

Plano e Procedimento da Garantia de Qualidade para Projeto de Engenharia

Obras de instalação de pavimento em blocos e placas

1. Generalidades e Campo de Aplicação

A obra do pavimento abrange o pavimento da base e cada piso do edifício, incluindo vias de acesso exterior, degraus e rampas. Em geral, o pavimento é formado por camada de revestimento e camada base. A camada base é composta por camada de preparação e camada estrutural. A camada de revestimento deve garantir boa resistência contra desgaste, estanqueidade de água, de humidade e de escorregadia, e fácil de limpeza, etc, de acordo com diferentes requisitos de utilização. Dado a vários tipos de materiais existentes para pavimento, esta secção enfatiza no controlo de qualidade do material, execução e receção de pavimento em blocos (blocos de betão, blocos de cimento queimado, tijolos de barro, etc), pedras naturais (mármore, granito, etc) e pedras artificiais (tipo em pedra, cerâmico, etc).

2. Requisitos dos Documentos de Garantia de Qualidade de Projeto de Engenharia

De acordo com os requisitos dos cadernos de encargos, no decorrer da etapa de instalação, os documentos abaixo referidos devem ser submetidos para aprovação ou registo:

Antes da execução

[Material do revestimento]

Em geral, o pavimento incluindo revestimento em blocos, pedras naturais e pedras artificiais são caracterizadas com as seguintes descrições:

Pavimentos em blocos, de acordo com a sua composição, são categorizados:

- Blocos de betão pré-fabricados: devem estar em conformidade com os requisitos de EN 1338[1], BS 6717-1[2], GB 28635[3] ou outras normas e cadernos de encargos aplicáveis;
- Placas em granito: devem estar em conformidade com os requisitos de EN 1341[4], EN 1342[5] ou outras normas e cadernos de encargos aplicáveis;
- Pedras artificiais: devem estar em conformidade com os requisitos de normas e cadernos de encargos aplicáveis;
- Blocos em argila: devem estar em conformidade com os requisitos de EN 1344[6], GB/T 26001[7] ou outras normas e cadernos de encargos aplicáveis.

Os certificados de qualidade devem incluir as seguintes informações:

- Certificado de qualidade de aceitação pela fábrica e local de origem;
- Informações básicas dos materiais (aspeto visual, tipo, cor);
- Propriedades geométricas
- Relatório de propriedades mecânicas (resistência à compressão, resistência à flexão, resistência a rutura ou ensaio destrutivo de cargas laterais)
- Informações das propriedades físicas (teor de absorção de água, etc)
- Informações sobre a durabilidade (resistência ao atrito, resistência a ultravioletas, etc)
- Relatório do ensaio de qualidade do controlo de radioatividade dos blocos, de acordo

- com os requisitos de GB 6566[8] ou normas equivalentes (se aplicável)
- Relatório do ensaio de resistência ao escorregadio na superfície do bloco
- Ambientes aplicáveis, vida útil;
- Transporte, armazenamento e descrições de operação.

Pavimento com revestimento de pedras naturais

As pedras naturais são categorizados em: mármore, granito, arenito, onde devem ser de acordo com os requisitos dos cadernos de encargos. Caso não estejam especificado nos cadernos de encargos, devem seguir os requisitos de GB/T 18601[9] para pedras em mármore e GB/T 19766 [10] para pedras em granito. Os certificados de qualidade devem incluir as seguintes informações:

- Certificado de qualidade de aceitação pela fábrica e local de origem;
- Informações básicas dos materiais (aspecto visual, tipo, cor);
- Informações das propriedades físicas (dimensão, densidade, resistência mecânica, teor de absorção de água)
- Informações sobre a durabilidade (resistência ao ácido, resistência à álcalis, resistência à corrosão, resistência à abrasão, resistência a baixa temperatura)
- Relatório do ensaio de qualidade do controlo de radioatividade dos blocos, de acordo com os requisitos de GB 6566[8] ou normas equivalentes (se aplicável)
- Ambientes aplicáveis, vida útil;
- Transporte, armazenamento e descrições de operação.

Pavimento com revestimento artificial

Os materiais para pavimento com revestimento artificial são categorizados em painéis cerâmicos, pedras artificiais, etc. Estes devem estar de acordo com os requisitos dos cadernos de encargos, GB/T 4100[11], ISO 13006[12], BS 5385[13] ou EN 14411[14]. Os certificados de qualidade devem incluir as seguintes informações:

- Certificado de qualidade de aceitação pela fábrica e local de origem;
- Informações básicas dos materiais, incluindo, mas não limitado ao tipo, modelo, cor, padrão, etc;
- Propriedades geométricas e qualidade do aspecto visual, incluindo, mas não limitado a comprimento, largura, espessura, ângulo de chanfro, ângulo reto, nivelamento da superfície (em termos de flexão e deformação), etc;
- Propriedades físicas, incluindo, mas não limitado, teor de absorção, resistência à rutura, módulo de rutura, resistência à abrasão, dilatação térmica linear, resistência a variação térmica, resistência a fendilhação, coeficiente de atrito, expansão perante a humidade, discrepância de cor, resistência ao impacto, qualidade polimento da superfície;
- Resistência ao escorregadio;
- Propriedades químicas, incluindo, mas não limitado a resistência a macha, resistência a corrosão, teor de dissolução de chumbo e cádmio, etc;
- Relatório do ensaio de qualidade do controlo de radioatividade do revestimento, de acordo com os requisitos de GB 6566[8] ou normas equivalentes (se aplicável)
- Ambientes aplicáveis, vida útil;
- Transporte, armazenamento e descrições de operação.

[Descrição do sistema de aderência e informações relativas]

Devem estar de acordo com os requisitos dos cadernos de encargos e submeter as seguintes informações:

- ✓ Certificados de produção, relatórios de inspeção do desempenho, etc, incluindo:
 - Agente adesiva, incluindo emulsão à base de cimento/ de soro de leite / de resina, argamassa de cimento e aditivos, etc, devem estar de acordo com os requisitos de JC/T 547[15] · EN 12004[16] ou ISO 13006[12];

- Agente de ligação ;
 - Material para junta (selante, argamassa de cimento e areia), utilizada para junta de ligação) devem estar de acordo com os requisitos de EN 13888[17] ou ISO 13006[12].
-
- ✓ Pré-tratamento da superfície de base ;
 - ✓ Método de fabricação, instalação e especificações técnicas, incluindo;
 - Espessura da preparação na camada do cuspido / camada do nivelamento / camada integrada;
 - Localização e método de execução da junta de expansão.
 - ✓ Ensaio / plano de inspeção do revestimento.

Na chegada do material, durante o processo da instalação ou durante a receção

- ✓ Registos e relatórios de ensaios do sistema do revestimento, certificados de qualidade de aceitação pela fábrica;
- ✓ Registos de instalação e receção do produto final do revestimento ;
- ✓ Relatório de ensaio para receção do revestimento (incluindo relatório de resistência ao escorregadio, etc).

3. Inspeção, Ensaio e Receção

Os itens para a inspeção das obras de instalação do revestimento no pavimento, representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Inspeção de Obras de Instalação de Pavimento em Blocos e Placas						
Itens para Inspeção		Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
Materiais de Revestimento	Todos os Tipos de Materiais, Revestimento, Componentes de Base, Materiais de Junta ¹	✓		100% Inspeção	a, b, c	
	Verificação de Dimensão e Inspeção Visual ²	✓				Igual ao exemplar
	Transporte, Armazenamento e Proteção do Material	✓				
	Registos da Quantidade da Chegada do Material / Material Utilizado	✓	✓			
Sistema de Revestimento	Plano de Construção		✓	Antes da Execução		
	Pré-Tratamento da Superfície de Base ³		✓	De acordo com as necessidades da obra e caderno de encargos		
	Controlo de Execução da Camada de Crespido ⁴		✓			
	Controlo de Execução da Camada de Separação ⁵		✓			
	Controlo de Execução da Camada de Aderência ⁶		✓			
	Junta de Expansão ⁷		✓			
	Qualidade de Instalação do Revestimento ⁸		✓			
	Teste de martelo ⁹		✓	100% Inspeção		

Nota: Itens para Inspeção

- 1 – Todos os tipos de materiais, revestimento, componentes de base, materiais de junta
Inspeção dos certificados de produção dos materiais, revestimento, componentes de base, materiais de junta, registos da chegada do material, relatórios de inspeção do desempenho, etc.
- 2 – Verificação de dimensão e inspeção visual
A inspeção não se limita só para a verificação de comprimento, largura, espessura, corte dos cantos, regularidade e qualidade do revestimento, e devem estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / cadernos de encargos / requisitos do projeto. Caso não esteja especificados, a tolerância da discrepância dimensional deve estar de acordo com GB/T 4100[11], ISO 13006[12] ou EN 14411[14].
- 3 – Pré-tratamento da superfície de base
A base deve ser dura e sólida e para o caso do substrato de betão onde a zona fraca localiza muitas vezes na zona de segregação do betão (“honeycomb”) deve ser removida antes da execução da camada do crespido. Além disso, deve ser garantido a superfície livre de sujidade, poeira, óleo, tintas e constituintes corrosivas;

Para a execução da camada do crespido, deve ter em conta para diferente tempo de cura em diferente material e submeter registo de execução;

4 – Controlo de execução da camada de crespido

A espessura total e espessura para cada camada de reboco feito após da camada do crespido devem estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / instruções do fornecedor / caderno de encargos / requisitos do projeto, e submissão do registo de execução. Para casos onde tenham requisitos de estanqueidade de água, devem ser garantido a boa execução e estanqueidade, boa inclinação de tubagens subterrâneas de acordo com os requisitos do projeto.

5 – Controlo de execução da camada de separação

A estanqueidade de água, desempenho de proteção contra óleo, número de camadas de instalação, espessura, tipo de plantações deve estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / instruções do fornecedor / caderno de encargos / requisitos do projeto. Pode consultar relativo “Plano e procedimento da garantia de qualidade para obras de estanqueidade de água”.

6 – Controlo de execução da camada de aderência

Deve utilizar apropriado material de aderência, onde o traço deve ser seguido de acordo com as instruções do fornecedor, e ter em conta com diferente teor de absorção em diferente material de revestimento, requisitos do projeto ; a camada de aderência deve seguir de acordo com as instruções do projeto e evitar espessura demasiada espessa e relativa sobrecarga ;

7 – Junta de expansão

O espaçamento da junta de expansão deve estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / instruções do fornecedor / caderno de encargos / requisitos do projeto, de modo garantir a sua retração e expansão. A junta de expansão deve ser garantida até a camada de crespido, preenchida devidamente de acordo com as instruções do fornecedor de modo garantir o seu controlo de expansão, impermeabilidade e resistência a raios ultravioletas ;

8 – Qualidade de instalação do revestimento

Quando é utilizada a argamassa de cimento para camada de aderência, a superfície da camada e azulejos não devem estar nem demasiado húmido ou seco. Os azulejos devem ser colocados na água para ensopar não inferior a 30 minutos, e removida água desnecessária na superfície dos azulejos para a sua instalação. A superfície da camada de aderência deve ser humidificada e para caso de utilização de agentes aditivos, devem ser seguido as instruções do fornecedor ;

Após a instalação dos azulejos, deve ser verificado a inexistência do som oco devido a falta de preenchimento de argamassa para cada azulejo/mosaico ; a verificação é feita através de “martelada” a parede ou outros métodos de verificação através dos equipamentos (como termografia de infravermelho, etc) e submeter registo de inspeção.

9 – Teste de martelo

No fim de garantir a qualidade de execução após a execução do pavimento deve ser executado teste de martelo ou utilização de outros equipamentos (como infravermelhos, etc) para verificar a má instalação ou existência do som oco, e entrega relatório de autoinspeção

Norma a Cumprir

- a – Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos
- b – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor
- c – Especificação do controlo de receção do trabalho de execução do pavimento, GB 50209 [18]

Inspeção, Ensaio e Receção (Continuação)

Os itens para o ensaio e receção das obras de instalação de pavimento em blocos e placas representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Ensaio e Receção das Obras de Instalação de Pavimento em Blocos e Placas								
Itens para Inspeção		Propriedade do Material	Durabilidade do Sistema	Norma do Ensaio	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Revestimento Artificial	Propriedades Físicas ¹	✓		a, b	Se Necessário ❶	a, b	i, ii	
	Propriedades Químicas ²	✓		a, b		a, b	i, ii	
Revestimento de Pedras Naturais	Peso Específico ¹	✓		a, b	Se Necessário ❶	a, b	i, ii	
	Teor de Absorção de Água ¹	✓	✓	a, b		a, b	i, ii	
	Resistência à Flexão ¹	✓	✓	a, b		a, b	i, ii	
	Resistência à Compressão ¹	✓	✓	a, b		a, b	i, ii	
	Durabilidade ¹	✓	✓	a, b		a, b	i, ii	
	Resistência aos Agentes Químicos ²	✓	✓	a, b		a, b	i, ii	
Revestimento em Blocos	Resistência à compressão dos blocos de betão	✓	✓	GB 28635[3] C	1000m ² ❸	a, b, c, d	i, iii	
	Resistência à flexão ¹	✓	✓	BS 7263-1[19]	Se Necessário ❶	a, b	i, ii	
	Resistência à flexão ¹	✓	✓	EN 1341[4]		a, b	i, ii	
	Ensaio destrutivo de cargas laterais ¹	✓	✓	EN 1344[6]		a, b	i, ii	
	Teor de absorção de água ¹	✓	✓	AS/NZS 4456.14 [20]		a, b	i, ii	

Camada de Estanqueidade de Água	Teste de espessura de filme seco ⁴	✓	✓	a, b	Cada Lote ④	a, b	iv	
	Teste da espessura de membrana de impermeabilização ⁴	✓	✓	a, b		a, b	iv	
	Teste de água ⁴		✓	c, e	Após instalação do sistema de estanqueidade	a, b, c, e	iv	
	Termografia de infra-vermelho ⁴		✓	b	Se Necessário ①	a, b	iv	
Camada de Aderência	Propriedades de aderência	✓		JC/T 547[15] EN 12004[16]	Se Necessário ①	a, b	i, ii	
Camada de Revestimento	Teste de martelo ⁵	✓		b	Se Necessário ①	b	v	
	Teste de desgaste	✓	✓	b	Se Necessário ①	b	i, ii	
	Teste de resistência ao escorregamento ⁶	✓		f	200 m ² ⑤	b, c, d, f	i, vi	

Nota: Itens para Inspeção

1 – Propriedades físicas

A verificação das propriedades físicas, incluindo teor de absorção de água, resistência à rutura, resistência à compressão, resistência à flexão, módulo de rutura, resistência à abrasão, dilatação térmica, resistência a expansibilidade térmica, resistência ao choque térmico, resistência à fendilhação, resistência a expansibilidade de humidade, discrepância de cor e brilho, etc, deve ser de acordo com os requisitos de cadernos de encargos (se existir), fornecedor do produto ou outras normas aplicáveis.

2 – Propriedades químicas

A verificação das propriedades químicas, incluindo resistência à sujidade, resistência à corrosão, teor de dissolução de chumbo e cádmio, etc deve ser de acordo com os requisitos de cadernos de encargos (se existir), fornecedor do produto ou outras normas aplicáveis.

3 – Teste de compressão aos blocos de betão

Para blocos de betão pré-fabricados com dimensão 200 x 200mm ou inferior, deve seguir os requisitos de teste de GB 28635[3] para recolha de 10 amostras em cada conjunto para teste de compressão. Para caso de seguir os requisitos de EN 1338[1] - BS 6717-1[2] ou outras normas aplicáveis deve seguir de acordo “General Specification for Civil Engineering Works” [21] para a recolha de 8 exemplares em cada conjunto para teste de compressão.

4 – Camada de estanqueidade de água

Para teste da camada de estanqueidade de água, incluindo teste de espessura de filme seco, teste da espessura de membrana de impermeabilização, teste de água, termografia de infravermelho devem seguir os requisitos no “Plano e procedimento da garantia de qualidade para obras de estanqueidade de água”.

5 – Teste de martelo

O teste de martelo consiste em testar o revestimento para deteção de zona solta ou por argamassa por preencher. Este método é uma forma comum e eficaz para testar a integridade da execução do revestimento.

6 – Teste de resistência ao escorregamento

O teste contra escorregadia é feita com o teste de pêndulo britânico (“British pendulum tester”) para superfície de vias de acesso, corredor, degrau, rampa, piso tátil. Este método consiste em soltar o pêndulo com ponta instalada com material de borracha para obtenção do grau de fricção numa escala de 0 a 150 (BPN/PTV/SRV) para verificação do grau de escorregamento.

Norma a Cumprir

- a – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor
- b – Cadernos de Encargos
- c – General Specification for Civil Engineering Works[21]
- d – Guidance Notes on Design and Construction of Pavements with Paving Units[22]
- e – General Specification for Buildings[23]
- f – Guidance Notes on Road Testing[24]

Frequência Recomendada do Ensaio

- ❶ – No caso em que os resultados tenham relevantes interesses relativos aos requisitos do projeto ou da construção; ou os resultados / parâmetros tenham grande influência no projeto ou qualidade, deve ter especial consideração.
- ❷ – É recomendado executar a frequência do teste de acordo com os relativos requisitos exigidos ou cadernos de encargo antes da execução do pavimento por fase, onde o trabalho de receção é feito de acordo com área de pavimento realizado na mesma altura.
- ❸ – Deve ser feito teste de resistência à compressão para os blocos de betão pré-fabricados chegados a obra, de acordo com a frequência exigida nas especificações técnicas / cadernos de encargos / requisitos do projetista. Caso não estiver mencionado, deve seguir os requisitos de “General Specification for Civil Engineering Works”[21] para recolha de 8 a 10 amostras para cada tipo de bloco em cada 1000 m² ou inferior.
- ❹ – É recomendado executar a frequência do teste com os relativos requisitos exigidos ou cadernos de encargo após a execução da camada de estanqueidade de água, onde o trabalho de receção é feita de acordo com área de camada realizada na mesma altura. A recolha de amostra é feita por fase ou 500m².
- ❺ – Deve ser feito teste de resistência ao escorregamento para todos os materiais de pavimento chegados a obra, de acordo com a frequência exigida nas especificações técnicas / cadernos de encargos / requisitos do projetista. Caso não estiver mencionado, deve seguir os requisitos de “General Specification for Civil Engineering Works”[21] para execução do teste em cada 200 m² ou inferior.

Norma a Cumprir

- a – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor
- b – Cadernos de Encargos
- c – General Specification for Civil Engineering Works[21]
- d – Guidance Notes on Design and Construction of Pavements with Paving Units[22]
- e – General Specification for Buildings[23]
- f – Guidance Notes on Road Testing[24]

Critério de Aceitação

- i – No caso dos resultados do ensaio não estão de acordo com os requisitos, deve ser realizado duas amostras adicionais do mesmo lote para a devida verificação. No caso de um dos resultados do ensaio não está de acordo com os requisitos, a relativa lote deve ser considerada insatisfeita.
- ii– Deve estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / caderno de encargos / requisitos do projeto. Caso não estejam especificados, deve ser seguido relativo plano e procedimento da garantia de qualidade.
- iii – Os blocos de betão pré-fabricados devem estar de acordo com os requisitos das especificações técnicas / cadernos de encargos / requisitos do projetista. Caso não estiver mencionado, deve seguir os requisitos de “General Specification for Civil Engineering Works”[21] com pormenores ilustrados na tabela seguinte. Mais, pode retirar dois conjuntos de amostras adicionais, para caso de resultado negativo ocorrido no teste de qualidade dos materiais. É considerado o lote inaceitável para caso de resultados negativos ocorridos.

Referência para resistência à compressão dos blocos de betão pré-fabricados

Localização do revestimento	GB 28635[3]規格的混凝土磚材 抗壓強度 (MPa)	其他規格的混凝土磚材 特徵抗壓強度 ¹ (MPa)
Passagens pedonais, vias de bicicletas	Valor médio ≥ 40 e valor mínimo ≥ 35	≥ 30
Vias de acesso, entrada e saída de veículos	Valor médio ≥ 50 e valor mínimo ≥ 42	≥ 45

Nota 1 : Teste e cálculo de resistência à compressão devem ser de acordo com os requisitos de “General Specification for Civil Engineering Works”[21]

- iv – O critério de aceitação da camada deve ser de acordo com os requisitos do “Plano e procedimento da garantia de qualidade para obras de estanqueidade de água”.
- v – Caso tenha dúvida na veracidade do registo de inspeção submetido pelo empreiteiro, pode realizar de novo o teste na área e quantidade mais significativa pela entidade com as mesmas qualificações profissionais; no caso dos resultados do ensaio não estão de acordo com os requisitos, deve ser realizado na sua totalidade de quantidade para a devida verificação.
- vi – O critério deve ser de acordo com os requisitos das especificações técnicas / cadernos de encargos / requisitos do projetista. Caso não estiver mencionado, deve seguir os requisitos de Guidance Notes on Design and Construction of Pavements with Paving Units”[22] e “Slip Resistance of Hard Flooring”[25] com pormenores ilustrados na tabela seguinte. No caso dos resultados do ensaio não estão de acordo com os requisitos, deve ser realizado duas amostras adicionais do mesmo lote para a devida verificação. No caso de um dos resultados do ensaio não está de acordo com os requisitos, a relativa lote deve ser considerada insatisfeita.

Referência do grau de resistência ao escorregamento

Localização do revestimento ¹		Grau do pêndulo britânico (BPN/PTV/SRV)	R (DIN 51130[26])
Passagens pedonais, vias de bicicletas	Vias de acesso	≥ 45	≥ R11
	Rampa, entrada da rampa	≥ 60	≥ R12
Vias de acesso, entrada e saída de veículos	Vias de acesso	≥ 60	≥ R12
	Rampa, entrada da rampa	≥ 65	≥ R12

Nota 1 : Pode também ser utilizado para pavimento tátil.

4. Referências

- [1] EN 1338, Concrete paving blocks – Requirements and test methods
- [2] BS 6717-1, Precast concrete paving blocks – Part 1: Specification for paving blocks
- [3] GB 28635, 混凝土路面磚
- [4] EN 1341, Slabs of natural stone for external paving – Requirements and test methods
- [5] EN 1342, Setts of natural stone for external paving – Requirements and test methods
- [6] EN 1344, Clay pavers –Requirements and test methods
- [7] GB/T 26001, 燒結路面磚
- [8] GB 6566, 建築材料放射性核素限量
- [9] GB/T 18601, 天然花崗石建築板材
- [10] GB/T 19766, 天然大理石建築板材
- [11] GB/T 4100, 陶瓷磚
- [12] ISO 13006, Ceramic tiles-Definitions, classification, characteristics and marking
- [13] BS 5385, Wall and floor tiling
- [14] EN 14411, Ceramic tiles, Definitions, classification, characteristics, evaluation of conformity and marking
- [15] JC/T 547, 陶瓷牆地磚膠黏劑
- [16] EN 12004, Adhesives for tiles. Requirements, evaluation of conformity, classification and designation
- [17] EN 13888, Grout for tiles. Requirements, evaluation of conformity, classification and designation
- [18] GB 50209, 建築地面工程施工質量驗收規範
- [19] BS 7263-1, Precast concrete flags, kerbs, channels, edgings and quadrants. Precast, unreinforced concrete paving

flags and complementary fittings. Requirements and test methods

- [20] AS/NZS 4456.14, Masonry units and segmental pavers - Methods of test. Method 14: Determining water absorption properties
- [21] General Specification for Civil Engineering Works, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [22] RD/GN/044, Guidance Notes on Design and Construction of Pavements with Paving Units, Highways Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [23] General Specification for Building, Architectural Services Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [24] RD/GN/009, Guidance Notes on Road Testing, Highways Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region
- [25] Slip Resistance of Hard Flooring, The Tile Association
- [26] DIN 51130, Testing of Floor Coverings
- [27] 設計手冊：暢通無阻的通道 2008，屋宇署，香港特別行政區政府