



FARCIMAR



DECLARAÇÃO DE DESEMPENHO Nº 25

1. CIP: PBA0,22 – Painel de Barreira Acústica E=0,22.
(Código de identificação único do produto-tipo)
2. Redutores de Ruído obstruindo a transmissão de ruído aéreo proveniente do tráfego rodoviário e ferroviário.
(Utilização ou utilizações)
3. FARCIMAR – Soluções em Pré-fabricados de Betão, S.A. | Zona Industrial da Farrapa | 4540-267 Chave-Arouca.
(Nome, designação comercial ou marca comercial registada e endereço de contacto do fabricante)
4. Não Aplicável.
(Mandatário)
5. Sistema de Avaliação e Verificação da Regularidade do Desempenho 3.
(Sistema ou sistemas de avaliação e verificação da regularidade do desempenho)
6. Declaração de Desempenho relativa à norma harmonizada EN 14388:2005/AC:2008.
(Norma harmonizada)
O ITECONS, Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção (NB 2211), realizou os Ensaios Iniciais de Tipo, no âmbito do sistema 3 e emitiu os seguintes relatórios de ensaio:
 - Ensaio da absorção sonora, relatório n.º ACL 214/13 | 11/07/2013
 - Ensaio de isolamento ao ruído aéreo, relatório n.º ACL 150/18 | 21/06/2018A FARCIMAR, Soluções em Pré-fabricados de Betão, S.A., realizou os seguintes Ensaios Iniciais de Tipo, por cálculo e emitiu o seguinte relatório:
 - Capacidade mecânica e requisitos de estabilidade, relatório BA_4x2_00;
 - Capacidade mecânica e requisitos de estabilidade, relatório BA_4x3_00;
 - Capacidade mecânica e requisitos de estabilidade, relatório BA_5x2_00;
 - Capacidade mecânica e requisitos de estabilidade, relatório BA_5x3_00;



19

FARCIMAR

7. Desempenho declarado:

Características Essenciais	Desempenho				Especificações Técnicas Harmonizadas
Peso próprio e peso próprio húmido reduzido de um elemento acústico:					
- Peso seco	4,25 kN/m ²				EN 1794-1
- Peso húmido reduzido	4,55 kN/m ²				EN 1794-1
Resistência às cargas:	4,00x2,00 m	4,00x3,00m	5,00x2,00 m	5,00x3,00 m	
- carga vertical máxima que um elemento pode suportar	30 kN/m	40 kN/m	30 kN/m	40 kN/m	EN 1794-1
- carga normal (90°) que um elemento acústico pode suportar (carga de vento e carga estática)	1,63 kN/m ²	1,63 kN/m ²	1,43 kN/m ²	1,43 kN/m ²	EN 1794-1
- carga normal (90°) que um elemento acústico pode suportar (força dinâmica devido à remoção de neve)	2,13 kN/m ² (2X2)	3,20 kN/m ² (2X2)	2,20 kN/m ² (2X2)	3,30 kN/m ² (2X2)	EN 1794-1
- carga normal (90°) que um elemento estrutural pode suportar (força dinâmica devido à remoção de neve)	NPD				EN 1794-1
Absorção Sonora	DL _a = 6 Db (Categoria A2)				EN 1793-1
Isolamento ao Ruído Aéreo	DL _R = 42 Db (Categoria B4)				EN 1793-2
Reflexão da Luz:	NPD				EN 1794-2
Risco de queda de detritos:	NPD				EN 1794-2
Durabilidade esperada das características acústicas:	NPD				EN 14389-1
Durabilidade esperada das características não acústicas:					
- Vida útil	30 anos				EN 14389-2
Substâncias perigosas:	Arsénio, mercúrio < 0 ppm				EN 1794-2

O desempenho do produto identificado acima está em conformidade com o conjunto de desempenhos declarados.

A presente declaração de desempenho é, em conformidade com o Regulamento (EU) n.º 305/2011, sob exclusiva responsabilidade do fabricante identificado acima.

Assinado por e em nome do fabricante por:

Paula Cristina Teixeira Vale Rodrigues

(nome)

Arouca em 12 de abril de 2019

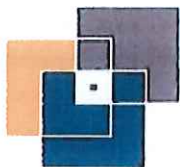
NIF: 502 171 090

FARCIMAR
Soluções em Pré-Fabricados de Betão S.A.
T. 256 464 442 | F. 256 428 144

2. Ind. da Farrapa - Ap. 402 - 4340-267 Chave - Arouca

DD_25_REVISÃO 0

2



Relatório de Ensaio

Relatório nº ACL 214/13 Data: 2013/07/11

Dados relativos ao requerente:

Nome: FARCIMAR - Soluções em Pré-Fabricados de Betão S.A.
 Endereço: Zona Industrial da Farrapa, Apartado 402; 4540-267 Chave, Arouca
 Contacto: Fax. +351 256 428 144 Tel. +351 256 464 442 e-mail: nelson.henriques@farclmar.pt

Dados relativos ao fabricante e produto ensaiado:

Nome*: FARCIMAR - Soluções em Pré-Fabricados de Betão S.A.
 Produto*: Painel Barreira Acústica em Betão Poroso 23 (9+14)

Informações relativas ao ensaio realizado

Ensaio: Ensaio em laboratório: Medição da absorção sonora em câmara reverberante (Ref.º ACL.02)
 Data: 2013/07/10
 Câmara reverberante sem provete: 26.8 Câmara reverberante com provete: 27.2
 Temperatura (°C): 26.8 Temperatura (°C): 27.2
 Humidade Relativa (%): 57.1 Humidade Relativa (%): 58.2
 Normas: NP EN ISO 354:2007; EN 1793-1:2012
 Realização do ensaio: José Nascimento Autoria do relatório: Ana Neves / Paulo Amado Mendes

Descrição do provete ensaiado: Área do provete (m²): 12.1

Conjunto de painéis em betão poroso para dispositivos de redução do ruído de tráfego rodoviário (barreiras acústicas), compostos por uma camada de betão poroso, com cerca de 8cm de espessura, e régua de betão poroso de secção transversal trapezoidal, com altura de 6cm, afastadas de 35mm ao nível da base (amostra com N/A Ref.º ACL180A/13). Os painéis foram dispostos sobre o pavimento reflector da câmara reverberante, sendo, por isso, uma montagem classificada como do tipo "A" pela norma NP EN ISO 354:2007. A disposição dos painéis na câmara reverberante respeitou as indicações da norma NP EN ISO 354:2007 e EN 1793-1:2012, tendo definido uma área total de 12,11m², incluindo um poste em perfil metálico.

Descrição da câmara reverberante: Volume da câmara (m³): 204.0

A câmara reverberante apresenta uma forma aproximadamente rectangular, em planta, com cerca de 5,85m x 5,85m, e um pé-direito médio de 5,85m. De forma a cumprir com o disposto na norma NP EN ISO 354:2007, foram utilizados 15 elementos difusores em policarbonato, com uma área total de 30m² e diferentes geometrias côncavas e convexas, colocados de forma aleatória no tecto da câmara reverberante, ajudando a criar um campo difuso e a cumprir com as áreas de absorção máximas especificadas. A área total da envolvente (paredes, pavimento e tecto) é de 211,65m² e o volume da câmara de 203,98m³.

Equipamento de ensaio:

Câmaras acústicas ITeCons; sistema de aquisição multianalisador Pulse, PUL02, modelo 3560-C-T46, da marca "Bruel & Kjaer", com cinco canais; microfone 1/2" do tipo 4190, MIC06, montado em girafa giratória do tipo 3923, GIR01, ambos da marca "Bruel & Kjaer"; callbrador acústico, do tipo 4231, da marca "Bruel & Kjaer", CLS04; fonte de ruídos aéreos, do tipo OMNIPOWER 4292, da marca "Bruel & Kjaer", FSO03; termohigrómetro THR09.

Informações complementares relativas à realização do ensaio:

Núm. de posições de microfone: 3 Núm. de posições de fonte: 4
 Núm. de decaimentos em cada combinação fonte/microfone: 3
 Método de avaliação do tempo de reverberação: com base em curvas de decaimento
 Medição em bandas de: Terços de oitava

Nota: O presente relatório não pode ser reproduzido, excepto na íntegra, sem o acordo escrito do ITeCons.
 Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.
 Os dados assinalados com * foram fornecidos pelo cliente.



Fotografia ilustrativa do provete ensaiado:



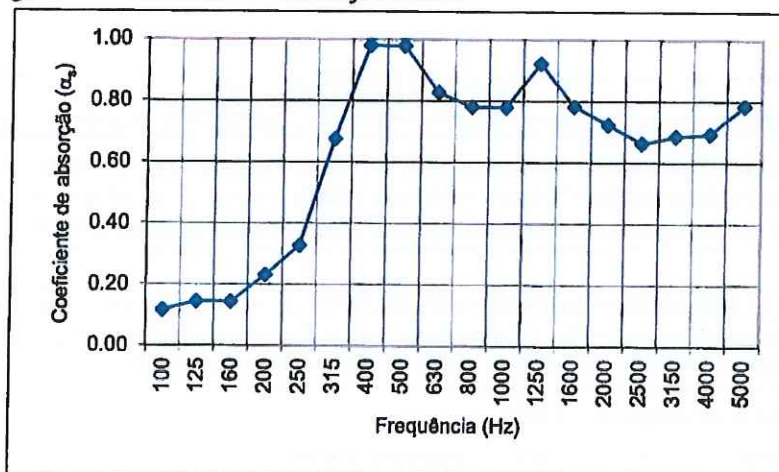
Tempos de reverberação médios (T1 - câmara vazia; T2 - câmara ocupada com provete):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
T1 (s)	19.20	12.68	11.71	8.88	8.13	8.04	9.08	10.09	9.20
T2 (s)	10.47	7.53	7.21	5.04	4.08	2.66	2.10	2.16	2.40
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
T1 (s)	8.52	8.02	7.40	6.57	5.88	4.55	3.91	3.44	2.74
T2 (s)	2.45	2.41	2.09	2.25	2.28	2.14	1.96	1.82	1.52

Coefficiente de absorção sonora (α_s):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
α_s	0.12	0.14	0.14	0.23	0.33	0.68	0.98	0.98	0.83
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
α_s	0.78	0.78	0.92	0.78	0.72	0.66	0.69	0.69	0.78

Representação gráfica do coeficiente de absorção sonora:



**Cálculo do Índice único de avaliação de absorção acústica DL_{α} (dB):**

(Cálculos efectuados de acordo com a norma EN 1793-1:2012)

Cálculos auxiliares:

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
	0.001166	0.001445	0.002269	0.005789	0.010341	0.026888	0.049148	0.061757	0.065751
	0.010000	0.010000	0.015849	0.025119	0.031623	0.039811	0.050119	0.063096	0.079433
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
	0.098310	0.123564	0.116048	0.078297	0.057451	0.033233	0.021674	0.017414	0.012431
	0.125893	0.158489	0.125893	0.100000	0.079433	0.050119	0.031623	0.025119	0.015849

Nível de pressão acústica ponderado A normalizado do ruído de tráfego rodoviário (dB) [NP EN 1793-3:2008]:

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
L_i	-20	-20	-18	-16	-15	-14	-13	-12	-11
Freq. (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L_i	-9	-8	-9	-10	-11	-13	-15	-16	-18

Índice único de classificação da absorção sonora DL_{α} (dB): $DL_{\alpha} = 6 \text{ dB}$ **Observações:**

Categoria A2 de desempenho da absorção sonora, segundo o Anexo A da norma EN 1793-1:2012, para dispositivos de redução do ruído de tráfego rodoviário.

Responsabilidade Técnica

(Paulo Amado Mendes, Supervisor Técnico e Científico)

A Direcção

Notas: O presente relatório não pode ser reproduzido, excepto na íntegra, sem o acordo escrito do ITeCons.
Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.

pág. 3/3

ACL214/13

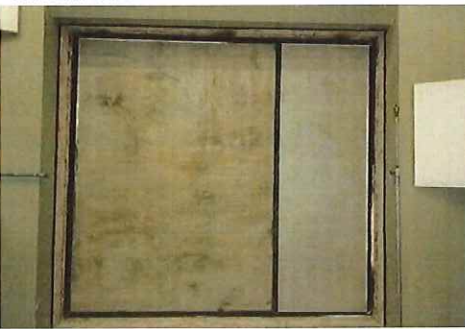
Descrição do provete e da abertura de ensaio:

Provete constituído por painéis em betão maciço de classe C30/37 para dispositivos de redução do ruído de tráfego rodoviário (barreiras acústicas), com espessura de cerca de 8 cm, encaixados perifericamente em perfis metálicos UNP100. Juntas entre os perfis metálicos e os painéis de betão seladas com lã-de-rocha pelo interior e mastique de silicone pelo exterior. A abertura de ensaio entre as câmaras acústicas, onde foi instalado o provete, apresenta dimensões de 3,16 m x 3,16 m, a que corresponde uma área de aproximadamente 10 m², tendo incluído um poste em perfil metálico, de acordo com as indicações da norma EN 1793-2:2012. Na vedação periférica entre a estrutura metálica e o aro da abertura de ensaio, procedeu-se à selagem com lã mineral e silicone, bem como uns pontos de solda de forma a garantir a estabilidade do provete. A instalação e montagem do provete foram da responsabilidade do cliente.

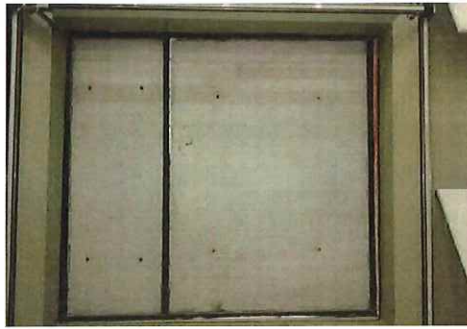
Observações

.....

Câmara emissora:



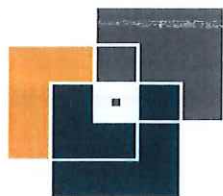
Câmara recetora:



Detalhes construtivos:



Notas: O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do ITeCons.
Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.

**Volume das câmaras (em m³):**Emissora: 181,5Recetora: 204,0**Resultados obtidos no ensaio:****Nível sonoro médio na câmara emissora (L₁):**

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L ₁₋₁ (dB)	98,1	98,9	101,3	98,9	97,5	96,5	96,8	96,6	95,8	95,8	96,1	98,2	100,9	100,5	101,9	100,4	99,7	97,8
L ₁₋₂ (dB)	98,5	100,1	101,2	98,0	97,1	96,8	96,9	96,8	96,1	95,6	96,5	98,4	100,8	100,4	101,9	100,6	99,9	97,8

Nível sonoro médio na câmara recetora (L₂):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L ₂₋₁ (dB)	59,8	64,4	60,5	59,6	60,0	59,6	56,7	54,0	50,1	49,1	47,5	47,1	47,7	47,2	51,2	46,3	43,4	40,2
L ₂₋₂ (dB)	60,6	66,7	62,8	58,5	59,1	58,8	56,7	53,9	50,5	48,8	47,5	47,0	47,8	46,8	51,2	46,9	43,5	40,8

Nível sonoro médio do ruído de fundo na câmara recetora (L₀):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L ₀ (dB)	6,4	4,7	6,2	8,1	6,3	5,8	3,8	1,9	2,4	7,0	6,3	3,2	4,5	4,8	4,5	5,7	8,1	6,8

Nível sonoro médio na câmara recetora, corrigido com o ruído de fundo (L'₂):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
L' ₂₋₁ (dB)	59,8	64,4	60,5	59,6	60,0	59,6	56,7	54,0	50,1	49,1	47,5	47,1	47,7	47,2	51,2	46,3	43,4	40,2
L' ₂₋₂ (dB)	60,6	66,7	62,8	58,5	59,1	58,8	56,7	53,9	50,5	48,8	47,5	47,0	47,8	46,8	51,2	46,9	43,5	40,8

Tempo de reverberação médio na câmara recetora (T_r):

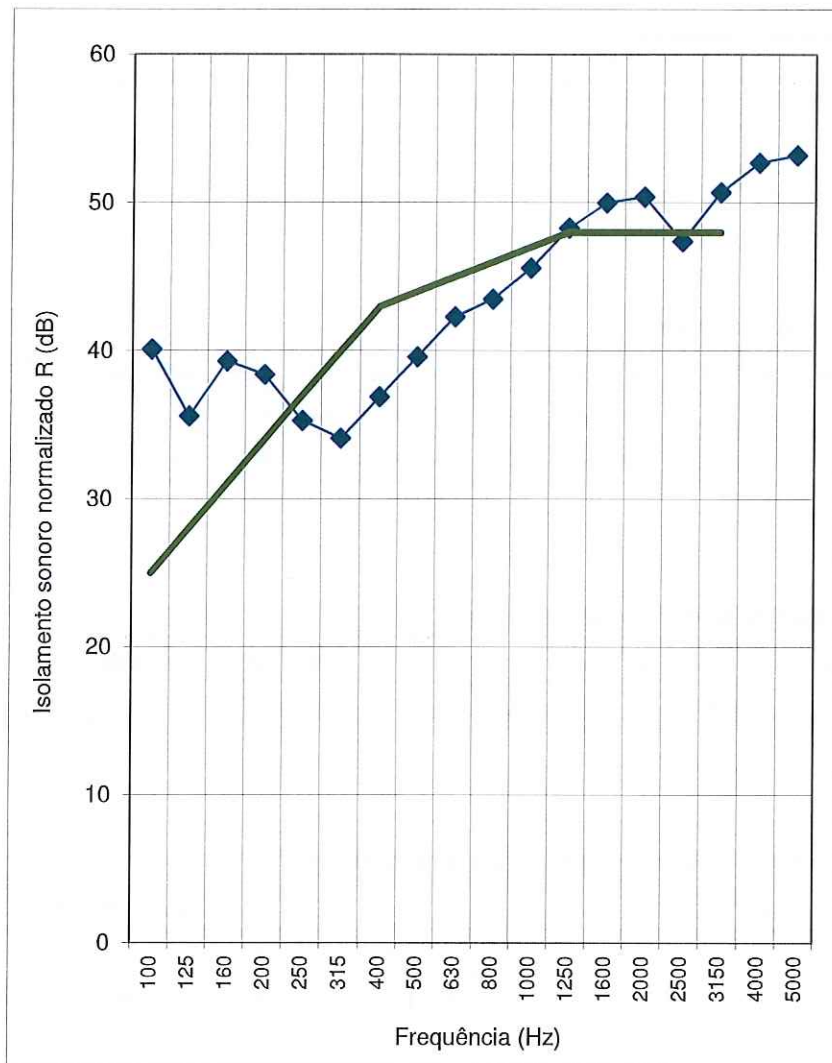
Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
T _r (s)	5,11	4,78	3,17	2,57	1,91	1,51	1,55	1,60	1,50	1,54	1,59	1,65	1,62	1,62	1,55	1,59	1,45	1,30

Notas: O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do ITeCons.
 Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.



Isolamento sonoro a sons aéreos normalizado (R):

Freq. (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
R (dB)	40,1	35,6	39,3	38,4	35,3	34,1	36,9	39,6	42,3	43,5	45,6	48,3	50,0	50,4	47,4	50,7	52,7	53,2



$R_W (C_{100-3150}; C_{tr, 100-3150}; C_{100-5000}; C_{tr, 100-5000}) = 44 (0; -2; 0; -3) \text{ dB}$

(Resultados obtidos de acordo com a norma ISO 717-1:2013)

$DL_R = 42 \text{ dB}$

(Ruído de tráfego rodoviário (dB) [NP EN 1793-3:2008])

(Categoria B4 de desempenho de isolamento a sons aéreos para dispositivos de redução do ruído de tráfego rodoviário [Anexo A da norma EN 1793-2:2012])

ACL150/18

Autoria técnica

Responsabilidade técnica

A Direção

XAUT

XSTC

XDIR

Notas: O presente relatório não pode ser reproduzido, exceto na íntegra, sem o acordo escrito do ITeCons.

Os resultados apresentados referem-se apenas aos itens ensaiados.



Capacidade Mecânica de Barreiras Acústicas

4,00 x 2,00m²

Data:

03-07-2018

Páginas:

3

1 - DADOS GERAIS

Geometria:

Altura da barreira 2,00 m

Afastamento entre pilares 4,00 m

Materiais:

Betão: C30/37

 f_{ctd} (MPa): 20,00

E (GPa): 32,00

Aço: A500

 f_{yd} (MPa): 434,78

E (GPa): 200,00

2 - VERIFICAÇÃO E DIMENSIONAMENTO

Limitações Normativas:

Deflexão horizontal elástica máxima

 L_A (m) 3,90 (comprimento livre do painel) $d_{hmáx}$ (mm) 50

2.1 - CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA (CARGA EÓLICA + CARGA DINÂMICA)

2.1.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

Dimensões da secção resistente

b (m) 2,00

h (m) 0,08 (espessura do painel estrutural)

d (m) 0,05 Deflexão horizontal para a carga distribuída

c (m) 0,03

 A_s (cm²/m) 1,88 $\phi 6/15$ A_s (cm²) 3,76 ϵ_s 0,0817 μ 0,0760 M_{rd} (kN.m) 7,60 P_{sd} (kN/m) 4,00 P_{sd} (kN/m²) 2,00

2.1.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

Betão	C30/37	f_{ctd} / f_{ctm} (MPa)	30,00 / 20,00	E_{cm} (GPa)	32,00
		f_{ctm} (MPa)	2,90	E_s (GPa)	200,00
Aço	A500	f_{yd} (MPa)	434,78	α_e	6,25

Flexão simples - Tensões para estados limites de utilização

Secções Betão Armado	Tração	Formação de fendas	$\sigma_c \leq f_{ctm}$
	Compressão	Combinações raras (controlo da fendilhação longitudinal)	$\sigma_c \leq 0,60 f_{ck}$
		Combinações quase permanente (fluência)	$\sigma_c \leq 0,45 f_{ck}$

Dimensões da secção resistente

b (m) 2,00

h (m) 0,08

d (m) 0,05

c (m) 0,03

Armadura

 A_s (cm²) 3,76 A'_s (cm²) 0,00 β 0,00

Momento de Fendilhação

 M_{cr} (kN.m) 6,19w (m³) 0,0021

Análise da Secção Fendilhada

 $M_{actuante}$ (kN.m) 6,19 $N_{actuante}$ (kN) 0,00

P_{sd} (kN/m) 3,26

P_{sd} (kN/m²) 1,63

2.2 - CARGA CONCENTRADA (CARGA DINÂMICA DE LIMPEZA DE NEVE)

2.2.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

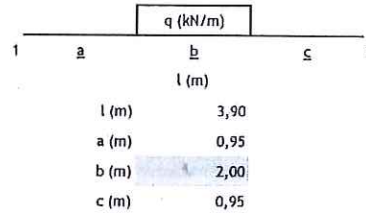
M_{sd} (kN.m) 7,60

$M_{máx}$ (kN.m) 7,60

R (kN) 5,24

q_{sd} (kN/m) 5,24

q_{sd} (kN/m²) 2,62 (distribuída em 2x2m²)



2.2.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

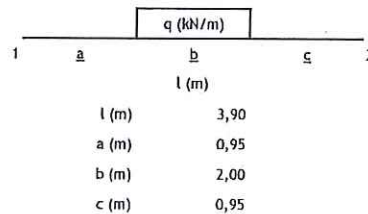
M_{sd} (kN.m) 6,19

$M_{máx}$ (kN.m) 6,19

R (kN) 4,27

q_{sd} (kN/m) 4,27

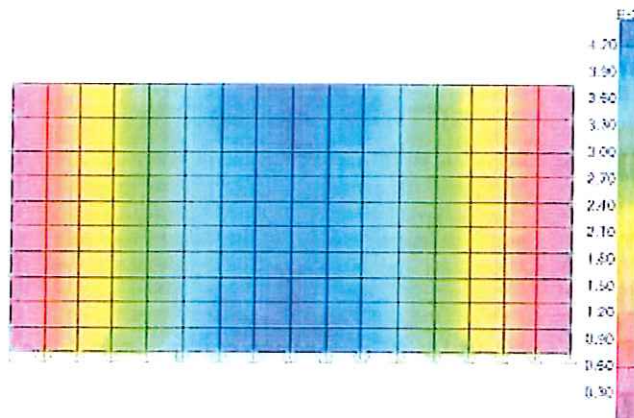
q_{sd} (kN/m²) 2,13 (distribuída em 2x2m²)

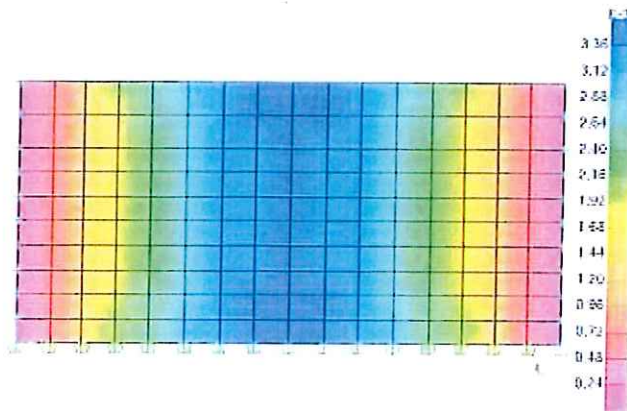
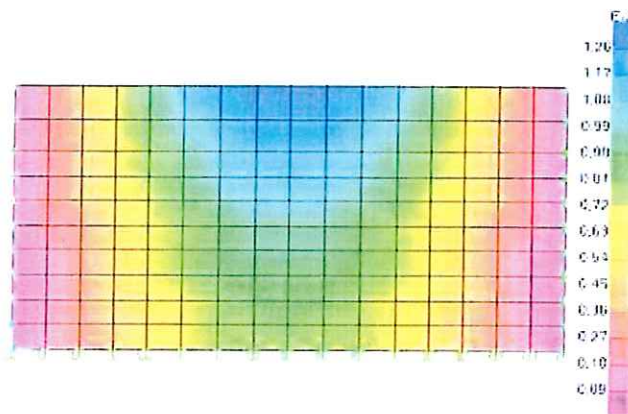
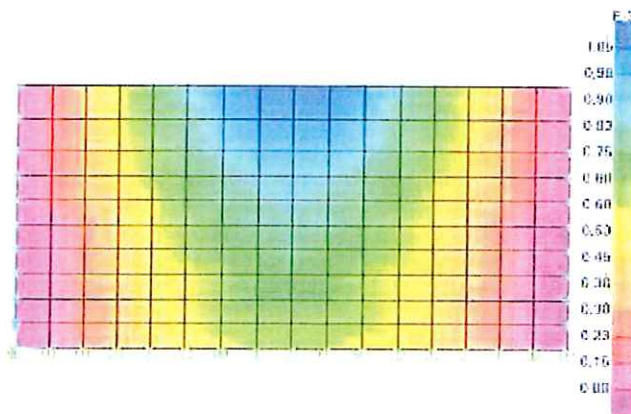


3 - VERIFICAÇÃO DA DEFLEXÃO HORIZONTAL MÁXIMA

3.1 - CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDA (CARGA EÓLICA + CARGA DINÂMICA)

3.1.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)



3.1.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

3.2 - CARGA CONCENTRADA (CARGA DINÂMICA DE LIMPEZA DE NEVE)
3.2.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

3.2.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

4 -RESUMO

Carga de vento e carga estática	L (m)	H (m)	P _{vento} (kN/m ²)
	4,00	2,00	1,63

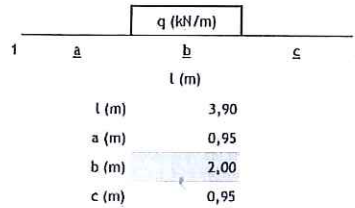
Carga dinâmica devido à remoção de neve	L (m)	H (m)	P _{neve} (kN/m ²)
	4,00	2,00	2,13

P_{ed} (kN/m)	4,88
P_{ed} (kN/m ²)	1,63

2.2 - CARGA CONCENTRADA (CARGA DINÂMICA DE LIMPEZA DE NEVE)

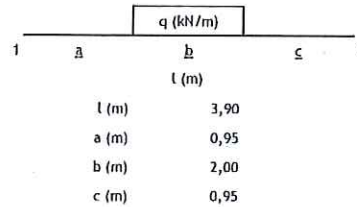
2.2.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

M_{ed} (kN.m)	11,40
M_{max} (kN.m)	11,40
R (kN)	7,86
q_{ed} (kN/m)	7,86
q_{ed} (kN/m ²)	3,93 (distribuída em 2x2m ²)



2.2.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

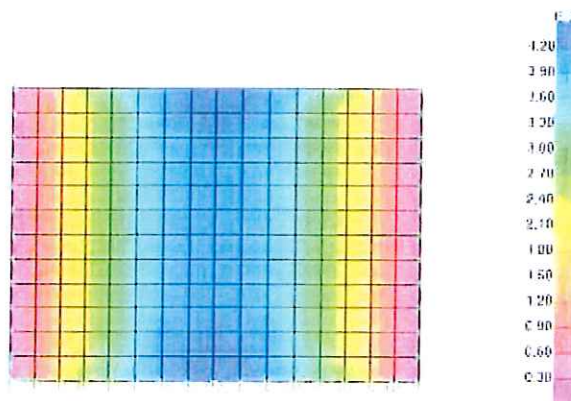
M_{ed} (kN.m)	9,28
M_{max} (kN.m)	9,28
R (kN)	6,40
q_{ed} (kN/m)	6,40
q_{ed} (kN/m ²)	3,20 (distribuída em 2x2m ²)

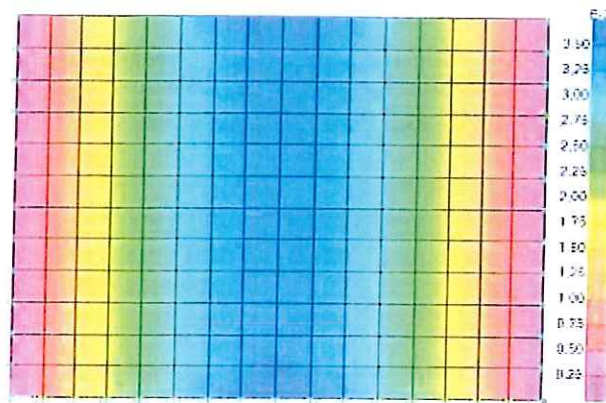
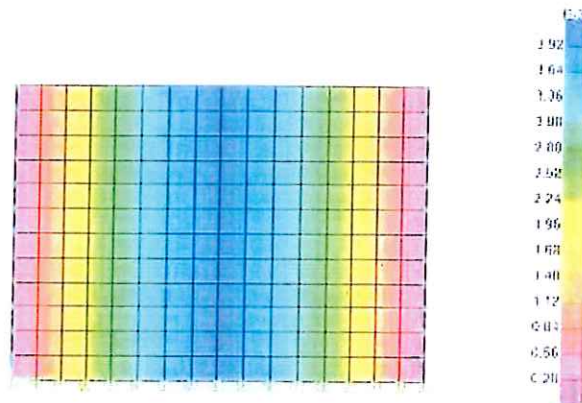
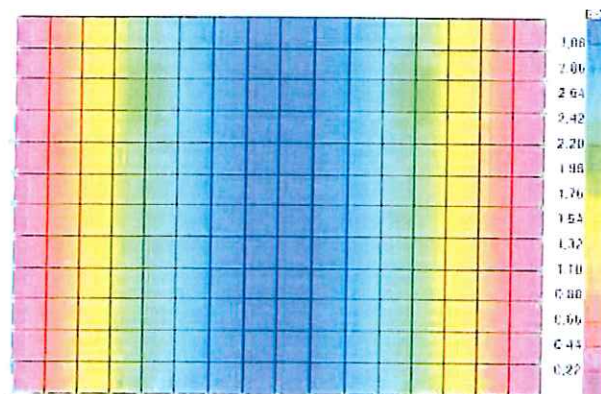


3 -VERIFICAÇÃO DA DEFLEXÃO HORIZONTAL MÁXIMA

3.1 - CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA (CARGA EÓLICA + CARGA DINÂMICA)

3.1.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)



3.1.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

3.2 - CARGA CONCENTRADA (CARGA DINÂMICA DE LIMPEZA DE NEVE)
3.2.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

3.2.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

4 - RESUMO

Carga de vento e carga estática	L (m)	H (m)	P _{vento} (kN/m ²)
	4,00	3,00	1,63

Carga dinâmica devido à remoção de neve	L (m)	H (m)	P _{neve} (kN/m ²)
	4,00	3,00	3,20

1 - DADOS GERAIS
Geometria:

Altura da barreira 2,00 m

Afastamento entre pilares 5,00 m

Materiais:

Betão: C30/37

 f_{cd} (MPa): 20,00

 E (GPa): 32,00

Aço: A500

 f_{yd} (MPa): 434,78

 E (GPa): 200,00

2 - VERIFICAÇÃO E DIMENSIONAMENTO
Limitações Normativas:
Deflexão horizontal elástica máxima
 L_A (m) 4,90 (comprimento livre do painel)

 d_{limax} (mm) 50

2.1 - CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA (CARGA EÓLICA + CARGA DINÂMICA)
2.1.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)
Dimensões da secção resistente
 b (m) 2,00

 h (m) 0,08 (espessura do painel estrutural)

 d (m) 0,05

 c (m) 0,03

Deflexão horizontal para a carga distribuída
 A_s (cm²/m) 3,35 $\phi 8/15$
 A_s (cm²) 6,70

 ω 0,1457

 μ 0,1290

 M_{rd} (kN.m) 12,90

 P_{sd} (kN/m) 4,30

 P_{sd} (kN/m²) 2,15

2.1.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

Betão	C30/37	f_{ck} / f_{cd} (MPa)	30,00	20,00	E_{cm} (GPa)	32,00
		f_{ctm} (MPa)	2,90		E_s (GPa)	200,00
Aço	A500	f_{yk} (MPa)	434,78		α_e	6,25

Flexão simples - Tensões para estados limites de utilização

Secções Betão Armado	Tração	Formação de fendas	$\sigma_c \leq f_{ctm}$
	Compressão	Combinações raras (controlo da fendilhação longitudinal)	$\sigma_c \leq 0,60 f_{ck}$
		Combinações quase permanente (fluência)	$\sigma_c \leq 0,45 f_{ck}$

Dimensões da secção resistente
 b (m) 2,00

 h (m) 0,08

 d (m) 0,05

 c (m) 0,03

Armadura
 A_s (cm²) 6,70

 A'_s (cm²) 0,00

 β 0,00

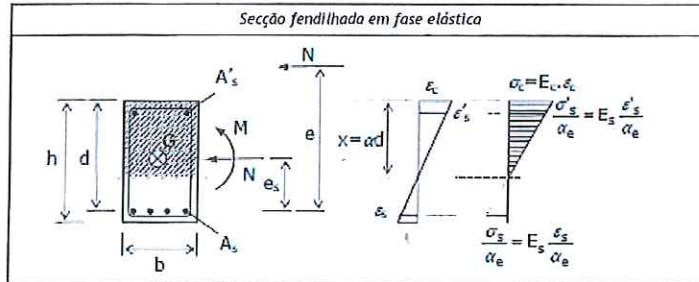
Momento de Fendilhação
 M_{cr} (kN.m) 6,19

 w (m³) 0,0021

Análise da Secção Fendilhada
 $M_{actuante}$ (kN.m) 8,58

 $N_{actuante}$ (kN) 0,00

ρ (%)	0,0067	E_c^* (GPa)	12,80 (módulo de elasticidade equivalente do betão)
α	15,63	φ	1,50
$\alpha\rho$	0,105		
e_s	∞		
C_c	6,49		
C_s	10,98		
x (m)	0,019		
σ_{ci} (MPa)	11,14		
σ_{cs} (MPa)	11,14		
	0,60 f_{ck}		18,00 Ok!
	0,45 f_{ck}		13,50 Ok!
σ_s (MPa)	294,23		
M/bd^2 (kN/m ²)	1715,48		


Distância máxima entre fendas

$S_{r,max}$ (m)	0,19	
k_1	0,80	(0,80 - varões de alta aderência; 1,60 - varões lisos)
k_2	0,50	(0,50 - para flexão; 1,00 - para tração simples)
k_3	3,40	
k_4	0,425	
ϕ (mm)	8	($\phi = \phi_{eq}$, se existirem varões com diferentes diâmetros)
$\rho_{p,efr}$	0,0164	(em elementos sem pré-esforço)
A_s (cm ²)	6,70	
$A_{c,eff}$ (m ²)	0,041	
$h_{c,eff}$ (m)	0,020	

Extensão média relativa entre o aço e o betão

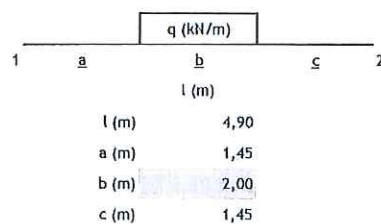
$E_{sm} = E_{cm}$ (m)	0,00108	1,08 mm
σ_s (MPa)	294,23	(Tensão na armadura de tração - secção fendilhada)
α_e	6,25	(Coeficiente de homogeneização)
$\rho_{p,efr}$	0,0164	(em elementos sem pré-esforço)
k_t	0,40	(0,60 - Ações de curta duração; 0,40 - Ações de longa duração)

Largura de Fendas - Wk (Secção Crítica)

W_k (m)	0,000200	0,20 mm	< $w_{k,máx}$, Ok!
$W_{k,máx}$ (m)	0,20 mm		
P_{sd} (kN/m)	2,86		
P_{sd} (kN/m ²)	1,43		

2.2 - CARGA CONCENTRADA (CARGA DINÂMICA DE LIMPEZA DE NEVE)
2.2.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

M_{ed} (kN.m)	12,90
$M_{máx}$ (kN.m)	12,90
R (kN)	6,62
q_{sd} (kN/m)	6,62
q_{sd} (kN/m ²)	3,31 (distribuída em $2 \times 2m^2$)



2.2.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

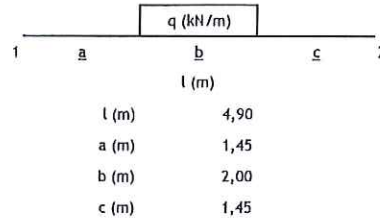
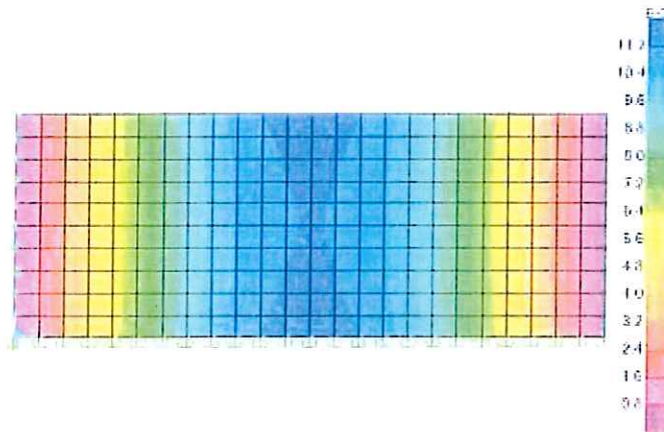
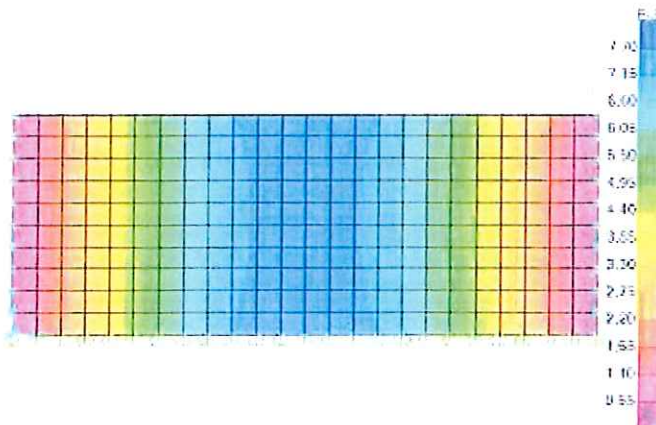
M_{ed} (kN.m) 8,58

$M_{r,ed}$ (kN.m) 8,58

R (kN) 4,40

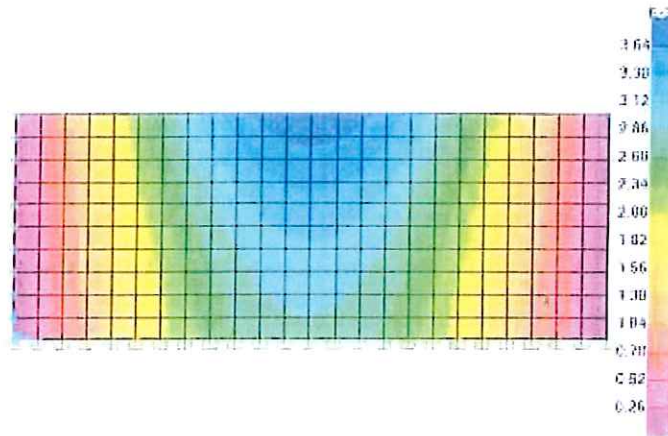
q_{ed} (kN/m) 4,40

q_{ed} (kN/m²) 2,20 (distribuída em 2x2m²)

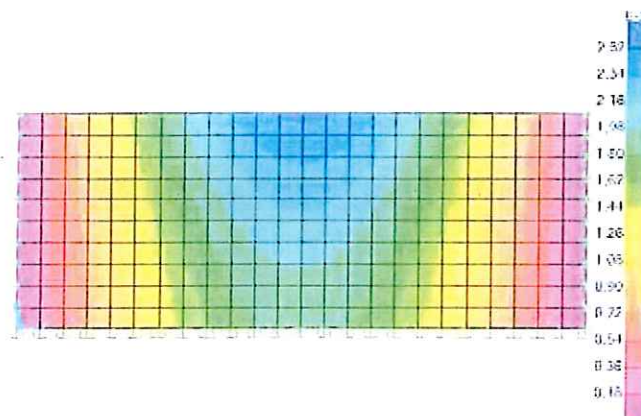

3 - VERIFICAÇÃO DA DEFLEXÃO HORIZONTAL MÁXIMA
3.1 - CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUÍDA (CARGA EÓLICA + CARGA DINÂMICA)
3.1.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

3.1.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração


3.2 - CARGA CONCENTRADA (CARGA DINÂMICA DE LIMPEZA DE NEVE)

3.2.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)



3.2.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração



4 -RESUMO

Carga de vento e carga estática	L (m)	H (m)	P _{vento} (kN/m ²)
	5,00	2,00	1,43

Carga dinâmica devido à remoção de neve	L (m)	H (m)	P _{neve} (kN/m ²)
	5,00	2,00	2,20

1 - DADOS GERAIS
Geometria:

Altura da barreira 3,00 m

Afastamento entre pilares 5,00 m

Materiais:

Betão: C30/37

 f_{cd} (MPa): 20,00

E (GPa): 32,00

Aço: A500

 f_{yd} (MPa): 434,78

E (GPa): 200,00

2 - VERIFICAÇÃO E DIMENSIONAMENTO
Limitações Normativas:
Deflexão horizontal elástica máxima
 L_A (m) 4,90 (comprimento livre do painel)

 $d_{hmáx}$ (mm) 50

2.1 - CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA (CARGA EÓLICA + CARGA DINÂMICA)
2.1.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)
Dimensões da secção resistente
 b (m) 3,00

 h (m) 0,08 (espessura do painel estrutural)

 d (m) 0,05 *Deflexão horizontal para a carga distribuída*
 c (m) 0,03

 A_s (cm²/m) 3,35 $\phi 8 / 15$
 A_s (cm²) 10,05

 ω 0,1457

 μ 0,1290

 M_{rd} (kN.m) 19,35

 P_{sd} (kN/m) 6,45

 P_{sd} (kN/m²) 2,15

2.1.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

Betão	C30/37	f_{ct} / f_{ctd} (MPa)	30,00	20,00	E_{cm} (GPa)	32,00
		f_{ctm} (MPa)	2,90		E_s (GPa)	200,00
Aço	A500	f_{yd} (MPa)	434,78		α_e	6,25

Flexão simples - Tensões para estados limites de utilização

Secções Betão Armado	Tração	Formação de fendas	$\sigma_c \leq f_{ctm}$
	Compressão	Combinações raras (controlo da fendilhação longitudinal)	$\sigma_c \leq 0,60 f_{ck}$
		Combinações quase permanente (fluência)	$\sigma_c \leq 0,45 f_{ck}$

Dimensões da secção resistente

b (m)	3,00	<i>Armadura</i>			
h (m)	0,08	A_s (cm ²)	10,05	β	0,00
d (m)	0,05	A'_s (cm ²)	0,00		
c (m)	0,03				

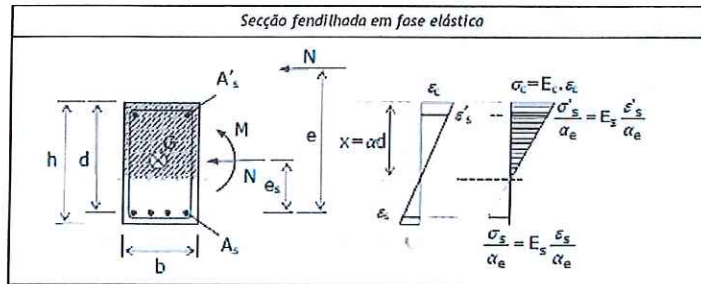
Momento de Fendilhação
 M_{cr} (kN.m) 9,28

 w (m³) 0,0032

Análise da Secção Fendilhada
 $M_{actuante}$ (kN.m) 12,87

 $N_{actuante}$ (kN) 0,00

ρ (%)	0,0067	E_c^* (GPa)	12,80 (módulo de elasticidade equivalente do betão)
α	15,63	φ	1,50
α_p	0,105		
e_s	∞		
C_c	6,49		
C_s	10,98		
x (m)	0,019		
σ_{cl} (MPa)	11,14		
σ_{cs} (MPa)	11,14		
$0,60 f_{ck}$	18,00 Okl		
$0,45 f_{ck}$	13,50 Okl		
σ_s (MPa)	294,23		
M/bd^2 (kN/m ²)	1715,48		



Distância máxima entre fendas

$S_{r,máx}$ (m)	0,19	
k_1	0,80	(0,80 - varões de alta aderência; 1,60 - varões lisos)
k_2	0,50	(0,50 - para flexão; 1,00 - para tração simples)
k_3	3,40	
k_4	0,425	
ϕ (mm)	8	($\phi = \phi_{eq}$, se existirem varões com diferentes diâmetros)
$\rho_{p,eff}$	0,0164	(em elementos sem pré-esforço)
A_s (cm ²)	10,05	
$A_{c,eff}$ (m ²)	0,061	
$h_{c,eff}$ (m)	0,020	

Extensão média relativa entre o aço e o betão

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ (m)	0,00108	1,08 mm
σ_s (MPa)	294,23	(Tensão na armadura de tração - secção fendilhada)
α_e	6,25	(Coeficiente de homogeneização)
$\rho_{p,eff}$	0,0164	(em elementos sem pré-esforço)
k_t	0,40	(0,60 - Ações de curta duração; 0,40 - Ações de longa duração)

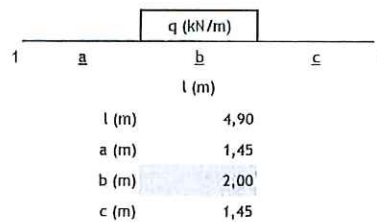
Largura de Fendas - W_k (Secção Crítica)

W_k (m)	0,000200	0,20 mm	< $w_{k,máx}$, Okl
$W_{k,máx}$ (m)	0,20 mm		
P_{sd} (kN/m)	4,29		
P_{sd} (kN/m ²)	1,43		

2.2 - CARGA CONCENTRADA (CARGA DINÂMICA DE LIMPEZA DE NEVE)

2.2.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

M_{sd} (kN.m)	19,35
$M_{máx}$ (kN.m)	19,35
R (kN)	9,92
q_{sd} (kN/m)	9,92
q_{sd} (kN/m ²)	4,96 (distribuída em 2x2m ²)



2.2.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração

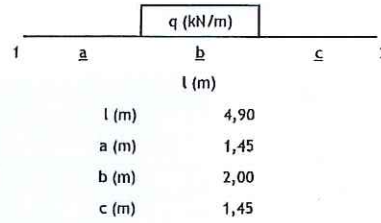
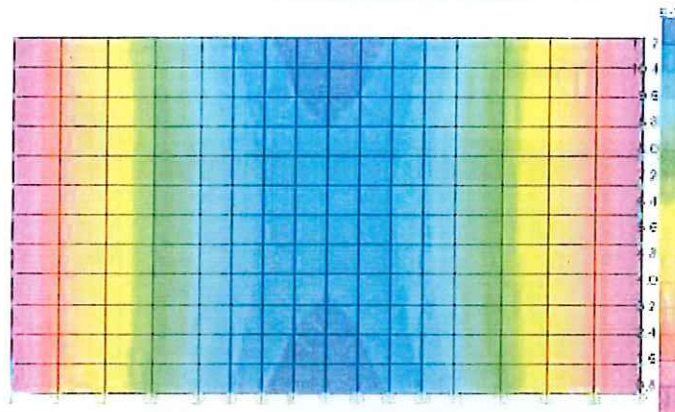
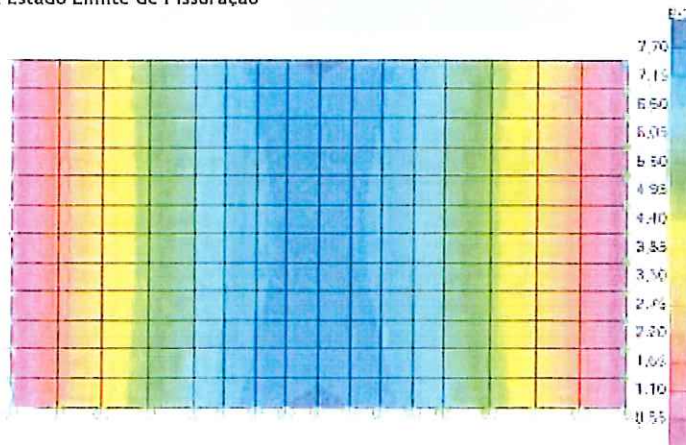
M_{ed} (kN.m) 12,87

M_{max} (kN.m) 12,87

R (kN) 6,60

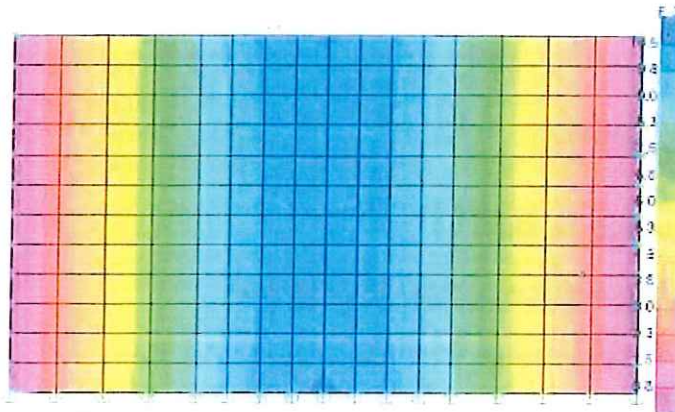
q_{ed} (kN/m) 6,60

q_{ed} (kN/m²) 3,30 (distribuída em 2x2m²)

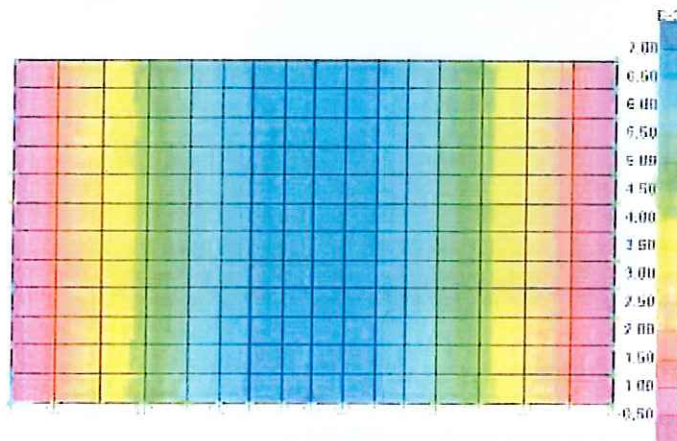

3 -VERIFICAÇÃO DA DEFLEXÃO HORIZONTAL MÁXIMA
3.1 - CARGA UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA (CARGA EÓLICA + CARGA DINÂMICA)
3.1.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)

3.1.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração


3.2 - CARGA CONCENTRADA (CARGA DINÂMICA DE LIMPEZA DE NEVE)

3.2.1 - Análise para Estado Limite Último (Flexão)



3.2.2 - Análise para Estado Limite de Fissuração



4 - RESUMO

Carga de vento e carga estática	L (m)	H (m)	P _{vento} (kN/m ²)
	5,00	3,00	1,43

Carga dinâmica devido à remoção de neve	L (m)	H (m)	P _{neve} (kN/m ²)
	5,00	3,00	3,30