

## Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia

### Obras de paredões e quebra-mares

#### 1. Generalidades e Campo de Aplicação

Aplica-se à estrutura geral dos paredões, quebra-mares, terraplenos de estradas e pontes marítimas e fluviais, estruturas de enchimento e estruturas de outras obras marítimas, etc. São utilizados como barragens artificiais de retenção de ondas e marés, e a parte superior pode ser construída como estrada ou passadiço, etc. A estrutura dos paredões/quebra-mares pode ser classificada como vertical ou inclinada. A forma estrutural geral dos quebra-mares pode ser classificada como vertical ou inclinada, e as subestruturas são: fundação, paredão, superestrutura, proteção do leito da fundação e superfície de proteção.

A garantia de qualidades das obras de paredões e quebra-mares deve consistir os seguintes requisitos fundamentais:

- ✓ Requisitos para materiais de enchimento;
- ✓ Requisitos para o controlo da qualidade da fundação e da estrutura de um muro ou quebra-mar;
- ✓ Requisitos para o controlo da qualidade da proteção da superfície (por exemplo, alvenaria) de paredões ou quebra-mares;
- ✓ Requisitos para o controlo da qualidade das superestruturas e acessórios.

Os requisitos fundamentais referidos devem estar de acordo com o projecto, relevantes normas e regulamentos.

#### 2. Requisitos dos Documentos de Garantia de Qualidade de Projecto de Engenharia

O projecto as obras de paredões e quebra-mares e o seu período de execução, devem seguir os requisitos da obra, submetendo os seguintes documentos para aprovação ou registo:

Antes de construção

- ✓ Relatório de sondagem geológica do sítio;
- ✓ Tipo de material de enchimento, prova da origem e relatório de ensaio relevante (com data não superior a 6 meses);
- ✓ Relatórios de ensaio de materiais da superestrutura e acessórios (com data não superior a 6 meses).
- ✓ Tipos de materiais de revestimento, prova de origem e relatórios de ensaio correspondentes (com data não superior a 6 meses).
- ✓ Informações sobre o equipamento de rolamento, compactação e melhoramento de solos moles no local (incluindo dimensão, peso, energia de compactação, frequência de vibração ou potência de bombagem do equipamento);
- ✓ Inspeção e especificação da qualidade do material de drenagem/filtro/membrana de selagem (com data não superior a 6 meses);

- ✓ Tipo de material dos blocos de betão com travamento, prova de origem e relatórios de ensaio pertinentes (com data não superior a 6 meses).;
- ✓ Programa de construção (incluindo método de recuperação, preparação da base/desobstrução do local, planícies de maré, procedimentos de compactação/colocação, controlo do teor de humidade no local durante a recuperação, etc.);
- ✓ Programa de monitorização (incluindo informações sobre o equipamento de monitorização relevante);
- ✓ Programa de inspeção e aceitação;
- ✓ Programa de monitorização a longo prazo.

Durante o processo da construção ou durante a recepção

- ✓ Desenhos topográficos da escavação do talude (incluindo actual elevação e área);
- ✓ Relatórios de progresso e registos de construção;
- ✓ Relatórios de ensaio;
- ✓ Relatórios de controlo;
- ✓ Ensaio de recepção;
- ✓ Telas finais (incluindo topografia e cota após a terraplenagens, etc).

### 3. Inspeção, Ensaio e Recepção

Os itens para a inspeção das obras de paredões e quebra-mares representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para a Inspeção de Obras de Paredões e Quebra-mares						
Obejectivos Itens para Inspeção	Desvio da Localização		Controlo de Execução	Frequência da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
	Horizontal	Vertical				
Controlo do Ponto de Referência	✓	✓	✓	ininterrupto	b	
Registo Topográficos do Local	✓	✓	✓		b	
Proteção da Vegetação			✓		a, b	Se aplicável
Amostras do Solo no Local dos Materiais Importados/Área da Escavação <sup>1</sup>			✓		b	
Transporte dos Materiais <sup>2</sup>			✓		b, c	
Fundações e Obras Geotécnicas	✓	✓	✓		b, c, d, g	
Construção de estruturas de paredões /quebra-mares <sup>3, 4, 5</sup>	✓	✓	✓		b, c, d, g	
Construção de Revestimento/Pedras <sup>6</sup>	✓	✓	✓		b, c, d, g	
Monitorização da Substituição do solo in situ <sup>7</sup>	✓	✓	✓		d	Se aplicável
Procedimento para Preenchimento/compactação	✓	✓	✓		b, c, d	Se aplicável
Construção da superestrutura e das instalações auxiliares	✓	✓	✓		b, d, g	Se aplicável
Monitorização do Assentamento, Inclinação e do Nível/Pressão da Água	✓	✓	✓		b, c, d, e	
Materiais de Drenos/Instalação das Membranas de Filtro <sup>8</sup>	✓	✓	✓	Cada Lote	b, c, d, f	Se aplicável
Pavimentação em blocos de betão <sup>9</sup>	✓	✓	✓	Depois da Construção	b, g	
Inspeção do Equipamento			✓	Antes da Construção	--	

Nota: Itens de inspeção

1 – Amostras do Solo no Local dos Materiais Importados/Área da Escavação  
Por exemplo, uma licença legal de exploração mineira para uma pedreira.

2 – Transporte dos Materiais

Incluindo todos os tipos de licenças para embarcações de transporte, registos de número de embarcações, registos de quantidade de areia, etc.

3 – Construção da estrutura de paredões /quebra-mar

Se não houver nenhum requisito relevante baseado nas especificações técnicas/regras de contratação/unidade de conceção do projeto, o desvio admissível da escala global do molhe/estrutura do quebra-mar como construído pode ser realizado de acordo com o JTS257 Quadro 5.2.0.1-1 e Quadro 5.2.0.1-2 [13].

**Desvio admissível nas dimensões globais do tipo de talude concluído de quebra-mar e linha de costa**

N.º	Item	Desvio admissível (mm)	N.º de unidades de inspeção	Ponto de medição	Método de inspeção	
1	Posição do eixo	200	A cada 20-50m	1	GPS - Estação total	
2	Largura do portal	±4000		1		
3	Comprimento total	±2000	Verificações uma a uma	1	GPS - Estação total ou régua para medir o topo da paredão	
4	Desvio da cota superior em relação à cota de controlo de projeto	Parede torácica, blocos de teto	-50	A cada 20-50m	1	GPS - Estação total ou dispositivo de nivelamento
		Tábuas de vedação, blocos de quatro patas	-100			
		Pedregulho	-200			

**Desvio admissível em relação à escala global da paredão vertical construída**

N.º	Item	Desvio admissível (mm)	N.º de unidades de inspeção	Ponto de medição	Método de inspeção
1	Posição do eixo	100	A cada 20-50m	1	GPS - Estação total
2	Comprimento total	±L/200 e não superior a ±2000	Verificações uma a uma	1	GPS - Estação total ou régua para medir o topo da paredão
3	Desvio da elevação do topo da margem em relação à elevação de controlo de projeto	±30	A cada 20-50m	1	GPS - Estação total ou dispositivo de nivelamento

# L é o comprimento total da paredão

4 – Construção de estruturas de paredões /quebra-mares

Na ausência de requisitos relevantes na Especificação Técnica/ Cadernos de Encargos /Autoridade de Conceção para o projeto, os desvios permitidos na secção de polimento de pedra, embutimento de taludes, colocação e assentamento manual podem estar de acordo com o JTS 257 Quadro 5.4.2.6[13].

N.º	Item	Desvio admissível (mm)	N.º de unidades de inspeção	Ponto de medição	Método de inspeção				
1	Polimento de rochas	10 ~ 100kg	±400	Uma secção a cada 5-10m	um ponto a 1~2m	Através da utilização de GPS, posicionamento por estação total, medição com sonda de profundidade ou puxando uma secção com um peso de água para efetuar a medição			
		100 ~ 200kg	±500						
		200 ~ 300kg	±600						
		300 ~ 500kg	±700						
		500 ~ 700kg	±800						
		700 ~ 1000kg	±900						
2	Enterramento de taludes	10 ~ 100kg	±200	Uma secção a cada 5-10m	um ponto a 1~2m	Através da utilização de GPS, posicionamento por estação total, medição com sonda de profundidade ou puxando uma secção com um peso de água para efetuar a medição			
		100 ~ 200kg	±300						
3	Colocação	200 ~ 300kg	±400				Uma secção a cada 5-10m	um ponto a 1~2m	Através da utilização de GPS, posicionamento por estação total, medição com sonda de profundidade ou puxando uma secção com um peso de água para efetuar a medição
		300 ~ 500kg	±500						
		500 ~ 700kg	±600						
		700 ~ 1000kg	±700						
4	Camada de assentamento manual	Construção à base de água	±100	Uma secção a cada 5-10m	um ponto a 1~2m	Através da utilização de GPS, posicionamento por estação total, medição com sonda de profundidade ou puxando uma secção com um peso de água para efetuar a medição			
		Construção subaquática	±150						

5 – Construção de estruturas de paredes /quebra-mares

Na ausência de requisitos relevantes na Especificação Técnica/ Cadernos de Encargos /Autoridade de Conceção para o projeto, o desvio admissível para a instalação de caixotões e blocos ocós (estrutura de aterro) pode ser realizado de acordo com o JTS 257 Quadro 5.4.5.4[13]. No caso de muros de suporte de betão vazado no local e de muros de proteção contra as ondas, o desvio admissível, a quantidade e o método de inspeção devem estar de acordo com o JTS 257 Quadro 5.6.2.1[13].

JTS 257 Quadro 5.4.5.4[13]

N.º	Item	Desvio admissível (mm)		N.º de unidades de inspeção	Ponto de medição	Método de inspeção
		Revestimento	Quebra-mares			
1	Desvio da fachada em relação ao alinhamento da construção	50	100	Verificações uma a uma	2	Medição da parte superior dos cantos frontais com teodolito e régua de aço
2	Desalinhamento de blocos adjacentes	50	80		1	Medição com uma régua de aço
3	Largura da junta	50	50		2	Medição da parte da frente e de trás do tambo com uma régua de aço

Nota:

- 1) Quando a altura do caixão é superior a 15 m, o valor do desvio admissível da largura da junta pode ser aumentado em consulta com a unidade de projeto.
- 2) A largura máxima da junta não deve ser superior a 150 mm.

6 – Construção de revestimento/pedra

Na ausência de requisitos relevantes na Especificação Técnica/ Cadernos de Encargos /Autoridade de Conceção para o projeto, o desvio admissível da inclinação da pedra de retenção, a elevação de colocação e a quantidade e método de inspeção podem ser realizados de acordo com o JTS 257 Quadro 5.5.2.3[13].

N.º	Item	Desvio admissível (mm)	N.º de unidades de inspeção	Ponto de medição	Método de inspeção	
1	Elevação	200~300kg	±300	Uma secção a cada 5-10m	um ponto a 1~2m	GPS, estação total ou localizador de linhas de tração, medição do nível de água ou do peso da água
		300~500kg	±400			
		500~700kg	±500			
		700~1000kg	±600			

# Quando o tamanho do bloco é superior a 1000 kg, o valor do desvio admissível pode ser ajustado de forma adequada.

7 – Monitorização da Substituição do solo in situ

Se o projeto envolver a substituição/escavação do solo (lodo) na sua localização original, a profundidade e a área de escavação devem ser monitorizadas de acordo com as especificações técnicas ou orientações relevantes.

8 – Materiais de Drenos/Instalação das Membranas de Filtro

Salvo indicação em contrário nas especificações técnicas, o material do painel de drenagem deve ter uma função de deteção de profundidade, que pode ser obtida através de um fio de cobre interno.

Salvo indicação em contrário nas especificações técnicas do projeto, os painéis de drenagem de plástico cravados nas fundações devem ser painéis inteiros e cada painel de drenagem de plástico não deve ter mais do que uma junta quando for necessário sobrepor-se, e o número de painéis de drenagem de plástico com juntas não deve ser superior a 10% do número total de juntas, e os painéis de drenagem de plástico vizinhos não devem ter juntas à mesma profundidade. O comprimento da volta da placa de drenagem de plástico não deve ser inferior a 200 mm, além disso, o desvio de posicionamento da placa de drenagem de plástico deve ser inferior a 30 mm em terra, e o desvio entre a bota do tubo e a marcação da posição da placa não deve ser superior a 50 mm, enquanto o desvio de posicionamento não deve ser superior a 50 mm quando se constrói no mar, e o desvio entre a posição plana do invólucro e a posição da placa determinada pelo navio não deve ser superior a 50 mm.

9 – Pavimentação em blocos de betão

Na ausência de requisitos relevantes na Especificação Técnica/ Cadernos de Encargos /Autoridade de Conceção para o projeto, o desvio admissível, a quantidade e o método de inspeção das superfícies de pavimentação em blocos de betão podem ser realizados de acordo com os requisitos do JTS 257 Quadro 6.4.4.6[13]

Norma a cumprir

a – Regulamento de Estruturas de suporte/Cadernos de Encargos[16]

b – Especificações Técnicas do Projecto

c – Portaria relativa aos serviços municipais n.º2/CMI/92

d – General Specification For Civil Engineering Works[17]

e – JTS 147-2 [7]

f – JTS/T 148 [9]

g – JTS 257 [13]

## Inspeção, Ensaio e Recepção (Continuação)

Os itens para o ensaio e recepção das obras de paredões e quebra-mares são representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção de Obras de Paredões e Quebra-mares						
Objectivos Itens para Inspeção	Ensaio de Materiais	Ensaio no Local	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Materiais de betão/produtos de betão armado <sup>1</sup>	✓	✓	①	JTS 257-2[14] JTJ 298[6] DB44/T 566[15] a, b, c, d	ii	
Materiais para Aterramento Marítimo <sup>2</sup>	✓	✓	Cada 5000M <sup>3</sup> ou quando a origem do material é modificada	JTS 257[13] a, e	ii	
Geotêxteis/geomembranas/materiais de drenagem	✓	✓	Cada Lote	JTS 257[13] a	ii	
Fundações e Obras Geotécnicas	✓	✓	②	JTS 257[13] a, e	ii	
Obras de fundações macias	✓	✓	③	JTS 257[13] a, e	ii	
Materiais de alvenaria e de revestimento	✓	✓	Cada Lote	JTS 257[13] a	-	
Instalações de ancoragem e proteção	✓	✓	Cada Lote	JTS 257[13] a	-	
Obras de Estruturas de Aço <sup>3</sup>	✓	✓	④	JTS 257[13] a, f	ii	
Obras de pavimento <sup>4</sup>	✓	✓	⑤	JTS 257[13] a	ii	
Blocos de quebra-mar em betão pré-fabricado	✓	✓	Cada Lote	JTS 257-2[14] JTJ 298[6] DB44/T 566[15] a, b, c, d	i	

Nota: Método de Inspeção

1 – Materiais de betão/produtos de betão armado

O método de ensaio dos materiais de betão/produtos de betão armado deve seguir os requisitos da Norma de Betão de Macau [1], dos Regulamentos de Estruturas de Betão Armado e de Betão Pré-esforçado [2], da Norma de Barras de Aço Laminadas a Quente para Betão Armado [3]; além disso, se não houver nenhum requisito relevante na especificação técnica/regras de contratação/unidade de conceção do projeto, pode ser de acordo com os requisitos da DB44/T 566 [15] sobre o nível de ação ambiental do betão. Por conseguinte, a relação água/cimento máxima e a resistência mínima das estruturas de betão para Paredões /quebra-mares são as seguintes :

Classe ambiental	Vida útil do projeto		
	100 anos	70 anos	50 anos
F	0.32, C50	0.33, C50	0.34, C45

O teor total de cloretos do betão é exigido conforme indicado abaixo:

Item	Betão armado	Betão pré-esforçado
Teor total de cloretos no betão	≤0.015	≤0.009
Notas: 1) As unidades são percentagens.		

- 2 – Materiais para Aterramento Marítimo  
Para métodos de ensaio de materiais para aterramento marítimo, consulte o “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia/ Obras de aterramento marítimo” para conhecer os regulamentos e requisitos.
- 3 – Obras de estruturas de aço  
Os métodos de ensaio para obras de estruturas de aço podem ser encontrados nos “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia/ Material Metálico e Qualidade de Execução/Instalação”, “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia/ Obras de Estruturas de Aço” e “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia/ Obras de Pintura”.
- 4 – Obras de Pavimento  
Os métodos de ensaio para obras de pavimento podem ser encontrados no Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia da série “obras de pavimentos”.

#### Frequência Recomendada do Ensaio

- ❶ – Para a frequência recomendada dos ensaios dos materiais de betão/ produtos de betão armado, consultar o “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia /Obras de Betão Armado”.
- ❷ – Para a frequência recomendada dos ensaios das fundações e Obras Geotécnicas, consultar o “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia /Obras Geotécnicas”.
- ❸ – Para a frequência recomendada das obras de fundações macias, consultar o “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia / Obras de Aterramento Marítimo”.
- ❹ – Para a frequência recomendada das obras de estruturas de aço, consultar os “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia/ Material Metálico e Qualidade de Execução/Instalação”, “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia/ Obras de Estruturas de Aço” e “Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia/ Obras de Pintura”.
- ❺ – Para a frequência recomendada das obras de pavimento, consultar o Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia da série “obras de pavimentos”.

#### Norma a Cumprir

- a – Especificações Técnicas/Cadernos de Encargos
- b - Norma de Betão [1]
- c - Especificação para Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado [2].
- d - Norma para varões de aço laminados a quente para betão armado [3].
- e - Regulamento Técnico de Engenharia Geotécnica [4].
- f - Código das Estruturas de Aço de Edifícios [5].

#### Critério de Aceitação

- i - Recomenda-se o cumprimento dos requisitos dos Cadernos de Encargos e, se os requisitos não estiverem especificados no projeto, recomenda-se a utilização do desvio admissível das dimensões dos blocos artificiais e dos valores admissíveis dos defeitos de superfície (TJ 298 Quadro 7.3.3 J [6]), enquanto as propriedades mecânicas e a resistência à corrosão dos materiais de betão devem estar em conformidade com a Norma de Betão de Macau [1], JTS 257-2 [14], JTJ 298 [6], DB44/T 566 [15], etc.

**JTJ 298 Quadro 7.3.3[6]**

Item		Desvio admissível (mm)	Condições aplicáveis
Dimensão	Tamanho da secção (comprimento, largura ou diâmetro)	±10	Bloco torcido de Dolos
	Comprimento (horizontal, vertical ou pé)	±15	Bloco torcido de Accropode, cone de quatro patas
Dimensão	Tamanho da secção (comprimento ou largura)	±10	Tábua de vedação Quadrado oco com quatro pernas
	Tamanho do espaço	±10	
	Comprimento e largura (total)	±10	
	Diagonal	±20	
Defeitos de superfície	Defeitos nos bordos	≤5000m <sup>2</sup>	Blocos artificiais
	Profundidade da picada	<5	
	Desalinhamento das juntas de cofragem	≤15	
Nota: 1) Desvio admissível do peso do bloco pré-fabricado ±5%.			

- ii- Para mais pormenores, consultar as disposições e os requisitos relativos aos critérios de conformidade em cada Plano e Procedimentos da Garantia para Projeto de Engenharia.

## 4. Referências

- [1] 混凝土標準, 法令第 42/97/M
- [2] 鋼筋混凝土及預應力混凝土結構規章, 法令第 60/96/M
- [3] 鋼筋混凝土用熱軋鋼筋標準, 法令第 64/96/M
- [4] 土工技術規章, 法令第 47/96/M
- [5] 建築鋼結構規章, 第 29/2001 行政法規
- [6] JTJ 298 防波堤設計與施工規範
- [7] JTS 147-2, 真空預壓加固軟土地基技術規程
- [8] JTS 206-1, 水運工程塑料排水板應用技術規程
- [9] JTS/T 148, 水運工程土工合成材料應用技術規程
- [10] GB/T 17641, 土工合成材料裂膜絲機織土工布
- [11] JGJ 79, 建築地基處理技術規範
- [12] GB50007, 建築地基基礎設計規範
- [13] JTS 257, 水運工程質量驗收標準
- [14] JTS 257-2, 海港工程高性能混凝土質量控制標準



- [15] DB44/T 566, 抗海水腐蝕混凝土應用技術導則
- [16] 擋土結構與土方工程規章, Regulamento de Estruturas de Suporte e Obras de Terra
- [17] General Specification for Civil Engineering Works, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region