



Manual de Acústica

ÍNDICE

| | |
|--|-------|
| ISOLAMENTO E CONDICIONAMENTO ACÚSTICO EM EDIFÍCIOS - Conceitos Gerais | 03 |
| O SOM NO AR | 03 |
| VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM | 03 |
| COMPRIMENTO DE ONDA | 04 |
| NÍVEL DE PRESSÃO E DE POTÊNCIA SONORA | 04 |
| NÍVEL SONORO | 05 |
| TEMPO DE REVERBERAÇÃO | 05 |
| BANDAS DE FREQUÊNCIAS | 06 |
| SONS AÉREOS E DE PERCUSSÃO | 06 |
| ÍNDICES DE ISOLAMENTO SONORO (Normas) | 07-08 |
| ÍNDICE DE ISOLAMENTO A SONS AÉREOS | 08 |
| ÍNDICE DE ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO | 09 |
| REDUÇÃO SONORA DE REVESTIMENTOS DE PISO OU SISTEMAS DE PAVIMENTO FLUTUANTE | 09 |
| TRANSMISSÃO MARGINAL | 09 |
| QUALIDADE ACÚSTICA DE ESPAÇOS - Considerações Gerais | 10 |
| SOLUÇÕES PARA CORRECÇÃO ACÚSTICA DE ESPAÇOS | 11 |
| MATERIAIS POROSOS | 11 |
| SISTEMAS RESSONANTES | 12-13 |

| | |
|--|--------------|
| SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS IMPERALUM | 14 |
| IMPERSOM | 14 |
| IMPERACOUSTIC IMPERCOQUILHA | 15 |
| ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO - SOLUÇÃO DE TACOS DE MADEIRA | 16 |
| ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO - SOLUÇÃO COM MOSAICO CERÂMICO | 17 |
| ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO - SOLUÇÃO COM PARQUET FLUTUANTE | 18 |
| ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO - SOLUÇÃO COM ALCATIFA COLADA | 19 |
| ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO - TECTOS FALSOS EM GESSO CARTONADO | 20 |
| ISOLAMENTO A SONS AÉREOS - SOLUÇÃO DE PAREDE DE ALVENARIA COM PAREDE DE GESSO CARTONADO | 21 |
| ISOLAMENTO A SONS AÉREOS - SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM ALVENARIA COM CAIXA DE AR | 22 |
| ISOLAMENTO A SONS AÉREOS - SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO | 23 |
| ISOLAMENTO A SONS AÉREOS - SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO | 24 |
| ISOLAMENTO A SONS AÉREOS - SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO | 25 |
| ISOLAMENTO A SONS AÉREOS - SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO | 26 |
| ISOLAMENTO A SONS AÉREOS - SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO | 27 |
| ISOLAMENTO ACÚSTICO DE TUBAGENS - SOLUÇÃO EM CORETE TÉCNICA | 28 |
| ENSAIOS REALIZADOS PELO LNEC | 29-30 |

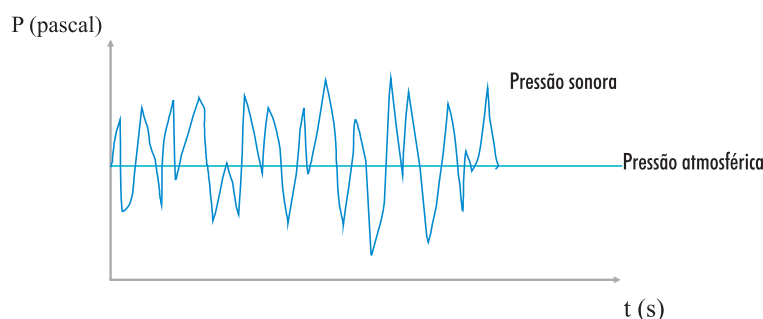
ISOLAMENTO E CONDICIONAMENTO ACÚSTICO EM EDIFÍCIOS - Conceitos Gerais

O SOM NO AR

Os movimentos de um corpo em vibração, o funcionamento de aparelhos de rádio e televisão, os escoamentos de gases, etc., dão lugar a perturbações na atmosfera envolvente. Estas perturbações traduzem-se por contrações e dilatações de volumes de ar elementares, correspondendo-lhes respectivamente:

- uma alteração de pressão, que em repouso é a pressão atmosférica P_0
- um movimento vibratório das partículas de ar

Propagando-se e atingindo o percepiante, estas perturbações impressionam o tímpano e em consequência o sistema de audição humano. Assim sendo, e em certas condições, está-se na presença de um som.



Para um determinado ponto A, a pressão total resultante corresponde à soma da pressão atmosférica P_0 com a pressão devida às perturbações referidas, sendo designada por $P(t)$. Nesta circunstância, define-se pressão sonora, $p(t)$, a qual é função do tempo, t , a grandeza:

$$p(t) = P(t) - P_0$$

VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM

A velocidade de propagação do som representa a velocidade com que se propagam as ondas sonoras. É um vector perpendicular à frente de onda. De um ponto de vista genérico, esta velocidade é independente da amplitude da pressão sonora. Todavia é dependente das características do meio de propagação. Para condições correntes têm-se as seguintes velocidades para os meios de propagação indicados:

- Ar = 340 m/s;
- Água = 1460 m/s;
- Madeira = 1000 a 4900 m/s;
- Cimento = 4000 m/s;
- Aço = 4700 a 5150 m/s;
- Vidro = 5000 a 6000 m/s.

COMPRIMENTO DE ONDA

O comprimento de onda λ é definido pela distância entre duas cristas sucessivas de uma onda, ou melhor a distância percorrida por perturbação durante o tempo correspondente a um período. O comprimento de onda depende da velocidade de propagação c e do período T da perturbação. É dado pela seguinte expressão:

$$c = f \lambda = \frac{\lambda}{T}$$

O comprimento de onda é expresso em metros.

NÍVEL DE PRESSÃO E DE POTÊNCIA SONORA

Os valores das grandezas no domínio da acústica, nomeadamente a pressão e a potência sonoras, são expressos em termos dos seus níveis, considerados relativamente a valores de referência. O nível de pressão sonora, expresso em decibéis, é dado pela seguinte expressão:

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p_{ef.}^2}{p_{ref.}^2}$$

Nesta equação, o quadrado do valor eficaz da pressão sonora, para um determinado intervalo de tempo t , definido por $(t_2 - t_1)$, é dado por:

$$p_{ef.}^2 = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} [p(t)]^2 dt$$

O nível de pressão sonora é normalmente determinado e apresentado por bandas de frequências com a largura de uma oitava ou de um terço de oitava, identificadas respectivamente pela sua frequência central nominal. No que respeita ao nível de potência sonora de uma determinada fonte ou equipamento, este é expresso em dB(A) e é dado pela seguinte expressão:

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_{ref.}}$$

Onde W representa o valor da potência sonora da fonte ou equipamento.

Os valores de referência integrantes das expressões anteriores são, respectivamente:
para a pressão sonora - $p_{ref.} = 2 \times 10^{-5}$ pascals; e para a potência sonora - $W_{ref.} = 10^{-12}$ watts.

NÍVEL SONORO

O nível sonoro pretende traduzir a pressão sonora ponderada apercebida pelo ouvido humano, e é expresso em dB(A). Esta ponderação é feita de acordo com a seguinte expressão:

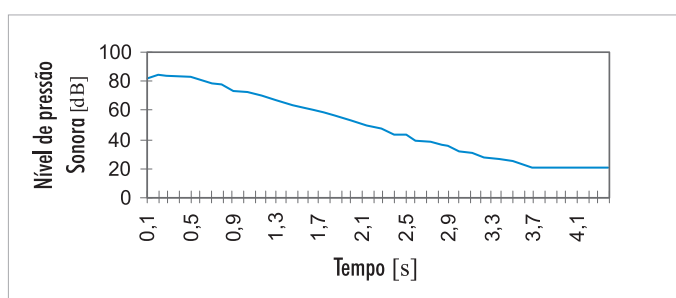
$$L_p = 10 \log_{10} \left(\sum_i 10^{0,1 * (L_{p_i} + C_i)} \right)$$

Nesta expressão, L_{p_i} representa o nível sonoro em cada uma das bandas de frequências i consideradas na medição e C_i as correcções respectivas (malha A), as quais, para medições efectuadas por bandas de frequências com a largura de uma oitava, se apresentam na tabela seguinte.

| Bandas de Frequências (Hz) | Correcções, C_i (dB) |
|----------------------------|------------------------|
| 125 | -16 |
| 250 | -9 |
| 500 | -3 |
| 1000 | 0 |
| 2000 | 1 |
| 4000 | -1 |

TEMPO DE REVERBERAÇÃO

O tempo de reverberação de um recinto fechado, para uma determinada banda de frequências, corresponde ao intervalo de tempo necessário para que o nível de pressão sonora, nessa banda, após ter sido interrompida a emissão de energia sonora, decresça de 60 dB. O valor do tempo de reverberação depende da frequência, da absorção sonora dos materiais que integram a envolvente exposta (revestimentos ou elementos definidores da compartimentação), dos objectos existentes no recinto fechado e do volume do recinto. A figura seguinte ilustra este parâmetro.



BANDAS DE FREQUÊNCIAS

O ouvido humano médio tem capacidade de detectar sons com frequências situadas na gama de 20 Hz. No sentido de tornar exequíveis medições de níveis sonoros numa gama tão alargada, é normal efectuar as análises por bandas de frequências com uma largura pré-definida e normalizada.

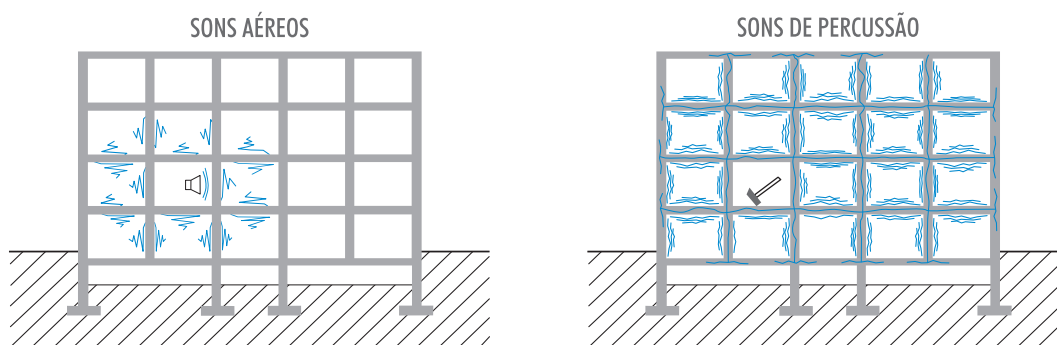
No caso da acústica de edifícios, utilizam-se bandas de frequências entre 100 Hz e 5000 Hz. Os valores das frequências centrais e respectivos limites - inferiores e superiores - das bandas de frequências que se utilizam em acústica de edifícios (oitavas e terços de oitava), constam da seguinte tabela:

| Frequência central (Hz) | Banda de terços de oitava (Hz) | Bandas de oitava (Hz) |
|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 100 | 89,1 – 112 | 89,1 – 178 |
| 125 | 112 – 141 | |
| 160 | 141 – 178 | |
| 200 | 178 – 224 | 178 – 355 |
| 250 | 224 – 282 | |
| 315 | 282 – 355 | |
| 400 | 355 – 447 | 355 – 708 |
| 500 | 447 – 562 | |
| 630 | 562 – 708 | |
| 800 | 708 – 891 | 708 – 1410 |
| 1000 | 891 – 1120 | |
| 1250 | 1120 – 1410 | |
| 1600 | 1410 – 1780 | 1410 – 2820 |
| 2000 | 1780 – 2240 | |
| 2500 | 2240 – 2820 | |
| 3150 | 2820 – 3550 | 2820 – 5620 |
| 4000 | 3550 – 4470 | |
| 5000 | 4470 – 5620 | |

SONS AÉREOS E DE PERCUSSÃO

Os sons aéreos derivam da excitação directa do ar. A conversação, a música, os ruídos de tráfego, são exemplos de sons aéreos.

Os sons de percussão têm origem na excitação de um meio sólido (parede, pavimento). Derivam de uma acção de impacto. São exemplos deste tipo de sons o devido ao martelar, ao arrastar de móveis, à acção de caminhar, etc.



ÍNDICES DE ISOLAMENTO SONORO (Normas)

O índice de isolamento a sons aéreos que deve ser assegurado pelos elementos de compartimentação horizontal (pavimentos) e vertical (paredes) e designa-se por D_{nw} .

O índice de isolamento a sons de percussão designa-se por $L_{n,w}$ e representa o isolamento sonoro a sons de impacto que deve ser proporcionado pelos elementos de compartimentação horizontal dos edifícios.

Estes parâmetros são determinados em conformidade com as metodologias dispostas nas normas internacionais EN ISO seguintes:

NP EN ISO 20140-3. Acústica. Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção. Parte 3: Medição em laboratório do isolamento sonoro a sons aéreos de elementos de construção.

EN ISO 140-4. Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms.

EN ISO 140-5. Acoustics. Measurement of sound insulation of façades and of façade elements. Part 5: Field measurements of airborne sound insulation between rooms.

EN ISO 717-1. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: Airborne sound insulation.

EN ISO 140-6. Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 6: Laboratory measurements of impact sound insulation of floors.

EN ISO 140-7. Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors.

EN ISO 717-2. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: Impact sound insulation.

EN ISO 140-8. Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 8: Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a heavyweight standard floor.

ÍNDICES DE ISOLAMENTO SONORO (Normas)

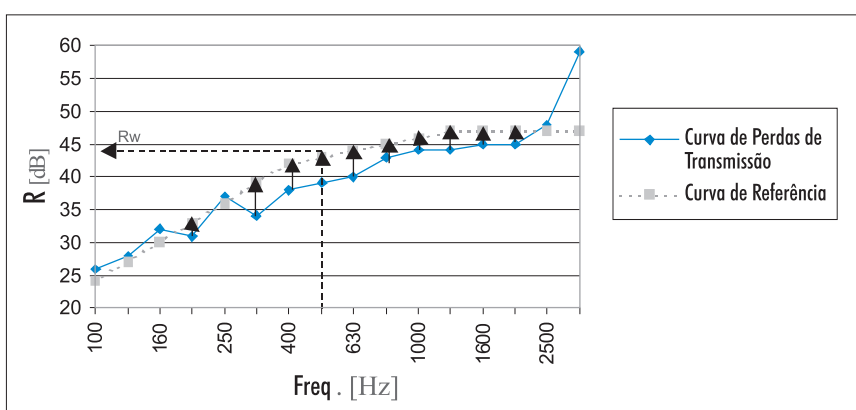
NP EN ISO 140-9. Acústica. Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção. Parte 9: Medição em laboratório do isolamento sonoro a sons aéreos de tectos falsos com caixa de ar, comuns a compartimentos adjacentes.

NP EN ISO 140-10. Acústica. Medição do isolamento sonoro de edifícios e de elementos de construção. Parte 10: Medição em laboratório do isolamento sonoro a sons aéreos de elementos de construção de pequenas dimensões.

ÍNDICE DE ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

No que respeita aos sons aéreos, o procedimento de caracterização do isolamento sonoro dos elementos de compartimentação dos edifícios, assenta primeiramente na obtenção de uma descrição das perdas de transmissão sonora entre espaços.

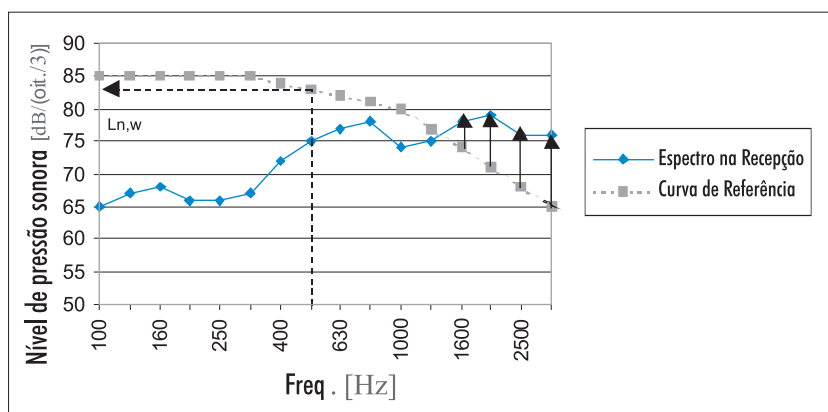
O índice de isolamento sonoro, determina-se por comparação com a descrição convencional de referência, constante na Norma EN ISO 717-1. Para o efeito, sobrepõe-se esta descrição ao diagrama dos valores da diferença dos níveis de pressão sonora entre os recintos emissor e receptor, corrigidos, por forma a que o valor médio do desvio em sentido desfavorável (conforme se ilustra na figura), calculado por divisão da soma dos desvios desfavoráveis pelo número total de bandas de frequências, consideradas no ensaio, deve ser o mais elevado possível, todavia sem ultrapassar o valor de 2 dB. O índice de isolamento corresponde ao valor da ordenada da descrição convencional de referência para a frequência de 500 Hz.



ÍNDICE DE ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

No respeito aos sons de percussão, a caracterização do isolamento assegurado pelos elementos de compartimentação horizontais realiza-se, no domínio da frequência, a partir da obtenção de um espectro de radiação.

O índice de isolamento a sons de impacto - determina-se por comparação do aspecto referido com a descrição convencional de referência, constante na Norma EN ISO 717-2. Para o efeito, sobrepõe-se esta descrição à curva em causa, por forma a que o valor médio do desvio desfavorável (conforme se ilustra na figura), calculado por divisão da soma dos desvios nesse mesmo sentido (desfavorável) pelo número total de bandas de frequências, consideradas no ensaio, deve ser o mais elevado possível, todavia sem ultrapassar o valor de 2 dB. O índice de isolamento sonoro corresponde ao valor da ordenada da descrição convencional de referência para a frequência de 500 Hz, sendo expresso em dB.

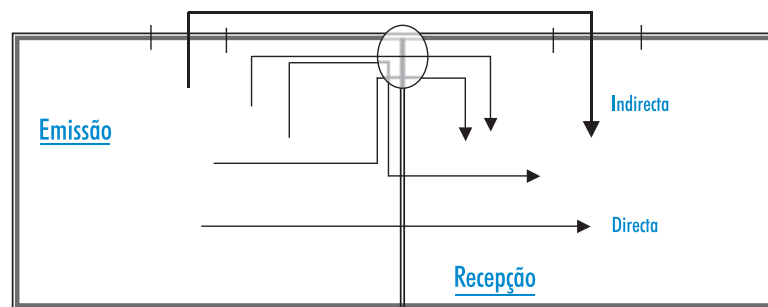


REDUÇÃO SONORA DE REVEST. DE PISO OU SISTEMAS DE PAVIMENTO FLUTUANTE

A redução sonora proporcionada por revestimentos de piso ou por pavimentos flutuantes - ΔL_w - é definida pela diferença entre o índice de isolamento sonoro da laje não revestida $L_{w,0}$ e o índice de isolamento sonoro da laje com o revestimento aplicado, $L_{n,w}$.

TRANSMISSÃO MARGINAL

Os valores obtidos com os procedimentos apresentados, quando se referem a ensaios de verificação de desempenho real tomam em conta todos os processos de transmissão de energia sonora que podem ocorrer entre os espaços em presença (directa e marginal). A transmissão marginal apenas é contabilizada, nos índices descritos, quando da realização de ensaios em obra. Esta transmissão ocorre normalmente pelas junções e por vias não contabilizáveis.



QUALIDADE ACÚSTICA DE ESPAÇOS - Considerações Gerais

A dissipação de energia sonora num recinto fechado processa-se, quando o campo sonoro estabelecido é difuso (campo com a mesma densidade de energia sonora em cada ponto do espaço), para condições de incidência nos elementos do contorno segundo todas as direcções. Esta dissipação de energia é traduzida pelo coeficiente de absorção sonora α do material onde ocorre a incidência em causa, sendo este coeficiente definido, para cada frequência f , ou para as bandas com frequência central f_c , pela seguinte relação:

$$\alpha = \frac{E_{\text{absorvida}}}{E_{\text{incidente}}}$$

Se o contorno do recinto fechado for constituído por elementos de superfície, S_n , de materiais diferentes, define-se o coeficiente de absorção sonora médio, para uma dada frequência, ou banda de frequências, pela expressão:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_n \alpha_n S_n}{\sum_n S_n}$$

Quando uma fonte sonora começa a funcionar num espaço fechado a potência sonora que emite é superior à potência dissipada na envolvente e no ar existente nesse mesmo espaço. Esta situação evolui para um estado permanente em que a potência sonora da emissão iguala a potência correspondente à dissipação; caso contrário o valor da potência sonora no espaço em questão aumentaria indefinidamente.

Logo que a igualdade referida se encontra estabelecida, a potência dissipada no contorno é composta por duas parcelas: uma devida à primeira incidência (campo sonoro directo), dada por $\bar{\alpha} W$ - onde W representa a potência sonora da fonte -, e outra devida às n reflexões sucessivas ocorridas na envolvente, de valor $(1 - \bar{\alpha}) W$, a qual constitui o campo reverberante.

O nível de pressão sonora pode ser calculado a partir do nível de potência sonora da fonte L_w , com factor de direccionalidade D e constante acústica de espaço R .

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{D}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

SOLUÇÕES PARA CORRECÇÃO ACÚSTICA DE ESPAÇOS

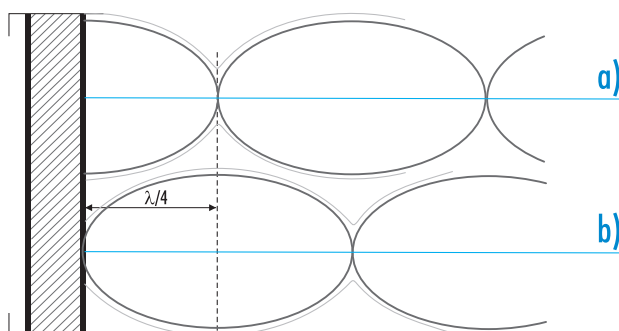
A capacidade de dissipação de energia sonora num determinado recinto encontra-se directamente relacionada com a absorção conferida pelos revestimentos existentes (nas paredes, pavimentos e tecto), assim como pelo mobiliário e outros elementos decorativos ou funcionais que se encontrem dispostos no interior do recinto.

A quantificação da dissipação de energia sonora é efectuada com o recurso ao conhecimento do valor do tempo de reverberação.

MATERIAIS POROSOS

Designam-se por materiais porosos aqueles em que a parte sólida que os constitui ocupa apenas uma parte do seu volume, sendo a restante parte formada por pequenos intervalos, abertos para o exterior e que podem (ou não) comunicar entre si. A absorção sonora processa-se fundamentalmente por dissipação de energia devida ao atrito do ar durante a propagação ao longo dos poros que o definem e, também, por viscosidade e atrito interno na vibração da própria estrutura do material.

A máxima eficácia no funcionamento destes sistemas é obtida com a colocação do material na posição em que a velocidade de vibração das partículas de ar é maior (vd. Figura seguinte), permitindo assim reduzir a energia cinética da vibração correspondente.



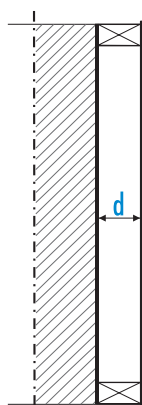
A velocidade de vibração das partículas é maior à distância de $\frac{1}{4}$ do comprimento da onda, e consequentemente a capacidade dissipadora de energia do material.

Os processos de dissipação de energia ocorridos neste tipo de materiais derivam muito da porosidade que exibem, sendo, por este facto, normalmente eficazes em correcções acústicas a realizar no domínio das altas frequências (frequências superiores a 500 - 630 Hz).

SISTEMAS RESSONANTES

Os sistemas ressonantes permitem, por absorção mecânica, dissipar a energia sonora em recintos fechados e, assim, modificar o tempo de reverberação dos recintos. Estes sistemas podem subdividir-se em dois tipos: os painéis ressonantes e os ressoadores de Helmholtz.

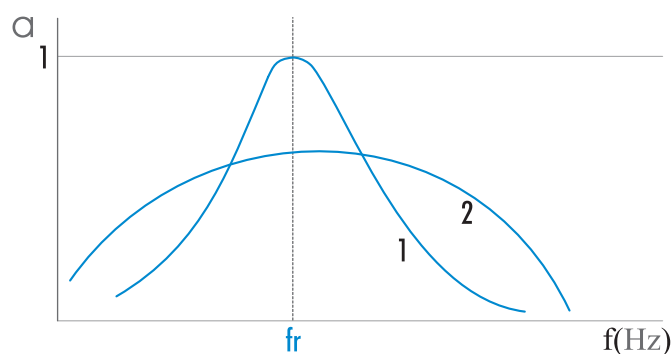
Os painéis ressonantes (figura seguinte) são extremamente eficazes, e aconselháveis, para a correcção de espaços nas bandas de baixas frequências, quando a distância do elemento rígido (parede), a que deveriam ser colocados os sistemas porosos, começa a ser demasiado elevada.



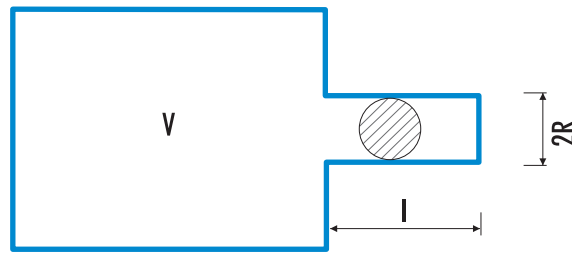
A expressão que permite determinar a frequência de ressonância f_r de painéis deste tipo, com massa superficial m (expressa em kg/m^2) e afastados do elemento rígido pela distância d (em cm), é a seguinte:

$$f_r \approx \frac{600}{\sqrt{m \times d}}$$

Os painéis ressonantes são eficientes nas baixas frequências do espectro, mas enfermam do facto de serem muito selectivos - dado serem dimensionados para uma frequência de ressonância específica. Para reduzir a selectividade em causa e possibilitar que o painel possa absorver energia sonora numa gama de frequências mais extensa pode ser colocado um material poroso no seu tardo, obtendo-se assim um comportamento mais extenso em frequências.



O ressoador de Helmholtz é definido por uma cavidade acústica (p. ex. uma garrafa sem rolha), ou um sistema análogo.



A incidência das ondas sonoras na superfície transversal de entrada do gargalo imprime deslocamentos alternados à massa de ar aí contida, acompanhadas de dissipação de energia devido ao atrito do ar contra as paredes do gargalo. Um ressoador é relogicamente modelado por um sistema massa-mola, com amortecimento, em que o ar no gargalo corresponde ao elemento massa, o ar contido no corpo do ressoador ao elemento mola e os mecanismos de dissipação de energia por atrito ao amortecimento respectivo. Do mesmo modo, é também possível definir uma frequência de ressonância para este tipo de sistemas, com volume V , área da secção recta do "gargalo" S e comprimento do "gargalo" l :

$$f_r = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{lV}}$$

Este sistema é também selectivo no domínio da frequência. Todavia, esta selectividade pode ser reduzida com a introdução no corpo do ressoador de material absorvente sonoro.

Soluções Construtivas Imperialum | Impersom



O **IMPERSOM** é uma solução que se destina a efectuar a redução dos sons de percussão em lajes divisórias de pisos. Trata-se de uma membrana de betume asfático oxidado, revestida na face inferior com granulado de cortiça, a qual deverá cobrir toda a laje e dobrar as extremidades de forma a não existir contacto directo entre a betonilha de assentamento e a parede. O acerto na parede efectua-se com o auxílio de uma faca.

A membranas **IMPERSOM** dispõem de uma zona de sobreposição, a qual não necessita de qualquer elemento de colagem.

Sobre o **IMPERSOM**, dever-se-á executar uma betonilha simples com um mínimo de 0,04 m, sobre a qual se executará / assentará o acabamento final.



Soluções de condicionamento acústico constituídos por painéis de lã de rocha, os quais funcionam no interior de tectos falsos executados a partir de estruturas metálicas e placas de gesso cartonado.

Tratam-se de soluções construtivas que permitem efectuar o isolamento a sons entre lajes divisórias de pisos, constituindo assim sistemas que reduzem os níveis de ruído, quer em construção nova quer em construção existente.



Soluções de condicionamento acústico constituídos por painéis de lã de rocha, os quais funcionam em paredes interiores e exteriores de edifícios.

Tratam-se de soluções construtivas que permitem reduzir os sons aéreos, através da colocação de painéis de lã de rocha, especialmente concebidos para este efeito, dentro de paredes duplas de alvenaria de tijolo, de gesso cartonado ou mistas alvenaria / gesso cartonado.

Soluções Construtivas Imperialum | Imperacoustic | Impercoquilha



O **IMPERACOUSTIC** é uma solução que permite ampliar a performance acústica aos sons aéreos, transmitidos entre paredes divisórias ou lajes divisórias de pisos. Trata-se de uma membrana betuminosa de alta densidade, que permite essencialmente amortecer as vibrações de um suporte. A membrana **IMPERACOUSTIC** cria assim o novo conceito de sandwich acústica. Trata-se de soluções que recorrem a painéis de gesso cartonado, dentro das quais esta membrana é aplicada, formando assim excelentes soluções de acondicionamento acústico, quer para a construção nova, quer para reabilitação.



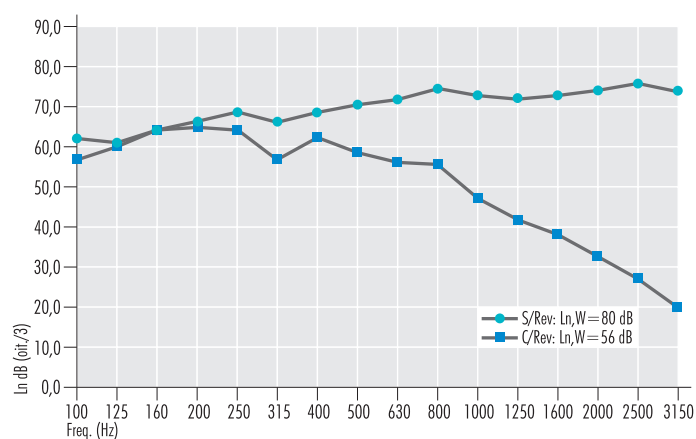
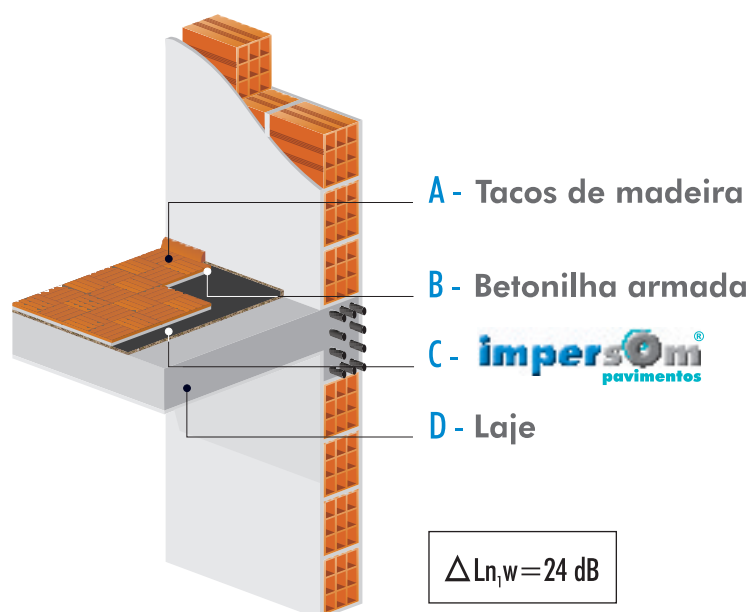
No seguimento de uma política a melhoria das condições de conforto nos edifícios e de uma crescente preocupação com a qualidade acústica em obras de edificação vem a **IMPERALUM** apresentar um novo produto denominada **IMPERCOQUILHA** cujo objectivo é minimizar os ruídos resultantes do movimento de fluídos nas tubagens de descarga de águas residuais que constitui hoje uma das principais fontes geradoras de ruído em edifícios de habitação colectiva e/ou de serviços.

IMPERCOQUILHA é um produto destinado ao isolamento acústico de tubagens de PVC cujas dimensões se ajustam aos diferentes tipos de tubos usados na obra de edificação. Este produto é obtido através de um processo de corte de placas de lã de rocha com densidade nominal 70Kg/m^3 , sendo posteriormente revestidos exteriormente com papel kraft.

ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

SOLUÇÃO COM TACOS DE MADEIRA

- A - Tacos de madeira com 10 mm de espessura, colados com cola de uso corrente para este tipo de aplicações.
- B - Betonilha armada.
- C - Feltro de betume oxidado com granulado de cortiça na face inferior, **Impersom**.
- D - Laje em betão armado.

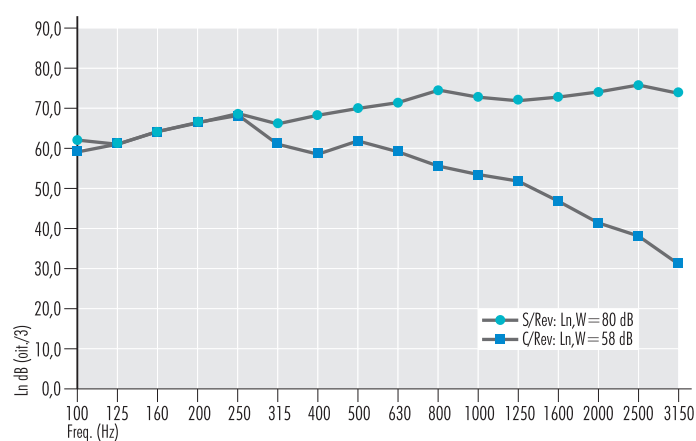
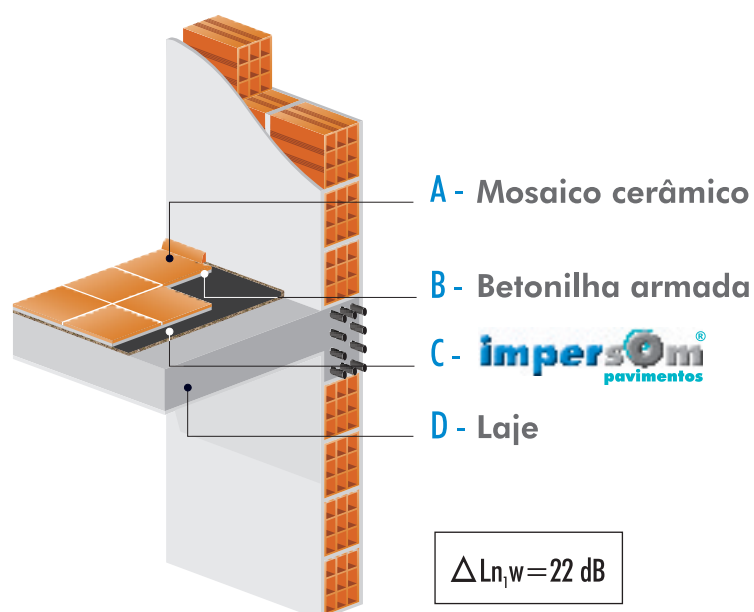


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 201/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 140-8: 1997

ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

SOLUÇÃO COM MOSAICO CERÂMICO

- A** - Ladrilhos cerâmicos, colados com cimento cola, com 5 mm de espessura.
- B** - Betonilha armada.
- C** - Feltro de betume oxidado com granulado de cortiça na face inferior, **Impersom**.
- D** - Laje em betão armado.

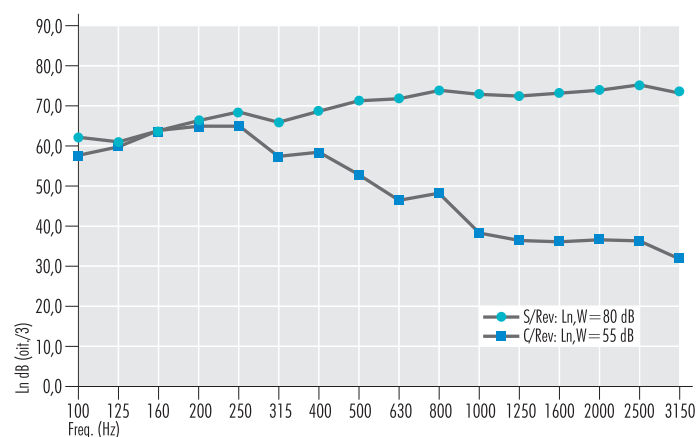
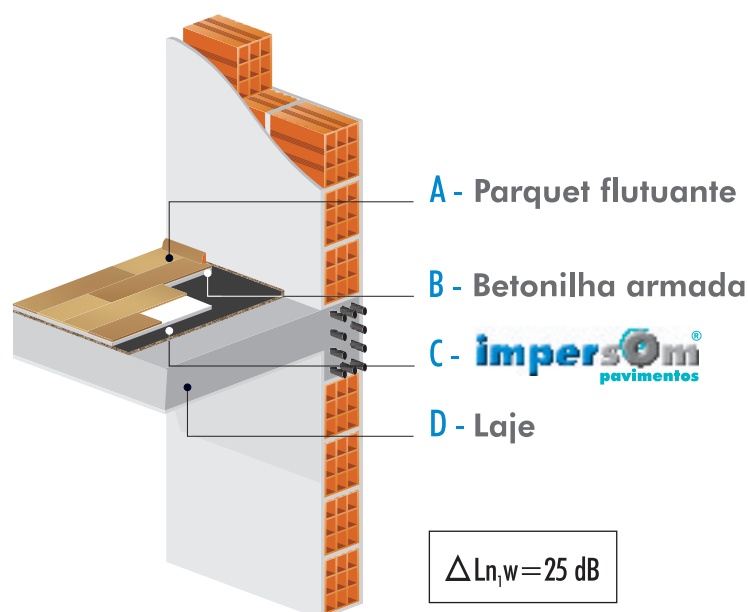


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 199/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 140-8: 1997

ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

SOLUÇÃO COM PARQUET FLUTUANTE

- A** - Piso flutuante, constituído por réguas de madeira de sistema de encaixe, com 6 mm de espessura.
- B** - Betonilha armada.
- C** - Feltro de betume oxidado com granulado de cortiça na face inferior, **Impersom**.
- D** - Laje em betão armado.

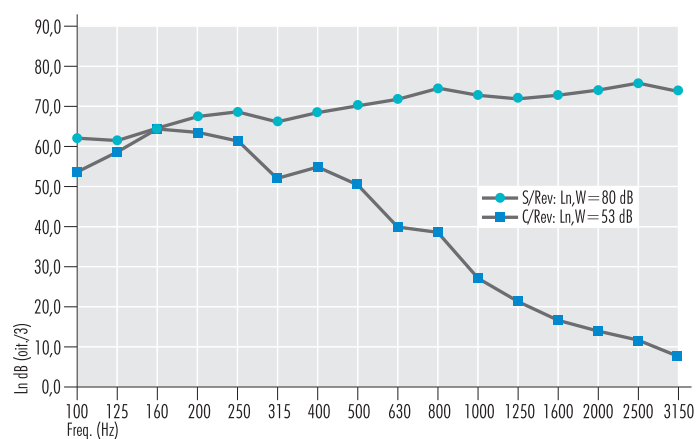
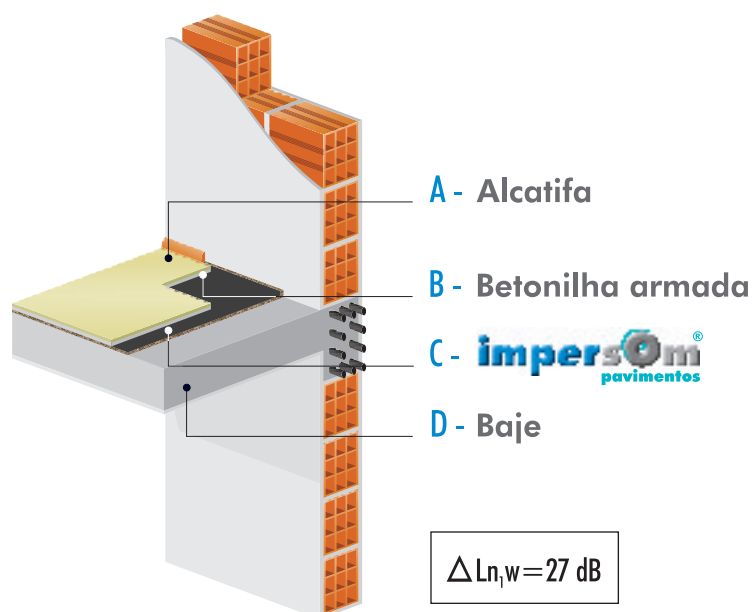


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 200/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 140-8: 1997

ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

SOLUÇÃO COM ALCATIFA COLADA

- A - Alcatifa com 6 mm de espessura.
- B - Betonilha armada.
- C - Feltro de betume oxidado com granulado de cortiça na face inferior, **Impersom**.
- D - Laje em betão armado.

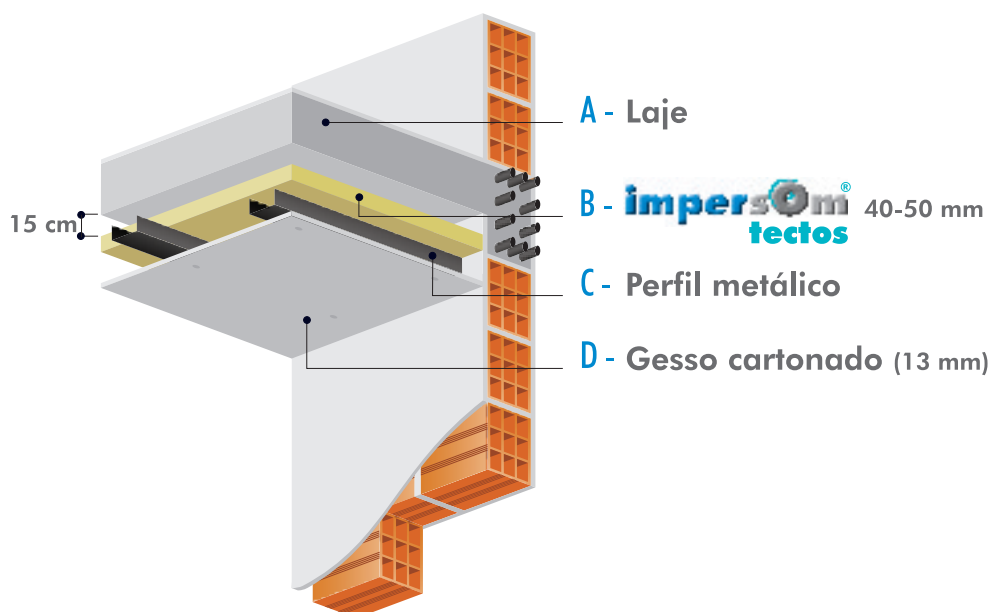


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 198/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 140-8: 1997

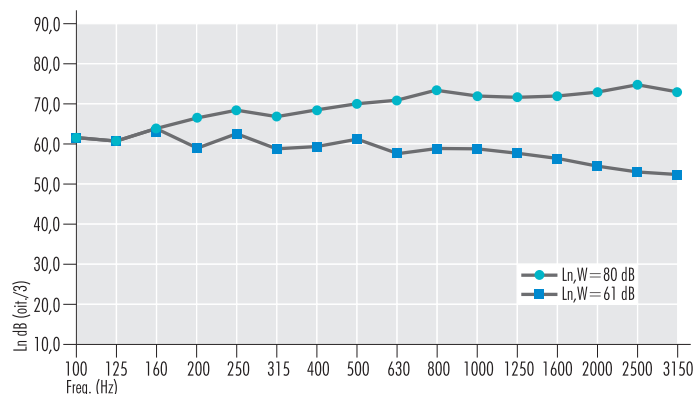
ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO

TECTOS FALSOS EM GESSO CARTONADO

- A - Laje.
- B - Painel semi-rígido, de espessura uniforme (50 mm), constituído por fibras de lã de rocha aglutinadas com resina sintética termo-endurecida, sem revestimento com densidade de 40kg/m^3 , **Impersom 40**, posicionado a 15 cm da laje.
- C - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.
- D - Placa de gesso laminado recoberto por duas camadas de celulose multifolheada (13 mm).



Os ensaios foram realizados com gesso cartonado da 

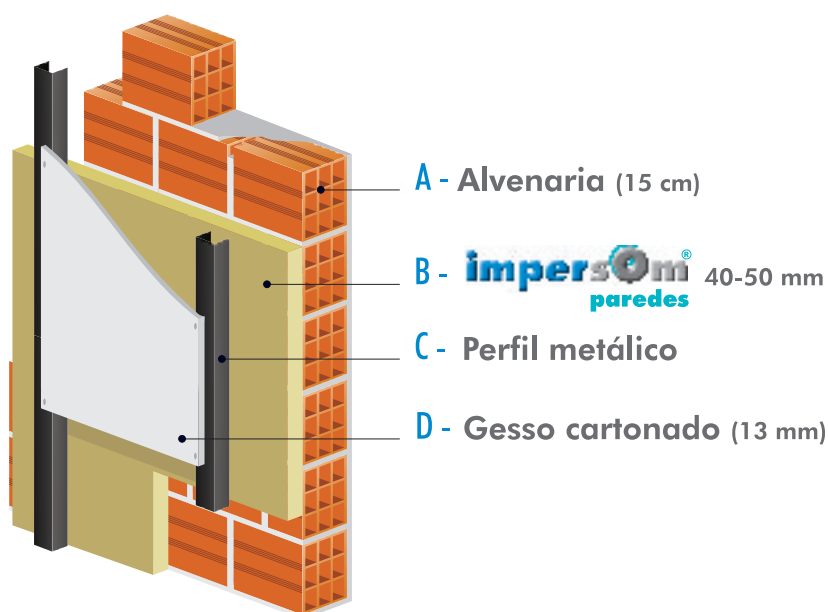


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 287/02 - NAI de acordo com a norma NP 140-6: 1997

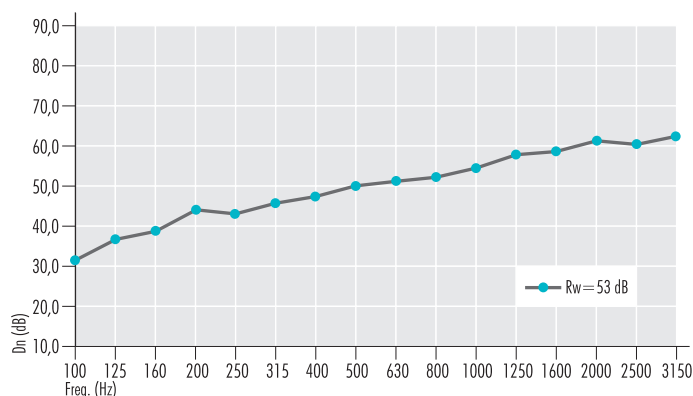
ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

SOLUÇÃO DE PAREDE DE ALVENARIA COM PAREDE DE GESSO CARTONADO

- A** - Parede de alvenaria, com 15 cm de espessura nominal, revestida com argamassa de reboco.
- B** - Painel semi-rígido, de espessura uniforme (50 mm), constituído por fibras de lã de rocha aglutinadas com resina sintética termo-endurecida, sem revestimento com densidade de 40kg/m^3 , **Impersom 40**.
- C** - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.
- D** - Placa de gesso laminado recoberto por duas camadas de celulose multifolheada (13 mm).



Os ensaios foram realizados com gesso cartonado da

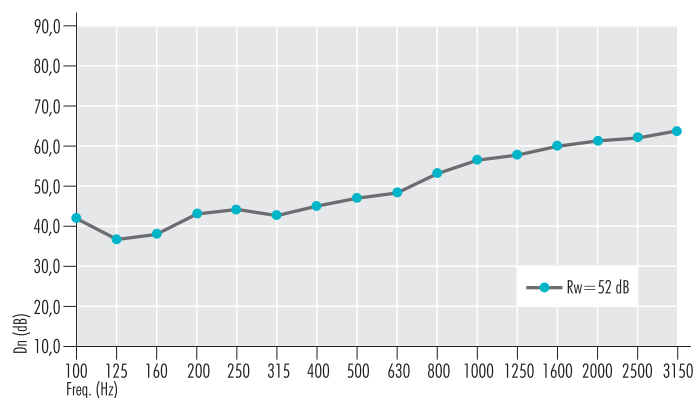
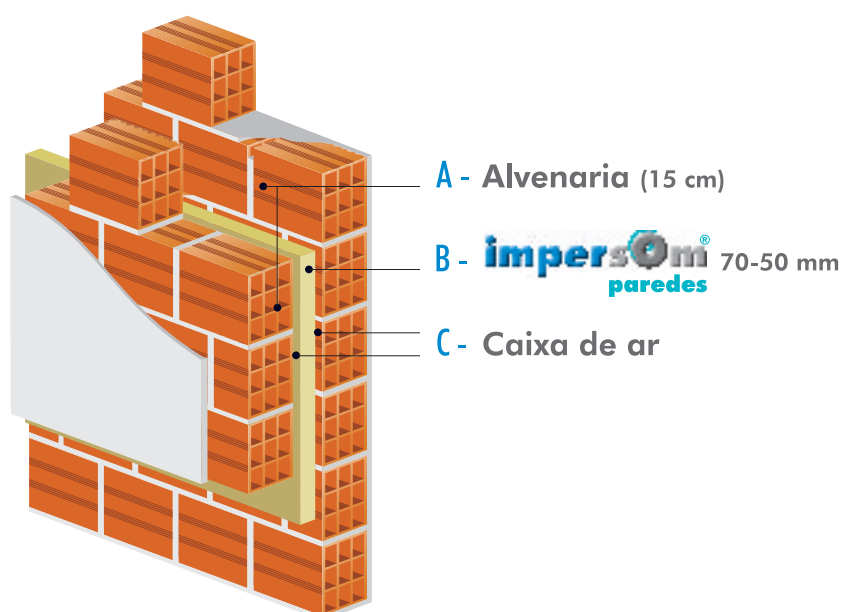


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 195/02 - NAI de acordo com a norma NP 20140 -3: 1998

ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM ALVENARIA COM CAIXA DE AR

- A** - Parede de alvenaria, com 15cm de espessura nominal, revestida com argamassa de reboco.
- B** - Painel semi-rígido, de espessura uniforme (50 mm), constituído por fibras de lã de rocha aglutinadas com resina sintética termo-endurecida, sem revestimento com densidade de 70kg/m^3 , **Impersom 70**.
- C** - Caixa de ar.

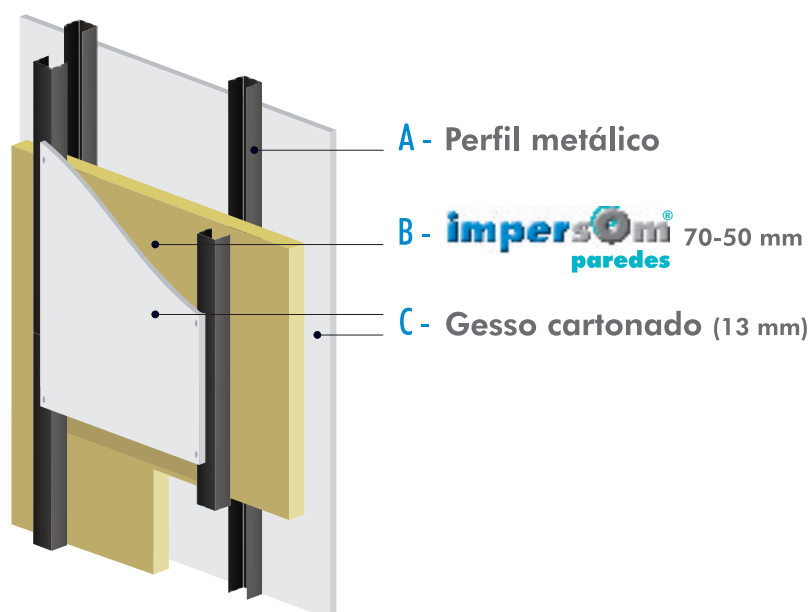


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 197/02 - NAI de acordo com a norma NP 20140 -3: 1998

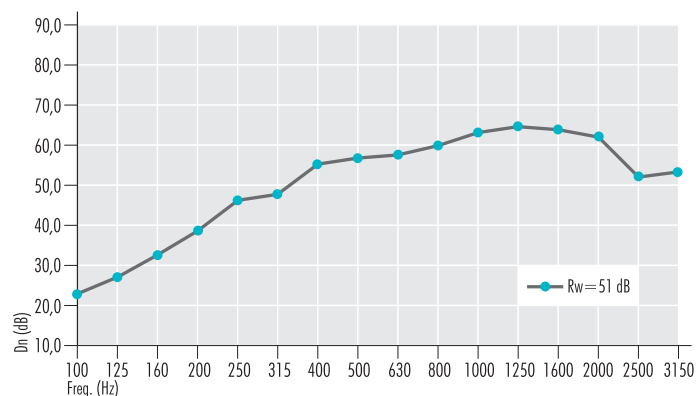
ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO

- A** - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.
- B** - Painel semi-rígido, de espessura uniforme (50 mm), constituído por fibras de lã de rocha aglutinadas com resina sintética termo-endurecida, sem revestimento com densidade de 70kg/m^3 , **Impersom 70**.
- C** - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.




Os ensaios foram realizados com gesso cartonado da

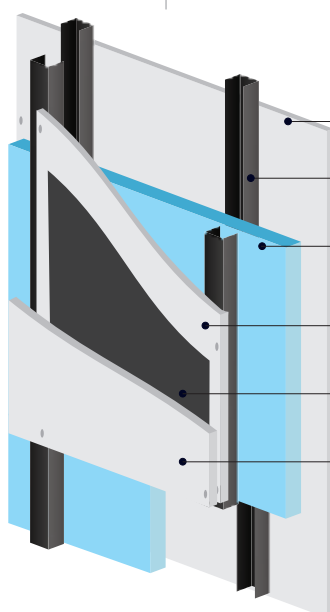


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 194/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 20140 - 3: 1998

ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO

- A - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13 + N-13.
- B - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.
- C - Manta de Lã de Styrofoam, com 45 mm espessura e massa volúmica de 14 Kg/m³.
- D - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13.
- E - 
- F - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13.



A - Gesso cartonado (13 mm + 13mm)

B - Perfil metálico

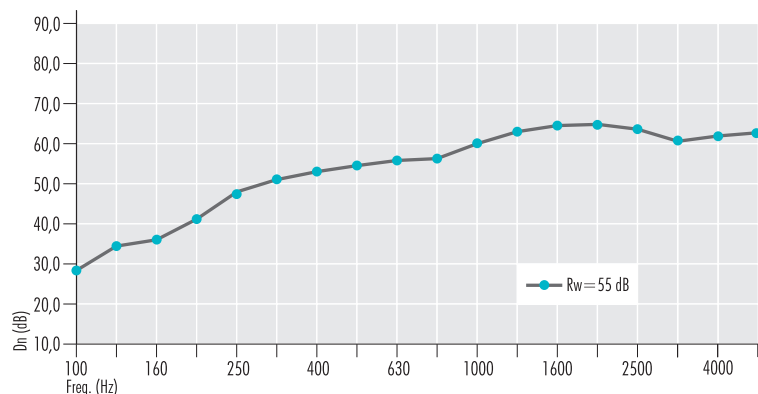
C - Lã de Styrofoam c/ 45 mm espessura e densidade 14 Kg/m³

D - Gesso cartonado (13 mm)

E - 

F - Gesso cartonado (13 mm)


Os ensaios foram realizados com gesso cartonado da

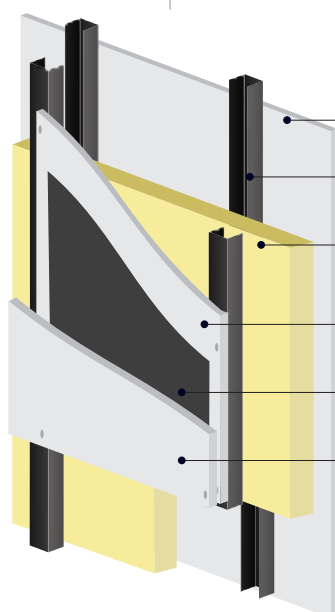


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 33/2007 - NAI de acordo com a norma NP EN 20140-3: 1998

ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO

- A - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13 + N-13.
- B - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.
- C - Manta de Lã de Vidro, com 65 mm espessura e massa volúmica de 18 Kg/m³.
- D - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13.
- E - 
- F - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13.



A - Gesso cartonado (13 mm + 13mm)

B - Perfil metálico

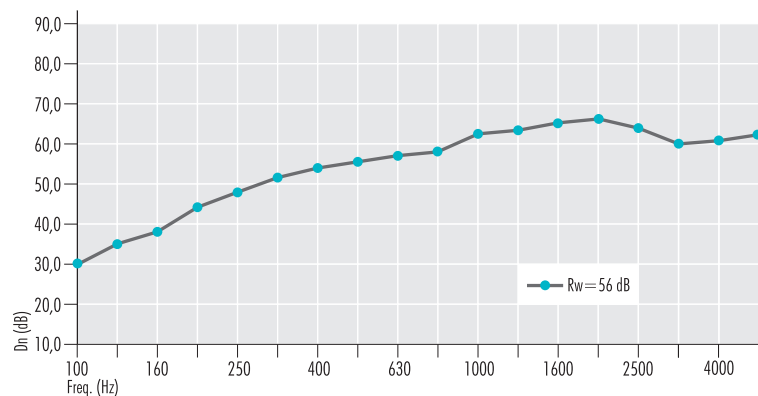
C - Lã de Vidro c/ 65 mm espessura e densidade 18 Kg/m³

D - Gesso cartonado (13 mm)

E - 

F - Gesso cartonado (13 mm)


Os ensaios foram realizados com gesso cartonado da

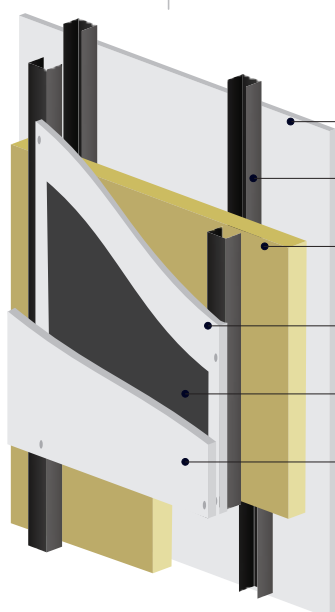


Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 31/2007 - NAI de acordo com a norma NP EN 20140 - 3: 1998

ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO

- A - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13 + N-13.
- B - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.
- C - Manta de Lã de Rocha, com 50 mm espessura e massa volúmica de 70 Kg/m³.
- D - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13.
- E - 
- F - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13.



A - Gesso cartonado (13 mm + 13mm)

B - Perfil metálico

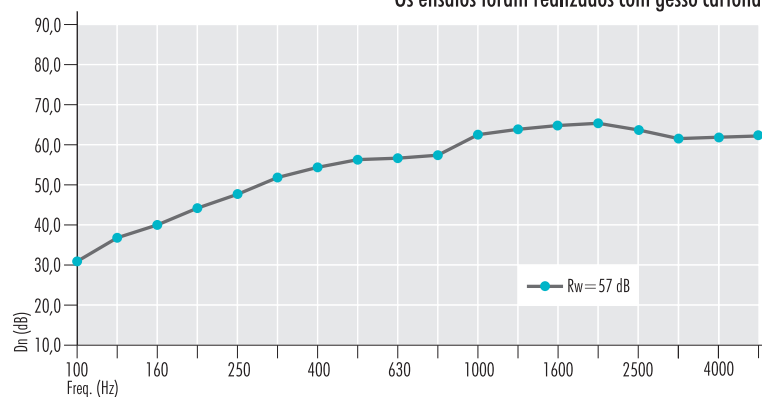
C - Lã de Rocha c/ 50 mm
espessura e densidade 70 Kg/m³

D - Gesso cartonado (13 mm)

E - 

F - Gesso cartonado (13 mm)

Os ensaios foram realizados com gesso cartonado da 



Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 32/2007 - NAI de acordo com a norma NP ISO 20140 - 3: 1998

ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

SOLUÇÃO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO

A - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-15 + N-15.

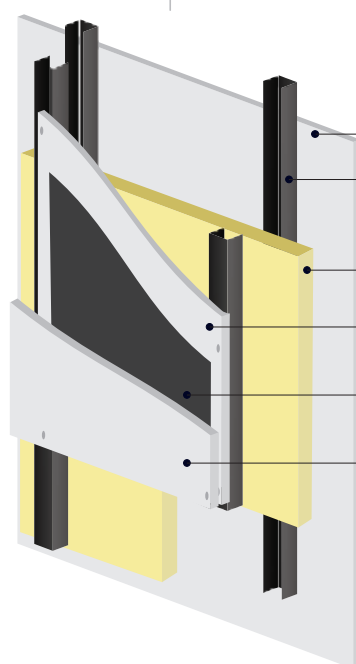
B - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.

C - Manta de Lã de Vidro.

D - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-13 + N-13.

E - 

F - Estrutura de gesso cartonado placa pladur N-15.



A - Gesso cartonado (15mm + 15mm)

B - Perfil metálico

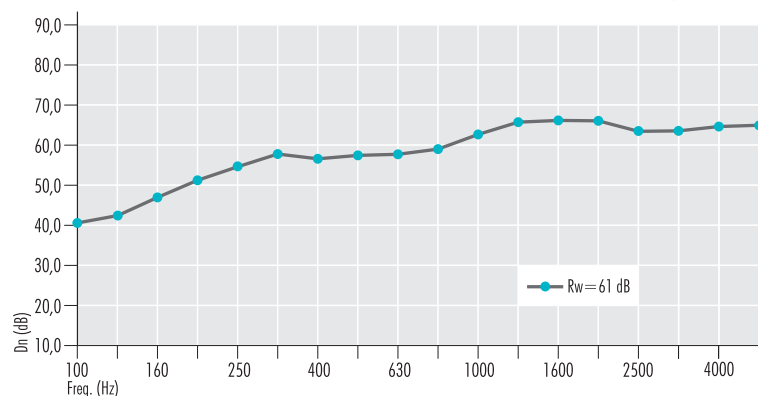
C - Lã de Vidro c/ 92 mm
espessura e densidade 18 Kg/m³

D - Gesso cartonado (13mm)

E - 

F - Gesso cartonado (15mm)

Os ensaios foram realizados com gesso cartonado da 



Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 34/2007 - NAI de acordo com a norma NP EN 20140 - 3: 1998

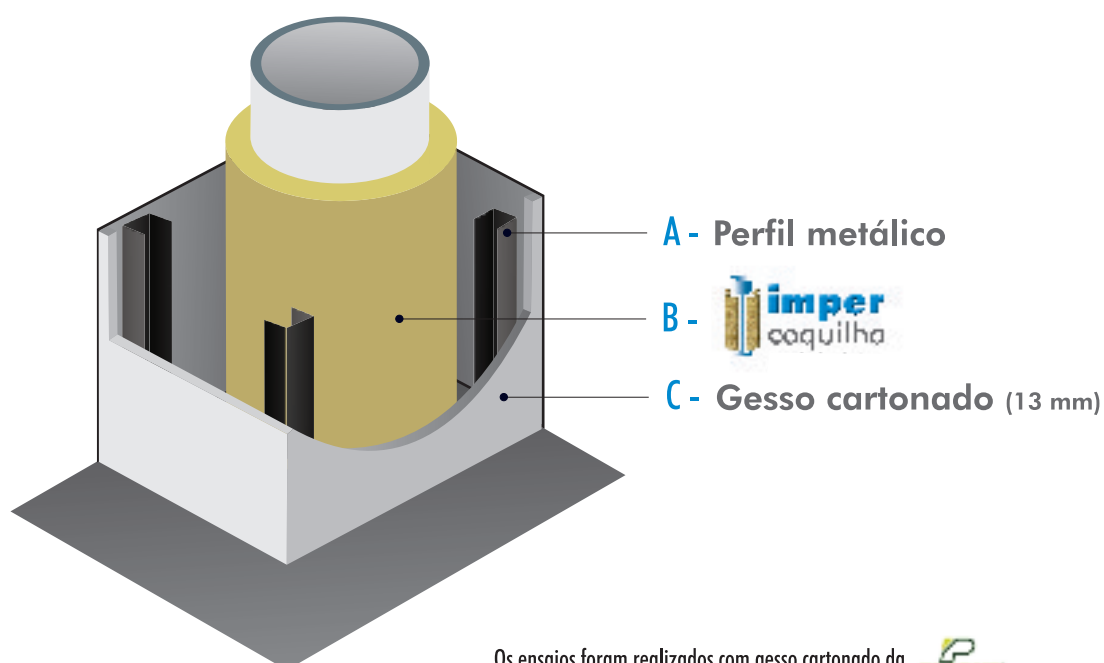
ISOLAMENTO ACÚSTICO DE TUBAGENS

SOLUÇÃO EM CORETE TÉCNICA

A - Estrutura metálica de suporte ao gesso cartonado.



C - Gesso cartonado N-13.



Os ensaios foram realizados com gesso cartonado da





Laboratório Nacional de Engenharia Civil

ENSAIOS REALIZADOS PELO LNEC

ENSAIO DE PAREDE DUPLA EM GESSO CARTONADO - **IMPERSOM PAREDES** - LÃ DE ROCHA 70Kg/m³

Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 194/02 - NAI de acordo com a norma NP EN 20140-3: 1998

ENSAIO DE TECTOS - **IMPERSOM TECTOS** - LÃ DE ROCHA 40Kg/m³

Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 287/02 - NAI de acordo com a norma NP 140-6: 1997

ENSAIO DE PISO DE MOSAICO CERÂMICO - **IMPERSOM PAVIMENTOS** - IMPERSOM

Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 199/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 140-8: 1997

ENSAIO DE PISO DE ALCATIFA COLADA - **IMPERSOM PAVIMENTOS** - IMPERSOM

Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 198/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 140-8: 1997

ENSAIO DE PISO DE PARQUET FLUTUANTE - **IMPERSOM PAVIMENTOS** - IMPERSOM

Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 200/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 140-8: 1997

ENSAIO DE PISO DE TACOS DE MADEIRA - **IMPERSOM PAVIMENTOS** - IMPERSOM

Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 201/02 - NAI de acordo com a norma NP ISO 140-8: 1997

ENSAIO DE PAREDE INTERIOR GESSO CARTONADO - **IMPERACOUSTIC** - LÃ DE VIDRO 18Kg/m³
ESTRUTURA DUPLA. Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 34/2007 - LNEC/LEA

ENSAIO DE PAREDE INTERIOR GESSO CARTONADO - **IMPERACOUSTIC** - LÃ DE ROCHA 70Kg/m³
Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 32/2007 - LNEC/LEA

ENSAIO DE PAREDE INTERIOR GESSO CARTONADO - **IMPERACOUSTIC** - LÃ DE VIDRO 18Kg/m³
Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 31/2007 - LNEC/LEA

ENSAIO DE PAREDE INTERIOR GESSO CARTONADO - **IMPERACOUSTIC** - STYROFOAM PET.
Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 33/2007 - LNEC/LEA

ENSAIO DE PAREDE DUPLA EM ALVENARIA - **IMPERSOM PAREDES** - LÃ DE ROCHA 70Kg/m³
Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 197/02 - NAI de acordo com a norma NP EN 20140-3: 1998

ENSAIO DE PAREDE DE ALVENARIA E GESSO CARTONADO - **IMPERSOM PAREDES** - LÃ DE ROCHA 40Kg/m³
Resultado obtido com base no ensaio efectuado no LNEC - Boletim nº 195/02 - NAI de acordo com a norma NP EN 20140-3: 1998



A gama acústica da Imperialum

A Imperialum, fruto de todo um trabalho de investigação e de ensaios experimentais levados a cabo pelo LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, desenvolveu uma gama de materiais e soluções acústicas para a edificação residencial, no sentido de melhor responder às solicitações do mercado no que respeita ao conforto e qualidade acústica dos edifícios.



SOCIEDADE COMERCIAL DE INVESTIMENTOS E DE INVESTIGAÇÕES, Lda