

Plano e Procedimento de Garantia de Qualidade para Projecto de Engenharia

Obras de Pavimento Betuminoso

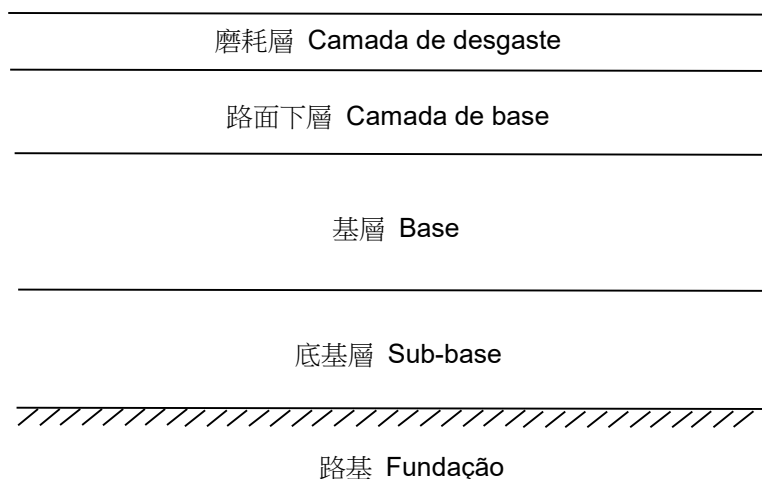
1. Generalidades e Campo de Aplicação

A presente secção aplica-se aos trabalhos da garantia de qualidade dos materiais e execução relativo a obras gerais de pavimento betuminoso. A superfície do pavimento betuminoso é flexível, por motivos de baixa tensão à flexão, a camada de superfície deforma conforme qualquer deformação das camadas inferiores. Por isso é necessário tomar medidas de controlo de qualidade em relação aos materiais e a construção.

A estrutura do pavimento betuminoso, desde da parte inferior à parte superior engloba as seguintes camadas:

- ✓ Fundação, constitui a camada de solo mais inferior do pavimento, construído através de escavação e enchimento. O plano e procedimento de garantia de qualidade para projecto de escavação e enchimento sem suporte pode ser referido para os requisitos de qualidade;
- ✓ Sub-base, agregado bem graduado deve ser utilizado;
- ✓ Base, agregado bem graduado deve ser geralmente utilizado;
- ✓ Camada de base, mistura de betuminoso deve ser utilizado;
- ✓ Camada de desgaste, mistura de betuminoso deve ser utilizado.

A estrutura típica do pavimento betuminoso pode ser mostrado no seguinte diagrama:



Para além das várias camadas constituintes do pavimento, certos projectos de pavimento podem incluir outros componentes relevantes, por exemplo:

- ✓ Bermas (lancis);
- ✓ Passeio pedonal;
- ✓ Barreiras, etc.

O plano e procedimento da garantia de qualidade para bermas de betão pré-fabricado é incluído nesta

secção. Quanto à fundação de betão das bermas, passeio pedonal de betão e barreiras de betão, etc., o plano e procedimento da garantia de qualidade para o betão reforçado pode ser referido. E para o controlo de qualidade das barreiras metálicas, pode servir de referência o plano e procedimento da garantia de qualidade para materiais metálicas de construção.

O trabalho da garantia de qualidade do pavimento betuminoso consiste em assegurar que o sistema possua as seguintes propriedades:

- ✓ Segurança — Os materiais e a mão de obra têm de ser controlada no sentido de evitar que o pavimento construído tenha deficiências de assentamento e desnivelamento do mesmo, diminuindo os riscos por parte dos condutores;
- ✓ Aplicabilidade — A superfície do pavimento deve ser plana e sem ruído, permitindo uma condução confortável;
- ✓ Durabilidade — A superfície acabada deve resistir ao desgaste, alto grau de impermeabilização, resistente às mudanças climáticas.

Os requisitos básicos em todos os aspectos devem seguir de acordo com a proposta de projecto e os requisitos estipulados nos standards e Normas.

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

Antes da Construção do pavimento betuminoso, no processo de construção, finalização e as etapas várias, os seguintes documentos devem ser entregues para aprovação e/ou registo:

Antes da Construção

- ✓ Relatório do ensaio geológico do local de construção (se necessário);
- ✓ Registo do nivelamento do local de construção (se necessário);
- ✓ Registo de avaliação do local de construção, incluindo a altura;
- ✓ Registo do ensaio de compactação da fundação;
- ✓ Registo do ensaio da camada geotextil/drenagem da fundação;
- ✓ Especificações e informação dos equipamentos de pavimentação de betume no local;
- ✓ Proposta e plano para as camadas complementares da camada construída, camada da região e compactação.
- ✓ Plano para amostra e inspecção;
- ✓ Para diferentes materiais, devem ser submetidos os seguintes documentos:

Materiais tipo para pavimento betuminoso

- Relatório do ensaio da sub-base e análise granulométrica da fundação;
- Manuais do produto para emulsão betuminosa;
- Material de mistura de betuminoso para a camada de base e camada de desgaste;
- Informação para materiais de betuminoso, incluindo:
 - Registo do ensaio dos agregados;
 - Relatório do ensaio de enchimento;
 - Manuais do produto e relatório do ensaio do betume, incluindo ensaios como penetração, ponto de amolecimento, ponto de fulgor e ductilidade.
- Relatório do ensaio da mistura betuminosa.

Berma de estrada de betão pré-fabricado (lancis de betão pré-fabricado)

- Catálogos do manual da fábrica de pré-fabricação;
- Registo do ensaio da compressão do betão dos últimos seis meses.

Durante o processo da construção ou durante a recepção

- ✓ Registo e relatório do ensaio do local de construção de várias camadas e regiões da Sub-base e Base;
- ✓ Registo e relatório do ensaio de vários materiais crus da mistura betuminosa (incluindo agregados, enchimento e betume);
- ✓ Registo e relatório do ensaio da mistura betuminosa no local (incluindo camada de base e camada de desgaste);
- ✓ Registo e relatório do ensaio da amostra das misturas betuminosas em várias camadas e regiões do local de construção;
- ✓ Registo de chegada e relatórios de ensaio das bermas de betão pré-fabricado.

3. Inspeção, Ensaio e Recepção

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

Quadro dos Itens para Inspeção das Obras de Pavimento Betuminoso						
Objectivos		Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
Itens para Inspeção						
Análise do Terreno No local			✓	Antes da Construção	a	
Sub-base e Base	Características Granulométricas	✓		Cada Lote	a	
	Transportação e Armazenagem para os Materiais Granulométricas		✓	Ininterrupto	a	
	Equipamento de espalhamento		✓	Antes da Construção	a	
	Métodos e Procedimentos para Espalhamento de Camadas		✓	Ininterrupto	a	
	Equipamento de Compactação		✓	Antes da Construção	a	
	Métodos e Procedimentos para Compactação de Camadas		✓	Ininterrupto	a	
	Inspeção Visual		✓	Ininterrupto	a	
	Verificação de Altura		✓	Ininterrupto	a	
	Amostra de Campo e Ensaio		✓	Cada Lote	a	
Camada de Base e Camada de Desgaste	Propriedades do Material Betuminoso Cru	✓		Cada Lote	a, b	
	Propiedades da Mistura Betuminosa	✓		Antes da Construção	a	
	Propiedades dos Produtos Emulsão Betuminosa	✓		Antes da Construção	a, b	
	Métodos e Procedimentos de aplicação dos Produtos Emulsão Betuminosa		✓	Ininterrupto	a, b	
	Equipamentos de Espalhamento para Mistura Betuminosa	✓		Antes da Construção	a	
	Ensaio de Amostra para Mistura Betuminosa à chegada do local de construção	✓		Cada Lote	a	
	Métodos e Procedimentos para Mistura Betuminosa	✓		Ininterrupto	a	
	Equipamentos de Compactação para Mistura Betuminosa		✓	Antes da Instalação	a	
	Métodos e Procedimentos de Compactação para Mistura Betuminosa		✓	Ininterrupto	a	

Quadro dos Itens para Inspeção das Obras de Pavimento Betuminoso						
Objectivos		Controlo de Material	Controlo de Execução	Frequência da Inspeção	Norma a Cumprir	Nota
Itens para Inspeção						
	Inspeção Visual		✓	Ininterrupto	a	
	Verificação de Altura		✓	Ininterrupto	a	
	Amostra de Campo e Ensaio		✓	Cada Lote	a	
Bermas	Amostragem e Ensaio para Bermas	✓		Cada Lote	a, b	
	Métodos e Procedimentos de instalação para as bermas		✓	Ininterrupto	a	

Norma a Cumprir

a – Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos

b – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor

Inspeção, Ensaio e Recepção (Cont.)

Os itens para o ensaio e recepção das obras de pavimento betuminoso representam-se no quadro seguinte:

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção das Obras de Pavimento Betuminoso								
Objectivos		Ensaio do Material	Ensaio de Qualidade de Execução	Norma do Ensaio	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Itens para Inspeção								
Materiais da Sub-base e Base	Análise Granulométrica	✓		ASTM C 136 [1]	Cada Lote ❶	a	-	
	Peso Específico	✓		ASTM C 127 [2] ASTM C 128 [3]		a	-	
	Ensaio de Abrasão na Máquina de Los Angeles	✓		ASTM C 131 [4] ASTM C 535 [5]		a	-	
	Valor Equivalente de Areia	✓		ASTM D 2419 [6]	Se Necessário ❷	a	-	
	Teor de Água no Local		✓	ASTM D 4944 [7]	Cada 500m ²	a	-	
	Peso Volúmico no Local (Garrafa de Areia)		✓	ASTM D 1556 [8]		a	i	
Material Betuminoso Cru	Agregados	Análise Granulométrica	✓	ASTM C 136 [1]	Cada 500m ³ ou cada tipo	a	-	
		Peso Específico	✓	ASTM C 127 [2] ASTM C 128 [3]		a	-	
		Ensaio de Abrasão na Máquina de Los Angeles	✓	ASTM C 131 [4] ASTM C 535 [5]		a	-	
		Valor Equivalente de Areia	✓	ASTM D 2419 [6]	Se Necessário ❷	a	-	
		Teor de Absorção de Água	✓	ASTM C 127 [2] ASTM C 128 [3]		a	-	
		Índice de Lamelação	✓	BS 812-105.1 [9]		a	-	
	Enchimento	Análise Granulométrica	✓	ASTM C 136 [1]	Cada 500m ³ ou cada tipo	a	-	
	Betume	Ensaio de Penetração	✓	ASTM D 5 [10]	Cada Lote	a, b	-	
		Ensaio da Temp. de Amolecimento	✓	ASTM D 36 [11]		a, b	-	

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção das Obras de Pavimento Betuminoso									
Objectivos			Ensaio do Material	Ensaio de Qualidade de Execução	Norma do Ensaio	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Itens para Inspeção									
		Ensaio de Ductilidade	✓		ASTM D 113 [12]		a, b	-	
		Ensaio da Temp. De Inflamação	✓		ASTM D 92 [13]		a, b	-	
Mistura Betuminosa	Quantidade do Betume		✓		ASTM D 2172 [14]	Cada Preparação de Mistura	a	-	
	Distribuição Granulométrica		✓		ASTM C 136 [1]		a	-	
	Peso Específico do volume da Mistura Betuminosa		✓		ASTM D 2726 [15]		a	-	
	Limites do material passado (Densidade)		✓		ASTM D 3203 [16]		a	-	
	Ensaio Marshall: Ensaio de Fluxo e Estabilidade		✓		ASTM D 1559 [17]		a	-	
Mistura Betuminosa Preparada no Local	Quantidade do Betume		✓		ASTM D 2172 [14]	Todos os dias ou Cada 1000m²	a	-	
	Análise Granulométrica		✓		ASTM C 136 [1]		a	-	
	Peso Específico do Volume da Mistura Betuminosa		✓		ASTM D 2726 [15]		a	-	
	Limites do Material Passado (Densidade)		✓		ASTM D 3203 [16]		a	-	
	Ensaio Marshall: Ensaio de Fluxo e Estabilidade		✓		ASTM D 1559 [17]		a	-	
Mistura Betuminosa Compactada	Amostra de Carote			✓	ASTM D 5361 [18]	Cada Camada Cada 1000m²	a	-	
	Espessura			✓	ASTM D 3549 [19]		a	-	
	Densidade e compactação no local			✓	ASTM D 2726 [15]		a	ii	
	Ensaio de Planura Superficial: Ensaiado com Régua 3m			✓	Procedimento de Ensaio Interno	Se Necessário 2	a	-	
	Ensaio da Profundidade de Textura Superficial (Mét. da Mancha de Areia)			✓	EN 13036-1 [20]		a	-	

Quadro dos Itens para Ensaio e Recepção das Obras de Pavimento Betuminoso								
Objectivos		Ensaio do Material	Ensaio de Qualidade de Execução	Norma do Ensaio	Frequência Recomendada do Ensaio	Norma a Cumprir	Critério de Aceitação	Nota
Itens para Inspeção								
Bermas	Amostra da Essência	✓		EN 12504-1 [21]	Cada 1000 Bermas ③	a, b	-	
	Ensaio de Compressão para a Amostra de Betão	✓		EN 12504-1 [21]		a, b	iii	

Nota: Frequência Recomendada de Ensaio

- ① – Um lote de material granulométrica corresponde ao mesmo tipo, tamanho e produzido pelo mesmo fornecedor.
- ② – No caso em que os resultados tenham relevantes interesses relativos aos requisitos do projecto ou da construção; ou os resultados / parâmetros tenham grande influência no projecto ou qualidade, deve ter especial consideração.
- ③ – Três amostra devem ser escolhidos apartir de 1000 bermas de betão pré-fabricado para ensaio.

Norma a Cumprir

- a – Especificações Técnicas / Cadernos de Encargos
- b – Fornecedor do Produto / Guia das Especificações do Fornecedor

Crítério de Aceitação

- i – A densidade do material passado pode ser obtido através dos resultados do ensaio de densidade em campo e através do ensaio de laboratório específico de gravidade. O grau de compactação da Sub-base e da Base pode ser justificado através da densidade do material passado. No caso em que os resultados não correspondam aos requisitos, deverá proceder à posterior compactação da camada dos agregados da área de amostra, e proceder ao novo ensaio da quantidade de água e de densidade em campo.
- ii – Quando o resultado do ensaio não corresponde aos requisitos, a empreitada deve fornecer uma nova proposta de compactação, e proceder ao novo ensaio.
- iii – Quando o resultado do ensaio não corresponde aos requisitos, outras três amostras de berma devem ser retirados do mesmo lote para ensaio. No caso em que os resultados do segundo ensaio não correspondam aos requisitos, todo o lote é considerado insatisfatório.

4. Referências

- [1] ASTM C 136, Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
- [2] ASTM C 127, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate
- [3] ASTM C 128, Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate
- [4] ASTM C 131, Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

- [5] ASTM C 535, Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- [6] ASTM D 2419, Standard Test Method for Sand Equivalent Value of Soils and Fine Aggregate
- [7] ASTM D 4944, Standard Test Method for Field Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Calcium Carbide Gas Pressure Tester Method
- [8] ASTM D 1556, Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
- [9] BS 812-105.1, Testing Aggregates - Methods for Determination of Particle Shape - Flakiness Index
- [10] ASTM D 5, Standard Test Method for Penetration of Bituminous Materials
- [11] ASTM D 36, Standard Test Method for Softening Point of Bitumen (Ring-and-Ball Apparatus)
- [12] ASTM D 113, Standard Test Method for Ductility of Bituminous Materials
- [13] ASTM D 92, Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester
- [14] ASTM D 2172, Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Bitumen From Bituminous Paving Mixtures
- [15] ASTM D 2726, Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Non-Absorptive Compacted Bituminous Mixtures
- [16] ASTM D 3203, Standard Test Method for Percent Air Voids in Compacted Dense and Open Bituminous Paving Mixtures
- [17] ASTM D 1559, Test Method for Resistance of Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus
- [18] ASTM D 5361, Standard Practice for Sampling Compacted Bituminous Mixtures for Laboratory Testing
- [19] ASTM D 3549, Standard Test Method for Thickness or Height of Compacted Bituminous Paving Mixture Specimens
- [20] EN 13036-1, Road and airfield surface characteristics. Test methods. Measurement of pavement surface macrotexture depth using a volumetric patch technique
- [21] EN 12504-1, Testing Concrete in Structures - Cored Specimens - Taking, Examining and Testing in Compression