JOSÉ DOS SANTOS MONTEIRO JANUÁRIO

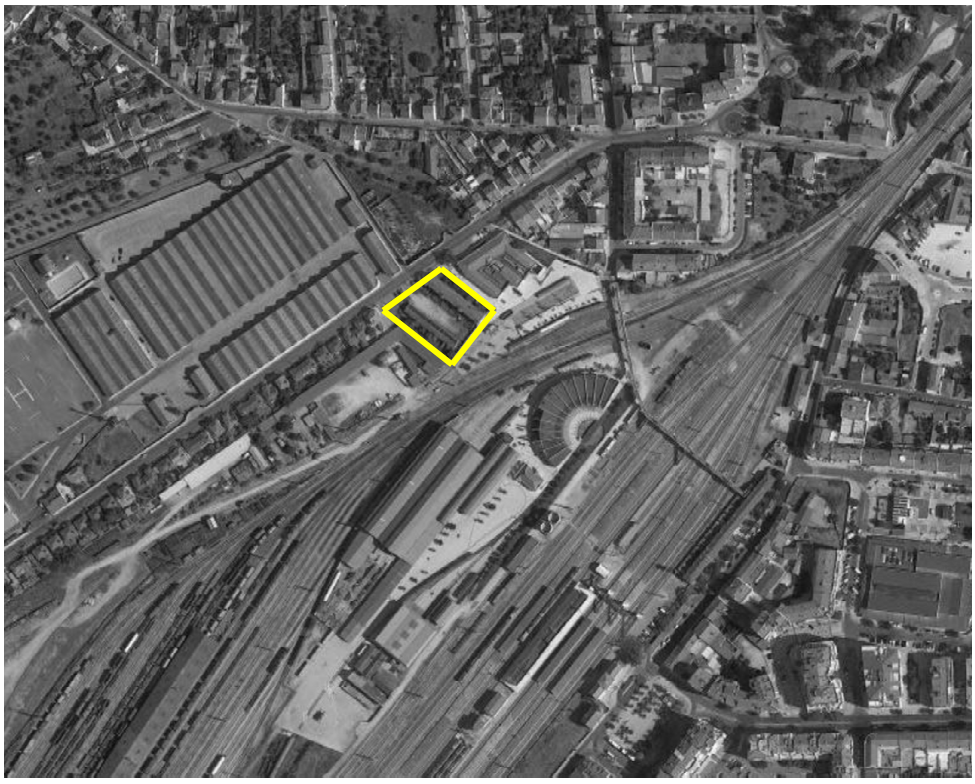
Assinado de forma digital por JOSÉ DOS SANTOS MONTEIRO JANUÁRIO
Dados: 2020.12.29 22:05:28 Z

adarq

ACUSTICA

DEZ.2020

REQUERENTE Câmara Municipal do Entroncamento
LOCAL Rua Ferreira de Mesquita, Bairro do Boneco - Entroncamento
DESCRIÇÃO Projeto de Reabilitação Urbana



REQUERENTE Câmara Municipal do Entroncamento
LOCALIDADE Entroncamento
MORADA Rua Ferreira de Mesquita, Bairro do Boneco – Entroncamento

PROJECTO **PROJETO DE VERIFICAÇÃO ACUSTICA**
DESCRIÇÃO Projeto de Reabilitação Urbana
DATA dezembro 2020

PEÇAS ESCRITAS

ÍNDICE

- TERMO DE RESPONSABILIDADE
- MEMÓRIA DESCRITIVA
- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

TERMO DE RESPONSABILIDADE DO AUTOR DO PROJETO DE VERIFICAÇÃO ACUSTICA

(conforme o ponto I do anexo III da Portaria 113/2015 de 22 de Abril)

José dos Santos Monteiro Januário, com domicílio profissional na Rua Direita de S. Pedro, n.º248, 2140-098 Chamusca, contribuinte n.º 128045027, inscrito na Ordem dos Engenheiros sob o n.º 20315, declara para os efeitos do disposto no n.º1 do artigo 10º do Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro, na redacção que lhe foi conferida pela Lei n.º 136/2014, de 9 de Setembro, que o Projeto de Verificação Acustica, de que é autor, relativo ao Projeto de Reabilitação Urbana do Bairro do Boneco – Bairros Ferroviários, localizado no Entroncamento, cujo licenciamento foi requerido pela Câmara Municipal do Entroncamento, observa as normas legais e regulamentares aplicáveis, designadamente as contidas no DL nº96/2008 de 9 de junho e o DL nº278/2007 de 1 de agosto.

Entroncamento, 18 de dezembro de 2020

José Monteiro
Engenheiro Civil, inscrito na O.E. com o n.º 20315.

PEÇAS ESCRITAS

MEMÓRIA DESCRITIVA
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

1. INTRODUÇÃO

Refere-se a presente Memória Descritiva e Justificativa à verificação dos requisitos acústicos para a obra de construção do Centro Nacional de Documentação Ferroviária, a implantar no Bairro do Boneco, Rua Ferreira de Mesquita, Entroncamento.

Trata-se de um edifício destinado à criação de um centro de documentação e de um arquivo no domínio da história do caminho-de-ferro.

Grande parte do edificado terá como objetivo a criação de espaços de armazenamento e tratamento de espólio ferroviário e zonas de serviços de apoio onde não se preveem atividades ruidosas.

Existirão, no entanto, dois espaços que deverão, pela sua função, merecer um tratamento a nível acústico, são eles a Sala de Leitura e a Galeria Expositiva.

Serão estes dois espaços tratados de forma a ficarem dotados de um bom isolamento a sons aéreos, de percussão e com boas condições de reverberação.

Embora não tendo enquadramento direto no RRAE, procurou tratar-se a Sala de Leitura e a Sala Expositiva como espaço do tipo biblioteca e sala polivalente, respetivamente, de acordo com o artº 7º do referido regulamento, edifícios escolares e similares, e de investigação.

2. REQUISITOS ACÚSTICOS

2.1 ISOLAMENTO SONORO AO RUÍDO PROVENIENTE DO EXTERIOR

O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado, D2m,n,w, entre o exterior dos edifícios (emissão) e os compartimentos indicados, como locais recetores (receção), deve satisfazer as condições seguintes:
D2 m, nT, w ≥ 33 dB;

2.2 ISOLAMENTO SONORO ENTRE LOCAIS INTERIORES

O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado, Dn,w (em dB), entre locais do edifício, deve satisfazer as condições seguintes:
DnT, w ≥ 35 dB; para corredores de grande circulação
DnT, w ≥ 45 dB; para salas administrativas

No interior dos compartimentos indicados, o índice de isolamento sonoro a sons de percussão, L'n,w, proveniente de uma excitação de percussão normalizada sobre pavimentos de outros locais do edifício (emissão) deve satisfazer as condições seguintes:
L'n,w ≤ 65 dB;

2.3 CARACTERÍSTICAS DE REVERBERAÇÃO DE ESPAÇOS

Nos compartimentos indicados, o tempo de reverberação, T, correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, deve satisfazer a condição seguinte:
T≤ 0,15 V1/3 (s)
em que V é o volume do compartimento, expresso em m3.

3.SOLUÇÕES UTILIZADAS

No isolamento a sons aéreos nos espaços interiores, nomeadamente entre a Sala de Leitura e a Sala de Atendimento, serão aplicados paineis envidraçados com vidro do tipo "SGG Climaplus Acoustic 4S", ou outro equivalente, com um RW=37 dB.

Os tetos falsos, nos compartimentos indicados, serão constituídos por placas suspensas

de gesso cartonado perfurado (ou de outro tipo que garanta os coeficientes de absorção sonora mínimos de 0.65, 0.86 e 0.68 para as frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, respectivamente, e 4 cm de lã mineral na caixa de ar, na totalidade do teto na Sala de Leitura e parcialmente na Sala expositiva.

Os restantes materiais de construção são os previstos no projeto de arquitetura e restantes especialidades.

Os equipamentos de climatização devem ser instalados sobre apoios anti vibratórios adequados ao seu peso.

4. DIMENSIONAMENTO

4.1 ISOLAMENTO A SONS DE CONDUÇÃO AÉREA

Chama-se ruído aéreo aos sons transmitidos via aérea.

Para o caso de edifícios, a fonte sonora originária desta excitação, pode ser o ruído do tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo, o funcionamento de equipamentos coletivos e/ou individuais, a própria conversação, atividades quotidianas, etc.

A origem destas fontes sonoras podem estar tanto no interior como no exterior do edifício.

Assim, o regulamento estabelece limites de isolamento sonoro, segundo a localização de cada elemento de divisão, diferenciando a envolvente exterior do edifício dos diferentes elementos de divisão interna.

Existem vários métodos para a caracterização do isolamento a sons aéreos.

Dividem-se em métodos de medição in situ. e métodos estimativos.

Para calcular o isolamento sonoro a sons de condução aérea, de um determinado elemento de divisão, o programa utiliza a chamada Lei da Massa.

A lei da Massa é um método estimativo que estabelece que a redução de intensidade acústica através de um determinado elemento, é função do quadrado do produto da massa unitária .m. pela frequência considerada .f..

O resultado desta equação expressa-se decibel (dB).

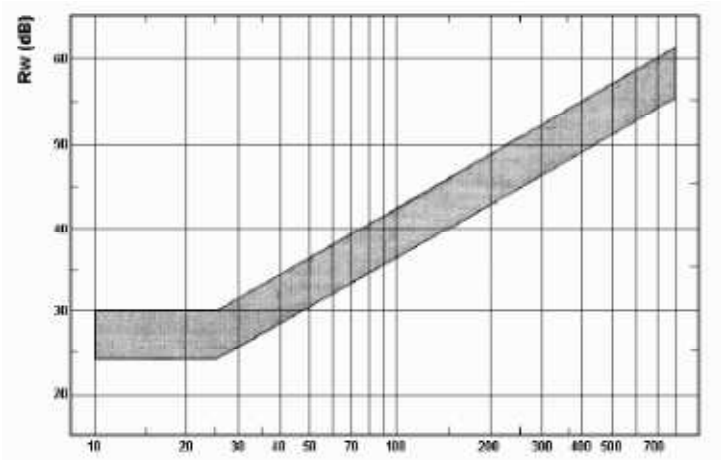
$$a \approx 10 \cdot \log(f \cdot M)^2$$

Desta equação pode deduzir-se matematicamente que, para uma frequência fixa, o isolamento aumenta tão só 6 dB quando se duplica a massa.

Analogamente, para uma dada massa fixa, o isolamento cresce 6 dB ao duplicar a frequência.

Esta análise permite que na prática se utilizem divisões constituídas por vários elementos para aumentar o isolamento sonoro sem ter que recorrer a um aumento excessivo da massa.

A representação gráfica para as divisões homogéneas, isto é, paredes simples, é uma reta logarítmica que mostra a evolução do isolamento sonoro em função da massa superficial.



Frequência de ressonância

Uma parede dupla (parede composta por painéis separados por uma caixa-de-ar) representa, a baixas frequências, um sistema massa-mola-massa, onde as massas correspondem aos dois panos de parede e a mola à caixa-de-ar que os separa.

Um sistema assim é capaz de vibrar e possui uma frequência própria de ressonância definida pela fórmula:

$$f_R = \frac{c}{2 \cdot \Pi} \cdot \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) \cdot \rho}{m_1 \cdot m_2 \cdot d}}$$

Sendo:
c = Velocidade de propagação do som no ar (340 m/s)
mi = Massa superficial do pano i
ρ = Massa volúmica do ar (1.18 Kg/m³)
d = Espessura da lâmina de ar (m)

Esta frequência será tanto mais baixa quanto maiores forem as massas e/ou maior a distância entre elas.

Para esta frequência o isolamento sonoro é baixo, praticamente nulo. Portanto, o objetivo será conseguir que esta frequência seja o mais baixa possível, já que a sensibilidade do ouvido diminui ao diminuir a frequência.

O programa avisa se esta frequência for superior a 63 Hz.

4.2 ISOLAMENTO SONORO A SONS DE PERCUSSÃO

Para o caso dos pavimentos é necessário verificar o isolamento que possuem, mediante a atividade produzida na parte superior dos mesmos e que provoca os sons de percussão que são considerados como os mais desagradáveis no comportamento acústico de um edifício.

Isto deve-se à fácil propagação por toda a estrutura, através das uniões rígidas existentes, provocando campos sonoros que podem chegar a pontos distantes da origem da excitação sonora.

Como no caso anterior, também existem vários métodos para a caracterização do isolamento a sons de percussão: métodos de medição in situ e métodos estimativos.

O programa utiliza o método do invariante para avaliar as condições de isolamento a sons de percussão. Este método estimativo baseia-se numa formulação teórica que representa, de uma forma mais ou menos aproximada, a realidade.

Em geral, os métodos estimativos usam-se na fase de desenho e conceção dos pavimentos, isto é, na formulação do projeto do edifício.

O fundamento teórico do método é o princípio da reciprocidade, que considera o

seguinte: se uma determinada força F1, que atua no ponto 1, estabelece uma velocidade de vibração no ponto 2 de valor V12, outra força F2 de igual valor a F1 e aplicada no ponto 2, originará no ponto 1 uma velocidade V21= V12.

Aplicando a um local reverberante temos que: quando uma divisão homogénea está excitada por um campo reverberante difuso originado por uma fonte de sons aéreos, a velocidade de vibração pode ser diretamente determinada a partir da energia sonora irradiada pelo referido elemento, quando este se gera com uma fonte de excitação pontual; o inverso também é verdadeiro.

Para aplicar este método consideram-se os pavimentos classificados em .lajes-tipo., aos quais corresponde um valor constante de Rw + L.n que será, para um determinado pavimento, a soma do seu índice de redução sonora (R,w) em dB e o nível sonoro médio relativo a sons de percussão (L.n) em dB/oit.

Este valor vem definido por tabelas, obtidas a partir de análises de um número elevado de dados experimentais.

De seguida reproduzem-se as tabelas usadas pelo programa para os cálculos:

	$R_w + L'_n$
Laje maciça	135
Laje aligeirada de vigotas	145
Laje fungiforme aligeirada	140

Estes valores do invariante serão minorados num valor □p dependente do revestimento dos pavimentos e da utilização de lajeta flutuante. Assim, para a obtenção do índice L.n a partir dos dados Rw e Invariante, considera-se:

$$(R_w + L'_n) - \Delta p_{l.flutuante} - \Delta p_{revestimento}$$

* Outros revestimentos: soalho, lamparquet, mosaico hidráulico, mosaico cerâmico, pedra, alcatifa fina e espessa, aglomerado composto de cortiça.
** Revestimentos duros: mosaico hidráulico, mosaico cerâmico e pedra.

Cálculo e verificação
Uma vez recolhidas e introduzidas as características do elemento, procede-se ao cálculo dos índices de isolamento sonoro, de acordo com a tipologia do elemento definido. Para tal empregam-se as formulações e métodos que se descrevem de seguida. Após o cálculo efetua-se a comparação com os valores regulamentares.
Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes simples
Geralmente, para aplicar o procedimento de cálculo da Lei da Massa, obtém-se o somatório de todas as massas superficiais dos elementos que compõem o elemento de divisão.

$$\text{MassaSupeficial} = \text{PesoEspecífico} \cdot \text{Espessura}$$

$$(kg/m^2) = (kg/m^3) \cdot (m)$$

Com este valor entra-se no gráfico da Lei da Massa e obtém-se uma gama de valores, em dB. O programa toma como solução válida um valor médio.

Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes duplas
Em paredes heterogéneas, no caso das paredes duplas, é necessário aplicar correções ao valor de isolamento obtido com a Lei da Massa.

Para que uma parede dupla seja tratada como tal importa cumprir algumas condições:
A frequência de ressonância dos painéis de uma parede dupla deve ser inferior a 63 Hz.
A espessura da caixa-de-ar da parede não deve ser inferior ao valor obtido pela seguinte

expressão:

$$d > 0.9 \cdot \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)$$

A caixa-de-ar deve ser semi preenchida com elemento absorvente com um mínimo de 4 cm de espessura. Cumprindo-se estas três condições, o índice obtido do gráfico será aumentado entre 3 a 5 dB, consoante os casos. Caso contrário, a parede será tratada como uma parede simples.

Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes com envidraçados e ou com portas.

Para a obtenção do isolamento sonoro dos envidraçados, também se recorre à Lei da Massa.

Partindo do valor da massa superficial global da superfície envidraçada, obtém-se o valor médio do isolamento sonoro.

Ou por outro lado, o programa permite a introdução direta do valor de isolamento sonoro de um envidraçado.

No caso das portas, o programa possui para cada tipo de porta predefinida um determinado valor de isolamento sonoro e por outro lado pode o utilizador introduzir um valor específico para uma determinada porta genérica.

O valor global do índice de redução sonora a sons de condução aérea, será obtido a partir do respetivo valor da parte opaca, da parte envidraçada e da porta, através da fórmula seguinte:

$$R_T = 10 \cdot \log \frac{\sum Si}{\sum \left(\frac{Si}{10^{Ri/10}} \right)} dB$$

Sendo:
Si= Área da superfície i.
Ri= isolamento sonoro de i.
RT= isolamento total resultante.

Para a determinação do índice de isolamento a sons de percussão calcula-se um índice de correção K que se obtém da seguinte tabela:

Massa superficial do elemento separador em kg/m²	Massa superficial média dos elementos marginais (paredes), homogéneos e não revestidos em kg/m²								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

4.3 INDICE DE ISOLAMENTO SONORO A SONS AÉREOS E DE PERCUSSÃO

Uma vez definidas as transmissões marginais, calculam-se os respetivos índices com as seguintes fórmulas,
segundo a norma EN12354:

$$D_{nT,w} = R_w - TR_{aereo} + 10\,x\log\left(\frac{0.16\,x\,V}{To\,x\,S_s}\right)(dB)$$

$$L'_{nT,w} = L'_n + TR_{percussao} - 10x\log\left(\frac{0.16\,x\,V}{Ao\,x\,To}\right)(dB)$$

onde:
T0 representa o tempo de reverberação de referência, em segundos;
V representa o volume do compartimento recetor, em m3;
Ss representa a área do elemento separador, em m2;
Ao representa a área de absorção equivalente de referência, de valor 10 m2;
TR representa a transmissão marginal.

4.4 TEMPO DE REVERBAÇÃO

O tempo de reverberação calcula-se mediante a fórmula de Sabine:

$$T = 0.161 \times \frac{V}{A}$$

em que:
T é o tempo de reverberação do compartimento em segundos;\
V é o volume do compartimento em m3;
A é a área de absorção sonora equivalente.

Este último termo inclui a área de absorção sonora de cada uma das envolventes do compartimento, assim como os diferentes objetos e pessoas que estão no compartimento.

$$A = \sum_{n=1}^{t} \alpha_{s,n} S_n + \sum_{j=1}^{o} A_{obj,j} + \sum_{k=1}^{p} \alpha_{s,k} S_k + A_{ar}$$

onde:
αs,n é o coeficiente de absorção sonora equivalente de cada uma das paredes, tetos e pavimentos que formam o compartimento;
Sn é a área de cada uma das paredes, tetos e pavimentos que formam o compartimento em m2;
Aobj,j é a área de absorção sonora de um objeto com dimensão irregular em m2;
αs,k é o coeficiente de absorção sonora equivalente de objetos e pessoas que estão no compartimento;
Sk é a área sonora equivalente de objetos e pessoas que estão no compartimento em m2;
Aar é a área sonora equivalente do volume de ar contido no compartimento em m2;\

O coeficiente de absorção sonora de cada uma das envolventes do compartimento calcula-se com a seguinte fórmula:

Os cálculos foram efetuados com o programa Cypevac III, devidamente licenciado.

Nota: Em tudo involuntariamente omisso será respeitada a legislação aplicável em vigor.

Entroncamento, 18 de Dezembro de 2020

José Monteiro
Engenheiro Cívil, inscrito na O.E.T. com o n.º 20315

VERIFICAÇÕES

Sala de Leitura

Coeficiente de absorção sonora			
Referência	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Parede exterior	0.030	0.030	0.040
Janelas (Parede exterior)	0.050	0.040	0.030
Parede interior existente	0.030	0.030	0.040
Parede interior 15	0.010	0.010	0.010
Envidraçado	0.020	0.020	0.020
Portas (Envidraçado)	0.080	0.080	0.080
Pavimento Sala de Leitura (Pavimento)	0.020	0.020	0.020
Tecto Sala de Leitura (Tecto)	0.650	0.860	0.680
Ar	0.000	0.003	0.011

Área de absorção sonora (m²)				
Referência	Sup m²	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Parede exterior	51.7	1.55	1.55	2.07
Janelas (Parede exterior)	12.9	0.65	0.52	0.39
Parede interior existente	42.3	1.27	1.27	1.69
Parede interior 15	36.4	0.36	0.36	0.36
Envidraçado	18.2	0.36	0.36	0.36
Portas (Envidraçado)	6.8	0.55	0.55	0.55
Pavimento Sala de Leitura (Pavimento)	89.6	1.79	1.79	1.79
Tecto Sala de Leitura (Tecto)	89.6	58.24	77.06	60.93
Ar	V = 287 m³	0.00	0.86	3.15
Total		64.77	84.32	71.29

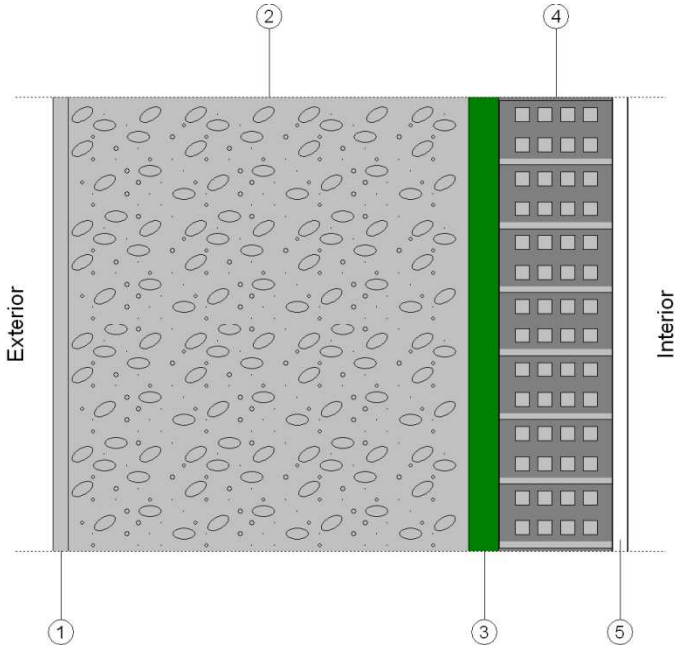
Área de absorção sonora equivalente
A = 73.46 m²
Tempo de reverberação
T = 0.63 s
Tempo de reverberação de referência
T = 0.63 s

Referência: Sala de Leitura		
Verificação	Valores	Estado
Tempo de reverberação: - No interior de salas de aula bibliotecas, salas polivalentes e refeitórios: *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 d.*	T, máx: 0.98 s Calculado: 0.63 s	Verifica

Referência: Sala de Leitura		
Verificação	Valores	Estado
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Volume: 286.7 m³		

1. Paredes exteriores

1.1. Parede exterior

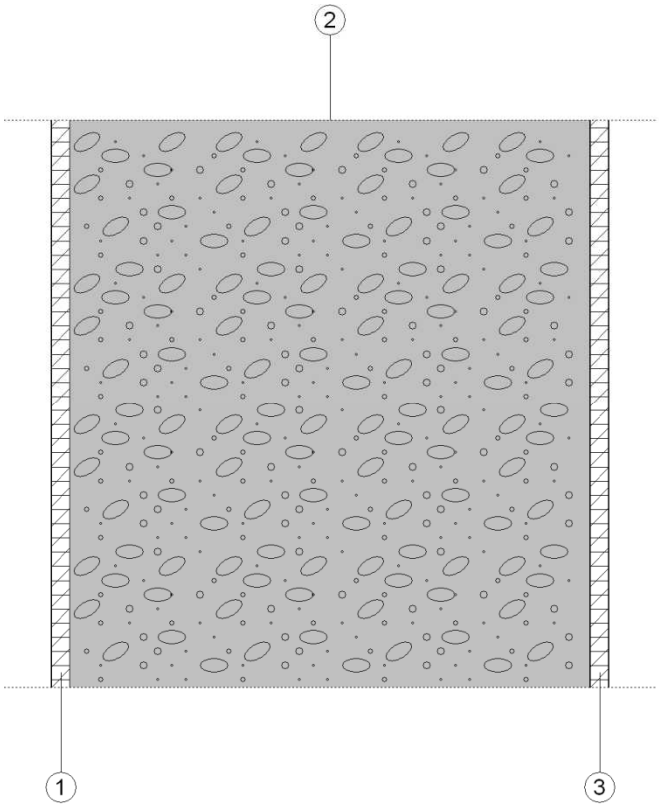


Parte opaca
PAREDE GENÉRICA DUPLA
1 - Argamassa e reboco tradicional: 2 cm
2 - Alvenaria de pedra ordinária: 53 cm
3 - Poliestireno extrudido: 4 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (15 cm): 15 cm
5 - Estuque tradicional: 2 cm
Parte envidraçada
Vidro duplo: 6 + 16 + 10 mm (isolamento: 32.1 dB)
Superfície envidraçada: 20.0 %
Isolamento da parte opaca
Massa superficial: 1242.5 kg/m²
Índice de redução sonora: 62.6 dB

Referência: Parede exterior		
Verificação	Valores	Estado
Isolamento sonoro médio: - Zonas mistas ou em zonas sensíveis reguladas pelas alíneas c), d) e e) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído: *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 a-i.*	D 2m,nT,w, mín: 33 dB Calculado: 39.5 dB	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Massa superficial: 1242.5 kg/m² - O isolamento sonoro médio calculou-se segundo a lei da massa		

2. Paredes interiores

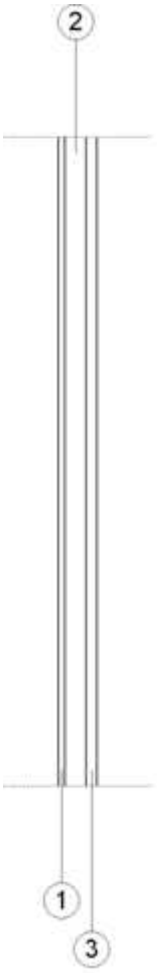
2.1. Parede interior existente (Depósito normal)



Parte opaca
PAREDE GENÉRICA SIMPLES
1 - Estuque tradicional: 2 cm
2 - Alvenaria de pedra ordinária: 55 cm
3 - Estuque tradicional: 2 cm
Isolamento da parte opaca
Massa superficial: 1140.0 kg/m²
Índice de redução sonora: 60.9 dB

Referência: Parede interior existente		
Verificação	Valores	Estado
Sons de condução aérea. Índice de isolamento sonoro: - Entre locais como bibliotecas e gabinetes médicos (recepção) e sala de aula, de professores, administrativas (emissão): *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 b.*	DnT,w, mín: 45 dB Calculado: 63.2 dB	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Massa superficial: 1140.0 kg/m² - O isolamento sonoro médio calculou-se segundo a lei da massa		

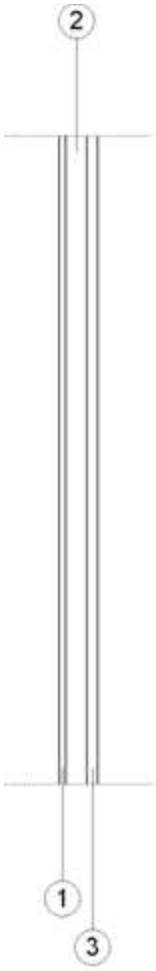
2.2. Envidraçado - Atendimento



Parte opaca
PAREDE GENÉRICA DUPLA 1 - SGG Planistar: 0.6 cm 2 - Caixa de ar não ventilada 1.2 cm 3 - SGG Planilux: 1 cm
Portas
Com porta genérica (isolamento: 37.0 dB) Superfície porta: 29.0 %
Isolamento da parte opaca
Massa superficial: 40.0 kg/m² Índice de redução sonora: 37.0 dB

Referência: Envidraçado		
Verificação	Valores	Estado
Sons de condução aérea. Índice de isolamento sonoro: - Entre locais como bibliotecas e gabinetes médicos (recepção) e sala de aula, de professores, administrativas (emissão): *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 b.*	DnT,w, mín: 45 dB Calculado: 40.2 dB	Não verifica
Não cumpre os requisitos previstos para as bibliotecas, mas garante o sossego previsto para o espaço, pois a divisão contigua não produz actividade ruidosa, o isolamento sonoro é suficiente para o pretendido.		
Informação adicional: - Massa superficial: 40.0 kg/m² - O isolamento sonoro médio calculou-se segundo a lei da massa - Não foi possível contabilizar o efeito da caixa de ar ao aplicar a lei da massa (Deve existir na caixa de ar uma camada de elemento absorvente com uma espessura mínima de: 4.0 cm)		

2.3. Envidraçado - Circulação

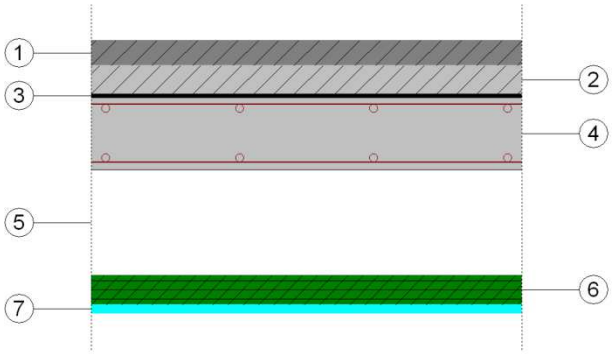


Parte opaca
PAREDE GENÉRICA DUPLA 1 - SGG Planistar: 0.6 cm 2 - Caixa de ar não ventilada: 1.2 cm 3 - SGG Planilux: 1 cm
Portas
Com porta genérica (isolamento: 37.0 dB) Superfície porta: 62.5 %
Isolamento da parte opaca
Massa superficial: 40.0 kg/m² Índice de redução sonora: 37.0 dB

Referência: Envidraçado		
Verificação	Valores	Estado
Sons de condução aérea. Índice de isolamento sonoro: - Entre locais como bibliotecas e gabinetes médicos (recepção) e sala de aula, de professores, administrativas (emissão): *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 b.*	DnT,w, mín: 45 dB Calculado: 46.5 dB	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Massa superficial: 40.0 kg/m² - O isolamento sonoro médio calculou-se segundo a lei da massa - Não foi possível contabilizar o efeito da caixa de ar ao aplicar a lei da massa (Deve existir na caixa de ar uma camada de elemento absorvente com uma espessura mínima de: 4.0 cm)		

3. Pavimentos

3.1. Tecto Sala de Leitura



1 - Soalho madeira maciça Riga: 3.5 cm
2 - Ripa de apoio: 4 cm
3 - Membrana Impactodan 5: 0.5 cm
4 - Laje maciça (Elemento resistente): 10 cm
5 - Caixa de ar: 14.7 cm
6 - Elemento absorvente: 4 cm
7 - Com tecto falso suspenso: 1.3 cm
Valores de cálculo
Massa superficial: 288.2 kg/m²
Índice de isolamento sonoro a sons aéreos: 52.8 dB
Índice de isolamento sonoro a sons de percussão: 46.7 dB

Referência: Tecto Sala de Leitura		
Verificação	Valores	Estado
Sons de condução aérea. Índice de isolamento sonoro: - Entre locais como bibliotecas e gabinetes médicos (recepção) e sala de aula, de professores, administrativas (emissão): *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 b.*	DnT,w, mín: 45 dB Calculado: 54.2 dB	Verifica
Sons de percussão. Índice de isolamento sonoro: - No interior dos edifícios escolares se o local emissor for salas de aulas, berçário ou salas polivalentes: *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 c ii.*	L'nT,w, máx: 65 dB Calculado: 45.2 dB	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Massa superficial: 340.2 kg/m² - O isolamento sonoro médio calculou-se segundo a lei da massa - Valor do invariante Dn,w + Ln,w: 135.0 dB - Diferença do invariante devida ao revestimento (delta p): 21.0 dB		

Galeria expositiva

Coeficiente de absorção sonora			
Referência	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Parede exterior piso 1	0.030	0.030	0.040
Janelas (Parede exterior piso 1)	0.050	0.040	0.030
Parede interior 15	0.010	0.010	0.010
Tecto Sala de Leitura (Pavimento)	0.100	0.100	0.100
Tecto sala expositiva (Tecto)	0.050	0.030	0.020
Tecto Sala de Leitura (Tecto)	0.650	0.860	0.680
Ar	0.000	0.003	0.011

Área de absorção sonora (m²)				
Referência	Sup m²	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Parede exterior piso 1	244.2	7.33	7.33	9.77
Janelas (Parede exterior piso 1)	26.9	1.35	1.08	0.81
Parede interior 15	18.7	0.19	0.19	0.19
Tecto Sala de Leitura (Pavimento)	234.5	23.45	23.45	23.45
Tecto sala expositiva (Tecto)	111.7	5.59	3.35	2.23
Tecto Sala de Leitura (Tecto)	118.0	76.70	101.48	80.24
Ar	V = 797 m³	0.00	2.39	8.77
Total		114.61	139.27	125.46

Área de absorção sonora equivalente
A = 126.44 m²

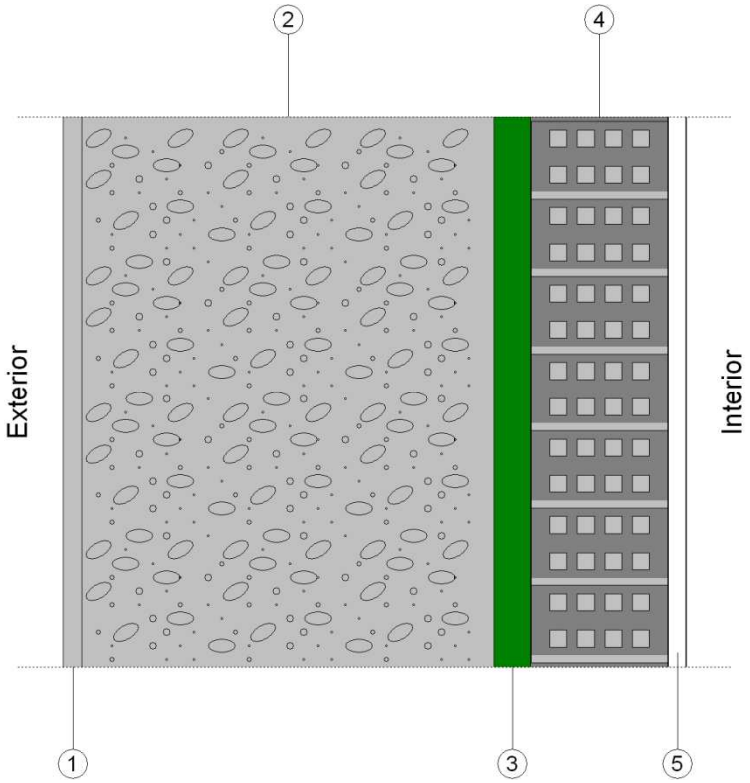
Tempo de reverberação
T = 1.02 s

Tempo de reverberação de referência
T = 1.02 s

Referência: Galeria expositiva		
Verificação	Valores	Estado
Tempo de reverberação: - No interior de salas de aula bibliotecas, salas polivalentes e refeitórios: *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 d.*	T, máx: 1.39 s Calculado: 1.02 s	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Volume: 797.0 m³		

1. Paredes exteriores

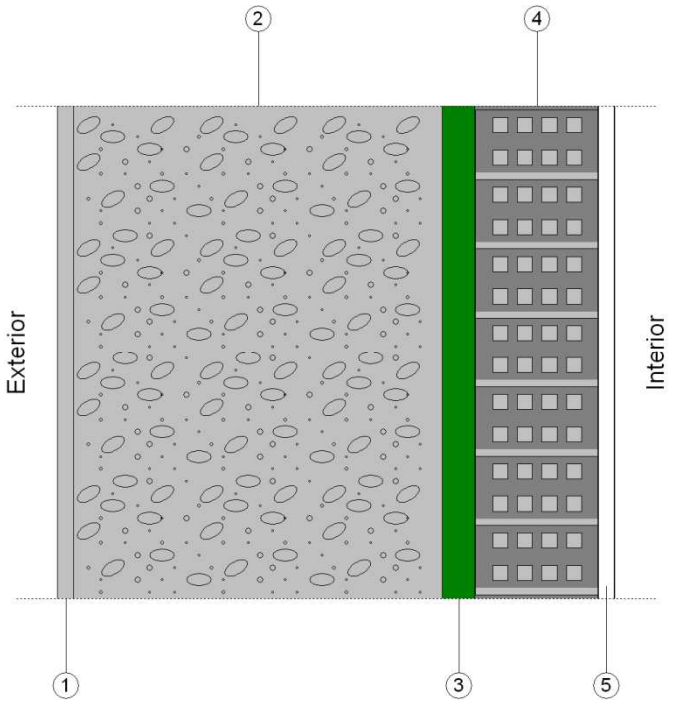
1.1. Parede exterior piso 1 (Norte)



Parte opaca
PAREDE GENÉRICA DUPLA
1 - Argamassa e reboco tradicional: 2 cm
2 - Alvenaria de pedra ordinária: 45 cm
3 - Poliestireno extrudido: 4 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (15 cm): 15 cm
5 - Estuque tradicional: 2 cm
Isolamento da parte opaca
Massa superficial: 1082.5 kg/m²
Índice de redução sonora: 61.4 dB

Referência: Parede exterior piso 1		
Verificação	Valores	Estado
Isolamento sonoro médio: - Zonas mistas ou em zonas sensíveis reguladas pelas alíneas c), d) e e) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído: *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 a-i.*	D 2m,nT,w, mín: 33 dB Calculado: 61.3 dB	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Massa superficial: 1082.5 kg/m² - O isolamento sonoro médio calculou-se segundo a lei da massa		

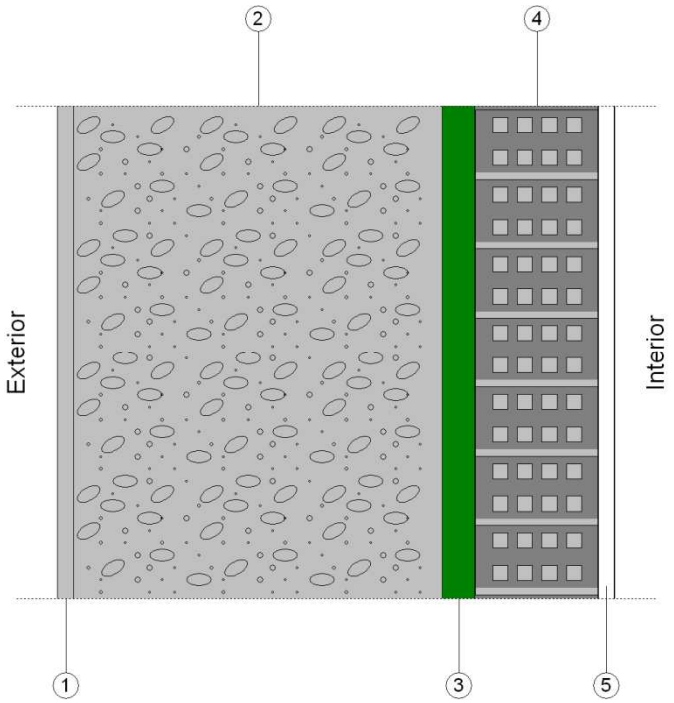
1.2. Parede exterior piso 1 (Sul)



Parte opaca
PAREDE GENÉRICA DUPLA
1 - Argamassa e reboco tradicional: 2 cm
2 - Alvenaria de pedra ordinária: 45 cm
3 - Poliestireno extrudido: 4 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (15 cm): 15 cm
5 - Estuque tradicional: 2 cm
Parte envidraçada
Vidro duplo: 6 + 16 + 10 mm (isolamento: 32.1 dB)
Superfície envidraçada: 21.0 %
Isolamento da parte opaca
Massa superficial: 1082.5 kg/m²
Índice de redução sonora: 61.4 dB

Referência: Parede exterior piso 1		
Verificação	Valores	Estado
Isolamento sonoro médio: - Zonas mistas ou em zonas sensíveis reguladas pelas alíneas c), d) e e) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído: *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 a-i.*	D 2m,nT,w, mín: 33 dB Calculado: 38.7 dB	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Massa superficial: 1082.5 kg/m² - O isolamento sonoro médio calculou-se segundo a lei da massa		

1.3. Parede exterior piso 1 (Nascente)

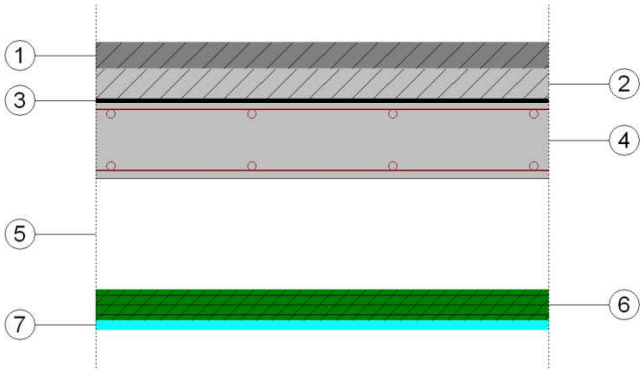


Parte opaca
PAREDE GENÉRICA DUPLA
1 - Argamassa e reboco tradicional: 2 cm
2 - Alvenaria de pedra ordinária: 45 cm
3 - Poliestireno extrudido: 4 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (15 cm): 15 cm
5 - Estuque tradicional: 2 cm
Parte envidraçada
Vidro duplo: 6 + 16 + 10 mm (isolamento: 32.1 dB)
Superfície envidraçada: 2.2 %
Isolamento da parte opaca
Massa superficial: 1082.5 kg/m²
Índice de redução sonora: 61.4 dB

Referência: Parede exterior piso 1		
Verificação	Valores	Estado
Isolamento sonoro médio: - Zonas mistas ou em zonas sensíveis reguladas pelas alíneas c), d) e e) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído: *Decreto-Lei nº96/2008. Artigo 7º-1 a-i.*	D 2m,nT,w, mín: 33 dB Calculado: 56.6 dB	Verifica
Cumprem-se todas as verificações		
Informação adicional:		
- Massa superficial: 1082.5 kg/m² - O isolamento sonoro médio calculou-se segundo a lei da massa		

3. Pavimentos

3.1. Pavimento Sala expositiva



1 - Soalho madeira maciça Riga: 3.5 cm
2 - Ripa de apoio: 4 cm
3 - Membrana Impactodan 5: 0.5 cm
4 - Laje maciça (Elemento resistente): 10 cm
5 - Caixa de ar: 14.7 cm
6 - Elemento absorvente: 4 cm
7 - Com tecto falso suspenso: 1.3 cm
Valores de cálculo
Massa superficial: 288.2 kg/m²
Índice de isolamento sonoro a sons aéreos: 50.9 dB
Índice de isolamento sonoro a sons de percussão: 44.3 dB

3.2. Tecto Sala Expositiva (Gesso cartonado normal)

* Ver pormenor

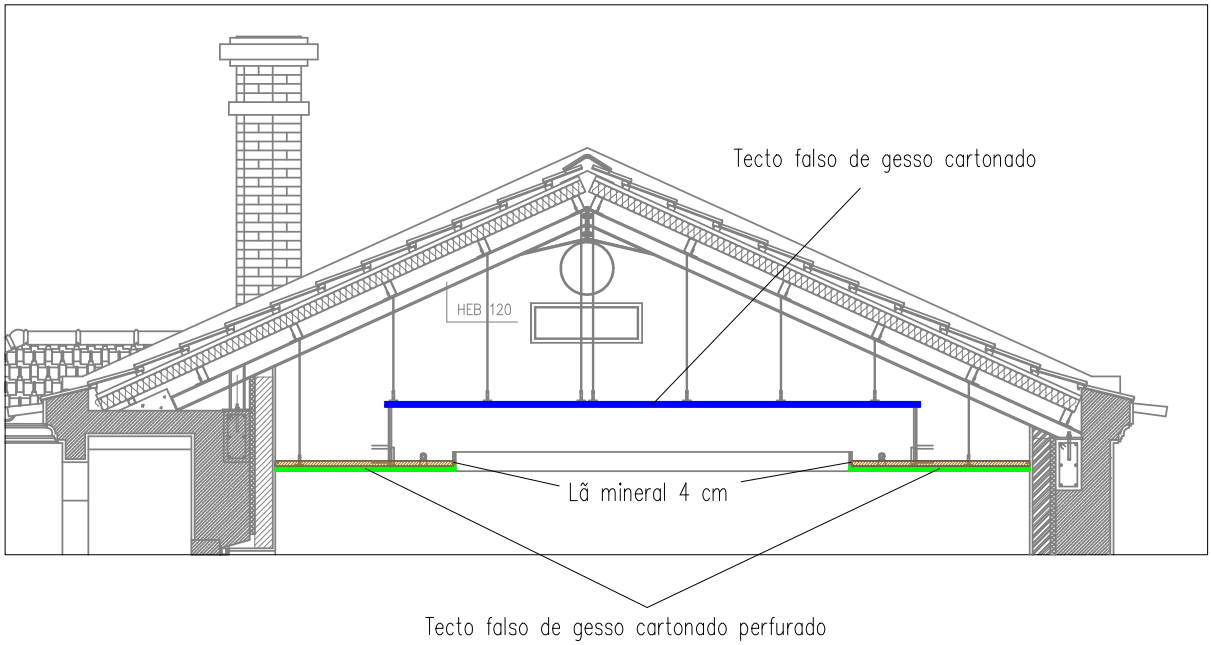
3.3. Tecto Sala de Leitura (Gesso cartonado perfurado)

* Ver pormenor

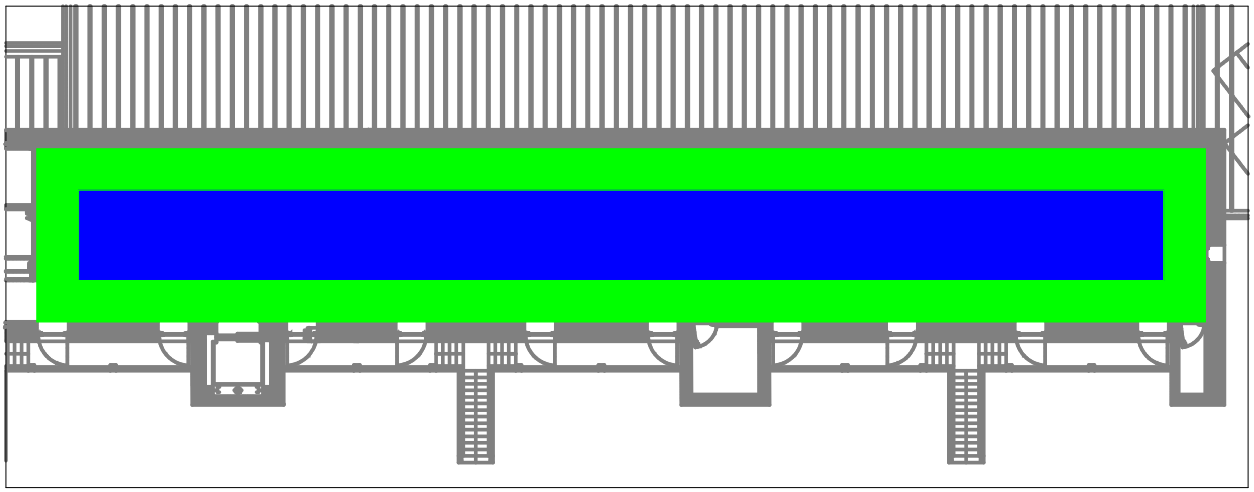
Nota:
AS placas de gesso cartonado perfurado, ou outras que as substituam, devem garantir os coeficientes de absorção sonora mínimos de 0.63, 0.68 e 0,68 para as frequências de 500, 1000 e 2000 Hz, respectivamente.

PORMENORES

CORTE TECTO DA SALA EXPOSITIVA



PLANTA TECTO DA SALA EXPOSITIVA



Tecto falso de gesso cartonado perfurado + Lã mineral de 4 cm

Tecto falso de gesso cartonado