

Procedimento de Aprovação e Recepção

DG - Departamento de Geotécnia	
Estacas moldadas	Nº Documento ARP/DG/18
	Data: 2010/07/01
	Pag. 1 de 7

1. Normas de referência/Publicações

Regulamento de Fundações, Guia de Dimensionamento de Fundações, Norma de Betões, REBAP, EN 1536:1999, ARP/DEE/001, ARP/DG/11, ARP/DG/13, ARP/DG/14, Code of Practice for Foundations – Buildings Dept. of the Government of the Hong Kong SAR, Geo Publication No. 1/2006: Foundation Design and Construction, Civil Engineering and Development Dept. of the Government of the Hong Kong SAR.

Este ARP/DG/18 é baseado fundamentalmente na Norma Europeia EN 1536:1999. Esta norma deverá ser seguida no que concerne ao projecto e à execução de estacas moldadas.

2. Informação a ser submetida

- Informação geotécnica (prospecção geotécnica)
- Condições locais (e.g. dimensões, limites do terreno, levantamento topográfico, declive do terreno, acesso, limitações);
- Existência, localização e condições das estruturas adjacentes (e.g. edifícios, ruas, redes de serviços públicos), estruturas enterradas e fundações;
- Projecto e especificações técnicas;
- Procedimento construtivo.

Em aditamento à informação acima mencionada, poderão ser necessários todos os dados adicionais especificados na cláusula 4.1 da EN 1536:1999.

Alem das informações listadas nos Artigos 42 e 43 do Regulamento de Fundações, o relatório de caracterização geotécnica deve incluir todos os dados adicionais especificados na cláusula 5.2 da EN 1536:1999.

Procedimento de Aprovação e Recepção

DG - Departamento de Geotécnia		
Estacas moldadas	Nº Documento	ARP/DG/18
	Data:	2010/07/01
	Pag.	2 de 7

3. Materiais

3.1 Betão

O projecto de mistura inicial do betão para estacas moldadas deve ser definido de acordo com as regras gerais de Norma de Betões e ARP/DEE/001, devendo no entanto seguir as prescrições da cláusula 6.3 da EN 1536:1999.

A consistência do betão fresco deve estar de acordo com os valores especificados na Tabela 2 da EN 1536:1999.

Após aprovação do projecto de mistura inicial do betão, a mistura de ensaio inicial correspondente deverá ser verificada pelo produtor na fábrica de betão pronto, testemunhada e verificada por LECM. Devem ser realizados os seguintes ensaios:

- Um mínimo de 3 cubos para ensaios de compressão aos 3 dias;
- Um mínimo de 3 cubos para ensaios de compressão aos 7 dias;
- Um mínimo de 3 cubos para ensaios de compressão aos 28 dias.

Todos os cubos devem ser preparados com betão da mesma amassadura.

3.2 Lamas de estabilização

Apenas lamas com betonite são abrangidas neste documento. Para outras lamas de estabilização, deve ser consultada a EN 1536:1999.

As propriedades deste material, nomeadamente a densidade, viscosidade de Marsh, perda de fluído, pH e teor de areia, deverão estar de acordo com a cláusula 6.5.2 de EN 1536:1999.

Procedimento de Aprovação e Recepção

DG - Departamento de Geotécnia		
Estacas moldadas	Nº Documento	ARP/DG/18
	Data:	2010/07/01
	Pag.	3 de 7

Tabela 1 – Características de lamas bentoníticas

	Unidade	Suspensão		
		Fresca	Pronta para re-utilizar	Antes da betonagem
Densidade	g/cm ³	< 1.10	—	< 1.15
Viscosidade de Marsh	sec	32 – 50	32 – 60	32 – 50
Perda de fluído	cm ³	< 30	< 50	—
pH		7 – 11	7 – 12	—
Teor de areia (% peso)	% (mass)	—	—	< 4

4. Armadura da estaca

A armadura da estaca, disposição da armadura e recobrimento desta devem estar de acordo, em primeiro lugar, com as provisões da cláusula 7.6 da EN 1536:1999. As regras gerais especificadas no REBAP devem também ser consideradas.

5. Controlo durante a construção

A execução de estacas moldadas deve estar de acordo com as provisões da secção 8 da EN 1536:1999.

A amostragem e ensaios do betão devem ser executados conforme especificado na cláusula 6.3.3 da EN 1536:1999.

As tolerâncias geométricas são as especificadas na cláusula 7.2 de EN 1536:1999:

Localização em planta de estacas verticais e inclinadas (à cota de trabalho):

- $D \leq 1.0\text{m}$: $e \leq e_{\max} = 0.10\text{m}$
- $1.0\text{m} < D \leq 1.5\text{m}$: $e \leq e_{\max} = 0.1 \times D$
- $D > 1.5$: $e \leq e_{\max} = 0.15\text{m}$

e – desvio em planta à cota de trabalho.

Procedimento de Aprovação e Recepção

DG - Departamento de Geotécnia		
Estacas moldadas	Nº Documento	ARP/DG/18
	Data:	2010/07/01
	Pag.	4 de 7

- Desvio de inclinação das estacas verticais ou de estacas com inclinação $\nu \geq 86^\circ$ (ν - ângulo do eixo principal da estaca, relativamente ao plano horizontal):
 - $i \leq i_{\max} = 0.02 \text{ m/m}$
- Desvio de inclinação de estacas com $76^\circ \leq \nu < 86^\circ$:
 - $i \leq i_{\max} = 0.04 \text{ m/m}$
- Desvio em planta dos centros de alargamento, relativamente ao eixo de estaca:
 - $e \leq e_{\max} = 0.1 \times D$

6. Fiscalização e controlo

O controlo de execução será efectuado conforme o definido na cláusula 9.2 da EN 1536:1999. Detalhes e frequências devem ser de acordo com o especificado nas tabelas 6 a 15 de mesma cláusula.

6.1 Ensaios de verificação

Durante o processo construtivo devem ser efectuados, para cada estaca moldada, os seguintes ensaios:

- Ensaios da lama: ensaios de densidade, viscosidade Marsh, perda de fluído, pH e teor de areia.
Os valores obtidos devem obedecer aos limites de Tabela 1;
- Ultrassónico (Ensaio de Koden): para confirmar a verticalidade e dimensão de fuste e da base alargada. O ensaio deve ser efectuado por uma entidade independente aprovada, depois de terminada a escavação.

7. Ensaios de estacas

Os ensaios de estacas incluem:

- Ensaios de carga (estático e/ou dinâmico)
- Ensaios de integridade

7.1 Ensaios de carga estático e dinâmico

Se for decidido pelo Dono de Obra realizar ensaios de carga, os ensaios de carga estático e dinâmico devem ser efectuados de acordo com:

Procedimento de Aprovação e Recepção

DG - Departamento de Geotécnia	
Estacas moldadas	Nº Documento ARP/DG/18
	Data: 2010/07/01
	Pag. 5 de 7

- Procedimento de Aprovação e Recepção ARP/DG/13: “Procedimento A de Verificação da Capacidade de Carga de Estacas – Ensaio de Carga Estática de Estacas”, ou
- Procedimento de Aprovação e Recepção ARP/DG/14: “Procedimento B de Verificação da Capacidade de Carga de Estacas – Ensaio Dinâmico de Carga em Estacas com Ajustamento de Sinal”.

Nos casos de estacas de grande diâmetro, poderá ser considerada a realização de ensaios de carga em estacas experimentais instrumentadas de diâmetro inferior (Regulamento de Fundações, Artigo 83 nº 2).

7.2 Ensaios de integridade

Os ensaios de integridade devem incluir:

- Ensaio sónico transversal ao longo da estaca.
- Exames de confirmação com:
 - Carotagem contínua
 - Carotagem da interface betão/rocha

7.2.1. Ensaio sónico transversal ao longo da estaca (CSL)

Devem ser efectuados de acordo com Procedimento de Aprovação e Recepção ARP/DG/11: “Procedimento C de Verificação de Integridade de Estacas – Ensaio Sónico Transversal ao Longo da Estaca”. Todas as estacas deverão ser ensaiadas.

7.2.2. Exames de confirmação com carotagem contínua

Os exames de confirmação com carotagem contínua devem ser executados conforme seguidamente especificado:

- Diâmetros da carote: 70 ou 100mm;
- Deve ser efectuado ao longo de todo o comprimento da estaca, até uma distância mínima abaixo da base da estaca de 600mm ou metade do diâmetro de estaca (considerar o maior valor).

O número dos ensaios necessários depende da obra, podendo ser ajustado durante a construção em face das condições de terreno, da experiência de empreiteiro, dos resultados obtidos de outros ensaios de integridade, e das especificações do projecto. No mínimo, deverão ser sempre efectuados 5 carotes para cada 100 estacas.

Procedimento de Aprovação e Recepção

DG - Departamento de Geotécnia		
Estacas moldadas	Nº Documento	ARP/DG/18
	Data:	2010/07/01
	Pag.	6 de 7

Este ensaio deverá ser realizado em todas as estacas que apresentarem resultados do CSL duvidosos ou inconclusivos.

7.2.3. Exames de confirmação com carotagem da interface betão/rocha

Os exames de confirmação com carotagem da interface betão/rocha devem ser efectuados conforme seguidamente especificado:

- As carotes serão de dimensão NX retiradas através de tubos de espera;
- Estes tubos de espera terão um diâmetro não menor que 150mm, e serão colocados no fuste até cerca de 1m acima de interface;
- As carotes devem ser retirados até uma profundidade mínima de 600mm ou metade do diâmetro de estaca abaixo de base de estaca (considera-se o maior valor);
- O ensaio será efectuado em 100% das estacas construídas.

8. Critério de Aceitação

8.1 Capacidade da estaca

- Sem realização de ensaios de carga – A capacidade de carga considerada é a definida pelo cálculo de capacidade da estaca.
- Ensaio de carga efectuado – A capacidade da estaca é ou a capacidade da estaca obtida do ensaio de carga ou o valor obtido do cálculo de capacidade da estaca (considerar o menor valor).

A aprovação da estaca depende do resultado da avaliação da sua capacidade de carga.

8.2 Ensaio sónico transversal ao longo da estaca

Se os resultados não concordarem com o especificado no Procedimento de Aprovação e Recepção ARP/DG/11: "Procedimento C de Verificação de Integridade de Estacas – Ensaio Sónico Transversal ao Longo da Estaca", o ensaio de carotagem contínua deve ser efectuado até zona da estaca onde a irregularidade foi detectada. Será então tomada a decisão de reparar ou rejeitar a estaca.

Procedimento de Aprovação e Recepção

DG - Departamento de Geotécnia		
Estacas moldadas	Nº Documento	ARP/DG/18
	Data:	2010/07/01
	Pag.	7 de 7

8.3 Exames de confirmação com carotagem contínua

As carotes de betão não deverão apresentar quaisquer sinais de existência de “ninhos” de pedras ou de segregação de materiais constituintes.

As carotes de rocha serão examinadas, devendo as características desta corresponderem ao especificado no projecto.

8.4 Exames de confirmação com carotagem da interface betão/rocha

Os carotes obtidos devem evidenciar uma interface perfeita, sem vazios entre as superfícies de betão e da rocha.

Se forem detectados vazios entre a rocha e o betão, o cálculo da capacidade de carga da estaca só deverá considerar o atrito lateral do comprimento de estaca encastrada na rocha.

As carotes de rocha devem ser examinadas para confirmar se esta está em conformidade com a rocha especificada no projecto.

9. Injecções

Todos os tubos e furos de carotagem devem ser preenchidos através de injecção de um material de enchimento (calda) aprovado. Para preencher vazios, o enchimento deverá ser efectuado com uma calda com características especiais, mediante injecção sob pressão.