

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	1 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

AL-INN-4300-CW-CAC-00001

Relatório de cálculo estrutural para Báscula

01.0	18/02/2025	Documento inicial	INN	GSI	ACE
Rev.	Dados	Descrição	Criado	Revisto	Aprovado

Editado para:

Informação		Compra	
Aprovação	X	Construção	
Pedido de licitação		Conforme construído	

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	2 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

Conteúdo

1. INTRODUÇÃO	4
2. DADOS DE REFERÊNCIA	5
2.1. Materiais	5
2.2. Revestimentos	5
2.3. Estado Limite de Serviço (ELS)	5
2.4. Estados Limites Ultimos.....	6
2.5. Ações	6
3. GEOMETRIA	8
4. CÁLCULO ESTRUTURAL	9
4.1. Estrutura	9
4.2. Modelo de cálculo	10
4.3. Reações.....	11
4.4. Deslocamentos	12
4.5. Verificação de armaduras.....	13
5. REGULAMENTAÇÃO.....	17

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	3 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

Ilustrações

Ilustração 1. Vista em planta da báscula	4
Ilustração 2. Vista em corte da báscula	4
Ilustração 3. Materiais	5
Ilustração 4. Revestimentos	5
Ilustração 5. Estado Limite de Serviço (ELS)	5
Ilustração 6. Estados Limites Ultimos (ELU)	6
Ilustração 7. Aes do terreno	6
Ilustração 8. A sísmica	7
Ilustração 9. Imagem 3D da modela da báscula	8
Ilustração 10. Geometria	8
Ilustração 11. Geometria	8
Ilustração 12. Modelo de cálculo	10
Ilustração 13. Configura deformada para a combina característica de aes (ELS)	12
Ilustração 14. Mapas de momentos fletores Mxx	13
Ilustração 15. Mapa de momentos fletores Myy	14
Ilustração 16. Mapa de esforos de tra para dimensionamento de armaduras em xx	15
Ilustração 17. Mapa de esforos de tra para dimensionamento de armaduras em yy	16

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	4 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

1. INTRODUÇÃO

Dimensionamento da estrutura da báscula.

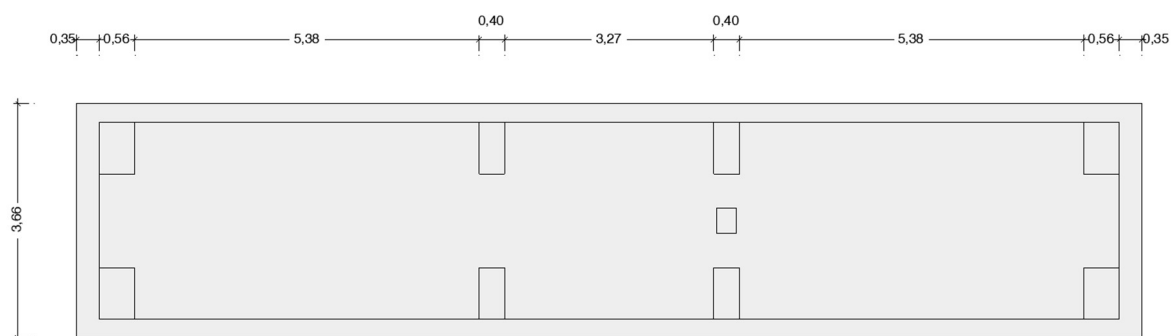
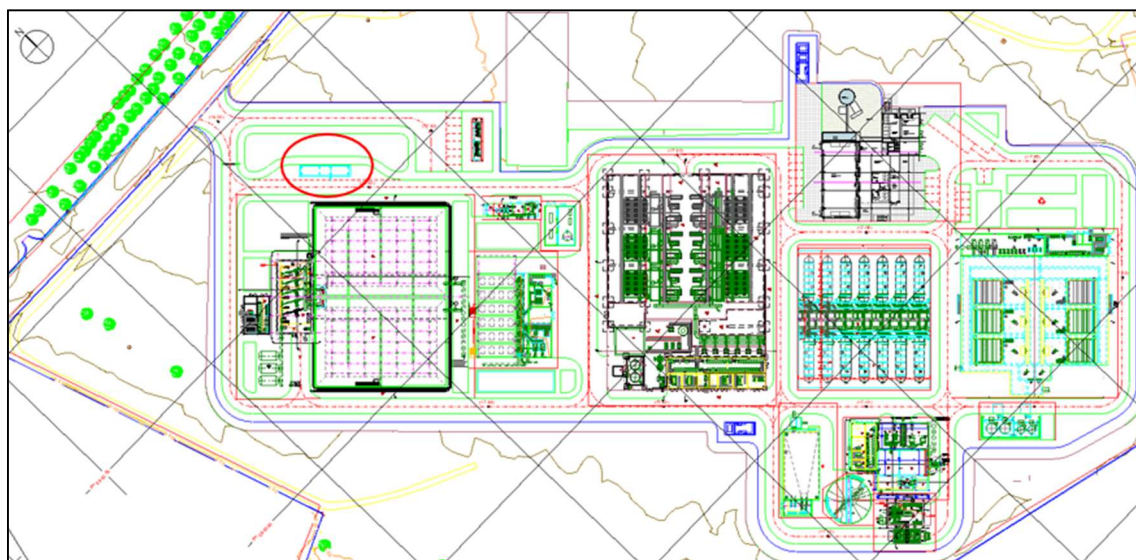


Ilustração 1. Vista em planta da báscula

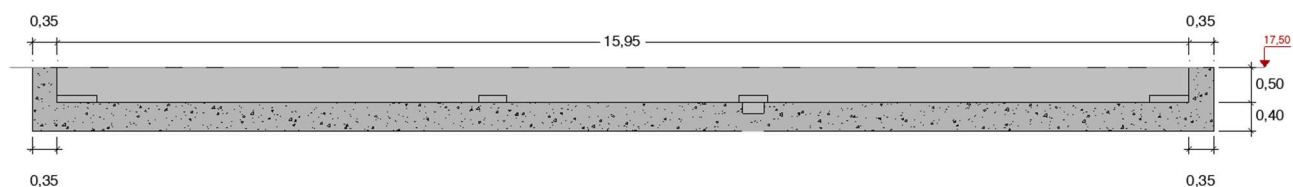


Ilustração 2. Vista em corte da báscula

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	5 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

2. DADOS DE REFERÊNCIA

Dados de referência

- Materiais.
- Revestimentos.
- Estado Limite de Serviço (ELS).
- Ações.

2.1. Materiais

Materiais:

Estrutura		Betão	Classe de Exposição	Aço para armaduras
Báscula	Fundações	C35/45	XA1	A500NR

Ilustração 3. Materiais

2.2. Revestimentos

Revestimentos:

Estrutura		Recobrimento mm
Báscula	Estrutura	50

Ilustração 4. Revestimentos

2.3. Estado Limite de Serviço (ELS)

Estado Limite de Serviço (ELS):

Limite fisuración [mm]	Limite desplazamiento horizontal [H/XXX]	Limite desplazamiento vertical [L/XXX]
0,3	300	300

Ilustração 5. Estado Limite de Serviço (ELS)

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	6 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

2.4. Estados Limites Ultimos

Estados Limites Ultimos (ELU):

Capacidad portante terreno [kPa]	Resistencia mínima hormigon [Mpa]	Limite elastico armados [Mpa]	Limite elastico acero [Mpa]
150	Fundações 35	500	NA

Ilustração 6. Estados Limites Ultimos (ELU)

2.5. Ações

Ações:

- ações permanentes
 - Betão armado: 25 kN/m³
 - Aço estrutural: 77 kN/m³
- ações variáveis
 - Peso do veículo: 240.8kN por apoio
- ações do terreno.

Densidad suelo [kN/m3]	Angulo de rozamiento [°]	Cohesion [kPa]
21,2	16	20

Ilustração 7. Ações do terreno

- ação sísmica

De acordo com o EC7, a zona em estudo (Quarteira-Município de Loulé) localiza-se na Zona Sísmica 1.2 (Sismo tipo I) e Zona Sísmica 2.3 (Sismo tipo 2) com valores de aceleração de pico de referência do solo (agR) igual a 2,00 m/s² e 1,70 m/s², respetivamente.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	7 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

O zonamento sísmico para Portugal Continental, para o Arquipélago da Madeira e para o Arquipélago dos Açores é estabelecido, por Concelho, de acordo com a informação constante do Anexo NA.I, e ilustrado nas Figuras NA.I, NA.II e NA.III.

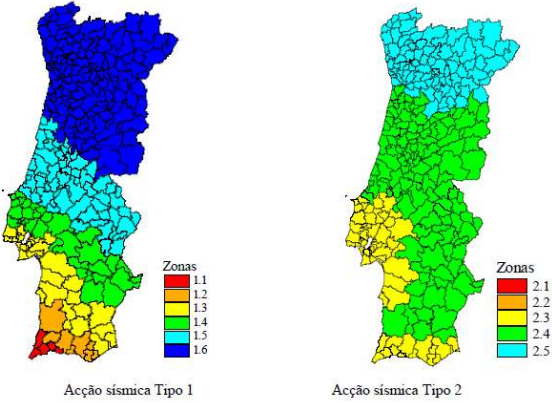


Figura NA.I – Zonamento sísmico em Portugal Continental

NP
EN 1998-1
2010

p. 224 de 230

Portugal Continental		Acção sísmica			
Código do município	Designação	Tipo 1		Tipo 2	
		Zona sísmica	Aceleração a_{eR} (m/s ²)	Zona sísmica	Aceleração a_{eR} (m/s ²)
0808	Loulé	1.2	2.0	2.3	1.7

Ilustração 8. Acção sísmica

Foi considerado um coeficiente de comportamento de 1.5 e o tipo de solo C (São solos coesivos com uma resistência média, como argilas ou siltes).

- ações do vento

Dado que a estrutura da balança se encontra integralmente abaixo da cota de soleira, não são consideradas as disposições relativas à acção do vento.

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data 18/02/2025	Rev. 01.0	Pág. 8 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

3. GEOMETRIA

Será prevista na EDAM uma báscula de 60 ton com tabuleiro metálico para encastrar e com plataforma mista de metal/betão.

A cota do terreno é de 17,50m.

Geometria da báscula:



Ilustração 9. Imagem 3D da modelação da báscula

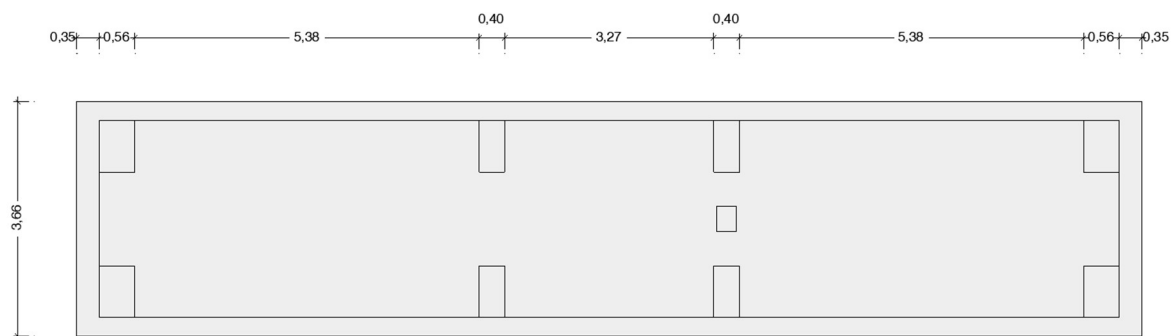


Ilustração 10. Geometria

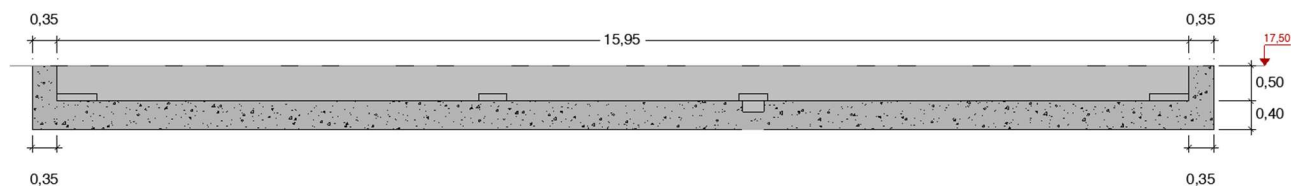


Ilustração 11. Geometria

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	9 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

4. CÁLCULO ESTRUTURAL

4.1. Estrutura

BREVE DESCRIÇÃO

O presente relatório refere-se ao projeto de construção dos elementos estruturais da bácia do Sistema de Dessalinização da Região do Algarve, Portugal.

Este elemento será executado em betão armado, *in situ*, com uma laje de fundação, 8 plintos que apoiarão os equipamentos a instalar e paredes perimetrais.

A estrutura a executar encontra-se integralmente abaixo da cota do terreno, sendo suportada por materiais granulares provenientes de escavações e/ou empréstimos.

PROGRAMAS UTILIZADOS

A estrutura foi modelada com recurso aos *softwares* de cálculo automático *Autodesk Robot Structural Analysis Professional*.

O *Autodesk Robot Structural Analysis* é um software de análise estrutural para projetar e avaliar o comportamento de estruturas e que oferece várias funcionalidades:

- Análise Estrutural Avançada
- Modelação e Cálculo, facilitando a criação de modelos tridimensionais detalhados de estruturas e a realização de cálculos para verificar se as cargas, forças e momentos estão dentro dos limites seguros.
- Resultados e Relatórios com resultados detalhados de análise e relatórios que podem ser usados para otimizar o projeto e garantir que a estrutura seja segura e eficiente.
- Suporte a Normas e Códigos internacionais e locais, como Eurocódigos ou normas nacionais.

MATERIAIS

Os materiais a utilizar deverão ser de boa qualidade e os mais adequados aos fins a que se destinam, nomeadamente:

BETÃO ARMADO:

Regularização dos terrenos de fundações:

- Classe de Resistência: C 12/15

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	10 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

- Classe de Exposição Ambiental: XC0
- Espessura: 10 cm

Betão cinza

- Classe de Resistência: C 35/45
- Classe de Exposição Ambiental: XA1
- Dimensão Máxima dos Inertes: 22mm
- Teor de Cloretos: Cl 0.4
- Classe de Consistência: S3 (130 +/- 20 mm)
- Recobrimento: 5.0 cm

Armaduras Passivas: A500 NR SD - LNEC E460:2002 (em geral);

- A500 ER - LNEC E456:2000 (malha electrosoldada)

4.2. Modelo de cálculo

A estrutura da bácia foi modelada com recurso a elementos finitos de casca.

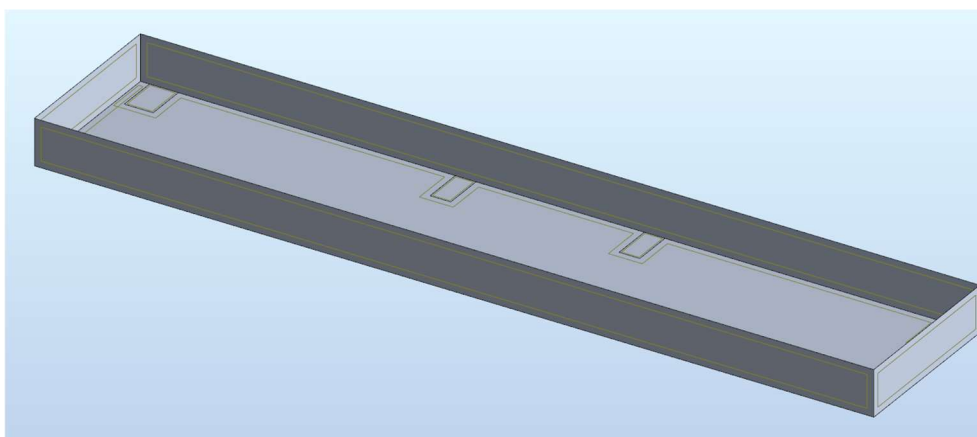


Ilustração 12. Modelo de cálculo

Cliente		Empreiteiro EPC			
		  			
Projeto nº.	Projeto		Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve		18/02/2025	01.0	11 de 16
Código AdA			Código ACE		
AL-ACE-4300-CW-CAC-00001			AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

4.3. Reações

Robot Structural Analysis Professional 2025		File: 001-PE-EST-RSAP-BASC-006.rtd			
Author:		Project: 001-PE-EST-RSAP-BASC-006			
Address:					

Reactions in the coordinate system: global - Cases: 1to3 100 200to202 : Values: 1						
in the coordinate system: global - Cases: 1to3 100 200to202						
Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
Case 1						
PP						
Sum of val.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum of reac.	-0.00	0.00	812.76	1365.43	-6623.97	0.00
Sum of forc.	0.0	0.0	-812.76	-1365.43	6623.97	0.0
Check val.	-0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	0.00
Precision	3.24751e-11	1.21177e-17				
Case 2						
CargaEquipamento						
Sum of val.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum of reac.	-0.00	0.00	1984.80	3334.46	-16176.12	0.00
Sum of forc.	0.0	0.0	-1984.80	-3334.46	16176.12	0.0
Check val.	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00
Precision	8.14574e-13	1.55699e-16				
Case 3						
Terreno						
Sum of val.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum of reac.	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sum of forc.	-0.00	-0.00	0.0	-0.00	0.00	-0.00
Check val.	0.00	-0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Precision	3.69052e-13	2.97898e-07				
Case 100 (C)						
ULS1						
Sum of val.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum of reac.	-0.00	0.00	4074.42	6845.03	-33206.54	0.00
Sum of forc.	-0.00	-0.00	-4074.42	-6845.03	33206.54	-0.00
Check val.	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
Precision	4.55615e-11	4.02163e-07				
Case 200 (C)						
SLS_CC						
Sum of val.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum of reac.	-0.00	0.00	2797.56	4699.90	-22800.09	0.00
Sum of forc.	-0.00	-0.00	-2797.56	-4699.90	22800.09	-0.00
Check val.	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
Precision	3.36588e-11	2.97898e-07				
Case 201 (C)						
SLS_CF						
Sum of val.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum of reac.	-0.00	0.00	1805.16	3032.67	-14712.03	0.00
Sum of forc.	-0.00	-0.00	-1805.16	-3032.67	14712.03	-0.00
Check val.	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
Precision	3.32515e-11	2.97898e-07				
Case 202 (C)						
SLS_CQP						
Sum of val.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sum of reac.	-0.00	0.00	1408.20	2365.77	-11476.81	0.00
Sum of forc.	-0.00	-0.00	-1408.20	-2365.77	11476.81	-0.00
Check val.	-0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.00
Precision	3.30886e-11	2.97898e-07				

Cliente		Empreiteiro EPC			
		 GS Inima  luságua  aquapor			
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.	
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	12 de 16	
Código AdA		Código ACE			
AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		AL-INN-4300-CW-CAC-00001			

4.4. Deslocamentos

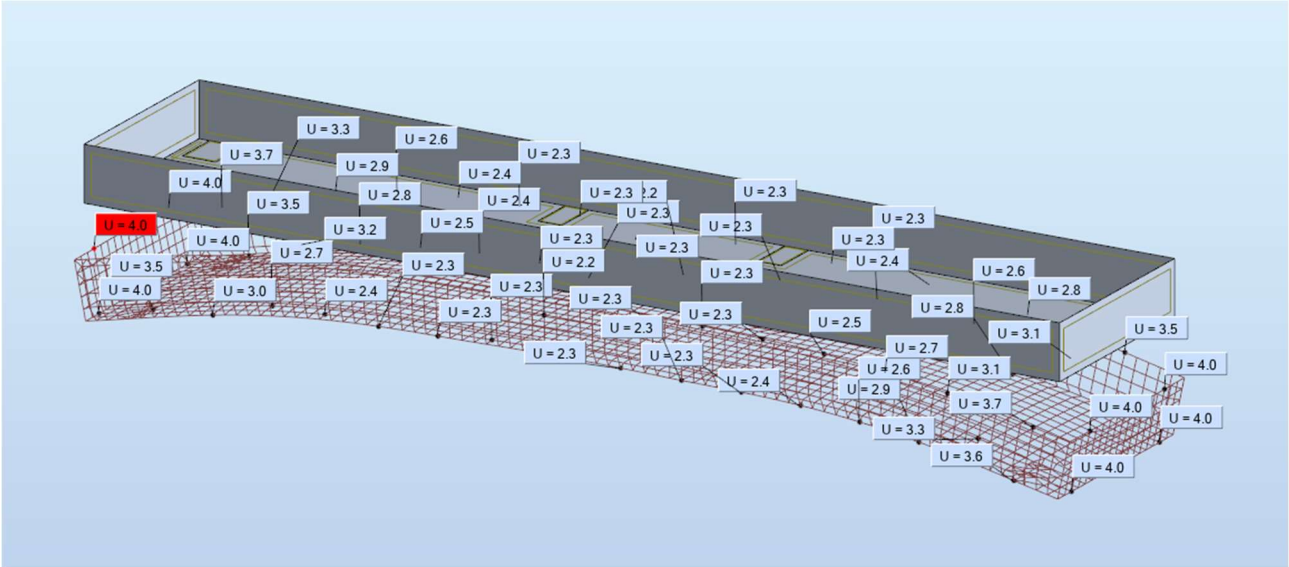


Ilustração 13. Configuração deformada para a combinação característica de ações (ELS)

Displacements - Cases: 1to3 100 200to202
Global extremes
1

- Cases: 1to3 100 200to202

Filtering	Node	Case
Full list	1to1226 1229to1	1to3 100 200to2
Selection	1to1226 1229to1	1to3 100 200to2
Total number	2526	7
Selected number	2526	7

- Cases: 1to3 100 200to202

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	0.6	0.2	0.0	0.000	0.001	0.000
Node	1725	2184	1313	266	1198	1827
Case	100 (C)	100 (C)	3	100 (C)	100 (C)	100 (C)
MIN	-0.6	-0.2	-5.8	-0.000	-0.001	-0.000
Node	1617	2637	1415	251	62	2097
Case	100 (C)	100 (C)	100 (C)	100 (C)	100 (C)	100 (C)

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	13 de 16
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

4.5. Verificação de armaduras

Para a verificação de armaduras nas peças de betão avaliaram-se os esforços atuantes na estrutura, cujos resultados se apresentam nas figuras seguintes.

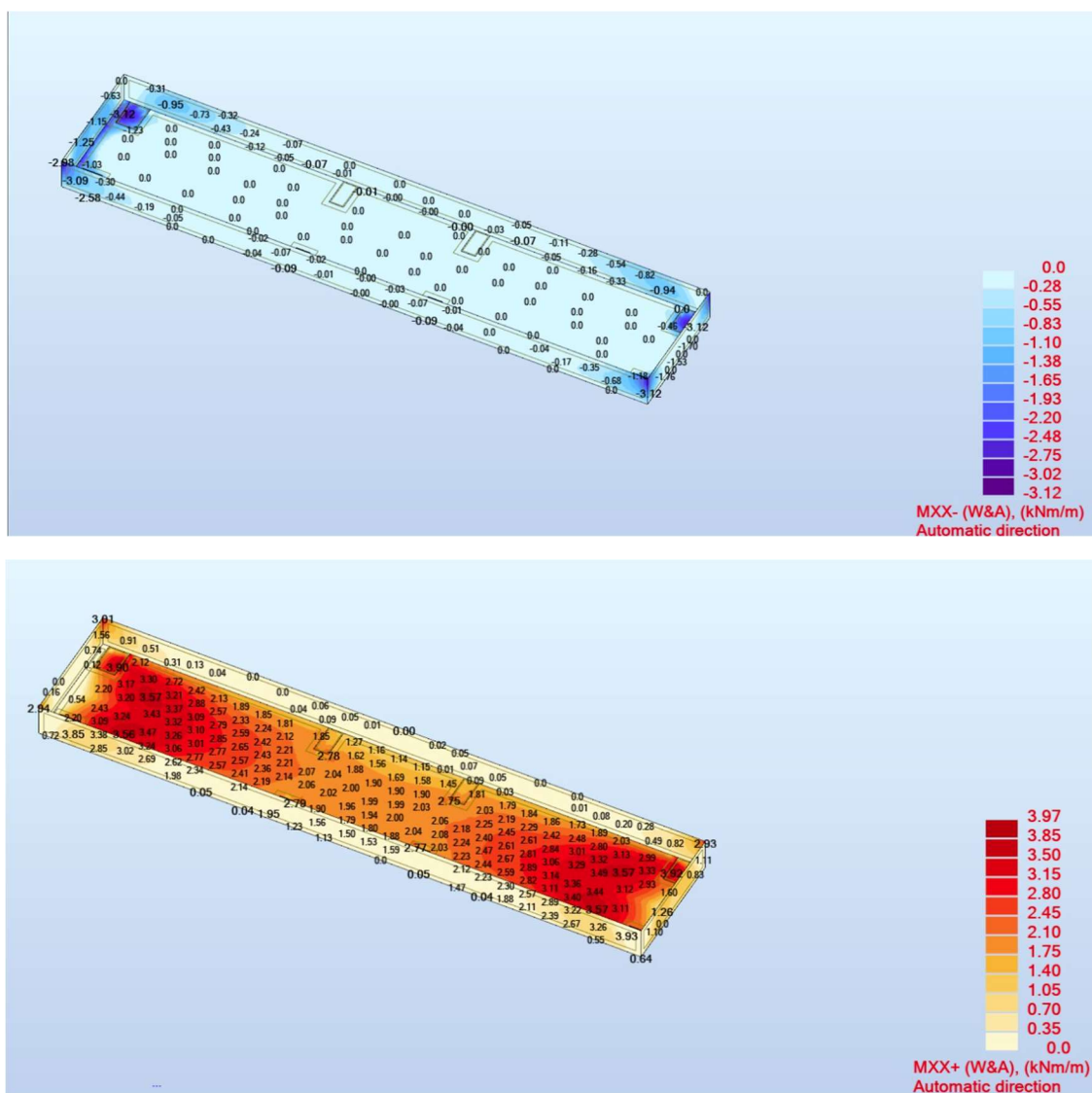


Ilustração 14. Mapas de momentos fletores M_{xx}

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto Sistema de dessalinização na região do Algarve	Data	Rev.	Pág.
		18/02/2025	01.0	14 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

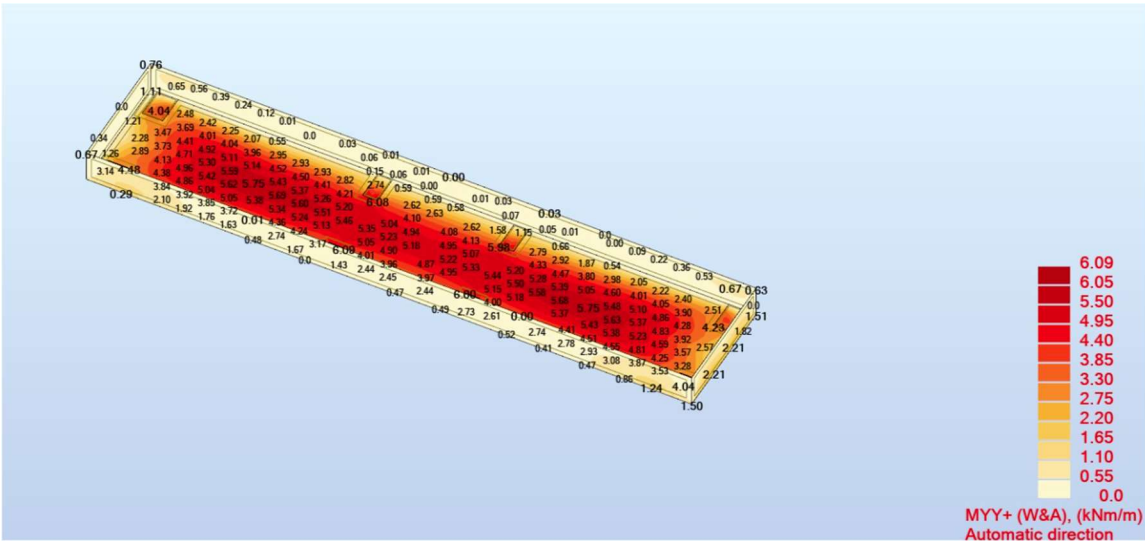
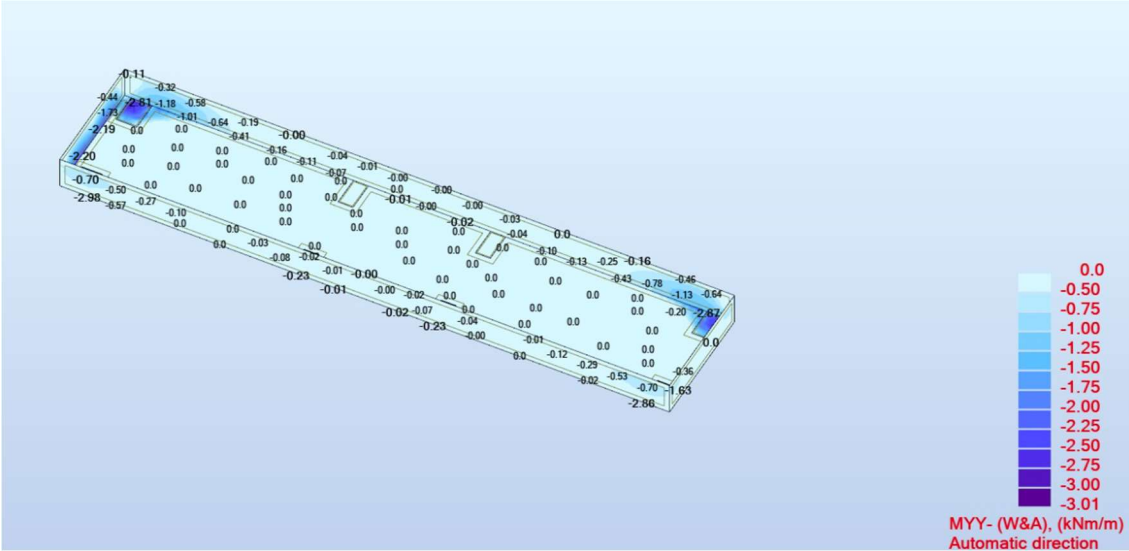


Ilustração 15. Mapa de momentos fletores Myy

Cliente		Empreiteiro EPC			
		  			
Projeto nº.	Projeto		Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve		18/02/2025	01.0	15 de 16
Código AdA			Código ACE		
AL-ACE-4300-CW-CAC-00001			AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

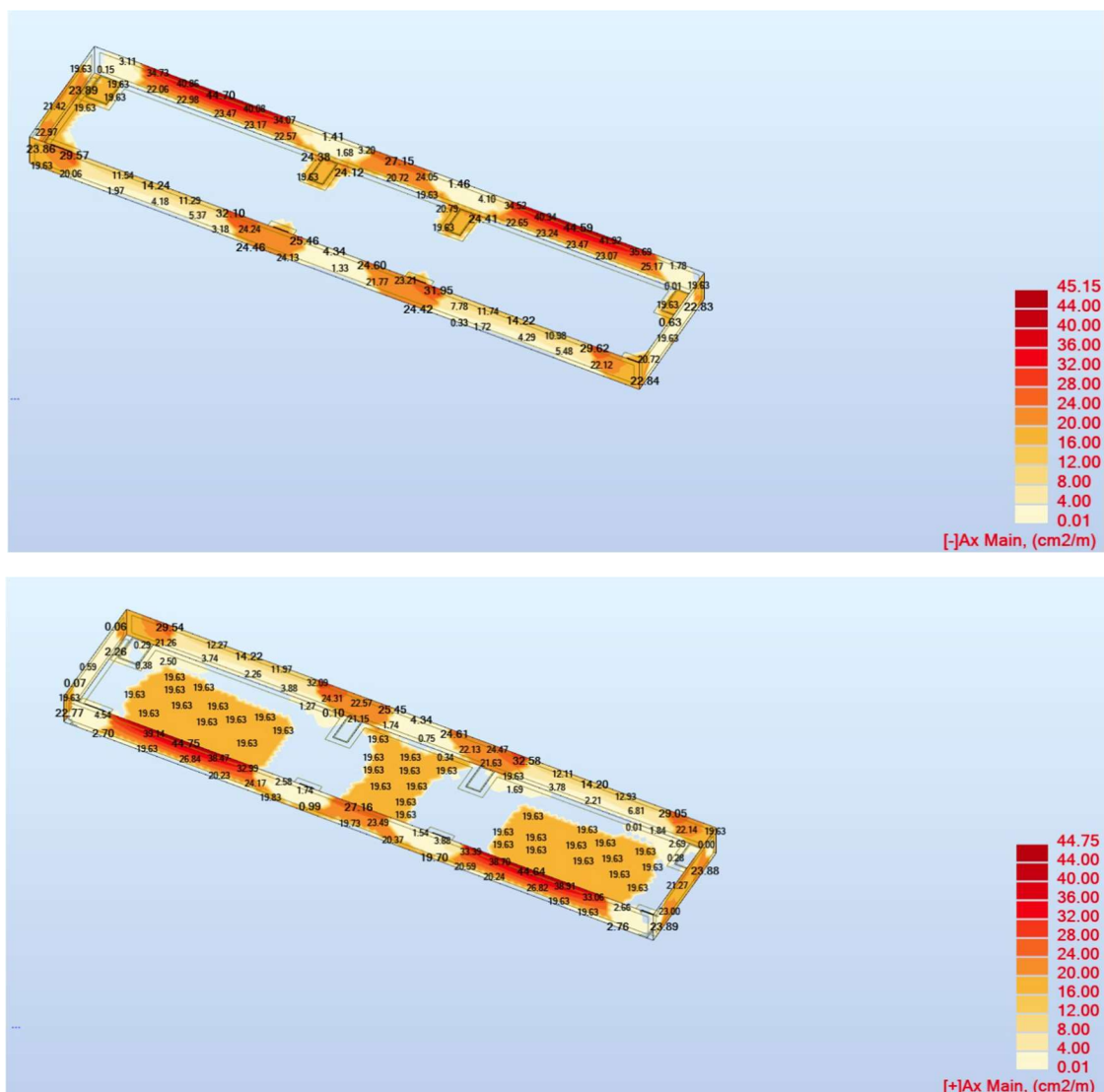


Ilustração 16. Mapa de esforços de tração para dimensionamento de armaduras em xx

Armaduras base adotadas: $\phi 12//.100$

Armaduras em apoios: $\phi 16//.100$

Armaduras longitudinais em paredes $xx_{sup}=xx_{inf}$: $5\phi 16$

Armaduras transversais de paredes: $\phi 16//.075$

Cliente 		Empreiteiro EPC   		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	16 de 16
Código AdA		Código ACE		
AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

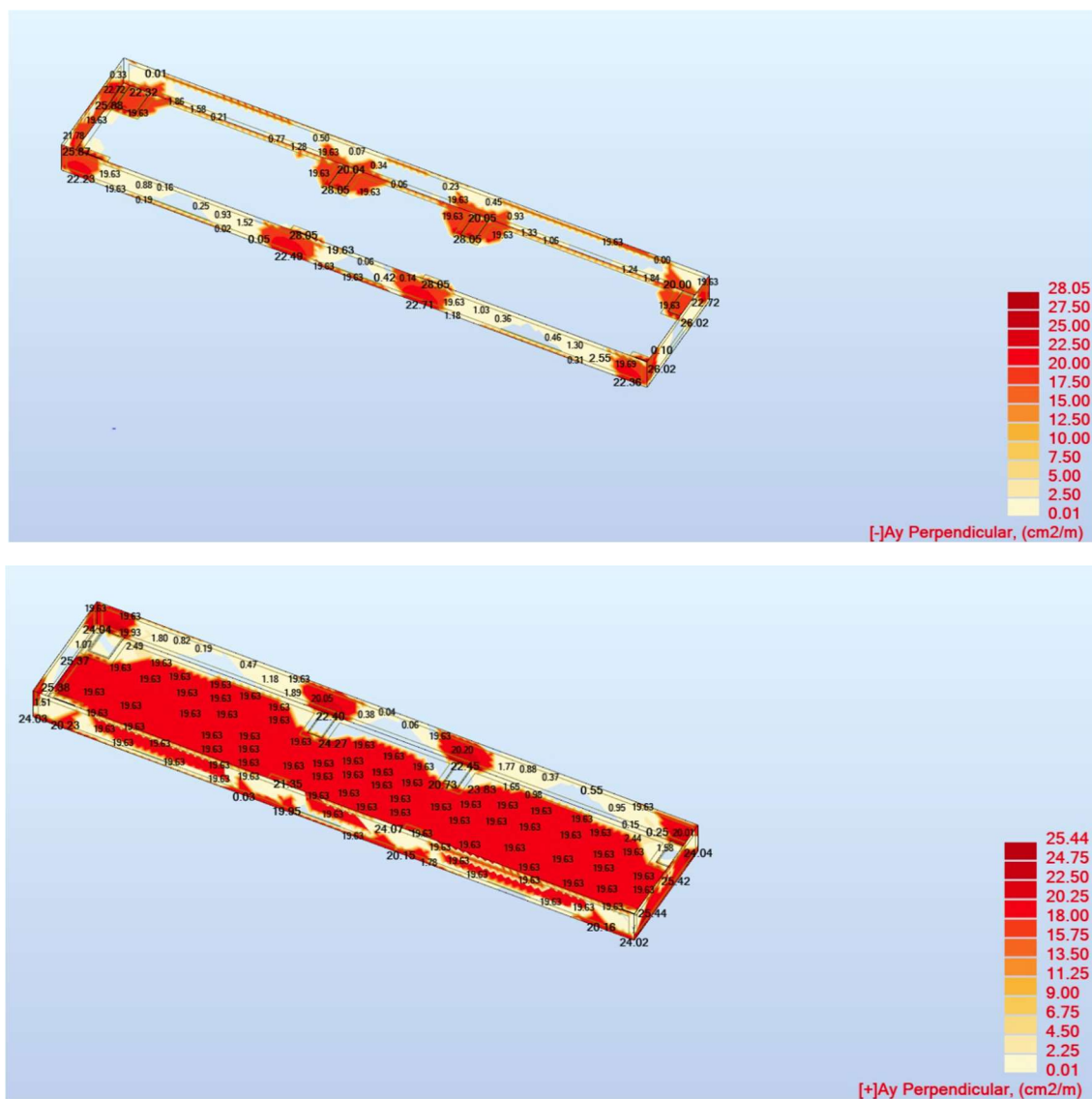


Ilustração 17. Mapa de esforços de tração para dimensionamento de armaduras em yy

Armaduras de base adotadas: $\phi 16//.100$

Armaduras longitudinais em paredes yy_{sup} : $5\phi 20$

Armaduras longitudinais em paredes yy_{sup} : $5\phi 20$

Armaduras transversais de paredes (base): $\phi 16//.100$

Armaduras transversais de paredes: $\phi 16//.075$

Cliente 		Empreiteiro EPC 		
Projeto nº.	Projeto	Data	Rev.	Pág.
	Sistema de dessalinização na região do Algarve	18/02/2025	01.0	17 de 16
Código AdA AL-ACE-4300-CW-CAC-00001		Código ACE AL-INN-4300-CW-CAC-00001		

5. REGULAMENTAÇÃO

Para o cálculo das fundações e estruturas foi seguida a regulamentação portuguesa em vigor e de origem europeia (Eurocódigos) enumerados em seguida:

- NP EN 1990 Eurocódigo 0: Bases para o projeto de estruturas.
- NP EN 1991-1-1 Eurocódigo 1: Ações em estruturas – Parte 1-1: Ações gerais – Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios.
- NP EN1992-1-1 Eurocódigo 2: Projeto de estruturas de betão – Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios.
- NP EN1993-1-1 Eurocódigo 3: Projeto de estruturas de aço – Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios.
- NP EN1997-1 Eurocódigo 7: Projeto geotécnico – Parte 1: Regras gerais.
- EN 1997-2 Eurocode 7: Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing. (*)
- NP EN 1998-1 Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos - Parte 1: Regras Gerais, ações sísmicas e regras para edifícios;
- NP EN 1998-5 Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos - Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos.
- NP ENV 13670-1 Execução de estruturas de betão. Parte 1. Regras gerais.
- NP EN 206-1:2007 – Betão. Parte 1: Especificação, desempenho, produção e conformidade;
- Especificação LNEC E 464-2005 – Metodologia prescritiva para uma vida útil de projeto de 50 e 100 anos face às ações ambientais.
- NP EN 197-1 Cimento. Parte 1: Composição, especificações e critérios de conformidade para cimentos correntes.
- NP EN 197-2 Cimento. Parte 2: Avaliação de conformidade.