayos para la certificación examinan el comportamiento de los conductos, tanto verticales como horizontales, expuestos al fuego desde el exterior (conducto A) y con fuego en el interior (conducto B) cuando están sometidos a condiciones de calentamiento y presión específicas.

Los conductos deben cumplir con unos criterios (E) y de Aislamiento (I) un tiempo especificado  $t$  en minutos. En España, deben cumplir esos criterios para ambos escenarios de fuego, interior y exterior.

#### Mantenimiento de Sectorización con resistencia al fuego exterior



#### Mantenimiento de Sectorización con resistencia al fuego interior



Los “informes de clasificación” y los “estudios técnicos” de resistencia al fuego deben ser emitidos por un laboratorio nacional acreditado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

## 3.5. Seguridad estructural



Todos los edificios docentes deberán cumplir los requisitos básicos de seguridad estructural.

El objetivo del requisito básico “Seguridad estructural” consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

### Acciones sobre elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal
C5	1,5
C3, C4	0,8
Resto de casos	0,4

El Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación (DB SE AE) establece para los elementos divisorios (tabiques), la fuerza mínima horizontal que deben soportar. Esta fuerza horizontal exigible se considera aplicada a 1,2 m, y debe ser como mínimo la mitad que la definida en la tabla 3.3 del DB SE AE, “Acciones sobre barandillas y elementos divisorios”, en función de las categorías de uso de las diferentes tipologías de edificios, o el uso al que esté destinado cada estancia.

La fuerzas mínimas que deberán soportar los tabiques en función de las categorías definidas por el DB SE AE, se cuantifica en la siguiente tabla:

### Acciones sobre elementos divisorios

Categoría de uso		Subcategoría de uso	
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles
B	Zonas administrativas		
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B y D).	C1	Zona con mesas y sillas
		C2	Zona con asientos fijos
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos, etc.
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc.)
	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales
		A1	Supermercados, hipermercados o grandes superficies



## 3.6. Conductos de Climatización



Podemos enmarcar todos los requisitos legales dentro de 4 áreas: Seguridad, Higienización, Eficiencia y Confort.



El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, es un documento de carácter básico, considerado marco normativo, que tiene por objeto establecer y regular las exigencias y requisitos mínimos de eficiencia energética y de seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios, nuevos y existentes, destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.

### 3.6.1. Introducción: Sistemas de Climatización en Centros Docentes

Las instalaciones de climatización, tienen como objetivo procurar el bienestar de los ocupantes de los edificios tanto térmica como acústicamente, cumpliendo además los requisitos para su seguridad y con el objetivo de un uso racional de la energía.

El control del aire en el interior de los edificios es un aspecto intrínseco al desarrollo de los mismos, máxime cuando se trata de centros docentes donde es necesario garantizar los más estrictos niveles de salud y confort, los cuales contribuyen significativamente al proceso de aprendizaje de los usuarios.

Podemos resumir los requisitos derivados de la normativa aplicables a este tipo de instalaciones en cuatro grandes bloques: Seguridad, Higienización, Eficiencia y Confort.

El proyectista, deberá por lo tanto, seleccionar el tipo de instalación de aire acondicionado cumpliendo en todo momento los anteriores requisitos y en función de determinados criterios como por ejemplo:

- Características del área a acondicionar y actividad que se va a desarrollar en la misma.
- Coste de la instalación y costes de explotación (como por ejemplo consumo de energía, higienización, etc).
- Niveles acústicos requeridos.
- Nivel de control de los diferentes parámetros del aire (humedad, CO<sub>2</sub>, etc).
- Mantenimiento de la instalación.

### 3.6.2. Eficiencia energética en la Climatización de un Centro Docente

Un centro docente es un edificio singular en múltiples aspectos, por lo que es necesario definir las medidas encaminadas a la sostenibilidad del edificio en el momento en el cual estamos proyectando el mismo.

Un centro docente presenta múltiples recintos con diferentes funcionalidades, cada una de ellas con demandas energéticas distintas. Se trata de construcciones con un alto grado de demanda energética las cuales deben de ser muy flexibles en su proyección ya que los continuos cambios tecnológicos obligan a que el edificio tenga una gran flexibilidad.

El consumo energético de una instalación de aire puede reducirse mediante un aislamiento térmico adecuado, tanto del local a acondicionar como de los conductos de distribución de aire.

En lo que al aislamiento térmico de las redes de conductos se refiere, este depende fundamentalmente de dos factores:

- Aislamiento térmico (resistencia térmica del material)
- Estanqueidad (fugas de aire)

Ambos factores se encuentran regulados en el reglamento de instalaciones térmicas de los edificios y cuyos requisitos básicos se desarrollan a continuación:

#### Aislamiento Térmico

Según datos del IDAE los consumos energéticos de la calefacción y refrigeración de los edificios representan casi el 50% del consumo energético residencial



Reparto del Consumo de Energía Final en el Sector Residencial. Fuente IDAE (2009).

En el caso particular de un centro docente, este porcentaje es aún mayor ya que es necesario garantizar el confort en espacios de uso público, de difícil control de los hábitos de los usuarios, y de uso muy continuado.

La eficiencia energética en instalaciones de climatización es un elemento clave para responder a los requisitos europeos de ahorro energético y contribuir a protección del medio ambiente.

En el caso de este tipo de recintos, el ahorro de energía es una prioridad, tanto por la necesidad de reducir costes en la explotación de los centros, como por la aportación que esta reducción de la carga energética hace a la conservación del medio ambiente. Estas características hacen que en este tipo de edificios, la utilización de tecnologías que garanticen un control de las cargas energéticas, y por tanto de sus costes, sea más importante que en otro tipo de sectores.



Un centro docente requiere unas necesidades de Climatización específicas según la época del año.



Otra de las prioridades en este tipo de edificios es el confort, tanto térmico como acústico y visual, teniendo especial importancia el confort acústico ya que un buen aislamiento y acondicionamiento acústico va a posibilitar la concentración, la inteligibilidad y en definitiva mejorará el aprendizaje y el trabajo en dicho edificio.

Las exigencias de Aislamiento térmico, vienen fijadas en el RITE dependiendo del nivel de potencia del sistema. Estas exigencias son:

a) Para un material con conductividad térmica de referencia a 10°C de 0,040 W/(m · K):

	En interiores (mm)	En exteriores (mm)
Aire caliente / aire frío	30	50

b) Para un material con conductividad térmica distinta a la anterior, se considera válida la determinación del espesor mínimo aplicando la siguiente ecuación para superficies planas:

$$d = d_{ref} \left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \right)$$

Así por ejemplo en el caso de un material de conductividad térmica 0,032 W/m·K el espesor mínimo de aislamiento para cumplir con los requisitos derivados del RITE sería:

$$d = d_{ref} \left( \frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \right) = 30 \text{ mm} \left( \frac{0,032}{0,040} \right) = 24 \text{ mm}$$

ISOVER con toda la Gama CLIMAVER da respuesta a los más elevados requisitos de eficiencia energética en instalaciones de climatización.

## Estanqueidad

Es obvio que las fugas de aire por falta de estanqueidad de las redes de conductos constituyen uno de los factores que más contribuyen a la reducción de la eficiencia de las redes de transporte de los fluidos portadores.

Las normas UNE-EN 13779 y UNE-EN 12237 establecen cuatro clases de estanqueidad para redes de conductos. La clase de estanqueidad se define con el coeficiente c de la ecuación:

$$F = c p^{0,65} 10^{-3}$$

Donde:

F: fugas de aire en m<sup>3</sup>/(sm<sup>2</sup>)

p: presión estática en Pa

c: coeficiente de fugas

El exponente 0,65 universalmente aceptado para el cálculo teórico del paso de aire a través de aperturas de pequeño tamaño.

El RITE en su apartado IT 1.2.4.2.3 exige, en general, que la estanqueidad de una red de conductos sea de la clase B por lo que el proyectista deberá de aplicar las diferentes clases según las indicaciones anteriores.

A continuación, se representan las fugas de aire según la clase de estanqueidad de la red de conductos en función de la presión en el interior para las diferentes clases de estanqueidad:

Por lo tanto, las fugas de aire para las presiones máximas permitidas serían las siguientes:

Clase de estanqueidad	Coficiente de fugas C	(Pa)	L/(sm <sup>2</sup> )
A	0,027	500	1,53
B	0,009	1.000	0,80
C	0,003	2.000	0,42
D	0,001	2.000	0,14

*La estanqueidad es un requisito que puede mejorarse sin coste adicional.*

*Las fugas de aire en un sistema de climatización son un parámetro crítico en la Eficiencia del sistema.*

*El RITE, Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, especifica que "las redes de conductos tendrán una estanqueidad correspondiente a la clase B o superior" I.T. 1.2.4.2.3., pero esta clase representa más del 5% de fugas del caudal dependiendo de los casos.*

Las fugas de aire en un sistema de climatización basado en chapa constituye una de las principales fuentes de pérdidas energéticas.

La Gama CLIMAVER de ISOVER, es un sistema que ha sido desarrollado teniendo en cuenta las últimas tecnologías disponibles en la fabricación de Lanás Minerales en los laboratorios de I+D+I de ISOVER y teniendo en cuenta la experiencia de la Gama CLIMAVER con más de 40 años de historia, 150 millones de metros cuadrados vendidos y 2000 alojamientos públicos llevados a cabo, lo que ha permitido obtener la máxima estanquei-



dad que puede obtenerse según la norma EN 13403 Red de Conductos de Planchas de Material Aislante, mejorando los requisitos especificados por el RITE.

### 3.6.3. Acústica en Instalaciones de Climatización

En el diseño de Centros Docentes, debemos de prestar una especial atención a las condiciones acústicas, lo que requiere una buena concepción y ejecución del proyecto.

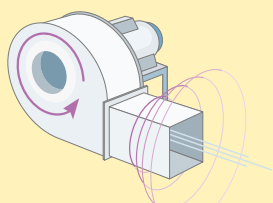
cos, además de contribuir a la eficiencia energética del acondicionamiento térmico.

La clasificación de las diferentes tipologías del ruido generado en una instalación de Climatización en la fase de diseño, resulta primordial con carácter previo a la propuesta de medidas correctivas encaminadas a la eliminación o minimización de las causas del problema acústico.

Sobre el tipo de ruido generado, tendremos que diferenciar perfectamente la generación de ruido aéreo y de ruido estructural, ya que su tratamiento será diferente:

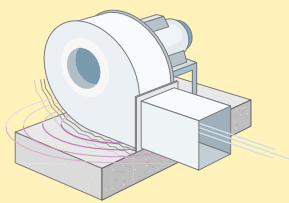
#### Principales fuentes de ruido en una instalación de Climatización.

Sistemas de Ventilación



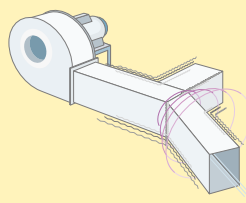
Transmisión de ruido debida al propio sistema de ventilación.

Vibraciones Máquina



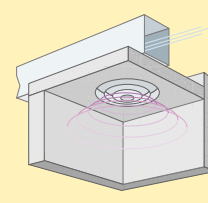
Transmisión de ruido por la estructura a causa de la vibración.

Circulación del aire



Regeneración de ruido por efecto de la velocidad del aire.

Rejillas y Difusores



Transmisión de ruido a través de las rejillas y difusores.

En una instalación de climatización, el ruido y las vibraciones producidos por la instalación y las turbulencias causadas por el flujo del aire que circula a través de los conductos pueden generar ruidos que se transmitan a los espacios habitables. Si la superficie interior de los conductos está constituida por un material que refleje con facilidad el sonido (como por ejemplo, el acero), estas turbulencias pueden provocar que las paredes de los conductos entren en vibración, transmitiendo así el ruido por el resto del recinto.

Sólo podremos esperar un resultado óptimo si el aislamiento acústico lo hemos planificado e integrado en las primeras fases de un proyecto. En nuestro esfuerzo por controlar el ruido, cada detalle cuenta y es capaz de influir positivamente en el nivel final de ruido. Una buena planificación ha de tener en cuenta múltiples factores.

La Gama CLIMAVER de ISOVER es la mejor solución para los recintos de altos requerimientos acústi-

• **Ruido aéreo:** transmisión en el aire (por ejemplo, el ruido generado por las aspas de un ventilador). Lo trataremos con materiales absorbentes en base a Lanás Minerales.

• **Ruido Estructural:** se transmite por el medio sólido y se disipa en el medio aéreo y debe de ser tratado con sistemas de amortiguación (antivibratorios, bancadas de inercia) que impidan que el ruido pase a transmitirse por el medio sólido.

#### Atenuación Acústica mediante la utilización de conductos absorbentes

##### Tramos Rectos

Los intentos de cuantificar la pérdida por inserción de conductos y silenciadores presentan un largo historial.

Los primeros artículos referidos a estas cuestiones aparecen en 1940 en el Journal of the Acoustical



Society of America publicado por investigadores tan relevantes como H.J. Sabine ("The Absortion of Noise in Ventilating Ducts", JASA, vol.12, pp 53-57,1940) y L.L. Beranek ("Sound Absortion in Rectangulars Ducts", JASA, vol.12, pp 228-231,1940).

Donde:

L: Atenuación acústica en dB.

$\alpha$ : Coeficiente de absorción acústica Sabine del material.

P: Perímetro interior del conducto en m.

S: Sección libre del conducto en m<sup>2</sup>.

l: longitud conducto recto en m.

Estos trabajos tiene su validez durante bastante tiempo, en libros de referencia en acústica como "Noise and Vibration Control" de Leo L. Beranek (Año 1971 ISBN 07-004841-X) hacen referencia a estos trabajos. En el apartado 12.3.1 Attenuation in Lined Ducts of Plane Waves Traveling along then "x" Axis se hace referencia a este tipo de ecuaciones. La expresión aquí utilizada se debe asociar a Sabine que encontró empíricamente que a bajas frecuencias la atenuación de un conducto podría expresarse mediante algoritmos matemáticos que lo relacionaban con el valor del coeficiente de absorción acústica del material utilizado.

Un tramo recto es un sistema que produce una atenuación sobre el ruido generado por la instalación y cuya eficacia vendrá determinada por el coeficiente de absorción acústica de las paredes que constituyen el conducto.

En el caso de los tramos rectos, la estimación de las pérdidas por inserción en conductos rectangulares se puede realizar teniendo en cuenta el siguiente algoritmo:

$$L = 1,05 \cdot \alpha^{1,4} \cdot \frac{P}{S} \cdot l$$

Al utilizar esta expresión, hay que considerar que el coeficiente de absorción acústica depende de la frecuencia, y, por tanto, la amortiguación resultante depende de la frecuencia analizada. La modelización, ha de ser efectuada para todas las frecuencias.

Además, debemos de utilizar los dB(A) debido a que el oído humano tiene una sensibilidad a los sonidos dependiendo de la frecuencia. Para adaptar el nivel de presión sonora en dB a la sensibilidad del oído humano es necesario realizar una serie de correcciones, obteniéndose los denominados niveles ponderados. Esto es debido, a la necesidad de efectuar una valoración subjetiva global del ruido por medición aplicando las correcciones correspondientes a la curva denominada de ponderación A, que consiste, a semejanza de lo que hace el oído humano, en efectuar correcciones de los niveles de presión sonora por frecuencias mediante unos factores de compensación dados en decibelios.

Existen distintas ponderaciones pero la más utilizada en la curva de ponderación A ya que es la que mejor refleja la respuesta del oído humano para niveles habituales de ruido, para la que se utilizan los siguientes factores de adaptación:

### Red de ponderación A

Hz	125	250	500	1.000	2.000
Ponderación	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2

Y para la obtención del valor ponderado global, se utiliza la expresión:

$$L_{total} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10}$$

En general, se comprueba que en aquellos conductos metálicos sin un revestimiento acústico interior, los sonidos se propagan apenas sin atenuación debido al bajo coeficiente de absorción acústica de dicho material.

Existen conductos absorbentes en el mercado pertenecientes a la familia CLIMAVER cuyos coeficientes de absorción acústica alcanzan valores de hasta 0,9, lo que garantiza las máximas prestaciones acústicas en este tipo de instalaciones.

En muchos casos, mediante la utilización de este tipo de conductos absorbentes, se llegan a obtener los valores de atenuación lo suficientemente altos, como para garantizar el confort acústico de los usuarios sin necesidad de utilizar silenciadores adicionales específicos.

Así por ejemplo, en el caso de que dispongamos de un ventilador con una potencia radiada declarada por el fabricante igual a:

### Potencia sonora radiada por el ventilador (datos fabricante)

Hz	125	250	500	1.000	2.000	-
dB	88	95	90	87	84	-
dB (A)						93

y un tramo recto formado por un conducto rectangular de Lana Mineral de 6 metros de longitud de 30x20 cm de sección interior con unos valores de coeficiente de absorción acústica igual a:

### Coefficiente Absorción Acústica Lana Mineral

Hz	125	250	500	1.000	2.000
Ponderación	0,4	0,65	0,75	0,9	0,9

La modelización acústica al final del tramo recto considerando únicamente los efectos de las pérdidas por inserción se determinará de la siguiente forma:

### Modelización Acústica

Hz	125	250	500	1.000	2.000	-
Ventilador dB	88	95	90	87	84	
Ventilador dB (A)						93
Pérdidas por inserción tramo recto dB/m	4,9	9,6	11,7	15,1	15,1	
Salida tramo recto dB	58,6	37,4	20*	20*	20*	
Salida tramo recto dB (A)						43

\* se considera como un valor límite residual 20 dB, debido a la generación de ruido propio de la circulación de aire, en aquellos casos en los cuales el valor estimado sea inferior a este.

En las instalaciones de climatización de un Centro Educativo, los ruidos generados por las fuentes de ruido, se transmiten con facilidad a lo largo de la red de conductos, siendo estas, el origen de muchos de los ruidos que sufren los usuarios.

Es necesario predecir el comportamiento acústico de dichas instalaciones a nivel de proyecto, con el objetivo de implantar las medidas encaminadas a garantizar el confort de los usuarios, analizando todo el espectro de frecuencias y no utilizar valores globales únicamente.

La forma más eficiente de proyectar una red de distribución en una instalación de climatización es mediante la utilización de conductos absorbentes constituidos por materiales con elevados valores de absorción acústica y siempre teniendo en cuenta todos los elementos que forman parte de la instalación. Una buena proyección teniendo en cuenta todos los elementos, permitirá garantizar los niveles acústicos deseados sin la necesidad de integrar sistemas adicionales como por ejemplo silenciadores específicos.

Existen herramientas informáticas de libre acceso, que permiten modelizar el comportamiento acústico de una instalación de climatización aplicando las anteriores expresiones, como por ejemplo ISOVER ClimCalc Acoustic, un potente software muy sencillo e intuitivo de utilizar que permite la obtención de los informes finales justificativos de cálculo en cada uno de los puntos de la instalación.

## 4. Soluciones ISOVER

- Aulas
- Pasillos y escaleras protegidos, ascensores
- Cocinas y Comedores
- Salas de reuniones y conferencias
- Gimnasios e instalaciones deportivas

La nomenclatura de las siguientes soluciones hace referencia al CEC CTE.





# Aulas

---

## Objetivos

### Confort Acústico:

Aislamiento acústico a ruido aéreo:  $D_{nT,A} > 50$  dBA.

Aislamiento acústico a ruido de impacto:  $L_{nT,w} \leq 65$  dB.

### Acondicionamiento Acústico:

Tiempo de reverberación  $\leq 0,7$  s (aulas vacías).

Tiempo de reverberación  $\leq 0,5$  s (aulas con mobiliario fijo).

### Protección frente a incendios:

EI  $> 60$



#### AULAS

Elementos de separación vertical entre aulas.  
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.  
Fachada.  
Distribución interior.  
Techos.  
Solera.  
Conductos de Climatización.

#### PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES

Tabiques.  
Techos.  
Conductos de ventilación.  
Ascensores.

#### COCINAS Y COMEDORES

Cocinas.  
Comedores.  
Techos acústicos.

#### SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS

Techos.  
Solera.

#### GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS

Alta resistencia mecánica y a la humedad.  
Distribución interior. Zonas húmedas.  
Solera.  
Techos.





## 4.1. Aulas

*Las aulas son los recintos más relevantes de un centro educativo. Se consideran unidades de uso diferenciadas, debiendo presentar un aislamiento acústico a ruido aéreo,  $D_{nT,A}$ , mayor que 50 dBA.*

*La calidad del ambiente interior tiene una importancia fundamental en el aprendizaje y en la comunicación dentro del aula, lo que se consigue mediante la adecuación acústica del espacio (aislamiento y acondicionamiento) y mejorando al máximo la calidad del aire interior (minimizando la presencia de contaminantes y controlando que el confort térmico sea el más adecuado).*

*Las soluciones recomendadas por ISOVER en este documento persiguen la máxima calidad del ambiente interior enfocándose especialmente en acústica (aislamiento y acondicionamiento), por considerar la gran importancia de esta característica en los centros educativos, y al mismo tiempo superando las exigencias que la normativa marca en cada situación.*





<b>AULAS</b>	
Elementos de separación vertical entre aulas.	
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.	
Fachada.	
Distribución interior.	
Techos.	
Solera.	
Conductos de Climatización.	
<b>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</b>	
Tabiques.	
Techos.	
Conductos de ventilación.	
Ascensores.	
<b>COCINAS Y COMEDORES</b>	
Cocinas.	
Comedores.	
Techos acústicos.	
<b>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</b>	
Techos.	
Solera.	
<b>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>	
Alta resistencia mecánica y a la humedad.	
Distribución interior. Zonas húmedas.	
Solera.	
Techos.	

## 4.1.1. Elementos de separación vertical entre aulas

Respecto a la protección frente al fuego, el DB-SI establece que cualquier aula destinada a alojamiento deberá estar delimitada por elementos de separación vertical con una resistencia al fuego mínima EI 60.

Los sistemas que se detallan a continuación indican posibles soluciones que se pueden considerar en el proyecto. No obstante, en el momento de elegir un sistema se ha de tener en cuenta el resto

de elementos constructivos (forjados, tabiquería interior, fachada, techos, soleras flotantes...) y, especialmente la forma de unión entre ellos, de manera que se eviten transmisiones acústicas por flancos que posteriormente puedan disminuir el aislamiento acústico de la partición.



## Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



### Arena

Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes Térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de  $0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.

### Arena + PYL 13 + Mortero



### P4.5

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante otra Placa de Yeso Laminado y una separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	-	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH .

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

$\overline{R_A}$  59,1\*  
 dB(A)

$\overline{M}$  55  
 Kg/m<sup>2</sup>

$\overline{EI}$  120

\* Ensayo CTA-268/08/AER

#### P4.7

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante otra Placa de Yeso Laminado y una separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.



#### P4.6

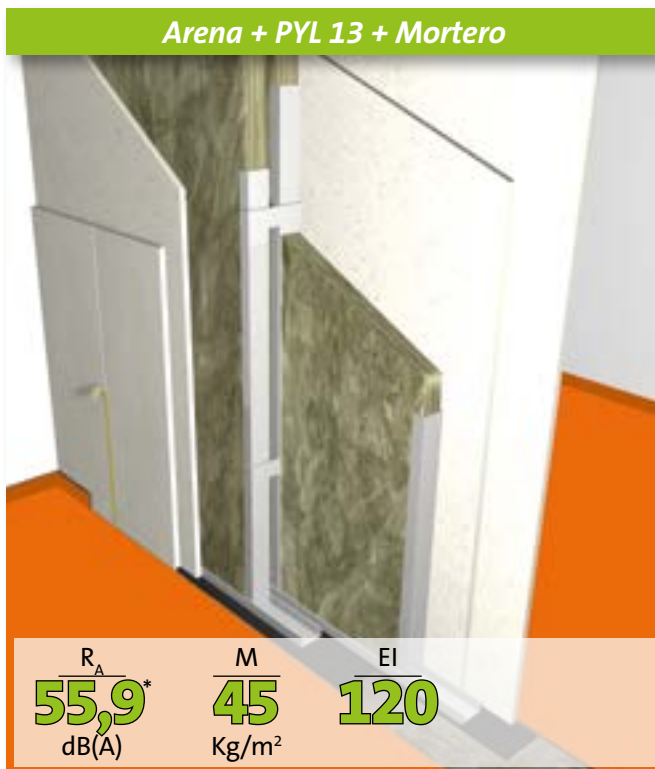
Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.



\* Ensayo CTA-118/08/AER

- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



**Arena + PYL 13 + Mortero**

$R_A$	$M$	$EI$
<b>62,8*</b>	<b>44,5</b>	<b>120</b>
dB(A)	Kg/m <sup>2</sup>	

#### P4.6

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una separación de 10 mm. Perfiles no arriostros. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

\* Ensayo CTA-026/06/AER

**Arena + PYL 15 + Mortero**

$R_A$	$M$	$EI$
<b>67,6*</b>	<b>53,4</b>	<b>120</b>
dB(A)	Kg/m <sup>2</sup>	

#### P4.8

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una separación de 10 mm. Perfiles no arriostros. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	15	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

\* Ensayo CTA-125/08/AER

## Consejo

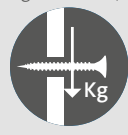

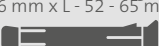
### Más allá del cumplimiento de prestaciones: Placa de Yeso Laminado Habito + Lana Mineral Arena. La mejor combinación



Los centros educativos constituyen una tipología de edificios, en los que los conceptos durabilidad y bajo mantenimiento juegan un papel clave; golpes, impactos, cuelgue de objetos como pizarras virtuales, percheros u otros elementos son el día a día de cualquier aula.

Los sistemas de Placa Yeso Laminado con Habito y Lana Mineral Arena, aportan un mínimo

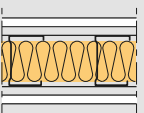
mantenimiento y una gran flexibilidad de diseño, puesto que ofrecen las mejores prestaciones del mercado en resistencia a impactos y una gran capacidad de carga por punto, utilizando incluso tornillos, lo que facilita la instalación o cambio de distintos elementos y permite mantener el elemento constructivo como el primer día.

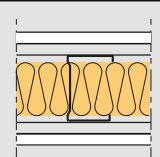
Tipo de carga	Tipo de fijación	Sistema		
		HBT13+48+HBT13	HBT13+BA13+48+ BA13+HBT13	2HBT13+48+2HBT13
 Carga Rasante (Kg)	Tornillo $\varnothing$ 5 mm x L - 52 - 65 mm 	27 Kg	31 Kg	40 Kg
	Taco metálico paraguas $\varnothing$ 6 mm x L - 52 - 65 mm 	61 Kg	70 Kg	90 Kg

Valores publicados con coeficientes de seguridad sobre el resultado alcanzado en ensayos de laboratorio Applus+. HBT: Habito. BA: Estándar.

Los sistemas de placa de yeso laminado con placa Habito en combinación con las lanas de Isover, son a su vez sistemas eficientes que permiten alcanzar valores elevados de resistencia

térmica, aislamiento acústico y protección en caso de incendio, convirtiendo esta eficiencia en excelentes aliados en el confort y seguridad de los usuarios.

Tabiques	Descripción	Aislamiento acústico $R_w$ (C;Ctr) dB · $R_A$ dBA	Peso medio aprox. (kg/m <sup>2</sup> )	Aislamiento térmico R (m <sup>2</sup> k/W)	Informe Ensayo
	<b>Sistema 98/48</b> 1 Placa Habito 13 (exterior)+ 1 Placa BA 13 (interior) + Estructura metálica Placo de 48 mm, modulación entre montantes de 600 mm + Lana Mineral Arena Basic 45 mm	$R_w=57$ (-4;-11) $R_A=54,3$	47	1,49	CTA 160017 /AER-1

Tabiques	Aislante	a	b	c	Sistema	El con placa Habito / BA
	Con LM	48	12,5	98	98/48	60
		70	12,5	120	120/70	60
		90	12,5	140	140/90	60
		100	12,5	150	150/100	60
		125	12,5	175	175/125	60
		150	12,5	200	200/150	60

Si desea más información, consulte: [www.placo.es/es-es/productos/placas-yeso-laminado/habito](http://www.placo.es/es-es/productos/placas-yeso-laminado/habito)

- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



## 4.1.2. Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos

El tabique de separación vertical entre aulas y pasillos tendrá las mismas exigencias de protección en caso de incendios, que los restantes elementos de separación vertical del aula, EI 60.

El aislamiento acústico a ruido aéreo requerido,  $R_A$ , será mayor que 50 dBA correspondiente al aislamiento acústico a ruido aéreo entre recintos que compartan puertas y/o ventanas.

### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se ha utilizado el siguiente producto ISOVER:



#### Arena

Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162. Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.

#### Arena + PYL 13 + Mortero



#### P4.5

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante otra Placa de Yeso Laminado y una separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m²K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

$R_A$  59,1\*  
 dB(A)

$M$  55  
 Kg/m<sup>2</sup>

$EI$  120

\* Ensayo CTA-268/08/AER

#### P4.7

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante otra Placa de Yeso Laminado y una separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m²K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.



- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

#### P4.6

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m²K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.



\* Ensayo CTA-118/08/AER



**Arena + PYL 13 + Mortero**

$\frac{R_A}{\text{dB(A)}}$   
**62,8\***

$\frac{M}{\text{Kg/m}^2}$   
**44,5**

$\frac{EI}{\text{Kg/m}^2}$   
**120**

#### P4.6

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una separación de 10 mm. Perfiles no arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

\* Ensayo CTA-026/06/AER

**Arena + PYL 15 + Mortero**

$\frac{R_A}{\text{dB(A)}}$   
**67,6\***

$\frac{M}{\text{Kg/m}^2}$   
**53,4**

$\frac{EI}{\text{Kg/m}^2}$   
**120**

#### P4.8

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una separación de 10 mm. Perfiles no arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	15	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

\* Ensayo CTA-125/08/AER



## Consejo

En los techos de los pasillos y las zonas comunes del centro educativo que sean colindantes con las aulas u otros recintos protegidos, como son los pasillos del centro educativo, será necesario efectuar las correcciones acústicas necesarias de forma que el área de absorción acústica equivalente sea de, al menos, **0,2 m<sup>2</sup>** por cada m<sup>3</sup> de volumen del recinto, con el fin de limitar el tiempo de reverberación.

Suponiendo un pasillo de un centro educativo de 2 m de ancho, 14 m de longitud y 2,65 m de altura, tendríamos:

$$A > 0,2 \times V = 0,2 \times 74,2 = 14,84 \text{ m}^2$$
$$(V = 2 \times 2,65 \times 14 = 74,2 \text{ m}^3)$$

Donde:

A: área de absorción acústica equivalente.

V: volumen en m<sup>3</sup>.

Nota: Para mayor información, véase el apartado de techos de este mismo capítulo.

AULAS	Elementos de separación vertical entre aulas.
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.	Fachada.
	Distribución interior.
	Techos.
	Solera.
	Conductos de Climatización.
PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES	Tabiques.
	Techos.
	Conductos de ventilación.
	Ascensores.
COCINAS Y COMEDORES	Cocinas.
	Comedores.
	Techos acústicos.
SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS	Techos.
	Solera.
GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS	Alta resistencia mecánica y a la humedad.
	Distribución interior. Zonas húmedas.
	Solera.
	Techos.





## 4.1.3. Fachada


Desde el punto de vista del aislamiento térmico y acústico en un centro docente, la fachada es uno de los puntos clave a tener en cuenta, puesto que es la superficie por la que más transmisión de calor o frío se produce y la principal barrera de protección contra el ruido externo. Así mismo, la fachada representa una de las partes estéticas más importante de este tipo de construcciones.

*La energía que se pierde no se ve, por eso no somos conscientes del despilfarro energético que se está produciendo en edificios mal aislados.*




Un adecuado diseño de esta parte de la estructura será por tanto fundamental a la hora de conseguir un centro docente cuya demanda energética para calefacción y aire acondicionado sea lo más reducida posible y, además, permita dotar a los usuarios de un adecuado confort interior.

Las lanas proporcionan un excelente aislamiento térmico y cumplen, instalando los espesores adecuados, los requerimientos del CTE.

 Una mejora en la eficiencia energética del edificio y una disminución de los puentes térmicos.

 Un mejor confort acústico.

 Asegurar la seguridad de las personas en caso de incendio.

Además, contrariamente a lo que ocurre con otros materiales que van perdiendo sus propiedades aislantes con el paso del tiempo, las lanas mantienen sus propiedades inalterables de forma que su capacidad de aislamiento no se ve alterada.

Gracias a su estructura interna, los productos realizados a partir de Lanas Minerales proporcio-

nan un excelente aislamiento acústico. Las Lanas Minerales se comportan como amortiguadores de forma que cuando la energía sonora atraviesa sus estructura, gracias a la elevada elasticidad que presentan, ésta se disipa. Contrariamente a lo que se piensa, un aumento en la densidad de este tipo de materiales no contribuye de forma significativa a una mejora en las propiedades acústicas del material.

De hecho, si este aumento es demasiado grande incluso puede llegar a perjudicar sus propiedades puesto que se produce un aumento en la rigidez del sistema.

La fachada es uno de los puntos más críticos a la hora de evitar la propagación de incendios. De hecho, la colocación de materiales de aislamiento no ignífugos en algún tipo específico de fachada, como las fachadas ventiladas, puede conllevar que estos favorezcan la propagación de un incendio y dificulten la evacuación de las personas por lo que reciben un tratamiento especial en el DB-SI del CTE.

En concreto, en la Sección 2 de dicho DB-SI se establece que:

“La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3, d2, hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.”

Las Lanas Minerales son materiales incombustibles y que no desprenden humos al entrar en contacto con el fuego. Son por tanto ideales para evitar la propagación de incendios a través de las fachadas de los edificios y contribuyen a la seguridad de las personas que los habitan.

El aislamiento de una fachada se puede realizar tanto por el interior como por el exterior.

## Aislamiento interior con trasdosado

### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### Eco D 032, Eco D 035, Eco D 037, Eco 032, Eco 035 y Eco 037

Paneles de Lana de Vidrio con o sin revestimiento de papel Kraft en una de sus caras, que actúa como barrera de vapor recomendados para el aislamiento de fachadas por el interior cumpliendo la norma UNE EN 13162 y código de designación MW-EN-13162-T3-WS-Z3-AFr5. Ensayados para su aplicación en el sistema ECOSEC y con un Documento de Idoneidad Técnica (DIT).

- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

### F1.4

La hoja exterior es de fábrica de Ladrillo Cerámico, perforado o macizo. Mientras que la interior se compone de una Placa de Yeso Laminado junto otra de Lana Mineral ISOVER. Las dos hojas se separan mediante un revestimiento intermedio y de una separación de 10 mm. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U $U=1/0,57+R_{At}$ (W/m <sup>2</sup> K)
Eco D 032	40	0,55
	100	0,27
Eco D 035	60	0,44
PYL <sup>1</sup>	13	0,55 / 0,27 / 0,44
Mortero <sup>2</sup>	3-5	



Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

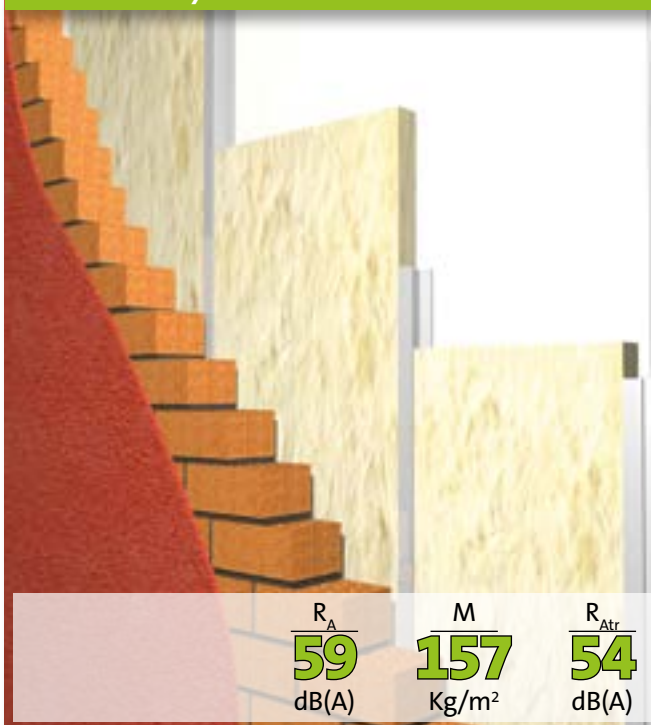
- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tec Aislaterm.

\* Ensayo AC3-D14-01-XXVI.





### Eco D 032 / Eco D 035 + PYL 13 + Mortero



$R_A$   
**59**  
 dB(A)

$M$   
**157**  
 Kg/m<sup>2</sup>

$R_{Atr}$   
**54**  
 dB(A)

### F3.4

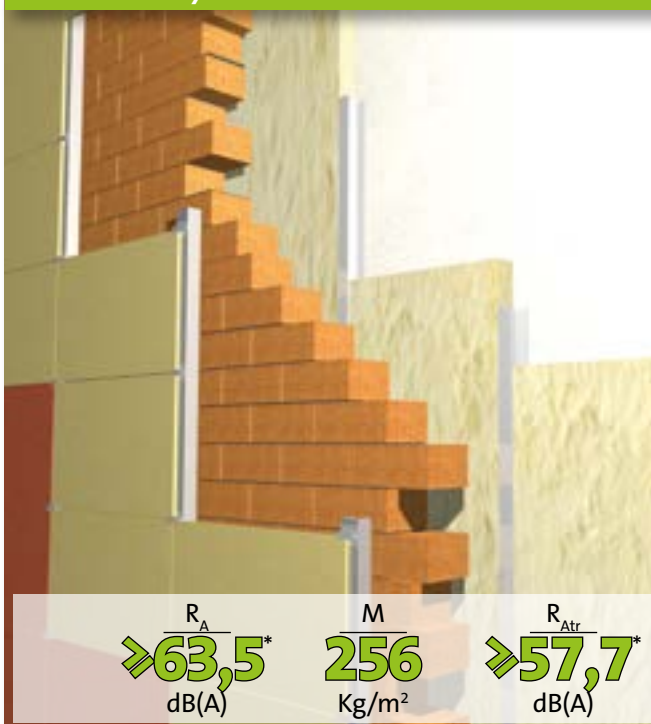
La hoja exterior es de fábrica de Ladrillo Cerámico, perforado o macizo, acompañada de un revestimiento Exterior continuo mientras que la interior se compone de una Placa de Yeso Laminado junto otra de Lana Mineral ISOVER. Las dos hojas se separan mediante una separación de 10 mm. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U $U=1/0,57+R_{AT}$ (W/m <sup>2</sup> K)
Eco D 032	40	0,55
	100	0,27
Eco D 035	60	0,44
PYL <sup>1</sup>	13	0,55 / 0,27 / 0,44
Mortero <sup>2</sup>	3-5	



Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tec Aislaterm.

### Eco D 032 / Eco D 035 + PYL 13 + Mortero



$R_A$   
**≥63,5\***  
 dB(A)

$M$   
**256**  
 Kg/m<sup>2</sup>

$R_{Atr}$   
**≥57,7\***  
 dB(A)

### F6.4

La hoja exterior es de fábrica de Ladrillo Cerámico, perforado o macizo, acompañada de un Revestimiento Exterior discontinuo fijado mecánicamente mientras que la interior se compone de una Placa de Yeso Laminado junto otra de Lana Mineral ISOVER. Las dos hojas se separan mediante una separación de 10 mm. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U $U=1/0,57+R_{AT}$ (W/m <sup>2</sup> K)
Eco D 032	40	0,55
	100	0,27
Eco D 035	60	0,44
PYL <sup>1</sup>	13	0,55 / 0,27 / 0,44
Mortero <sup>2</sup>	3-5	



Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tec Aislaterm.

\* Ensayo AC3-D14-01-XXVI.

## Los sistemas de aislamiento por el exterior en Centros Docentes

Los sistemas de aislamiento por el exterior en centros docentes se han mostrado como uno de los métodos más eficaces desde el punto de vista térmico y acústico.

Al aislar exteriormente se dota al edificio de una envolvente continua que le proporciona las siguientes ventajas:

- Al ser el aislamiento continuo en toda la fachada se reducen los puentes térmicos, de forma que se minimizan las pérdidas energéticas a través de la misma.

- Se reduce la aparición de humedades gracias al aislamiento proporcionado que evita la aparición de puntos fríos en las paredes.

Si además este aislamiento exterior se realiza con Lanas Minerales:

- Se proporciona un aislamiento acústico contra el ruido aéreo exterior.
- Al ser productos porosos, se permite que el edificio “respire”.
- Gracias a ser materiales totalmente ignífugos se dota al edificio de una protección extra contra incendios puesto que estos materiales no arden, no generan humos tóxicos y no ayudan a la propagación del fuego.



	<b>AULAS</b>
Elementos de separación vertical entre aulas.	
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.	
<b>Fachada.</b>	
Distribución interior.	
Techos.	
Solera.	
Conductos de Climatización.	
<b>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</b>	
Tabiques.	
Techos.	
Conductos de ventilación.	
Ascensores.	
<b>COCINAS Y COMEDORES</b>	
Cocinas.	
Comedores.	
Techos acústicos.	
<b>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</b>	
Techos.	
Solera.	
<b>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>	
Alta resistencia mecánica y a la humedad.	
Distribución interior. Zonas húmedas.	
Solera.	
Techos.	



## **Aislamiento por el exterior Sistemas SATE/ETICS**

Los sistemas ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems), también conocidos en España como sistemas SATE (Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior), están formados por varios elementos que, combinados, dan como resultado un excelente aislamiento térmico al proporcionar al edificio una envolvente continua que minimiza las pérdidas energéticas del mismo.

Al realizar este tipo de sistemas con paneles de Lana Mineral, a dicho aislamiento térmico se une un considerable aislamiento acústico y de protección contra incendios en las fachadas de los centros educativos.

Este tipo de solución cuenta con una larga trayectoria en toda Europa en este tipo de construccio-

nes y presenta las siguientes ventajas con respecto a otros sistemas:

- Al realizar la obra por la parte exterior de la fachada no se pierde superficie útil
- Las personas que trabajan en él no necesitan desplazarse fuera del mismo durante la obra.
- Proporcionan un revestimiento continuo, transpirable, impermeable y con una multitud de acabados finales.

Los paneles ISOFOX han sido desarrollados por ISOVER para formar parte de las soluciones SATE presentes en el mercado y que se basan en la incorporación de lanas como materiales aislantes.

Su baja conductividad térmica (0,036 W/m·K), su excelente comportamiento mecánico y su característica de ser un material totalmente ignífugo hacen de ISOFOX un producto perfectamente adaptado a estos sistemas.



### **Componentes del Sistema SATE**

1. Mortero adherente.
2. Paneles aislantes.
3. Perfil de arranque.
4. Anclajes.
5. Mortero regulador.
6. Malla de refuerzo.
7. Mortero de terminación.



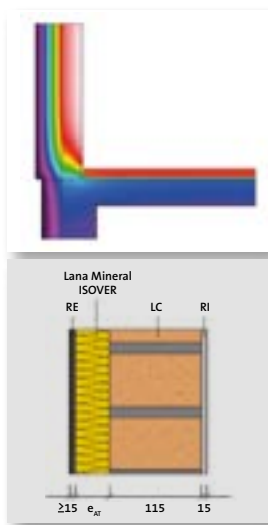
Prueba de esta idoneidad es que los paneles ISOFOX cumplen con todos los requisitos para los paneles aislantes que fijan las distintas normas europeas sobre sistemas SATE (UNE 13500 y ETAG 004).

Además, los nuevos paneles ISOFOX cumplen con las condiciones de las principales European Technical Approvals (ETAs) desarrolladas por los fabricantes de morteros específicos para estas soluciones. Dichos ETAs son Documentos de Idoneidad Técnica a nivel europeo que certifican que los sistemas SATE instalados con las condiciones expresadas en las mismas cumplen con todos los requisitos técnicos y de resistencia mecánica exigidos a estos sistemas a nivel europeo.

Desde el inicio de su desarrollo, ISOVER se fijó como meta el cumplimiento de estas directrices de calidad y fruto de este trabajo es el panel ISOFOX.

La propia naturaleza del material con el que está fabricado el Panel ISOFEX (Lana de Roca) confiere al mismo de una serie de ventajas frente a la instalación de otro tipo de materiales.

- **Aislamiento térmico:** En el caso de los productos de Lana de Roca, se pueden lograr conductividades de aproximadamente 0,036 W/m·K de forma que con un espesor de unos 5 cm ya se cumple con la  $U_{max}$  del cerramiento requerida en el CTE para cualquier zona climática.
- **Protección contra incendios:** Los paneles ISOFEX tienen una reacción al fuego A1 por lo que son materiales totalmente incombustibles.
- **Aislamiento acústico:** Los paneles de Lana de Roca tienen una ventaja objetiva en este sentido puesto que proporcionan, además del mencionado aislamiento térmico y de protección contra incendios, un aislamiento acústico extra.



*Termografía de la fachada con aislamiento por el exterior tipo SATE.*

*RE: revestimiento exterior continuo.  
Lana Mineral ISOVER: Aislante térmico y acústico.  
LC: fábrica de ladrillo cerámico.  
RI: revestimiento interno.*

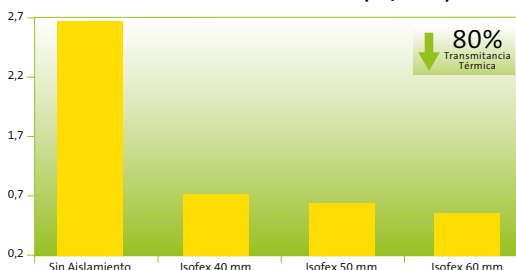
Ensayos de acústica realizados en un laboratorio acreditado muestra como, contrariamente a lo que ocurre con otro tipo de materiales que perjudican el aislamiento acústico ofrecido por el muro soporte en este tipo de soluciones, los sistemas SATE realizados con el panel ISOFEX confieren un aislamiento acústico extra a la fachada. De esta forma se contribuye a disminuir de manera significativa el ruido exterior y a la mejora del confort acústico de las personas.

- **Montaje:** Los paneles de Lana de Roca son totalmente estables, por lo que permanecen inalterables durante todo el proceso de montaje.

- Material que permite el paso del vapor: permite al edificio “respirar”. Por tanto, los paneles ISOFEX son ideales para la instalación de soluciones SATE.

Considerando el mismo ejemplo que el realizado anteriormente pero con la solución especificada en el catálogo de elementos constructivos derivado del código técnico de la edificación F4.1:

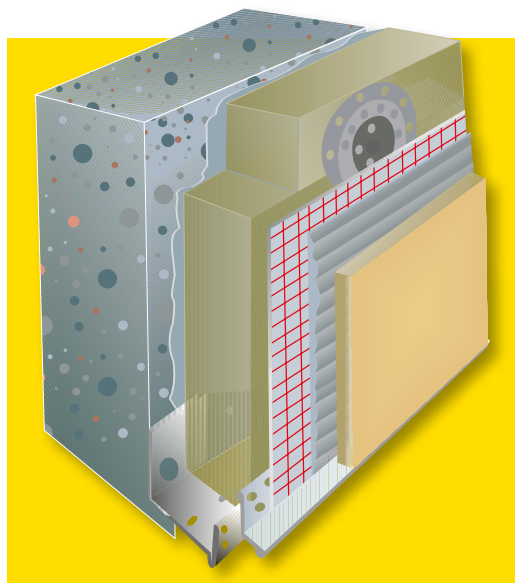
#### Valores de transmitancia térmica (W/m<sup>2</sup>K)



#### Productos ISOVER para sistemas ETICS/SATE

	Isofex
Tipo	Lana de Roca
Formato	Panel desnudo
Conductividad Térmica W/mK	0,036
Aislamiento Térmico	****
Aislamiento Acústico	*****
Prestaciones Mecánicas	*****
Protección frente al Fuego	*****

\*\*\* Bueno \*\*\*\* Muy bueno \*\*\*\*\* Excelente \*\*\*\*\* Premium



#### Sistemas SATE con ISOFEX:

- Sistemas de aislamiento térmico y acústico por el exterior en los cuales los paneles de aislamiento de Lana de Roca Isofex son pegados y fijados mecánicamente al muro de la fachada.
- Soluciones recomendadas tanto para obra nueva como para renovación que cumplen con los European Technical Approvals más exigentes de los principales fabricantes internacionales de morteros.

- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



### **Solución técnica**

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### **Isofex**

*Paneles de Lana de Roca de alta densidad. Especialmente desarrollados para la instalación de sistemas de aislamiento térmico y acústico por el exterior en fachadas (ETICS) con mortero acrílico cumpliendo con la norma UNE EN-13162, con una conductividad térmica de 0,036 W/(m·K), clase de reacción al fuego A, resistencia a la tracción de 10 KPa y código de designación MW-EN13162-T5-TR10-WS-MU1-AW0,90-AFR5.*





### F4.1

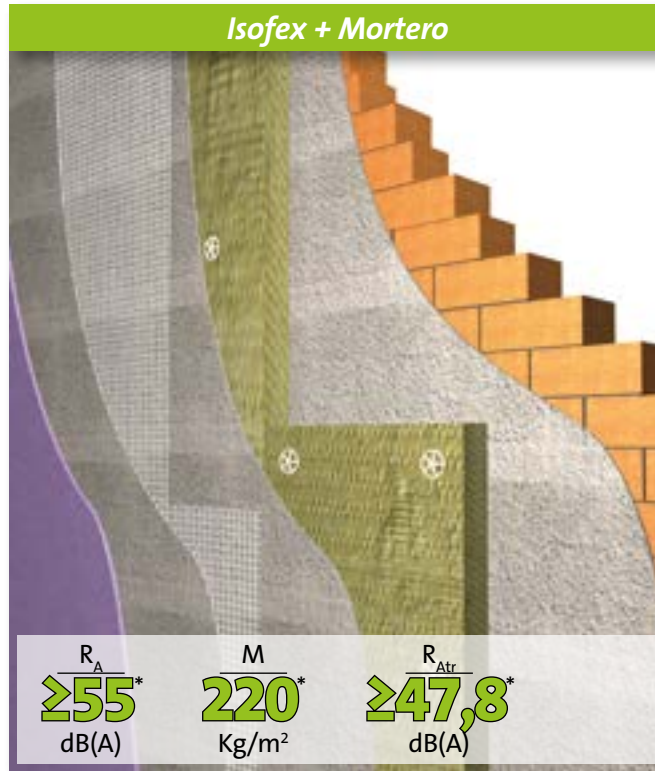
La hoja interna está constituida por un muro de fábrica de Ladrillo Cerámico (macizo o perforado cuando el material aislante se fija mecánicamente) y un Revestimiento Interior que puede ser enlucido, enfoscado o alicatado. Mientras que la hoja externa es un Revestimiento Exterior continuo al que se une la Lana Mineral ISOVER, resultando una solución continua. Aplicación multicapa de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U $U=1/0,38+R_{AT}$ (W/m <sup>2</sup> K)
Isofex	60	0,49
	120	0,27
Mortero <sup>1</sup>	-	-

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Mortero Weber.Therm Acoustic.

\* Ensayo n°91.2648.0-IN-OT-10/401.



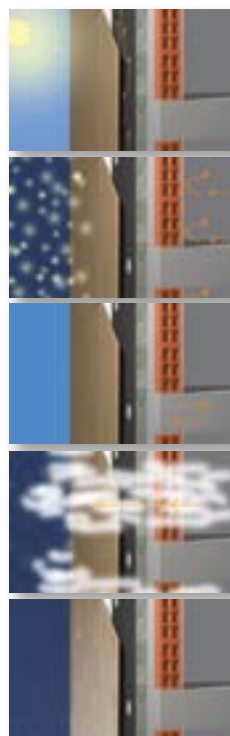
AULAS	Elementos de separación vertical entre aulas.
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.	
Fachada.	Distribución interior.
	Techos.
	Solera.
Conductos de Climatización.	
PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES	Tabiques.
	Techos.
Conductos de ventilación.	Ascensores.
COCINAS Y COMEDORES	Cocinas.
	Comedores.
	Techos acústicos.
SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS	Techos.
	Solera.
GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS	Alta resistencia mecánica y a la humedad.
	Distribución interior. Zonas húmedas.
	Solera.
	Techos.

### Aislamiento por el exterior Fachadas ventiladas

Una de las soluciones de aislamiento por el exterior que proporciona un mayor ahorro energético, un mayor confort acústico y una gran versatilidad en cuanto a estética es la instalación de una Fachada Ventilada con aislamiento.

Para instalar este tipo de fachadas, sobre la pared exterior se ancla una subestructura metálica, generalmente de acero galvanizado o aluminio, destinada a soportar la hoja exterior de acabado. Dicha estructura deja una cámara de aire de unos pocos centímetros entre el aislamiento y las pla-

Una fachada ventilada es un sistema de aislamiento continuo el cual está compuesto por una hoja interior sobre la cual se fija a través de un sistema de anclajes la hoja exterior de acabado. El aislamiento intermedio garantiza la eficiencia energética de la envolvente y el confort de los usuarios.



Conducir hacia el exterior el calor radiante.

Conservar el calor interior durante los meses de invierno.

Evitar los puentes térmicos aplicando el aislamiento de forma continua.

Ausencia de riesgos de compensación en la fachada (circulación de aire a lo largo de la cámara ventilada).

La estructura externa de la fachada ventilada aísla el edificio contra las inclemencias externas como el viento o la lluvia.



**Ecovent:**  
Lana Mineral con gran resistencia a la rotura y al desgarro gracias a su exclusivo Tejido Neto.



**Ecovent VN:**  
Es la nueva gama de productos que ISOVER ha creado específicamente para el aislamiento en Fachadas Ventiladas. Está formada por paneles de lana de mineral no hidrófilos recubiertos por un velo negro que actúa como soporte en su instalación. Se presenta además en varios espesores y con distintas conductividades térmicas.

cas que conforman la segunda piel por la que el aire puede circular y que le confiere sus especiales características. Además, las juntas entre las placas de terminación suelen ser abiertas, permitiendo también el flujo de aire a través de las mismas.

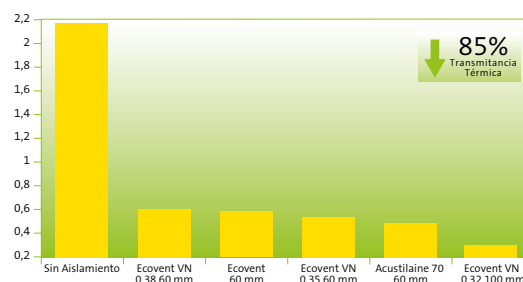
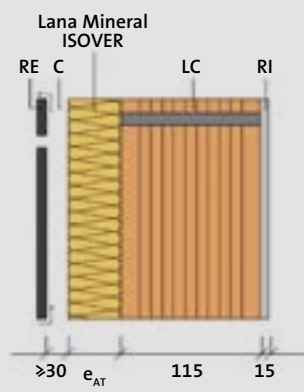
Aunque este tipo de construcciones son efectivas desde el punto de vista térmico durante todo el año, es durante los meses de verano donde sus propiedades adquieren mayor importancia. En dichos meses el sol que impacta directamente contra la fachada calienta el aire presente en la cámara ventilada. Este aire caliente pesa menos que el aire frío por lo que tiende a elevarse provocando un “efecto chimenea” a través de la cámara. De esta forma se evacua gran parte de la energía absorbida por los distintos materiales utilizados en la hoja exterior y evita que el calor pase al interior del edificio.

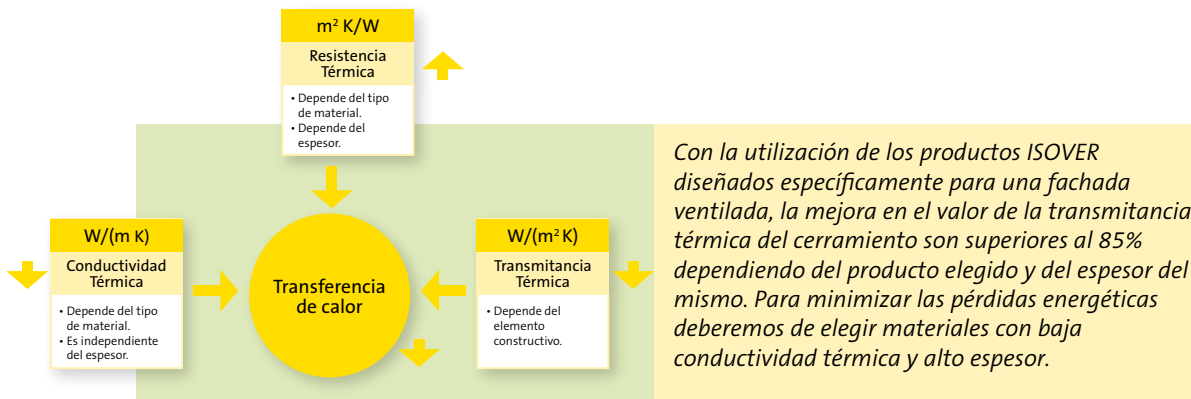
ISOVER dispone de la gama más amplia del mercado en cuanto a productos para el aislamiento de fachadas por el exterior. Productos de Lana de Vidrio o Lana de Roca específicamente diseñados para las fachadas ventiladas en centros educativos. A continuación, se realiza un resumen de este tipo de productos:

	Ecovent	Ecovent VN 038	Ecovent VN 035	Ecovent VN 032
Tipo	Lana de Vidrio			
Formato	Rollo con tejido de vidrio	Panel con velo negro de vidrio		
Conductividad Térmica W/mK	0,038	0,038	0,035	0,032
Aislamiento Térmico	***	***	*****	*****
Aislamiento Acústico	*****	*****	*****	*****
Prestaciones Mecánicas	*****	*****	*****	*****
Protección frente al Fuego	*****	*****	*****	*****

\*\*\* Bueno \*\*\*\* Muy bueno \*\*\*\*\* Excelente \*\*\*\*\* Premium

RE: Revestimiento exterior continuo.  
C: Cámara de aire ventilada.  
BC: Fábrica de bloque cerámico.  
RI: Revestimiento interior.  
LC: Ladrillo cerámico.  
Lana Mineral ISOVER: aislante térmico y acústico.





Las transferencias térmicas que se producen en un centro educativo son de distinta naturaleza. Son función de los materiales que componen los cerramientos, de la ventilación, de las ganancias, etc. Es necesario evaluar y controlar estos fenómenos para garantizar un hábitat cómodo tanto en invierno como en verano.

Una forma simplificada de estimar las pérdidas energéticas a través de un cerramiento opaco es utilizar la siguiente expresión, función de la transmitancia térmica:

$$q = U \cdot (T_{\infty i} - T_{\infty e}) [W/m^2]$$

Donde:  
**q:** Transferencia de calor a través del cerramiento (W/m<sup>2</sup>)  
**U:** Es el coeficiente de transmitancia térmica (W/m<sup>2</sup>K)  
**T<sub>∞i</sub> - T<sub>∞e</sub>:** diferencia de temperaturas entre la cara caliente y la cara fría (K)

La calidad de los materiales empleados en la envolvente del edificio (fachadas, techos, suelos y acristalamientos), determinará la capacidad del mismo para mantener las condiciones de confort alcanzadas con unos aportes mínimos de energía, lo cual se traducirá en importantes ahorros energéticos y económicos. Una envolvente con bajos valores del coeficiente de transmitancia térmica puede mejorar considerablemente la eficiencia energética del edificio.

Si suponemos por ejemplo una fachada ventilada como la definida en el catálogo de elementos constructivos derivados del código técnico de la edificación (solución F 8.1) podemos determinar la transmitancia térmica del cerramiento sin aislamiento y ver como dicha transmitancia se puede minimizar mediante la utilización de los productos definidos anteriormente diseñados por ISOVER específicamente para este tipo de soluciones, lo cual se traducirá en una mayor eficiencia energética:



- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.**
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



## **Soluciones técnicas**

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



### **Ecovent**

*Manta de Lana Mineral no hidrófila, revestida por una de sus caras con un tejido textil negro de gran resistencia mecánica y al desgarró.*



### **Ecovent VN 032, 035, 038**

*Paneles de Lana de Mineral Arena no hidrófila recubiertos de un velo negro en una de sus caras. Se ha desarrollado de forma que proporciona distintos aislamientos térmicos en función a las necesidades requeridas. Producto para aislamiento térmico en fachadas ventiladas cumpliendo la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación, clase de reacción al fuego A2-s1,d0 y código de designación MW-EN-13162-T3-WS-MU1.*



### F8.1

La hoja interna está constituida por un muro de fábrica de Ladrillo Cerámico y un Revestimiento Interior que puede ser enlucido, enfoscado o alicatado. Mientras que en la cara externa se dispone un Revestimiento Exterior discontinuo y una Cámara de aire ventilada que debe tener un espesor entre 3 cm y 10 cm. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U $U=1/0,47+R_{At}$ (W/m <sup>2</sup> K)
Ecovent	60	0,49
Ecovent VN 032	100	0,28
Ecovent VN 035	100	0,30
	120	0,26
Mortero <sup>1</sup>	-	0,49/0,27/0,53/0,56
Mortero <sup>2</sup>		
Mortero <sup>3</sup>		

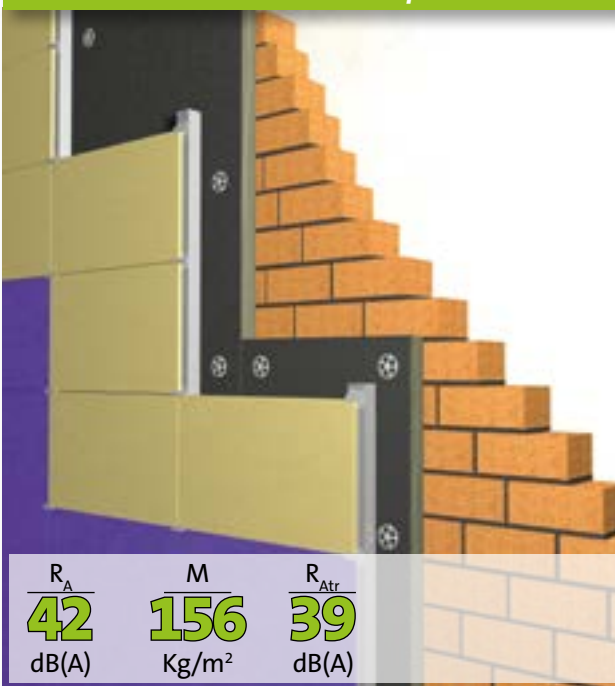
Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Mortero Weber.Therm Base.

<sup>2</sup> Mortero Weber.CS Plus.

<sup>3</sup> Mortero Weber.Tene.

### Ecovent / Ecovent VN 032 / Ecovent VN 035 / Mortero Multicapa



### F8.2

La hoja principal está constituida por un muro de fábrica de Bloque de Hormigón el valor de la absorción de los bloques debe ser como máximo de 0,32 g/cm<sup>3</sup>, salvo cuando sea curado en autoclave y un Revestimiento Interior que puede ser enlucido, enfoscado o alicatado. Mientras que en la cara externa se dispone un Revestimiento Exterior discontinuo y una Cámara de aire ventilada que debe tener un espesor entre 3 cm y 10 cm. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U $U=1/0,97+R_{At}$ (W/m <sup>2</sup> K)
Ecovent	60	0,39
Ecovent VN 032	100	0,24
Ecovent VN 035	100	0,26
	120	0,23
Ecovent VN 038	50	0,44
Mortero <sup>1</sup>	-	0,49/0,27/0,53/0,56
Mortero <sup>2</sup>		
Mortero <sup>3</sup>		

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Mortero Weber.Therm Base.

<sup>2</sup> Mortero Weber.CS Plus.

<sup>3</sup> Mortero Weber.Tene.

### Ecovent / Ecovent VN 032 / Ecovent VN 035 / Mortero Multicapa



- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.**
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



## 4.1.4. Distribución interior

Las exigencias en cuanto a la distribución interior de las aulas de un centro docente no están definidas en el DB-HR del CTE, no obstante, es recomendable dotar al tabique del suficiente aislamiento acústico como para proporcionar a los usuarios tranquilidad en los distintos espacios.

El mínimo tabique recomendado para cualquier uso incluso cuando no existan requerimientos específicos, cumple con las mínimas exigencias de los tabiques de distribución interior de un edificio de viviendas, al que se le exige un aislamiento acústico  $R_A = 33$  dBA.

### Soluciones técnicas

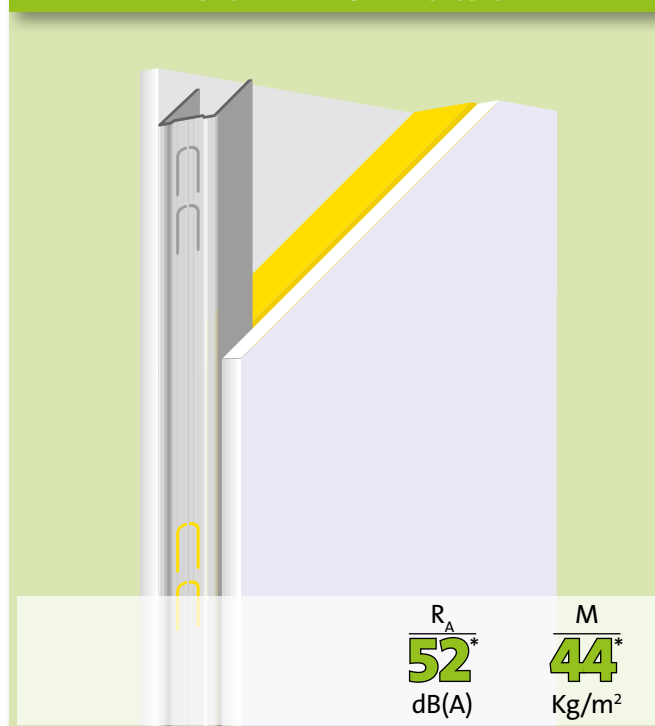
Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### Arena

Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162. Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de  $0,035$  W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.

#### Arena + PYL 15 + Mortero



#### P4.2

Solución compuesta por dos Placas de Yeso Laminado generando una cámara, ésta se rellena con Lana Mineral ISOVER. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m²K)
Arena	40	0,62
PYL <sup>1</sup>	15	0,63
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

\* Ensayo CTA-087/08/AER.



## AULAS

Elementos de separación vertical entre aulas.  
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.  
Fachada.

### Distribución interior.

Techos.  
Solera.  
Conductos de Climatización.

## PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES

Tabiques.  
Techos.  
Conductos de ventilación.  
Ascensores.

## COCINAS Y COMEDORES

Cocinas.  
Comedores.  
Techos acústicos.

## SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS

Techos.  
Solera.

## GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS

Alta resistencia mecánica y a la humedad.  
Distribución interior. Zonas húmedas.  
Solera.  
Techos.



## 4.1.5. Techos

Como se indicaba al inicio de este documento, el acondicionamiento acústico juega una importancia fundamental a la hora de conseguir una comunicación eficaz en el aula, al igual que el aislamiento acústico el cual es también fundamental para que las actividades dentro del centro educativo se realicen exitosamente.

El CTE exige que las aulas estén acondicionadas acústicamente de forma que el tiempo de reverberación no exceda de 0,7 s en salas vacías o 0,5 s en salas con mobiliario fijo.

Las soluciones con techos fonoabsorbentes Placo corrigen el tiempo de reverberación del recinto.

Los techos continuos Placo con Lana Mineral ISOVER permiten incrementar los niveles de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos de los forjados, ocultar instalaciones y crear barreras efectivas en caso de incendio.

### *Soluciones técnicas de aislamiento acústico*

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### **IBR**

*Lana Mineral ISOVER IBR constituido por una manta ligera de Lana de Vidrio, que puede ir revestida por una de sus caras con un kraft que actúa como barrera de vapor cumpliendo la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,040 W/(m·K) y código de designación MW-EN-13162-T2-WS-Z3-AFr5.*





### TO.1

La cara mas superficial de la estructura es una Placa de Yeso Laminado sujeta a un forjado u otro Soporte Resistente mediante unos tirantes metálicos. Entre estas capas se crea una Cámara de aire de al menos 100 mm en la que una parte del espacio la ocupa una capa de Lana Mineral ISOVER.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	$R_{15} = 0,22 + R_{AT}$ m <sup>2</sup> K/W
IBR	80	2,22
PYL <sup>1</sup>	13	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.

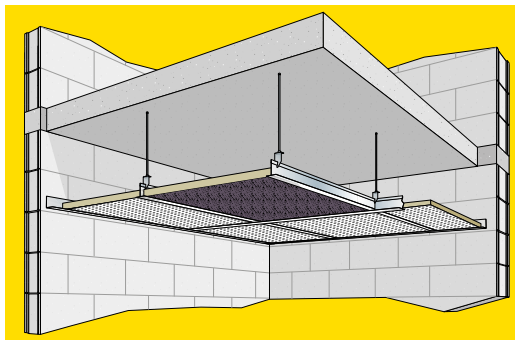


\* Ensayo B1001-40-M79RA.

- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.**
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

## Soluciones técnicas de acondicionamiento acústico

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



### Arena Absorción

Panel semirrígido de Lana Mineral arena ISOVER, no hidrófilo, revestido por una de sus caras con un velo de vidrio de color negro.

Por sus excelentes prestaciones acústicas, arena absorción, es la mejor opción para absorbente acústico en falsos techos perforados, ya sean metálicos, de madera o de yeso laminado.



Techo continuo formado por una Placa de Yeso Laminado fonoabsorbente entre la que se coloca un aislamiento ISOVER de elevada absorción acústica para unos resultados de absorción extraordinarios.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)
Arena Absorción	40
PYL <sup>1</sup>	-
PYL <sup>2</sup>	-

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Activ Air Continuo.
- <sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado Rigitone.

Coeficiente de absorción $\alpha$ Sabine*							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	
Espesor	15	0,40	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90
	25	0,40	0,70	0,65	0,85	0,90	0,95
	40	0,40	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00

\* Ensayos con cámara o plenum, sobre bandejas metálicas perforadas.

Ensayos Instituto de Acústica.

Referencia:  
AC3-D5-00-IX, AC3-D6-03-XI,  
AC3-D14-01-XVIII.



## 4.1.6. Solera

En aulas, el DB-HR exige que el nivel global de presión de ruido de impactos,  $L'_{nt,w}$ , sea menor que 65 dB o 60 dB si el ruido está generado en recintos de instalaciones o actividad.

### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### Arena PF

Panel de Lana Mineral Arena de alta resistencia a la compresión. Aislamiento térmico y acústico a ruido de impactos en suelos flotantes colocado bajo losa armada de al menos 4 cm. Aislamiento térmico bajo primer forjado.

#### S0.1

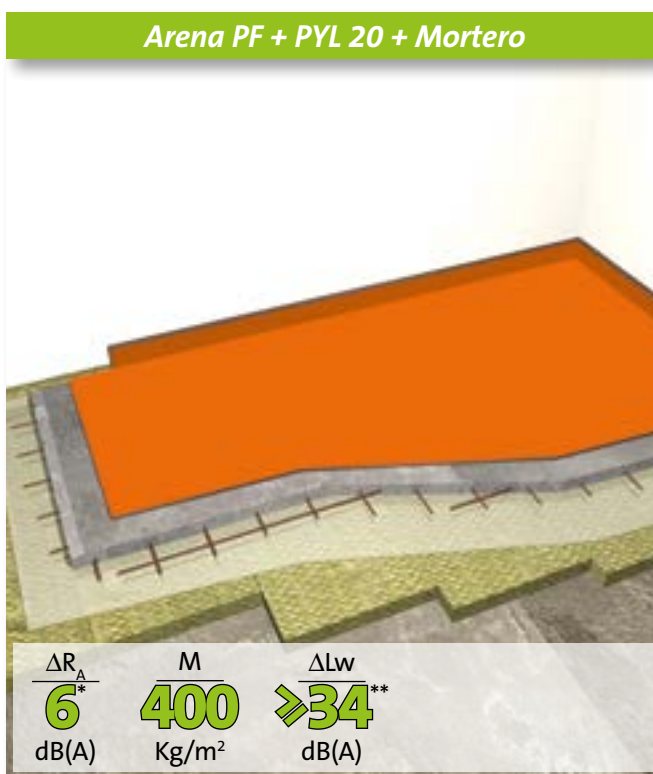
Sobre un Soporte Resistente o forjado se dispone la capa de Lana Mineral ISOVER, como aislante acústico, y una capa de Mortero como soporte del acabado (AC suelo laminado, etc) que será la capa más superficial. Para suelos flotantes los valores de  $\Delta R_A$  y de  $\Delta L_w$  dados, son para una capa de mortero de 50 mm de espesor. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	$R_{SF} = 0,02 + R_{AR}$ m <sup>2</sup> ·K/W
Arena PF	15	0,48
	25	0,80
PYL <sup>1</sup>	20	0,48 / 0,80
Mortero <sup>2</sup>	50	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Rigidur.

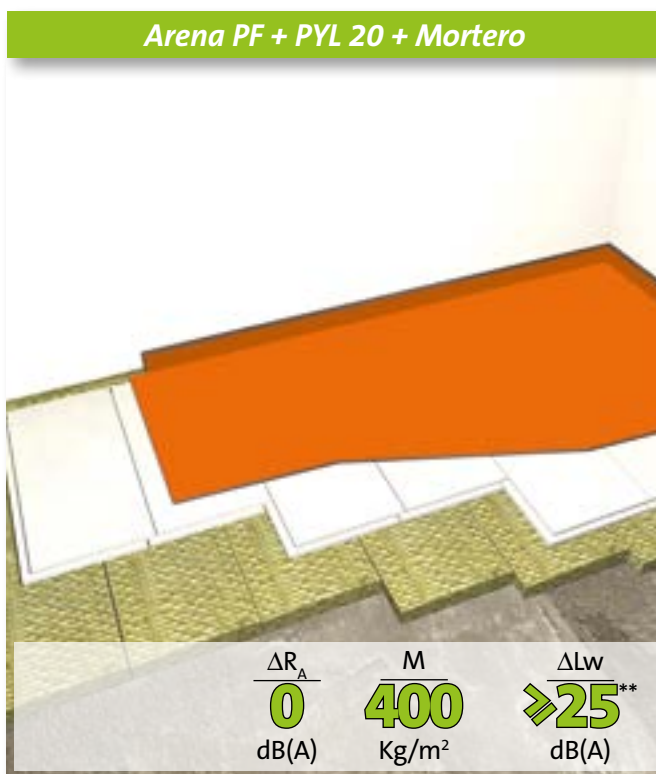
<sup>2</sup> Mortero Weber.Floor Fluid.



\* 5 dB(A) en Arena PF de 15 de espesor.

\*\* Valores estimados a partir del ensayo AC3-D14-01-XV

AULAS	Elementos de separación vertical entre aulas.
	Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
	Fachada.
	Distribución interior.
	Techos.
	Solera.
	Conductos de Climatización.
PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES	Tabiques.
	Techos.
	Conductos de ventilación.
	Ascensores.
COCINAS Y COMEDORES	Cocinas.
	Comedores.
	Techos acústicos.
SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS	Techos.
	Solera.
GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS	Alta resistencia mecánica y a la humedad.
	Distribución interior. Zonas húmedas.
	Solera.
	Techos.



\* 1 dB(A) en Panel Solado L y 7 PLACO Force Floor.  
 \*\* 23 dB en Panel Solado L de 20 de espesor.  
 27 dB en Panel Solado L de 30 de espesor.  
 25 dB en Arena PF de 15 de espesor.

## S0.2

Sobre un Soporte Resistente o forjado se dispone la capa de Lana Mineral ISOVER, como aislante acústico, y dos Placas de Yeso Laminado. Finalmente, se dispone el Acabado que es la parte más superficial. \*Para suelos flotantes los valores de  $\Delta R_A$  y de  $\Delta Lw$  dados, son para unas Placas de Yeso Laminado de al menos 12,5 mm de espesor cada una y una masa de 22 Kg/m<sup>2</sup> por unidad de superficie. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	$R_{SF} = 0,11 + R_{AR}$ m <sup>2</sup> ·K/W
Arena PF	15	0,58
	25	0,89
PYL <sup>1</sup>	20	0,58 / 0,89
Mortero <sup>2</sup>	8/50	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Rigidur.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Floor Fluid.

## 4.1.7. Conductos de Climatización

Una de las mayores molestias para los usuarios de un Centro Docente son los ruidos producidos por las instalaciones de climatización.

Este tipo de ruidos, se pueden atenuar mediante la utilización de conductos CLIMAVER Apta, CLIMAVER A2 deco y CLIMAVER neto.

### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



### CLIMAVER APTA

Paneles para la fabricación de conductos autoportantes de distribución de aire en Climatización, fabricados a partir de Lana Mineral y concebidos para responder a necesidades muy elevadas de aislamiento térmico y absorción acústica, incorporando en su interior un tejido neto, para ofrecer elevada atenuación acústica y favorecer su limpieza.



### CLIMAVER A2 deco

Paneles para la fabricación de conductos autoportantes de distribución de aire en Climatización, fabricados a partir de Lana Mineral y concebidos para su instalación vista (sin falso techo), conservando unas propiedades óptimas de reacción al fuego, e incorporando en su interior el tejido para ofrecer elevada atenuación acústica y favorecer su limpieza.



### CLIMAVER neto

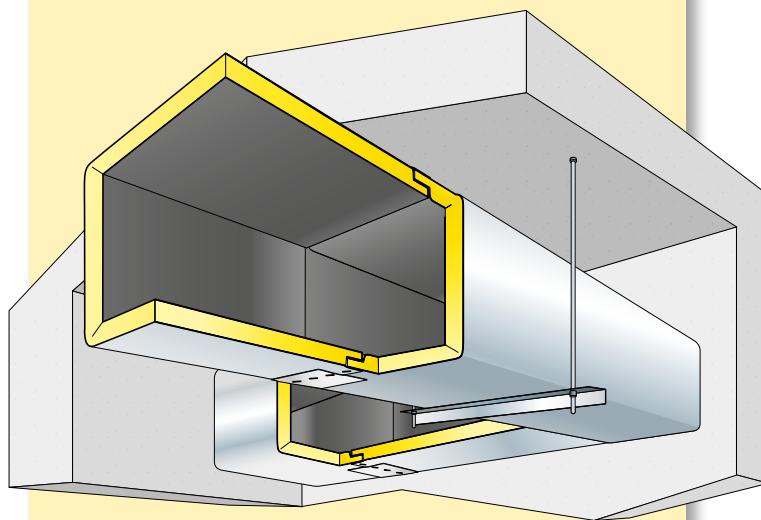
Paneles para la fabricación de conductos autoportantes de distribución de aire en Climatización, fabricados a partir de Lana Mineral incorporando en su interior tejido neto, para ofrecer elevada atenuación acústica y favorecer su limpieza.

- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

Conductos de climatización de alta eficiencia térmica y acústica constituidos por paneles de lana mineral ISOVER pertenecientes a la familia CLIMAVER.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Absorción Acústica ( $\alpha_w$ )
CLIMAVER APTA	40-50	0,90
CLIMAVER A2 Deco	25	0,85
CLIMAVER Neto		

### CLIMAVER APTA / CLIMAVER A2 deco / CLIMAVER neto





## Pasillos y escaleras protegidos

### Objetivos

Protección frente a incendios:  
 $EI > 120$ .

## Ascensores

### Objetivos

Confort Acústico:  
Aislamiento acústico a ruido aéreo:  $D_{nTA} > 50$  dBA.



- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



## 4.2.1. Pasillos y escaleras protegidos

---

*Son pasillos y escaleras protegidos aquellos recintos lo suficientemente seguros como para permitir que los ocupantes puedan permanecer en los mismos durante un determinado periodo de tiempo.*





	<b>AULAS</b>	
Elementos de separación vertical entre aulas.		
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.		
Fachada.		
Distribución interior.		
Techos.		
Solera.		
Conductos de Climatización.		
<b>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</b>		
Tabiques.		
Techos.		
Conductos de ventilación.		
Ascensores.		
<b>COCINAS Y COMEDORES</b>		
Cocinas.		
Comedores.		
Techos acústicos.		
<b>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</b>		
Techos.		
Solera.		
<b>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>		
Alta resistencia mecánica y a la humedad.		
Distribución interior. Zonas húmedas.		
Solera.		
Techos.		

En un centro docente, es de vital importancia, garantizar las condiciones de seguridad en caso de incendio. Las lanas minerales de ISOVER, son productos inorgánicos totalmente incombustibles con una clase de reacción al fuego certificada en productos sin revestimientos A1.

Además del cumplimiento de los requerimientos correspondientes al DB-SI y las exigencias a fuego o acústicas que deban cumplir las particiones en función de su ubicación dentro del edificio, el DB-SI exige que tanto escaleras como pasillos protegidos dispongan de elementos separadores EI-120.

La reacción al fuego de los elementos que revistan tanto techos como paredes deberá ser como mínimo B-s1, d0, incluyendo cualquier material que constituya una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por algún elemento que tenga EI 30.

Los pasillos y escaleras no deberán tener más de dos accesos por planta.

En los pasillos es prioritario utilizar una solución de gran robustez capaz de resistir los impactos y aportar las mejores prestaciones incluso en zonas de alto tránsito que pueden estar sujetas a aglomeraciones.



## 4.2.1.1. Tabiques

Las particiones separadoras de pasillos y escaleras protegidas tienen unas exigencias de protección frente a incendios de EI 120.

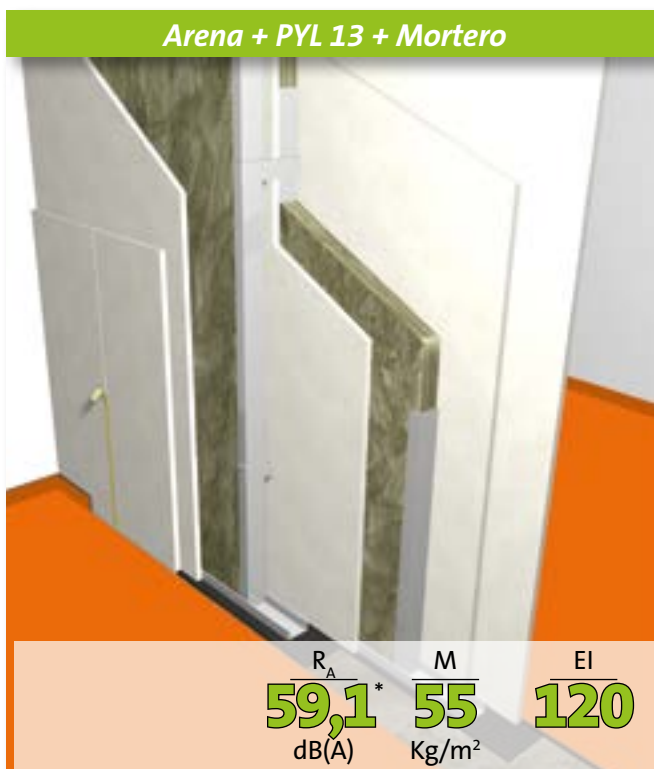
### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### Arena

Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162. Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.



#### Arena + PYL 13 + Mortero

#### P4.5

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante otra Placa de Yeso Laminado y una Separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m²K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

$R_A$        $M$        $EI$   
**59,1\***    **55**      **120**  
 dB(A)      Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-268/08/AER.

#### P4.7

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante otra Placa de Yeso Laminado y una Separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.



- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

#### P4.6

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una Separación de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.



\* Ensayo CTA-118/08/AER.



**Arena + PYL 13 + Mortero**

$R_A$	$M$	$EI$
<b>62,8*</b>	<b>44,5</b>	<b>120</b>
dB(A)	Kg/m <sup>2</sup>	

\* Ensayo CTA-026/06/AER.

#### P4.6

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una Separación de 10 mm. Perfiles no arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

**Arena + PYL 13 + Mortero**

$R_A$	$M$	$EI$
<b>67,6*</b>	<b>53,4</b>	<b>120</b>
dB(A)	Kg/m <sup>2</sup>	

\* Ensayo CTA-125/08/AER.

#### P4.8

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una Separación de 10 mm. Perfiles no arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	67	0,25
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2,3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impac.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

## 4.2.1.2. Techos

### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### Arena Basic

Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.

#### T0.1

La cara mas superficial de la estructura está compuesta por dos Placas de Yeso Laminado de 25 mm de espesor (atornillados a una estructura metálica de acero galvanizado). En su interior se dispondrá de una aislamiento ISOVER de Lana de Vidrio o Lana de Roca.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)
Arena Basic	67
PYL <sup>1</sup>	25

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO MEGAPLAC PPF 25.



AULAS	
Elementos de separación vertical entre aulas.	
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.	
Fachada.	
Distribución interior.	
Techos.	
Solera.	
Conductos de Climatización.	
PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES	
Tabiques.	
Techos.	
Conductos de ventilación.	
Ascensores.	
COCINAS Y COMEDORES	
Cocinas.	
Comedores.	
Techos acústicos.	
SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS	
Techos.	
Solera.	
GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS	
Alta resistencia mecánica y a la humedad.	
Distribución interior. Zonas húmedas.	
Solera.	
Techos.	



## 4.2.1.3. Conductos de ventilación

### *Soluciones técnicas*

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### **ULTIMATE U Protect**

Lana Mineral **ULTIMATE** para aplicaciones de protección contra incendios capaz de satisfacer los requisitos más exigentes. La estabilidad del producto y su excelente resistencia térmica, permiten a **ULTIMATE** ofrecer un rendimiento óptimo en la protección contra incendios y el aislamiento térmico, cumpliendo entre otras, la Norma Europea EN 1366-1 (Ensayos de resistencia al fuego de conductos de ventilación).



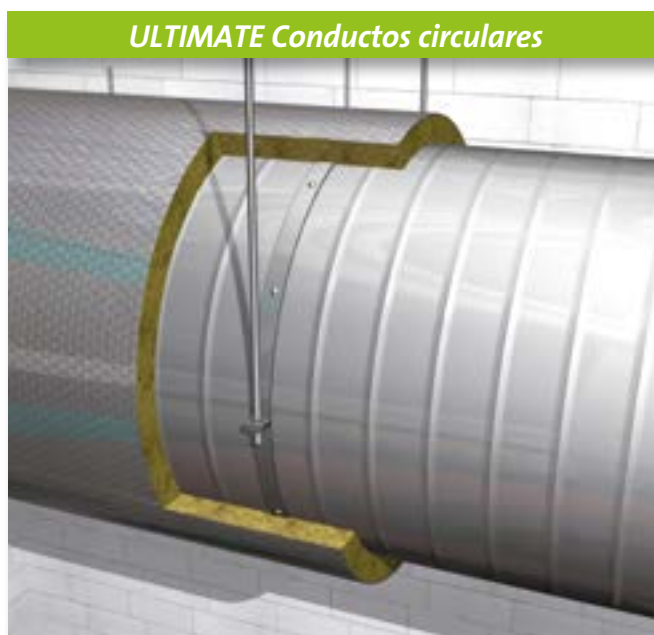
**ULTIMATE Protect Slab** se presenta en forma de paneles (con revestimiento y sin revestimiento) y **ULTIMATE Protect Wired Mat** se presenta en forma de mantas (con revestimiento y sin revestimiento).





En el caso de protección frente al fuego de conductos circulares, el sistema consiste en un revestimiento de mantas reforzadas con una malla de acero galvanizado.

Este tipo de aislamiento permite una adaptación perfecta a la curvatura del conducto y a la malla exterior ayuda a la instalación de las mismas. Las juntas entre mantas de aislamiento se fijan con anillos de sujeción o se cosen con hilo de acero. Como soporte del conducto se utilizan varillas roscadas y abrazaderas de suspensión. Los soportes se instalan dentro del aislamiento y no es necesario proteger las varillas con material aislante. La distancia máxima entre los soportes es de 1500 mm.



- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

#### Espesor necesario del aislamiento (mm)

Clasificación de reacción						
Ubicación del fuego	EI 15	EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	Orientación del conducto
Fuego dentro del conducto						
Interior	35	50	75	95	115	Horizontal
	35	50	75	95	115	Vertical
Fuego fuera del conducto						
Exterior	30	30	60	90	100	Horizontal
	30	30	60	90	100	Vertical
En ambas ubicaciones del fuego						
Ambas	35	50	75	95	115	Horizontal
	35	50	75	95	115	Vertical
Uso de un producto para las dos orientaciones del conducto						
Exterior	30	30	60	90	100	Ambas
Interior	35	50	75	95	115	
Uso de un producto para todos los casos						
Ambas	35	50	75	95	115	Ambas



### ULTIMATE Conductos rectangulares



El sistema ULTIMATE U Protect Slab 4.0 de protección frente al fuego de conductos metálicos es válido siempre y cuando las juntas entre conductos se resuelvan con uniones tipo Metu. En el caso de emplear como sistema de cuelgue varilla roscada M10, no es necesario ningún cálculo ni control. Los paneles de aislamiento se fijan mediante pins metálicos soldados a las hojas metálicas del conducto. Una vez que esté instalado el panel de aislamiento, se debe utilizar arandelas de fijación para dejarlos completamente inmovilizado.

#### Espesor necesario del aislamiento (mm)

Clasificación de reacción						
Ubicación del fuego	EI 15	EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	Orientación del conducto
Fuego dentro del conducto						
Interior	30	40	60	70	80	Horizontal
	35	50	80	90	100	Vertical
Fuego fuera del conducto						
Exterior	30	30	30	70	80	Horizontal
	30	30	30	70	80	Vertical
En ambas ubicaciones del fuego						
Ambas	30	40	60	70	80	Horizontal
	35	50	80	90	100	Vertical
Uso de un producto para las dos orientaciones del conducto						
Exterior	30	30	30	70	80	Ambas
Interior	35	50	80	90	100	
Uso de un producto para todos los casos						
Ambas	35	50	80	90	100	Ambas



# ULTIMATE PROTECT

Protección  
contra incendios  
en conductos  
de ventilación  
y de extracción  
de humo



#### Protección eficaz contra incendios

Certificado bajo norma europea EN 1366-1 y EN 1366-8, con resistencia al fuego de hasta 120 min (EI 120).

Euroclases: producto incombustible A1.



#### Ligereza

¡Hasta un 65% más ligero que los productos convencionales!: densidad 66 kg/m<sup>3</sup>

Excelente protección contra incendios y aislamiento térmico con un peso excepcionalmente ligero.



#### Instalación sencilla

Manipulación muy segura gracias a su ligereza y flexibilidad.

Fijaciones mecánicas, sin masilla en las juntas.

Altos rendimientos de instalación.



#### Soluciones rentables

Coste m<sup>2</sup> de instalación competitivo, con menos desperdicios de material.

Espesor mínimo y embalaje comprimido.



• Gama completa de productos de protección contra incendios. Cumple desde EI 15 hasta EI 120.



• Protección para conductos circulares y rectangulares.



• Protección para conductos verticales y horizontales.



• Protección contra el fuego, por interior y por el exterior de los conductos.

## ULTIMATE PROTECT:

Soluciones de protección para todos los escenarios de incendios en conductos de ventilación y extracción de humo.

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

Construimos tu futuro

A photograph of an elevator shaft in a brick building. The shaft is enclosed in a metal frame with glass panels. To the left of the shaft, there is a brick wall with a white rectangular panel and a vertical metal strip with three circular buttons. The text '4.2.2. Ascensores' is overlaid on the image.

## 4.2.2. Ascensores

*Las exigencias de resistencia a fuego de los tabiques que delimitarán la zona de ascensores dependerán en gran parte del diseño del proyecto y de la ubicación de estos respecto a las otras estancias del edificio, si bien será necesaria la instalación de un sistema constructivo que aporte como mínimo un aislamiento acústico a ruido aéreo de  $D_{nTA} > 50$  dB(A).*



- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.**
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

La solución técnica idónea es un sistema compuesto por placas de yeso laminado con altas prestaciones frente al fuego y Lana Mineral Arena.



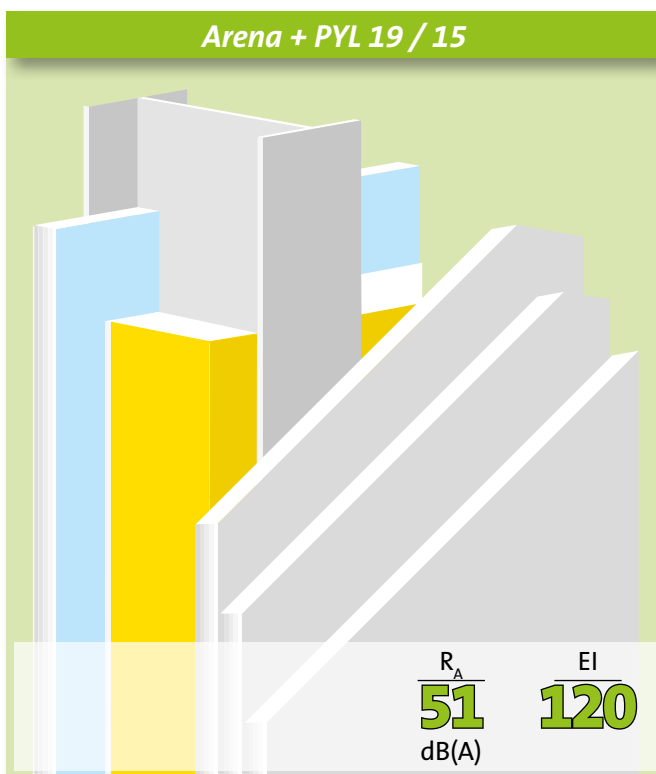
## Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



### Arena

Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.



### PlacoFire EI 120

Sistema Shaftwall compuesto por perfiles en I y canales, una Placa de Yeso Laminado de 19 mm de espesor atornillada a un lado de la perfilería y tres Placas PPF 15 de 15 mm atornilladas al otro lado. Incluyendo Lana Mineral ISOVER en su alma.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)
Arena	67
PYL <sup>1</sup>	19
PYL <sup>2</sup>	15

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Coreboard.

<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO PlacoFlam PPF.

## PlacoFire EI 180

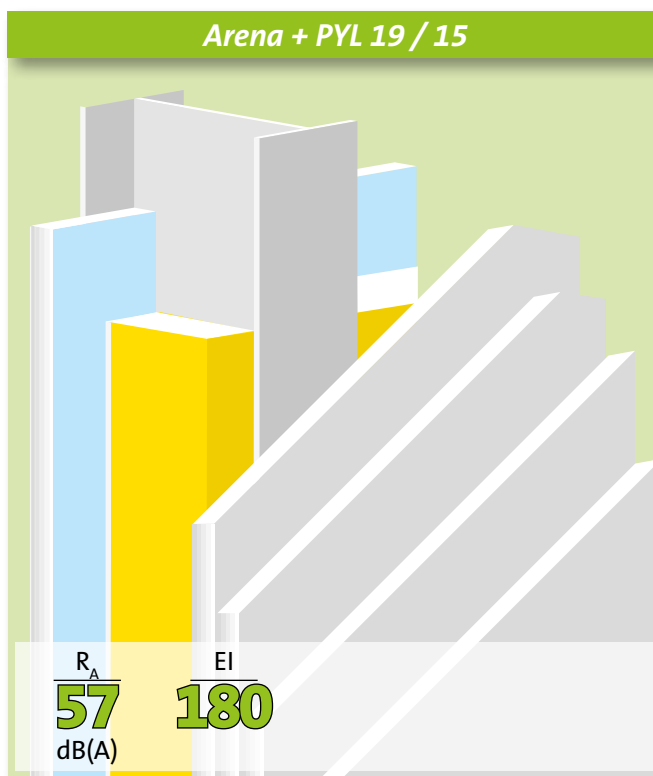
Sistema Shaftwall compuesto por perfiles en I y canales, una Placa de Yeso Laminado de 19 mm de espesor atornillada a un lado de la perfilera y cuatro Placas PPF 15 de 15 mm atornilladas al otro lado. Incluyendo Lana Mineral ISOVER en su alma.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)
Arena	70
PYL <sup>1</sup>	19
PYL <sup>2</sup>	15

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Coreboard.

<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Placoflam PPF.



- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.**
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.





## Cocinas

---

### Objetivos

Protección frente a incendios:  
EI > 90, EI > 120 y EI > 180.

## Comedores

---

### Objetivos

Acondicionamiento Acústico:  
Tiempo de reverberación: < 0,9 s.



- AULAS**  
Elementos de separación vertical entre aulas.  
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.  
Fachada.  
Distribución interior.  
Techos.  
Solera.  
Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**  
Tabiques.  
Techos.  
Conductos de ventilación.  
Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**  
Cocinas.  
Comedores.  
Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**  
Techos.  
Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**  
Alta resistencia mecánica y a la humedad.  
Distribución interior. Zonas húmedas.  
Solera.  
Techos.





### 4.3.1. Cocinas

---

*A efectos de seguridad en caso de incendio, los locales destinados a cocinas y que se integran en el edificio, se considerarán locales de riesgo especial, cuando:*

- Su potencia instalada supere los 20 kW,*
- y no dispongan de un sistema de extinción automático (que será obligatorio cuando se superen los 50 kW).*





	<b>AULAS</b>	
Elementos de separación vertical entre aulas.		
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.		
Fachada.		
Distribución interior.		
Techos.		
Solera.		
Conductos de Climatización.		
<b>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</b>		
Tabiques.		
Techos.		
Conductos de ventilación.		
Ascensores.		
<b>COCINAS Y COMEDORES</b>		
<b>Cocinas.</b>		
Comedores.		
Techos acústicos.		
<b>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</b>		
Techos.		
Solera.		
<b>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>		
Alta resistencia mecánica y a la humedad.		
Distribución interior. Zonas húmedas.		
Solera.		
Techos.		

En el caso en el que la cocina constituya un sector de incendio diferenciado, la protección frente al fuego de techos, paredes y puertas que se requerirá dependerá de la potencia de la maquinaria instalada, según se indica en el DB-SI (SI 1, tabla 2.1.), exigiéndose que los elementos que delimitan el sector de incendio sean EI 90, EI 120 ó EI 180, en función de la consideración de riesgo bajo, medio o alto del local, según la tabla 2.2. del DB-SI.

En todos los casos, la reacción al fuego de los elementos que revistan tanto techos como paredes deberá ser B-s1, d0, como se explicaba en el apartado de escaleras y pasillos protegidos.



## 4.3.1.1. Tabiques

### *Soluciones técnicas*

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### **Arena**

*Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.*



#### P4.6

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una separación (SP) de 10 mm. Perfiles arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.



\* Valores estimados a partir de ensayo CTA-118/08/AER.

#### P4.6

Se compone de dos Placas de Yeso Laminado a cada lado de la solución, así como dos capas de Lana Mineral ISOVER, éstas se separan mediante una separación (SP) de 10 mm. Perfiles no arriostrados. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2,3	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.



\* Ensayo CTA-026/06/AER.

- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



## Consejo

### Zonas húmedas



Con independencia de lo indicado anteriormente, se debe tener en cuenta que en este tipo de locales puede existir una presencia importante de humedad, que puede afectar a la durabilidad de los sistemas instalados.

A excepción de sistemas realizados con placa resistente a la humedad Placomarine (PPM) (tipo H9), los sistemas de placa de yeso laminado convencionales, no deben utilizarse en condiciones de humedad continua.

El empleo de las placas Placomarine (PPM), adecuadamente instaladas, Son las que permiten realizar sistemas constructivos en recintos de media a fuerte higrometría.

La elección del tipo de placa a emplear en obra, en tabiques o trasdosados, dependerá del tipo de local, según la clasificación anterior. No obstante, también se han de tener en cuenta las condiciones del local durante la instalación de los sistemas de placa de yeso laminado, ya que aunque el local se clasifique como de escasa humedad una vez terminado, si durante la ejecución de la obra existe presencia de agua en estado líquido o un alto contenido de humedad ambiental, los sistemas así contruidos podrían verse deteriorados, por lo que se deberán seguir las recomendaciones para locales de humedad media o de fuerte humedad.

#### Locales de escasa humedad

No es necesario la instalación de placas Placomarine (PPM) (hidrófugas H1). Se instalarán placas estándar o las necesarias para cualquier otro tipo de prestación (PPF, PHD, etc.).

#### Locales de humedad media

Las placas de yeso Placomarine (PPM) (H1) permiten la realización de particiones en locales de media higrometría. Cuando el paramento se realice con una sola placa de yeso, ésta deberá ser del tipo Placomarine (PPM) y de 15 mm de espesor. La modulación de los montantes será de 400 mm.

En el caso de que los paramentos se realicen con dos placas de yeso, solamente es necesario que la placa exterior sea del tipo Placomarine (PPM) (H1) cuando el espesor de la placa sea de 15 mm

Clasificación	Descripción	Ejemplos	Elección de placa
Escasa humedad	Existe presencia de agua solamente por las labores ordinarias de limpieza, pero nunca en forma de agua proyectada a presión.	Limpieza ordinaria de viviendas, habitaciones de hotel, hospitales, oficinas, aulas, etc.	BA, PPH, PHD, Placomur, Glasroc F
Humedad media	Existe presencia de agua solamente por las labores ordinarias de mantenimiento y limpieza, pero no en forma de agua proyectada a presión. Proyección de vapor de agua de forma esporádica.	Cocinas, lavabos, duchas y baños privados. Soportales y situaciones de semi-intemperie.	Placomarine (PPM)
Fuerte humedad	Presencia de agua a chorro y a baja presión (inferior a 60 atmósferas), de forma eventual. También en forma de vapor de forma esporádica, pero durante períodos más largos que en el caso anterior.	Instalaciones sanitarias colectivas y cocinas colectivas. Lavaderos colectivos que no tengan carácter industrial.	
Muy fuerte humedad	Presencia de agua en estado líquido o en forma de vapor, de manera prácticamente sistemática. Para la limpieza se emplea chorro de agua a alta presión.	Centros acuáticos, piscinas, baños y duchas colectivas. Cocinas e instalaciones sanitarias, industrias lácteas. Lavaderos industriales.	Aquaroc



AULAS	
Elementos de separación vertical entre aulas.	
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.	
Fachada.	
Distribución interior.	
Techos.	
Solera.	
Conductos de Climatización.	
PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES	
Tabiques.	
Techos.	
Conductos de ventilación.	
Ascensores.	
COCINAS Y COMEDORES	
Cocinas.	
Comedores.	
Techos acústicos.	
SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS	
Techos.	
Solera.	
GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS	
Alta resistencia mecánica y a la humedad.	
Distribución interior. Zonas húmedas.	
Solera.	
Techos.	

o superior. En el caso de que el espesor de las placas empleadas sea de 12,5 mm, ambas placas deberán ser del tipo Placomarine (PPM) (H1). Independientemente de lo anterior, la modulación de los montantes será 400 ó 600 mm, si bien en situaciones de semi intemperie o si se prevén ciclos puntuales de alta humedad, la modulación entre montantes será de 400 mm.

En las zonas de bañeras y platos de ducha, y como norma general en todos aquellos casos en que los sistemas constructivos de placa de yeso vayan a ser revestidos con elementos cerámicos (alicatados), tanto en el perímetro del local como en los ángulos entrantes y salientes, se reforzará su estanqueidad con la instalación de bandas de refuerzo e imprimación con el fin de asegurar una total estanqueidad.

**Locales de fuerte humedad**

Se ha de respetar todo lo indicado en el apartado

anterior. En el caso de que los paramentos se realicen con dos o más placas de yeso, todas ellas serán del tipo Placomarine (PPM) (H1).

Además, previamente a su alicatado o pintado, se imprimirá toda la superficie del paramento con una imprimación impermeabilizante, tratándose todo el perímetro del local en los ángulos entrantes y salientes con bandas de refuerzo.

**Locales de muy fuerte humedad**

En este tipo de locales no se emplearán placas de yeso laminado, sino sistemas altamente resistentes a la humedad como son los sistemas Aquaroc.

Aquaroc es una placa en base cemento de alto rendimiento, que presenta una tolerancia excepcional a la humedad y una excelente durabilidad, con una instalación similar a la del resto de los Sistemas PLACO.



## 4.3.1.2. Techos

### *Soluciones técnicas*

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### **Arena**

*Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.*



### T0.1

La cara mas superficial de la estructura está compuesta por dos Placas de Yeso Laminado de 25 mm de espesor (atornillados a una estructura metálica de acero galvanizado. En su interior se dispondrá de un aislamiento ISOVER de Lana de Vidrio o Lana de Roca con una cámara de aire de 100 mm de espesor.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)
Arena Basic	67
PYL <sup>1</sup>	25

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO MEGAPLAC PPF 25.



- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



## 4.3.2. Comedores

---



*La exigencia del confort acústico en este tipo de locales, viene determinada por el tiempo de reverberación.*

*La forma más eficaz de alcanzar los tiempos de reverberación requeridos para este tipo de locales es mediante la utilización de techos fonoabsorbentes de Lana Mineral.*





<b>AULAS</b>	
Elementos de separación vertical entre aulas.	
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.	
Fachada.	
Distribución interior.	
Techos.	
Solera.	
Conductos de Climatización.	
<b>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</b>	
Tabiques.	
Techos.	
Conductos de ventilación.	
Ascensores.	
<b>COCINAS Y COMEDORES</b>	
Cocinas.	
<b>Comedores.</b>	
Techos acústicos.	
<b>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</b>	
Techos.	
Solera.	
<b>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>	
Alta resistencia mecánica y a la humedad.	
Distribución interior. Zonas húmedas.	
Solera.	
Techos.	

Con el fin de garantizar un correcto confort acústico, los restaurantes y comedores deberán satisfacer el valor límite del tiempo de reverberación requerido en el DB-HR, además de las características que le sean exigibles a los distintos elementos constructivos debido a otros requerimientos del proyecto. El tiempo de reverberación calculado para el recinto deberá ser menor que 0,9 s.

Mediante el método simplificado que plantea el DB-HR, se podrá solventar esta exigencia simplemente instalando un tratamiento absorbente acústico aplicado al techo. Para este fin serán válidos cualquiera de los techos fonoabsorbentes de Lana Mineral.



## 4.3.2.1. Techos acústicos

El confort acústico en un comedor o la calidad sonora necesaria en un recinto para facilitar la audición dependen de los requisitos requeridos para cada una de estas circunstancias.

En acústica arquitectónica, debemos de diferenciar dos conceptos clave:

- **Acondicionamiento acústico:**

El acondicionamiento consiste en controlar la propagación sonora en un mismo recinto para controlar el nivel sonoro y optimizar la calidad de la escucha. Por lo tanto, el acondicionamiento acústico implica un único recinto (el ruido es generado y percibido en el mismo recinto).

- **Aislamiento acústico:**

En este caso, el aislamiento acústico consiste en las técnicas empleadas con el objetivo de obtener una buena protección sonora tanto contra el ruido aéreo como contra el ruido estructural entre diferentes locales. Es decir que el aislamiento acústico hace referencia siempre a la propagación del sonido entre distintos recintos.

En conclusión, aislar acústicamente consistirá en aplicar medidas para disminuir la energía transmitida entre locales, mientras que la mejora de las condiciones acústicas en el interior de un local hará referencia a un acondicionamiento acústico.

### Acondicionamiento acústico

Acondicionar acústicamente los locales que se integran dentro de un centro docente, es un aspecto clave e inherente a este tipo de centros ya que de lo contrario, la reverberación del sonido en estos locales, será una fuente muy importante de falta de confort para los usuarios.

En un recinto o local cerrado, las ondas emitidas por una fuente sonora se reciben directa e indirectamente de ondas que chocan con las superficies que limitan el local, dando origen a ondas reflejadas (Fig. 1).

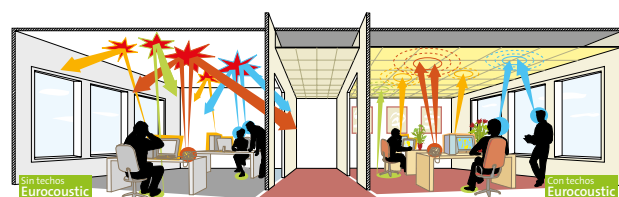
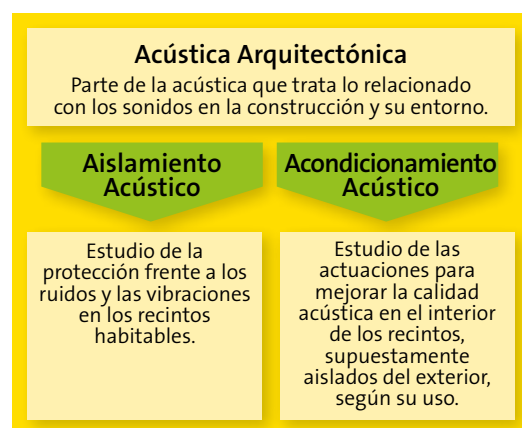


Fig. 1

Las cuales a su vez se reflejan nuevamente, repitiéndose el fenómeno una o varias veces hasta ser percibido por el receptor.

La presión acústica que existe en un punto determinado del recinto y que podemos percibir, después de haberse producido varias reflexiones del sonido, es la resultante de las presiones de las ondas emitidas en distintos momentos y que en el instante de la observación se cruzan en el punto considerado. Dicho de otro modo, la presión en dicho punto es el resultado de la presión del campo directo (ondas que se han propagado desde la fuente sin chocar) y del campo reverberado (ondas que han chocado una o varias veces contra las superficies que limitan el local), por lo que el nivel es mayor.

Si el tiempo transcurrido entre la recepción de las ondas directas y las reflexiones es pequeño, el oído suma sus valores con cierta confusión. Mientras que si el tiempo transcurrido es algo mayor, el oído humano no los unifica y pasamos a oír dos veces el mismo ruido, lo que comúnmente se llama eco.



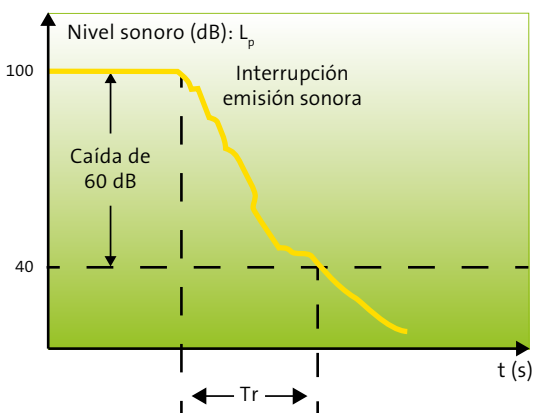
Dependiendo de las dimensiones de la sala y de las características absorbentes o reflectantes de un recinto, al producirse un sonido, el receptor recibirá mayor o menor cantidad de reflexiones. El nivel de presión acústica en un punto depende en gran medida de la absorción acústica de las superficies que limitan el local y que en definitiva definen la absorción global del mismo o área absorbente del local.

### Tiempo de reverberación

El tiempo de reverberación permite caracterizar la acústica de un local. Como hemos visto, tras la emisión de un sonido en el interior de un recinto, viene la recepción del mismo por parte del receptor de una forma directa, y de forma indirecta tras la reflexión en los diferentes objetos o paramentos de la sala. Por lo que, aunque la fuente deje de emitir, en el local, y dependiendo del punto de recepción, sigue percibiéndose cierto sonido. Con el objetivo de cuantificar y caracterizar dicha propiedad surge el concepto de tiempo de reverberación.

Podemos definirlo como el tiempo, en segundos, necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB tras el cese de emisión de la fuente. En general es función de la frecuencia, aunque a efectos legislativos, se toma el valor medio de las bandas de 500, 1000 y 2000 Hz.

Este parámetro es fundamental para caracterizar



el comportamiento acústico de los locales, ya que si la energía acústica reflejada tarda mucho en extinguirse (local con valores altos de tiempo de reverberación), las nuevas palabras se mezclarían con las anteriores no extinguidas, dando lugar a la inteligibilidad de la palabra. Es por ello, que en la legislación actual de algunos recintos (aulas, salas

de conferencias, restaurantes y comedores) se regula este parámetro.

Dicho tiempo de reverberación puede medirse con los aparatos adecuados o bien calcularse empíricamente con una cierta aproximación.

La fórmula más utilizada para el cálculo, es la aplicación de la ecuación de Sabine

$$T = \frac{0,16 \cdot V}{A} [S]$$

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^n A_{0,m,j} + 4 \cdot m_m \cdot V$$

Donde:

T: Tiempo de reverberación (s).

V: Volumen del recinto (m³).

A: Área absorbente equivalente del local (m²).

$\alpha_{m,i}$ : Coeficiente de absorción acústica medio de cada paramento, para las bandas de tercio de octava centradas en las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz (adimensional).

$S_i$ : Área de paramento cuyo coeficiente de absorción es  $\alpha_i$  (m²).

$A_{0,m,j}$ : Área de absorción acústica equivalente media de cada mueble fijo absorbente diferente (m²).

$m_m$ : Coeficiente de absorción acústico medio del aire, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz de valor 0,006 (m⁻¹). Este término es despreciable en los recintos de volumen menor que 250 m³.

AULAS	Elementos de separación vertical entre aulas.
	Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
	Fachada.
	Distribución interior.
	Techos.
	Solera.
	Conductos de Climatización.
PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES	Tabiques.
	Techos.
	Conductos de ventilación.
	Ascensores.
COCINAS Y COMEDORES	Cocinas.
	Comedores.
	Techos acústicos.
SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS	Techos.
	Solera.
GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS	Alta resistencia mecánica y a la humedad.
	Distribución interior. Zonas húmedas.
	Solera.
	Techos.



Wallace Clement Sabine (1868-1919) fue un físico estadounidense que destacó en el campo de la acústica y fue famoso por sus estudios en acondicionamiento de recintos.

Su proyecto más importante fue el acondicionamiento del Symphony Hall de Boston. Aunque fue muy criticado por los resultados obtenidos en aquel entonces, el tiempo le dio la razón y mediante técnicas más modernas se ha comprobado que sus teorías y cálculos eran correctos.

Aunque existen otras teorías posteriores, como las de Eyring o Millington, ninguna ha conseguido superar a la de Sabine; de hecho, la única mejora apreciable ha sido la inclusión del término de absorción acústica del aire, que cobra valor para grandes recintos.



## Absorción acústica

De acuerdo con la ecuación de Sabine, un aumento del área de absorción repercute directamente en el tiempo de reverberación y lo hace más pequeño.

Ciertos locales pueden ser foco de un ruido de nivel sonoro elevado si no se toman precauciones. Este es el caso de muchos locales integrados dentro de los centros comerciales (restauración, tiendas, zonas de ocio, etc), donde son corrientes los altos niveles acústicos que pueden causar una falta de confort en las personas que allí se concentran.

Para la disminución del ruido se puede reducir el tiempo de reverberación o, lo que es lo mismo, recurrir al aumento del área de absorción equivalente con la instalación de materiales absorbentes porosos como las lanas minerales.

## Requisitos del Código Técnico para el acondicionamiento acústico

Adjuntamos una tabla con los requisitos del código técnico en tiempos de reverberación máximos para locales con un volumen inferior a 350 m<sup>3</sup>.

### Tiempo de Reverberación máximo para comedores y restaurantes

Tiempo de reverberación para restaurantes y comedores vacíos con independencia del volumen de la sala: < 0,9 s.

Fórmulas dadas por el Código Técnico para la elección del techo requerido.

Las ecuaciones que figuran a continuación expresan el valor mínimo del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_{w,t}$ , del material o del techo suspendido para los casos siguientes:

**Aulas de volumen hasta 350 m<sup>3</sup>:**

*Sin butacas tapizadas: Aula universidad*

$$\alpha_{w,t} = h \cdot \left( 0,23 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right)$$

## Objetivos del acondicionamiento acústico

Criterios de confort acústico	Nivel de absorción	$\alpha_w$	Clases
Confort acústico máximo. Reducción del nivel sonoro. Reverberación optimizada. Calidad de escucha.	Máxima absorción	1	A
Confort acústico garantizado. Reverberación controlada. Inteligibilidad.	Absorción reforzada	0,9-0,95	
Acústica y confort adaptados. Reverberación limitada.	Absorción elevada	0,8-0,85	B

## Salas de cine con butacas tapizadas fijas

$$\alpha_{w,t} = h \cdot \left( 0,32 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right) - 0,26$$

## Restaurantes y Comedores

$$\alpha_{w,t} = h \cdot \left( 0,18 - \frac{0,12}{\sqrt{S_t}} \right)$$

Donde:

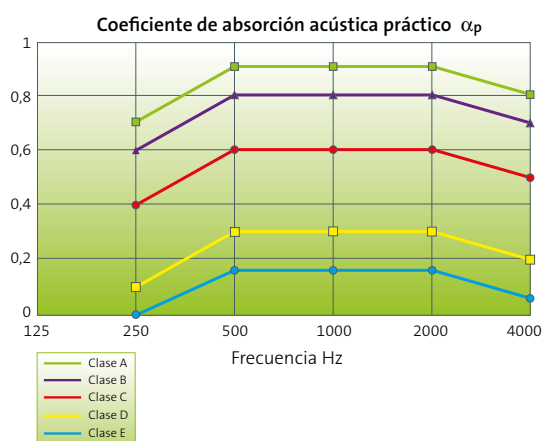
*h*: Altura libre del local.

*S<sub>t</sub>*: Superficie libre del techo.

## Norma de clasificación de absorbentes acústicos

### Norma UNE-EN ISO 11654:1998

Norma para clasificar los productos en clases de absorbentes acústicos según sus valores  $\alpha_w$ , en Clases A, B, C, D y E, siendo A los que obtienen mejores resultados.



Clase de absorción acústica	$\alpha_w$
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Sin clasificar	0,10; 0,05; 0,00

## Consejo

### Cálculo del tiempo de reverberación de un comedor

El DB-HR ofrece la posibilidad de satisfacer este requisito empleando el método general, pero mediante el método simplificado se podrá solventar esta exigencia simplemente instalando un techo fonoabsorbente.

Para poder valorar la adecuación de una solución de techo suspendido fonoabsorbente para un comedor o restaurante, por el método simplificado, se debe calcular el valor mínimo del coeficiente de absorción acústica del techo suspendido, mediante la siguiente expresión:

$$\alpha_{m,t} = h * \frac{(0,18 - 0,12)}{\sqrt{S_t}}$$

Donde

$h$ : Altura del recinto (m).

$S_t$ : Área del techo ( $m^2$ ).

Suponiendo un comedor, por ejemplo con una superficie de  $90 m^2$ , y una altura de suelo a techo de 3 metros, se necesitará instalar un techo con un coeficiente de absorción acústica medio mínimo de:

$$\alpha_{m,t} = 3 * \frac{(0,18 - 0,12)}{\sqrt{90}} = 0,50$$

Para calcular el coeficiente de absorción acústica medio de un elemento constructivo deberá realizarse la media aritmética de los valores correspondientes a las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz, calculados mediante la norma UNE-EN 11654. Este valor, o en su defecto el coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_w$ , deberá ser proporcionado por el fabricante del material, quién deberá haber efectuado el correspondiente ensayo acústico del material.

El tiempo de reverberación,  $T$ , de un restaurante se calcula mediante la expresión:

$$T = \frac{0,16 V}{A} \text{ (s)}$$

Donde

$V$ : Volumen del recinto ( $m^3$ ).

$A$ : Absorción acústica total del recinto ( $m^2$ ).

La absorción acústica,  $A$ , se calculará a partir de la expresión:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_{m,i} \cdot S_i + \sum_{j=1}^n A_{o,m,j} + 4 \cdot \bar{m}_m \cdot V$$

Donde

$V$ : Volumen del recinto, ( $m^3$ ).

$A$ : Absorción acústica total del recinto, ( $m^2$ ).

$\alpha_{m,i}$ : Coeficiente de absorción acústica medio de cada paramento.

$S_i$ : Área de paramento cuyo coeficiente de absorción es  $\alpha_i$  ( $m^2$ ).

$A_{o,m,j}$ : Área de absorción acústica equivalente media de cada mueble fijo absorbente diferente ( $m^2$ );

$V$ : Volumen del recinto, ( $m^3$ ).

$\bar{m}_m$ : Coeficiente de absorción acústica medio en el aire, para las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz y cuyo valor es  $0,006 m^{-1}$ .

(El término  $4\bar{m}_m \cdot V$  es despreciable en los recintos de volumen menor que  $250 m^3$ ).

Para calcular el Tiempo de Reverberación y la Absorción Acústica, deben utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica medio,  $\alpha_{m,i}$  de los acabados superficiales, de los revestimientos y de los elementos constructivos utilizados y el área de absorción acústica equivalente media,  $A_{o,m,j}$  de cada mueble fijo, obtenidos mediante mediciones en laboratorio según los procedimientos indicados en la normativa correspondiente o mediante tabulaciones incluidas en el Catálogo de Elementos Constructivos u otros documentos reconocidos del CTE.

En caso de no disponer de valores del coeficiente de absorción acústica medio  $\alpha_m$  de los productos, podrán utilizarse los valores del coeficiente de absorción acústica ponderado,  $\alpha_w$  de los acabados superficiales, de los revestimientos y de los elementos constructivos de los recintos.

AULAS
Elementos de separación vertical entre aulas.
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
Fachada.
Distribución interior.
Techos.
Solera.
Conductos de Climatización.
PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES
Tabiques.
Techos.
Conductos de ventilación.
Ascensores.
COCINAS Y COMEDORES
Cocinas.
Comedores.
Techos acústicos.
SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS
Techos.
Solera.
GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS
Alta resistencia mecánica y a la humedad.
Distribución interior. Zonas húmedas.
Solera.
Techos.



## Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos Eurocoustic:



### Tonga Blanco

Techo acústico de Lana Mineral con velo de vidrio decorativo blanco o en color. Cara oculta reforzada con velo de vidrio.



### Tonga Eurocolors

Techo acústico de Lana Mineral con velo de vidrio decorativo blanco o en color. Cara oculta reforzada con velo de vidrio.



### Tonga A

Techo acústico de lana mineral con clasificación A+ en calidad de aire interior y alta absorción acústica  $\alpha = 1$ .

Disponible en diversos formatos.



### Tonga E

Techo acústico de Lana Mineral con clasificación A+ en calidad de aire interior y alta absorción acústica  $\alpha = 0,95$ .

Su canto rebajado permite crear espacios con perspectivas únicas.





<b>AULAS</b>	
Elementos de separación vertical entre aulas.	
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.	
Fachada.	
Distribución interior.	
Techos.	
Solera.	
Conductos de Climatización.	
<b>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</b>	
Tabiques.	
Techos.	
Conductos de ventilación.	
Ascensores.	
<b>COCINAS Y COMEDORES</b>	
Cocinas.	
Comedores.	
<b>Techos acústicos.</b>	
<b>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</b>	
Techos.	
Solera.	
<b>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>	
Alta resistencia mecánica y a la humedad.	
Distribución interior. Zonas húmedas.	
Solera.	
Techos.	



# Salas de reuniones y conferencias

---

## Objetivos

Acondicionamiento Acústico:

Tiempo de reverberación:  $< 0,7$  s (salas vacías).

Tiempo de reverberación:  $< 0,5$  s (butacas fijas).





#### AULAS

Elementos de separación vertical entre aulas.  
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.  
Fachada.  
Distribución interior.  
Techos.  
Solera.  
Conductos de Climatización.

#### PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES

Tabiques.  
Techos.  
Conductos de ventilación.  
Ascensores.

#### COCINAS Y COMEDORES

Cocinas.  
Comedores.  
Techos acústicos.

#### SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS

Techos.  
Solera.

#### GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS

Alta resistencia mecánica y a la humedad.  
Distribución interior. Zonas húmedas.  
Solera.  
Techos.

## 4.4. Salas de reuniones y conferencias

---

Las salas de reuniones y conferencias son unidades de uso y además recintos protegidos según el DB-HR, por lo que deberán ser tratadas como aulas pudiendo aportar las soluciones que se detallaron en el apartado específico (pág. 56). Además, como sucede en las aulas, estarán acondicionadas acústicamente de tal forma que el tiempo de reverberación no exceda de 0,7 s en el caso de salas vacías, ó 0,5 s en el caso de salas con butacas fijas.

No obstante, aquellas salas de reuniones o conferencias de volumen superior a 350 m<sup>3</sup> o cuya forma no sea prismática recta (o asimilable) deberá ser objeto de un estudio acústico específico. El motivo es evitar que se produzcan focalizaciones de sonido que no garanticen el correspondiente confort acústico.

Respecto a las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y ruido de impacto, los tabiques, techos y suelos se podrán resolver de la misma forma que se resuelven en las habitaciones, por ser estos también recintos protegidos.

En lo que se refiere al tiempo de reverberación exigido, el DB-HR ofrece en su Anejo J una serie de recomendaciones de diseño para salas de reuniones y conferencias con un volumen menor a 350 m<sup>3</sup> que también es aplicable a aulas:

1. Deben evitarse los recintos cúbicos o con proporciones entre lados que sean números enteros.



	<b>AULAS</b>	
Elementos de separación vertical entre aulas.		
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.		
Fachada.		
Distribución interior.		
Techos.		
Solera.		
Conductos de Climatización.		
<b>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</b>		
Tabiques.		
Techos.		
Conductos de ventilación.		
Ascensores.		
<b>COCINAS Y COMEDORES</b>		
Cocinas.		
Comedores.		
Techos acústicos.		
<b>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</b>		
Techos.		
Solera.		
<b>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>		
Alta resistencia mecánica y a la humedad.		
Distribución interior. Zonas húmedas.		
Solera.		
Techos.		

2. En cuanto a la distribución de los materiales absorbentes acústicos, se recomienda una de estas opciones:

- a) Si se dispone un material absorbente acústico en toda la superficie del techo, la pared frontal será reflectante (de espaldas al orador) y la trasera absorbente, con el fin de minimizar los ecos tardíos.
- b) Se puede disponer el material absorbente acústico en el techo, pero cubriendo sólo la parte trasera del techo, y dejando una banda de 3 metros de ancho de material reflectante

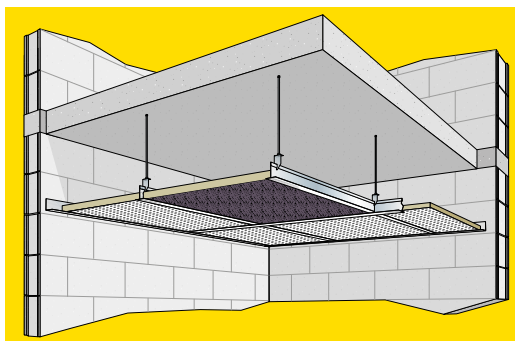
en la parte delantera del techo (donde se ubica el orador). La pared frontal será reflectante y en la trasera se dispondrá un material absorbente acústico de coeficiente de absorción acústica similar al del techo.

El cálculo del tiempo de reverberación, en el caso de las salas de reuniones o conferencias, podrá realizarse mediante el método simplificado o mediante el método general de la misma forma que en comedores.

## 4.4.1. Techos

### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER :



#### Arena Absorción

Producto de Lana Mineral Arena de elevada absorción acústica recubierto por un velo de vidrio negro y especialmente diseñado para su colocación sobre techos perforados.



#### Arena Absorción + PYL

#### T0.5

Techo continuo formado por una Placa de Yeso Laminado fonoabsorbente entre la que se coloca un aislamiento ISOVER de elevada absorción acústica para unos resultados de absorción extraordinarios.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)
Arena Absorción	40
PYL <sup>1</sup>	-
PYL <sup>2</sup>	-

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Gyptone Activ'Air.

<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado Rígiton.

Coeficiente de absorción $\alpha$ Sabine*							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	
Espesor	15	0,40	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90
	25	0,40	0,70	0,65	0,85	0,90	0,95
	40	0,40	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00

\* Ensayos con cámara o plenum, sobre bandejas metálicas perforadas.

Ensayos Instituto de Acústica.

Referencia:

AC3-D5-00-IX, AC3-D6-03-XI,  
AC3-D14-01-XVIII.

## 4.4.2. Solera

En salas de conferencias el nivel global de presión a ruido de impactos,  $L_{nT,w}$ , será menor que 65 dB ó 60 dB, si el ruido está generado en recintos de instalaciones o actividad.

### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:

#### S0.2

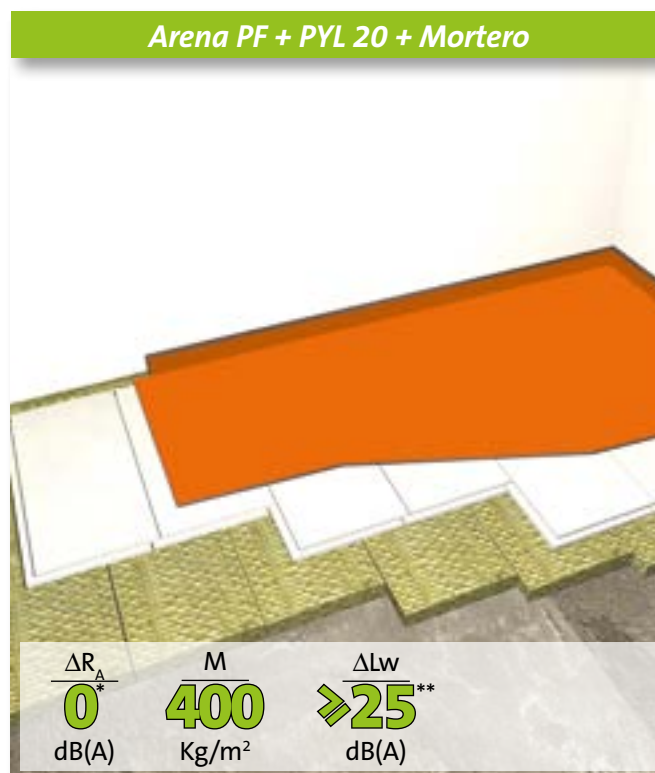
Sobre un Soporte Resistente o forjado se dispone la capa de Lana Mineral ISOVER, como aislante acústico, y dos Placas de Yeso Laminado. Finalmente, se dispone el Acabado que es la parte más superficial. Para suelos flotantes los valores de  $\Delta R_A$  y de  $\Delta Lw$  dados, son para unas Placas de Yeso Laminado de al menos 12,5 mm de espesor cada una y una masa de 22 Kg/m<sup>2</sup> por unidad de superficie. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	$R_{sf}=0,11 + R_{AR}$ m <sup>2</sup> ·K/W
Arena PF	15	0,58
	25	0,89
PYL <sup>1</sup>	20	0,58 / 0,89
Mortero <sup>2</sup>	-	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Rigidur 2.

<sup>2</sup> Mortero Weber.Floor Fluid.



\* 1 dB(A) en Panel Solado L. y 7 PLACO Force Floor.

\*\* 23 dB en Panel Solado L de 20 de espesor.

27 dB en Panel Solado L de 30 de espesor.

25 dB en Arena PF de 15 de espesor.

<p>AULAS</p> <p>Elementos de separación vertical entre aulas.</p> <p>Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.</p> <p>Fachada.</p> <p>Distribución interior.</p> <p>Techos.</p> <p>Solera.</p> <p>Conductos de Climatización.</p>	
<p>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</p> <p>Tabiques.</p> <p>Techos.</p> <p>Conductos de ventilación.</p> <p>Ascensores.</p>	
<p>COCINAS Y COMEDORES</p> <p>Cocinas.</p> <p>Comedores.</p> <p>Techos acústicos.</p>	
<p>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</p> <p>Techos.</p> <p>Solera.</p>	
<p>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</p> <p>Alta resistencia mecánica y a la humedad.</p> <p>Distribución interior. Zonas húmedas.</p> <p>Solera.</p> <p>Techos.</p>	

## Consejo

### Tabiques de gran altura



En muchos casos será necesario que las salas de reuniones o conferencias dispongan de elementos de separación vertical por encima de los 3 m.

La altura máxima de los tabiques de placa de yeso laminado, está en función de:

- Dimensiones y Momento de Inercia de la estructura metálica (Montantes), calculada según se indica en el anexo B de la norma UNE EN 14195.
- Separación entre ejes de montantes (modulación).

- Disposición de los montantes, simples, en "H" o en cajón.
- Espesor y número de Placas de Yeso que se atornillan a la estructura metálica.

Las alturas máximas de los tabiques de placa de yeso laminado con estructura sencilla o doble (sin arriostrar) se indican en la tabla de abajo, siendo sólo válidas para sistemas ejecutados con perfiles metálicos, que están en posesión del certificado N de AENOR (producto).

**Tabla de alturas máximas (m) permitidas para tabiques de estructura sencilla o doble (sin arriostrar)**

Disposición de la estructura portante (perfiles en chapa de acero nominal de 0,60 mm)	Momento de inercia (cm <sup>4</sup> )	Modulación de montantes: 600 mm		Modulación de montantes: 400 mm	
		Paramentos con una sola placa (1)	Paramentos con dos placas (2)	Paramentos con una sola placa	Paramentos con dos placas
Perfil nominal 48	2,57	2,60	3,05	2,80	3,35
Perfiles dobles nominales 48	5,14	3,00	3,60	3,35	4,00
Perfil nominal 70	6,57	3,20	3,85	3,55	4,25
Perfiles dobles nominal 70	13,14	3,80	4,60	4,20	5,05
Perfil nominal 90	11,97	3,75	4,45	4,10	4,95
Perfiles dobles nominal 90	23,94	4,45	5,30	4,90	5,90
Perfil nominal 100	15,28	3,95	4,75	4,40	5,25
Perfiles dobles nominal 100	30,56	4,70	5,65	5,20	6,25
Perfil nominal 125	25,79	4,50	5,40	5,00	6,00
Perfiles dobles nominal 125	51,58	5,35	6,45	5,95	7,15
Perfil nominal 150	39,79	5,05	6,05	5,55	6,70
Perfiles dobles nominal 150	79,58	6,00	7,20	6,60	7,95

(1) Una sola placa de yeso de hasta 18 mm de espesor.

(2) Dos placas de yeso de 12,5 ó 15 mm de espesor.

Nota: Aunque la altura de referencia para el cálculo de otras configuraciones es  $H_0 = 2,50$  m, la experiencia indica que un tabique de altura.

$H = 2,60$  m con montantes de 48 mm modulados a 600 mm, con una placa de 15 mm de espesor atornillada a cada lado de la estructura, cumple con las condiciones indicadas:  $f < 5$  mm para una presión de 20 daN/m<sup>2</sup>.

Consultar con el Departamento Técnico de PLACO la posibilidad de instalar perfilera High Stil si se requieren tabiques de menor ancho total y con alturas comprendidas entre 6 y 10 m.



- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.



# Gimnasios e instalaciones deportivas

## Objetivos

Alta resistencia mecánica y a la humedad





#### AULAS

Elementos de separación vertical entre aulas.  
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.  
Fachada.  
Distribución interior.  
Techos.  
Solera.  
Conductos de Climatización.

#### PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES

Tabiques.  
Techos.  
Conductos de ventilación.  
Ascensores.

#### COCINAS Y COMEDORES


Cocinas.  
Comedores.  
Techos acústicos.

#### SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS

Techos.  
Solera.

#### GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS

Alta resistencia mecánica y a la humedad.  
Distribución interior. Zonas húmedas.  
Solera.  
Techos.



## 4.5. Gimnasios e instalaciones deportivas

*Los niños al colegio no solo van a aprender conocimientos, procedimientos y actitudes sino que también van a divertirse, a jugar, a relacionarse con sus iguales, a explorar el entorno que les rodea, etc.*

*Por esta razón, las instalaciones de recreo de un colegio deben ser zonas divertidas, seguras y estimulantes en las que los niños puedan explorar el entorno que les rodea.*

*Hay que convertir estas zonas aburridas en zonas divertidas ya que los niños pasan cerca del 20% de su tiempo escolar en las zonas de recreo, y por tanto merece la pena hacer de estos espacios una parte importante de cualquier colegio ya que pueden ser mucho más que un lugar en el que jugar con la pelota.*

*Un espacio exterior bien estructurado debe brindar ocasiones para estar cerca o lejos de los adultos, para jugar en grandes grupos, pequeños grupos, o aisladamente si se prefiere.*

*Las zonas de ocio englobadas dentro del propio edificio como son gimnasios y vestuarios, se caracterizan por la presencia constante de humedad, ya sea en estado líquido o gaseoso.*

*La existencia de una muy fuerte humedad, viene definida como: presencia de agua en estado líquido o de vapor de manera prácticamente sistemática, o/y limpieza mediante chorro de agua a presión.*



	<b>AULAS</b>	
Elementos de separación vertical entre aulas.		
Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.		
Fachada.		
Distribución interior.		
Techos.		
Solera.		
Conductos de Climatización.		
<b>PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES</b>		
Tabiques.		
Techos.		
Conductos de ventilación.		
Ascensores.		
<b>COCINAS Y COMEDORES</b>		
Cocinas.		
Comedores.		
Techos acústicos.		
<b>SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS</b>		
Techos.		
Solera.		
<b>GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS</b>		
Alta resistencia mecánica y a la humedad.		
Distribución interior. Zonas húmedas.		
Solera.		
Techos.		
Fachada.		

## 4.5.1. Alta resistencia mecánica y a la humedad

En este tipo de casos está desaconsejado el empleo de placa de yeso laminado, siendo muy recomendable el uso de placas en base cemento con un aislamiento de Lana Mineral ISOVER en su interior. Estas combinan las características de instalación de las placas de yeso laminado, una resistencia superior, y una tolerancia excepcional a la humedad, siendo un material idóneo para zonas donde existan grandes cantidades de agua y humedad.

Los sistemas de tabiquería y de trasdosados con paneles de cemento con tornillos, materiales para el tratamiento de juntas y acabados, garantizan

un alto rendimiento a largo plazo, así como una excepcional durabilidad.

Sus ventajas son:

- Resistencia a la proliferación de hongos.
- Mayor facilidad y ligereza para su manipulación e instalación que otros paneles en base cemento.
- Superficie lista para recibir el acabado final.
- Alta dureza.
- Buena resistencia a los impactos y a la abrasión.
- Resiste alicatados de hasta 50 kg/m<sup>2</sup> de peso.
- Reacción al fuego A2-s1, d0.
- Resistencia al fuego (EI) en tabiques hasta 60 minutos.



## 4.5.2. Distribución interior. Zonas húmedas

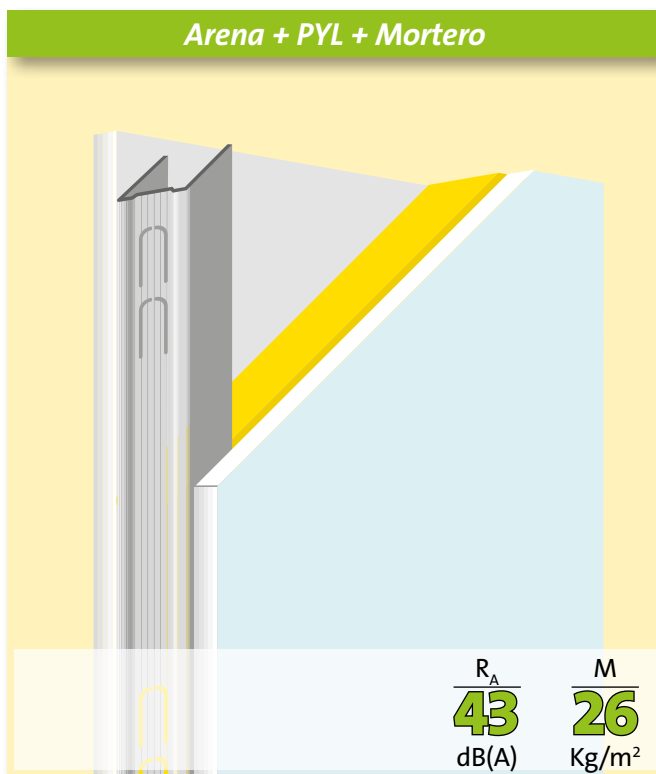
### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### Arena

Paneles o rollos de Lana Mineral **Arena** específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes Térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.



#### Sistema PLACO Hydro Plus

Tabique formado por una Placa de Yeso Laminado atornillada a cada lado de una estructura metálica. Incluyendo Lana Mineral ISOVER. Acabado mediante alicatado o mortero continuo de revestimiento.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)
Arena	45
PYL <sup>1</sup>	13
Mortero <sup>2</sup>	2-4

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Glasroc H.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tec Imperflex.

## 4.5.3. Solera

### Soluciones técnicas

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### Arena PF

Panel de Lana Mineral Arena de alta resistencia a la compresión. Aislamiento térmico y acústico a ruido de impactos en suelos flotantes colocado bajo losa armada de al menos 4 cm. Aislamiento térmico bajo primer forjado.

AULAS	Elementos de separación vertical entre aulas.
	Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
	Fachada.
	Distribución interior.
	Techos.
	Solera.
	Conductos de Climatización.
PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES	Tabiques.
	Techos.
	Conductos de ventilación.
	Ascensores.
COCINAS Y COMEDORES	Cocinas.
	Comedores.
	Techos acústicos.
SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS	Techos.
	Solera.
GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS	Alta resistencia mecánica y a la humedad.
	Distribución interior. Zonas húmedas.
	Solera.
	Techos.

### S0.2

Sobre un soporte resistente o forjado se dispone la capa de Lana Mineral ISOVER, como aislante acústico, y dos Placas de Yeso Laminado. Aplicación de mortero.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	$R_{sf}=0,11 + R_{AR}$ m <sup>2</sup> .K/W
Arena PF	15	0,58
	25	0,89
PYL <sup>1</sup>	20	0,58 / 0,89
Mortero <sup>2</sup>	-	
Mortero <sup>3</sup>	-	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Rigidur.

<sup>2</sup> Mortero Weber.prim TP05.

<sup>3</sup> Mortero Weber.floor dur.

**Arena PF + PYL 20 + Mortero**

$\frac{\Delta R_A}{dB(A)}$   
0\*  
 dB(A)

$\frac{M}{Kg/m^2}$   
400  
 Kg/m<sup>2</sup>

$\frac{\Delta Lw}{dB(A)}$   
≥25\*\*  
 dB(A)

\* 1 dB(A) en Panel Solado L, y 7 PLACO Force Floor.

\*\* 23 dB en Panel Solado L de 20 de espesor.

27 dB en Panel Solado L de 30 de espesor.

25 dB en Arena PF de 15 de espesor.



## 4.5.4. Techos

Como se indicaba al inicio de este documento, el acondicionamiento acústico juega una importancia fundamental a la hora de conseguir una comunicación eficaz en el recinto, al igual que el aislamiento acústico el cual es también fundamental para que las actividades dentro del centro educativo se realicen exitosamente.

El CTE exige que las aulas estén acondicionadas acústicamente de forma que el tiempo de reverberación no exceda de 0,7 s en salas vacías o 0,5 s en salas con mobiliario fijo.

Las soluciones con techos fonoabsorbentes corrigen el tiempo de reverberación del recinto.

Los techos continuos de Placa de Yeso Laminado con lana mineral ISOVER permiten incrementar los niveles de aislamiento acústico a ruido aéreo y de impactos de los forjados, ocultar instalaciones y crear barreras efectivas en caso de incendio.

### *Soluciones técnicas de aislamiento acústico*

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



#### **IBR**

Lana Mineral ISOVER IBR constituido por una manta ligera de Lana de Vidrio, que puede ir revestida por una de sus caras con un kraft que actúa como barrera de vapor cumpliendo la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,040 W/(m·K) y código de designación MW-EN-13162-T2-WS-Z3-AFr5.

### TO.1

La cara mas superficial de la estructura es una Placa de Yeso Laminado sujeta a un forjado u otro Soporte Resistente mediante unos tirantes metálicos. Entre estas capas se crea una Cámara de aire de al menos 100 mm en la que una parte del espacio la ocupa una capa de Lana Mineral ISOVER.

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)	$R_{15} = 0,22 + R_{AT}$ $m^2 K/W$
IBR	80	2,22
PYL <sup>1</sup>	13	

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Phonique PPH.

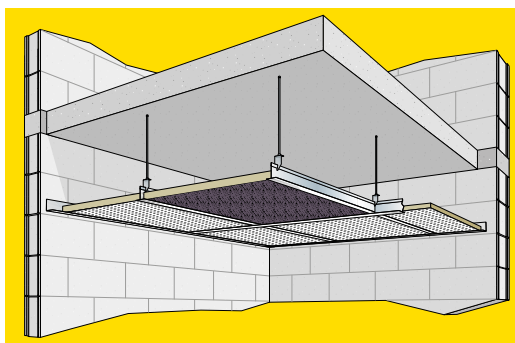


\*Ensayo CTA-032-08-AER1.

- AULAS
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

## Soluciones técnicas de acondicionamiento acústico

Para las soluciones técnicas presentadas en este capítulo se han utilizado los siguientes productos ISOVER:



### Arena Absorción

Panel semirrígido de lana mineral arena ISOVER, no hidrófilo, revestido por una de sus caras con un velo de vidrio de color negro.

Por sus excelentes prestaciones acústicas, arena absorción, es la mejor opción para absorbente acústico en falsos techos perforados, ya sean metálicos, de madera o de yeso laminado.



**T0.5**  
*Techo continuo formado por una Placa de Yeso Laminado fonoabsorbente entre la que se coloca un aislamiento ISOVER de elevada absorción acústica para unos resultados de absorción extraordinarios.*

Producto recomendado ISOVER	Espesor (mm)
Arena Absorción	40
PYL <sup>1</sup>	-
PYL <sup>2</sup>	-

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Gyptone Activ'Air.  
<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado Rigiton.

Coeficiente de absorción $\alpha$ Sabine*							
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	
Espesor	15	0,40	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90
	25	0,40	0,70	0,65	0,85	0,90	0,95
	40	0,40	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00

\* Ensayos con cámara o plenum, sobre bandejas metálicas perforadas.  
 Ensayos Instituto de Acústica.  
 Referencia:  
 AC3-D5-00-IX, AC3-D6-03-XI,  
 AC3-D14-01-XVIII.







- AULAS**
- Elementos de separación vertical entre aulas.
- Elementos de separación vertical entre aulas y pasillos.
- Fachada.
- Distribución interior.
- Techos.
- Solera.
- Conductos de Climatización.
- PASILLOS Y ESCALERAS PROTEGIDOS, ASCENSORES**
- Tabiques.
- Techos.
- Conductos de ventilación.
- Ascensores.
- COCINAS Y COMEDORES**
- Cocinas.
- Comedores.
- Techos acústicos.
- SALAS DE REUNIONES Y CONFERENCIAS**
- Techos.
- Solera.
- GIMNASIOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Alta resistencia mecánica y a la humedad.
- Distribución interior. Zonas húmedas.
- Solera.
- Techos.

# Resumen. Prestaciones de los Sistemas

Los sistemas reflejados a continuación son todos aquellos que han sido contemplados como soluciones en este documento.

Las alturas máximas indicadas en los sistemas con montantes dobles han sido calculadas considerando las estructuras arriostradas y una separación entre montantes de 400 mm.

Los valores acústicos indicados se han obtenido mediante ensayo, cálculo o estimación.

Para más información o ampliar el rango de soluciones, puede consultar el Manual de Soluciones Constructivas en Placa de Yeso Laminado, el Manual de Soluciones Constructivas en Techos de PLACO y el Catálogo de Elementos Constructivos de ISOVER, disponibles para su libre descarga en la página web [www.placo.es](http://www.placo.es) y [www.isover.es](http://www.isover.es).







# Aulas

## Elementos de separación vertical entre aulas

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	-	

$R_A$        $M$        $EI$   
**59,1\***    **55**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-268/08/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**65**    **55**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**55,9\***    **45**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-118/08/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**62,8\***    **44,5**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-026/06/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

## Elementos de separación vertical entre habitaciones y pasillos

Arena + PYL 15 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	15	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**67,6\***    **53,4**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-125/08/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	60	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**59,1\***    **55**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-268/08/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**65**    **55**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**55,9\***    **45,2**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-118/08/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**62,8\***    **44,5**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-026/06/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 15 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Arena	67	0,25
PYL <sup>1</sup>	15	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$        $M$        $EI$   
**67,6\***    **53,4**    **120**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>

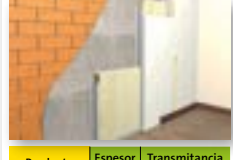
\* Ensayo CTA-125/08/AER CTA-026/06/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

## Fachada

Eco D 032 / Eco D 035 + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U U=1/0,57+Rat (W/m <sup>2</sup> ·K)
Eco D 032	50	0,55
Eco D 032	100	0,27
Eco D 035	50	0,44
PYL <sup>1</sup>	13	0,55 / 0,27 / 0,44
Mortero <sup>2</sup>	3-5	

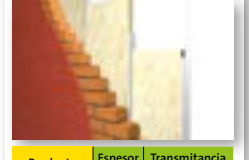
$R_A$        $M$        $R_{At}$   
**>63,5\***    **256**    **>57,7**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>    dB(A)

\* Ensayo CTA-026/06/AER

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tec Aislaterm.

Eco D 032 / Eco D 035 + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U U=1/0,57+Rat (W/m <sup>2</sup> ·K)
Eco D 032	40	0,47
Eco D 032	100	0,27
Eco D 035	60	0,51
PYL <sup>1</sup>	13	0,55 / 0,27 / 0,44
Mortero <sup>2</sup>	3-5	

$R_A$        $M$        $R_{At}$   
**59**    **157**    **54**  
 dB(A)    Kg/m<sup>2</sup>    dB(A)

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tec Aislaterm.

### Eco D 032 / Eco D 035 + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U U=1/0,57+Rat (W/m²K)
Eco D 032	40	0,55
Eco D 032	100	0,27
Eco D 035	60	0,44
PYL <sup>1</sup>	13	0,55 / 0,27 / 0,44
Mortero <sup>2</sup>	3-5	

$R_A$   $M$   $R_{str}$   
**63,5\*** **256** **57,7\***  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

\* Ensayo AC3-D14-01-XXVI.

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tec Aislaterm.

### Isofex + Mortero



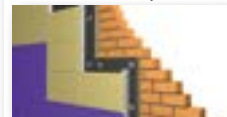
Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U U=1/0,38+Rat (W/m²K)
Isofex	60	0,49
Isofex	120	0,27
Mortero <sup>1</sup>	-	-

$R_A$   $M$   $R_{str}$   
**55\*** **220** **47,8\***  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

\* Ensayo n°91.2648.0-IN-OT-10/401.

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Mortero Weber.Therm Acoustic.

### Ecovent/Ecovent VN 032/ Ecovent VN 035 / Mortero Multicapa

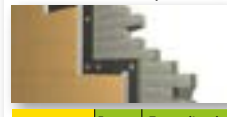


Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U U=1/0,57+Rat (W/m²K)
Ecovent	60	0,49
Ecovent VN 032	100	0,28
Ecovent VN 035	100	0,30
Ecovent VN 035	120	0,26
Morteros <sup>1,2,3</sup>	-	0,56 / 0,49 / 0,27 / 0,53 / 0,56

$R_A$   $M$   $R_{str}$   
**42** **156** **39**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Mortero Weber.Therm Base.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.CS Plus.  
<sup>3</sup> Mortero Weber.Tene.

### Ecovent/Ecovent VN 032/ Ecovent VN 035/ Mortero Multicapa



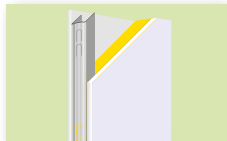
Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U U=1/0,57+Rat (W/m²K)
Ecovent	60	0,39
Ecovent VN 032	100	0,24
Ecovent VN 035	100	0,26
Ecovent VN 035	120	0,24
Ecovent VN 038	50	0,44
Morteros <sup>1,2,3</sup>	-	0,56 / 0,49 / 0,27 / 0,53 / 0,56

$R_A$   $M$   $R_{str}$   
**41** **177** **38**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Mortero Weber.Therm Base.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.CS Plus.  
<sup>3</sup> Mortero Weber.Tene.

### Distribución interior

#### Arena + PYL 15 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m²K)
Arena	40	0,62
PYL <sup>1</sup>	15	0,63
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$   $M$   
**52\*** **44\***  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-087/08/AER.

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

### Techos

#### IBR + PYL 13



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	R <sub>T2</sub> =0,22 + R <sub>str</sub> m² K/W
IBR	80	
PYL <sup>1</sup>	13	2,22

$\Delta R_A$   $M$   $\Delta Lw$   
**17,4\*** **367,5\*** **9**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

\* Ensayo B1001-40-M79RA.

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.

### Arena Absorción + PYL



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)
IBR	40
PYL <sup>1</sup>	-
PYL <sup>2</sup>	-

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Gyptone Activ Air Continuo.  
<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado Rigitone.

Coeficiente de absorción $\alpha$ Sabine*						
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor	15	0,40	0,60	0,70	0,90	0,90
	25	0,40	0,70	0,65	0,85	0,90
	40	0,40	0,75	0,75	1,00	1,00

\* Ensayos con cámara o plenum, sobre bandejas metálicas perforadas. Ensayos Instituto de Acústica.

Referencia:  
 AC3-D5-00-IX, AC3-D6-03-XI, AC3-D14-01-XVIII.

### Solera

#### Arena PF + PYL 20 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	R <sub>T2</sub> =0,02 + R <sub>str</sub> m² K/W
Arena PF	15	0,48
Arena PF	25	0,80
PYL <sup>1</sup>	20	
Mortero <sup>2</sup>	8/50	0,48 / 0,80

$\Delta R_A$   $M$   $\Delta Lw$   
**6\*** **400** **34\*\***  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

\* 5 dB(A) en Arena PF de 15 de espesor.  
 \*\* Valores estimados a partir del ensayo AC3-D14-01-XV

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Rigidur.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Floor Fluid.

### Arena PF + PYL 20 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	R <sub>T2</sub> =0,02 + R <sub>str</sub> m² K/W
Arena PF	15	0,58
Arena PF	25	0,89
PYL <sup>1</sup>	20	0,58 / 0,89
Mortero <sup>2</sup>	8/50	

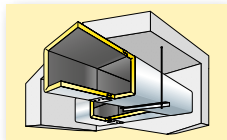
$\Delta R_A$   $M$   $\Delta Lw$   
**7\*** **400** **25\*\***  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

\* 1 dB(A) en Panel Solado L y 7 PLACO Force Floor.  
 \*\* 23 dB en Panel Solado L de 20 de espesor.  
 27 dB en Panel Solado L de 30 de espesor.  
 25 dB en Arena PF de 15 de espesor.

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Rigidur.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Floor Fluid.

### Conductos de climatización

#### CLIMAVER APTA / CLIMAVER A2 deco / CLIMAVER neto



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Absorción Acústica ( $\alpha_s$ )
CLIMAVER APTA	40-50	0,90
CLIMAVER A2 deco		
CLIMAVER neto	25	0,85

# Pasillos y Escaleras protegidos. Ascensores

## Tabiques

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$   $M$   $EI$   
**59,1\*** **55** **120**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-268/08/AER.  
 Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	60	0,25
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2,3	

$R_A$   $M$   $EI$   
**65** **55** **120**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$   $M$   
**55,9\*** **45**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-118/08/AER.  
 Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$   $M$   $EI$   
**62,8\*** **44,5** **120**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-026/06/AER.  
 Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m <sup>2</sup> K)
Arena	67	0,25
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2,3	

$R_A$   $M$   $EI$   
**67,6\*** **53,4** **120**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-125/08/AER.  
 Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Impact.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

## Techos

Arena Basic+ PYL 25



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)
Arena	67
PYL <sup>1</sup>	25

$\Delta R$   $R_A$   $EI$   
**13** **69** **120**  
 dB(A) dB(A)

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO ME-GAPLAC PPF 25.

## Conductos de ventilación

ULTIMATE Conductos circulares



En el caso de protección frente al fuego de conductos circulares, el sistema consiste en un revestimiento de mantas reforzadas con una malla de acero galvanizado.

Este tipo de aislamiento permite un adaptación perfecta a la curvatura del conducto y a la malla exterior ayuda a la instalación de las mismas.

ULTIMATE Conductos rectangulares



El sistema ULTIMATE de protección frente al fuego de conductos metálicos es válido siempre y cuando las juntas entre conductos se resuelvan con uniones tipo Metu. En el caso de emplear como sistema de cuelgue varilla roscada M10, no es necesario ningún cálculo ni control. Los paneles de aislamiento se fijan mediante pins metálicos soldados a las hoas metálicas del conducto.

## Ascensores

Arena + PYL 19 / 15



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)
Arena	67
PYL <sup>1</sup>	19
PYL <sup>2</sup>	15

$R_A$   $EI$   
**51** **120**  
 dB(A)

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Coreboard.  
<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Placoflam PPF.

Arena + PYL 19 / 15



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)
Arena	70
PYL <sup>1</sup>	9
PYL <sup>2</sup>	15

$R_A$   $EI$   
**57** **180**  
 dB(A)

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Coreboard.  
<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Placoflam PPF.

# Cocinas. y Comedores

## Cocinas

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m²K)
Arena	50	0,29
PYL <sup>1</sup>	13	
Mortero <sup>2</sup>	2-3	

$R_A$   $M$   
**55,9\*** **45,2**  
dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

\* Valores estimados a partir de ensayo CTA-118/06/AER.

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

Arena + PYL 13 + Mortero



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	Transmitancia Térmica U (W/m²K)
Arena	45	0,34
PYL <sup>1</sup>	13	0,29
Mortero <sup>2</sup>	2, 3	0,29

$R_A$   $M$   $EI$   
**62,8\*** **44,5** **120**  
dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

\* Ensayo CTA-026/06/AER.

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.
- <sup>2</sup> Mortero Weber.Tene.

## Techos

Arena + PYL 25



Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)
Arena	67
PYL <sup>1</sup>	25

$\Delta R_A$   $R_A$   $EI$   
**13** **69** **120**  
dB(A) dB(A)

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:

- <sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO MEGAPLAC PPF 25.

## Comedores. Techos acústicos

Tonga Blanco



Techo acústico de Lana Mineral con velo de vidrio decorativo blanco o en color. Cara oculta reforzada con velo de vidrio.

Tonga Eurocolors



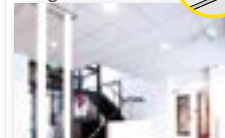
Techo acústico de Lana Mineral con velo de vidrio decorativo blanco o en color. Cara oculta reforzada con velo de vidrio.

Tonga A



Techo acústico de Lana Mineral con clasificación A+ en calidad de aire interior y alta absorción acústica  $\alpha = 1$ . Disponible en diversos formatos.

Tonga E



Techo acústico de Lana Mineral con clasificación A+ en calidad de aire interior y alta absorción acústica  $\alpha = 0,95$ . Su canto rebajado permite crear espacios con perspectivas únicas.



Acoustiroc



Panel mural de alta densidad revestido con velo de vidrio negro y chapa metálica pintada con pintura epoxy. Especialmente resistente. Solución termoacústica, decorativa y resistente a impactos.

Acoustished



Panel rígido autoportante de grandes dimensiones, en Lana de Roca con fuerte absorción acústica, revestido de un velo decorativo sobre la cara vista y reforzado por un velo de vidrio neutro sobre la cara oculta. Su proceso de fabricación le garantiza un perfecto comportamiento mecánico en el tiempo.



# Salas de reuniones y conferencias

### Techos

#### Arena Absorción + PYL 9

Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)
IBR	40
PYL <sup>1</sup>	-
PYL <sup>2</sup>	-

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Gyptone Activ Air.  
<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado Rigiton.

Coeficiente de absorción $\alpha$ Sabine*						
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor 15	0,40	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90
Espesor 25	0,40	0,70	0,65	0,85	0,90	0,95
Espesor 40	0,40	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00

\* Ensayos con cámara o plenum, sobre bandejas metálicas perforadas. Ensayos Instituto de Acústica. Referencia: AC3-D5-00-IX, AC3-D6-03-XI, AC3-D14-01-XVIII.

### Solera

#### Arena PF + PYL 20 + Mortero

Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	$R_{sf} = 0,11 + R_{sf}$ m <sup>2</sup> K/W
Arena PF	15	0,58
Arena PF	25	0,89
PYL <sup>1</sup>	20	0,58 / 0,89
Mortero <sup>2</sup>	-	-

$\Delta R_A$  M  $\Delta Lw$   
**0\*** **400** **≥25\*\***  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

\* 1 dB(A) en Panel Solado L y 7 PLACO Force Floor.  
 \*\* 23 dB en Panel Solado L de 20 de espesor. 27 dB en Panel Solado L de 30 de espesor. 25 dB en Arena PF de 15 de espesor.  
 Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Rigidur 2.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Floor Fluid.

# Gimnasios e instalaciones deportivas

### Distribución interior

#### Arena + PYL + Mortero

Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)
Acustialine E	45
PYL <sup>1</sup>	13
Mortero <sup>2</sup>	2-4

$R_A$  M  
**43** **26**  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup>

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Glasroc H.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.Tec Imperflex.

### Solera

#### Arena PF + PYL 20 + Mortero

Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	$R_{sf} = 0,11 + R_{sf}$ m <sup>2</sup> K/W
Arena PF	15	0,58
Arena PF	25	0,89
PYL <sup>1</sup>	20	0,58 / 0,89
Mortero <sup>2,3</sup>	-	-

$\Delta R_A$  M  $\Delta Lw$   
**0\*** **400** **≥25\*\***  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

\* 1 dB(A) en Panel Solado L y 7 PLACO Force Floor.  
 \*\* 23 dB en Panel Solado L de 20 de espesor. 27 dB en Panel Solado L de 30 de espesor. 25 dB en Arena PF de 15 de espesor.  
 Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Rigidur.  
<sup>2</sup> Mortero Weber.prim TP05.  
<sup>3</sup> Mortero Weber.floor dur.

### Techos

#### IBR + PYL 13

Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)	$R_{sf} = 0,22 + R_{sf}$ m <sup>2</sup> K/W
IBR	80	2,22
PYL <sup>1</sup>	13	2,22

$\Delta R_A$  M  $\Delta Lw$   
**17,4\*** **367,5\*** **9\***  
 dB(A) Kg/m<sup>2</sup> dB(A)

\* Ensayo CTA-032-08-AER1.

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado PLACO Phonique PPH.

### Techos

#### Arena Absorción + PYL

Producto recomendado ISOVER	Espesor lana mineral (mm)
Arena Absorción	40
PYL <sup>1</sup>	-
PYL <sup>2</sup>	-

Para los valores que figuran en la imagen se ha tenido en cuenta:  
<sup>1</sup> Placa de Yeso Laminado Gyptone Activ Air.  
<sup>2</sup> Placa de Yeso Laminado Rigiton.

Coeficiente de absorción $\alpha$ Sabine*						
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Espesor 15	0,40	0,60	0,70	0,90	0,90	0,90
Espesor 25	0,40	0,70	0,65	0,85	0,90	0,95
Espesor 40	0,40	0,75	0,75	1,00	1,00	1,00

\* Ensayos con cámara o plenum, sobre bandejas metálicas perforadas. Ensayos Instituto de Acústica. Referencia: AC3-D5-00-IX, AC3-D6-03-XI, AC3-D14-01-XVIII.



# iCONNECTA

Plug-In ISOVER para Ce3X



**Complemento de ISOVER para verificar los requisitos del CTE con Ce3X**

**ISOVER**  
SAINT-GOBAIN

Construimos tu futuro

# Productos







## Productos ISOVER



### Acustilaine 70

Paneles semirrígidos de Lana de Roca ISOVER que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,034 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1.



### Acustilaine E

Paneles semirrígidos de Lana de Roca ISOVER que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,037 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1.



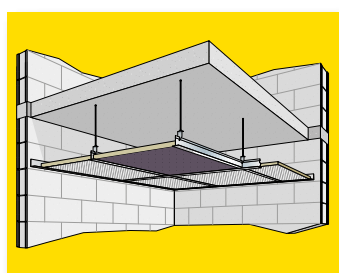
### Acustilaine MD

Paneles semirrígidos de Lana de Roca ISOVER que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1.



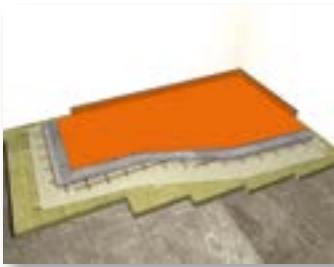
### Arena

Paneles o rollos de Lana Mineral Arena específicamente desarrollados para aplicaciones en edificación con altos requerimientos de aislamiento acústico que cumplen la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,035 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1-AFr5.



### Arena Absorción

Producto de Lana Mineral Arena de elevada absorción acústica recubierto por un velo de vidrio negro y especialmente diseñado para su colocación sobre techos perforados.



### **Arena PF**

Panel de Lana Mineral Arena de alta resistencia a la compresión. Aislamiento térmico y acústico a ruido de impactos en suelos flotantes colocado bajo losa armada de al menos 4 cm. Aislamiento térmico bajo primer forjado.



### **CLIMAVER A2 deco**

Paneles para la fabricación de conductos autoportantes de distribución de aire en Climatización, fabricados a partir de Lana Mineral y concebidos para su instalación vista (sin falso techo), conservando unas propiedades óptimas de reacción al fuego, e incorporando en su interior el tejido para ofrecer elevada atenuación acústica y favorecer su limpieza.



### **CLIMAVER APTA**

Paneles para la fabricación de conductos autoportantes de distribución de aire en Climatización, fabricados a partir de Lana Mineral y concebidos para responder a necesidades muy elevadas de aislamiento térmico y absorción acústica, incorporando en su interior un tejido neto, para ofrecer elevada atenuación acústica y favorecer su limpieza.



### **CLIMAVER neto**

Paneles para la fabricación de conductos autoportantes de distribución de aire en Climatización, fabricados a partir de Lana Mineral incorporando en su interior tejido neto, para ofrecer elevada atenuación acústica y favorecer su limpieza.



### **Eco D 032, Eco D 035, Eco D 037, Eco 032, Eco 035 y Eco 037**

Paneles de Lana de Vidrio con o sin revestimiento de papel Kraft en una de sus caras, que actúa como barrera de vapor recomendados para el aislamiento de fachadas por el interior cumpliendo la norma UNE EN 13162 y código de designación MW-EN-13162-T3-WS-Z3-AFr5. Ensayados para su aplicación en el sistema ECOSEC y con un Documento de Idoneidad Técnica (DIT).



### **Ecovent**

*Manta de Lana Mineral hidrofugada, revestida por una de sus caras con un tejido textil negro de gran resistencia mecánica y al desgarro.*



### **Ecovent VN 032, 035, 038**

*Paneles de lana de mineral Arena no hidrófila recubiertos de un velo negro en una de sus caras. Se ha desarrollado de forma que proporciona distintos aislamientos térmicos en función a las necesidades requeridas. Producto para aislamiento térmico en fachadas ventiladas cumpliendo la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación, clase de reacción al fuego A2-s1,d0 y código de designación MW-EN-13162-T3-WS-MU1.*



### **IBR**

*Lana Mineral ISOVER IBR constituido por una manta ligera de Lana de Vidrio, que puede ir revestida por una de sus caras con un kraft que actúa como barrera de vapor cumpliendo la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,040 W/(m·K) y código de designación MW-EN-13162-T2-WS-Z3-AFr5.*



### **Isofex**

*Paneles de Lana de Roca de alta densidad. Especialmente desarrollados para la instalación de sistemas de aislamiento térmico y acústico por el exterior en fachadas (ETICS) con mortero acrílico cumpliendo con la norma UNE EN-13162, con una conductividad térmica de 0,036 W/(m·K), clase de reacción al fuego A, resistencia a la tracción de 10KPa y código de designación MW-EN13162-T5-TR10-WS-MU1-AW0,90-AFR5.*



### **Panel Solado L**

*Panel rígido de Lana de Roca. Aislamiento térmico y acústico a ruidos de impacto en suelos flotantes bajo losa armada de hormigón de, al menos, 4 cm. Aislamiento térmico bajo primer forjado.*



### **ULTIMATE Protect**

*Lana Mineral ULTIMATE para aplicaciones de protección contra incendios capaz de satisfacer los requisitos más exigentes. La estabilidad del producto y su excelente resistencia térmica, permiten a ULTIMATE ofrecer un rendimiento óptimo en la protección contra incendios y el aislamiento térmico, cumpliendo entre otras, la Norma Europea EN 1366-1 (Ensayos de resistencia al fuego de conductos de ventilación).*

*U Protect Slab 4.0 se presenta en forma de paneles (con revestimiento y sin revestimiento) y U Protect Wired Mat 4.0 se presenta en forma de mantas (con revestimiento y sin revestimiento).*



**Documentación de referencia**









## Documentación de referencia



**CLIMAVER APTA**  
Altas Prestaciones  
Térmicas y Acústicas.



**Manual de Conductos de aire acondicionado CLIMAVER**



**La guía ISOVER. Soluciones de Aislamiento.**



**Manual de Montaje CLIMAVER**



**Las Clases de Confort Acústico ISOVER. Sin ruidos: una vida mejor.**



**Eficiencia Energética y Confort en los Climas Cálidos. Multi-Comfort House. ISOVER.**



**Catálogo de Elementos Constructivos ISOVER para la Edificación (según CTE).**



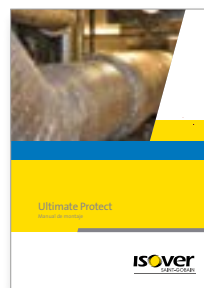
**CLIMAVER deco® La solución decorativa en conductos de aire.**



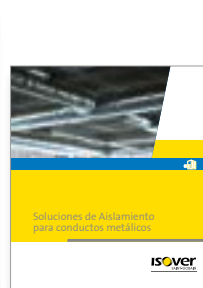
**Soluciones de Aislamiento en el Sector Hotelero**



**Aislamiento de Fachadas. Soluciones ISOVER para Obra Nueva y Rehabilitación.**



**Ultimate Protect. Manual de montaje.**



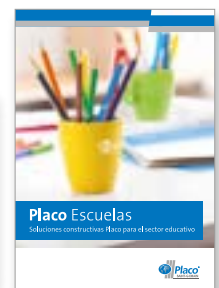
**Soluciones de Aislamiento para conductos metálicos.**



**Soluciones Innovadoras para renovación.**




**LEED®, BREEAM® y VERDE® Certificaciones que avalan el compromiso medioambiental en la edificación.**



**PLACO Hoteles. Soluciones constructivas PLACO para el sector educativo.**

Saint Gobain Isover Ibérica, S.L. – ISOVER, se reserva el derecho a la modificación sin previo aviso, y de manera total o parcial, de los datos contenidos en el presente documento. Asimismo, no puede garantizar la ausencia de errores involuntarios.

 Documento impreso en papel Creator Silk; fabricado con celulosa no blanqueada con cloro gas. (Elemental Chlorine-Free)



Construimos tu futuro

Saint Gobain Isover Ibérica, S. L., se reserva el derecho a la modificación sin previo aviso, y de manera total o parcial, de los datos contenidos en el presente documento. Asimismo, no puede garantizar la ausencia de errores involuntarios.



Documento impreso en papel Creator Silk; fabricado con celulosa no blanqueada con cloro gas. (Elemental Chlorine-Free)



Saint-Gobain Isover Ibérica, S.L.

C/ Príncipe de Vergara, 132  
28002 Madrid  
+34 901 33 22 11

isover.es@saint-gobain.com  
www.isover.es

www.isover-aislamiento-tecnico.es

 @ISOVERes  
 ISOVERaislamiento  
 ISOVERaislamiento

 ISOVERes  
 ISOVER Aislamiento  
 ISOVER Aislamiento

E-1-47-001



PVP: 8,58 €