

ASUNCIÓN
2022



4º CONGRESO PARAGUAYO DE VIALIDAD Y TRANSITO

SMA – REVESTIMIENTO ASFÁLTICO DE ALTO DESEMPEÑO

OSVALDO TUCHUMANTEL JUNIOR - BRASIL

- Introdução
- Histórico
- O que é SMA
- Finalidade e benefícios
- Onde utilizar
- Dosagem da mistura asfáltica
- Especificação
- Operação – Usinagem
 - Aplicação

- Introdução

Tendência aumento volume de tráfico e de carga

Desejo individual de mobilidade



Novas obras
resistentes e duráveis

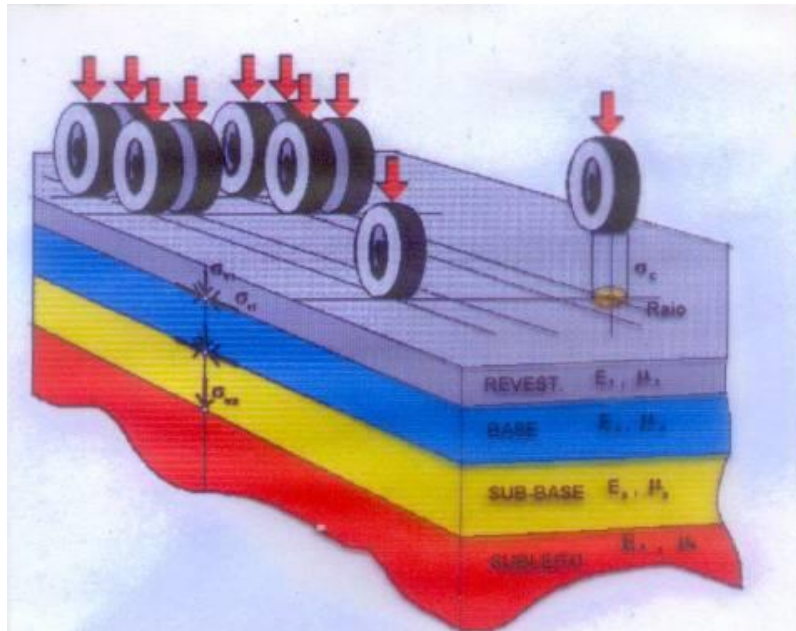
Manutenção

Preservar Patrimônio Público

Estradas confortáveis e seguras

- Introdução

Características estruturais e funcionais do pavimento



características funcionais

- Segurança (aderência e drenagem, homogeneidade)
- Conforto (regularidade longitudinal e transversal, redução de ruídos e estética)
- Proteção da Estrutura (impermeabilidade, resistência mecânica ao cisalhamento, desgaste, ação da água e variações de temperatura)

características estruturais

- Deformação permanente
- Trincas de fadiga e térmicas
- Resistência à ação da água

- Introdução

Novas tendências de revestimentos asfálticos de alto desempenho

Resistência e durabilidade

Conforto e segurança

Misturas asfálticas de graduação descontínua

SMA - Stone Matrix Asphalt

BBTM – Béton Bitumieux Très Mince

GAP Grade

AP – Asfalto Poroso

- Definição

O que é SMA? Stone Matrix Asphalt ou Stone Mastic Asphalt

Mistura asfáltica de granulometria descontínua, executada a quente, em usina apropriada.

Constituído por elevada porcentagem de agregado graúdo (cerca de 80%) e grande volume de vazios preenchidos por um mástique asfáltico que é composto pela mistura de agregado miúdo ($\leq 2\text{mm}$), material de enchimento, fibras de celulose, asfalto modificado

“Revestimento Asfáltico de Alto Desempenho”



- Introdução

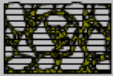



Misturas asfálticas de graduação descontínua

SMA - Stone Matrix Asphalt

BBTM – Béton Bitumieux Très Mince

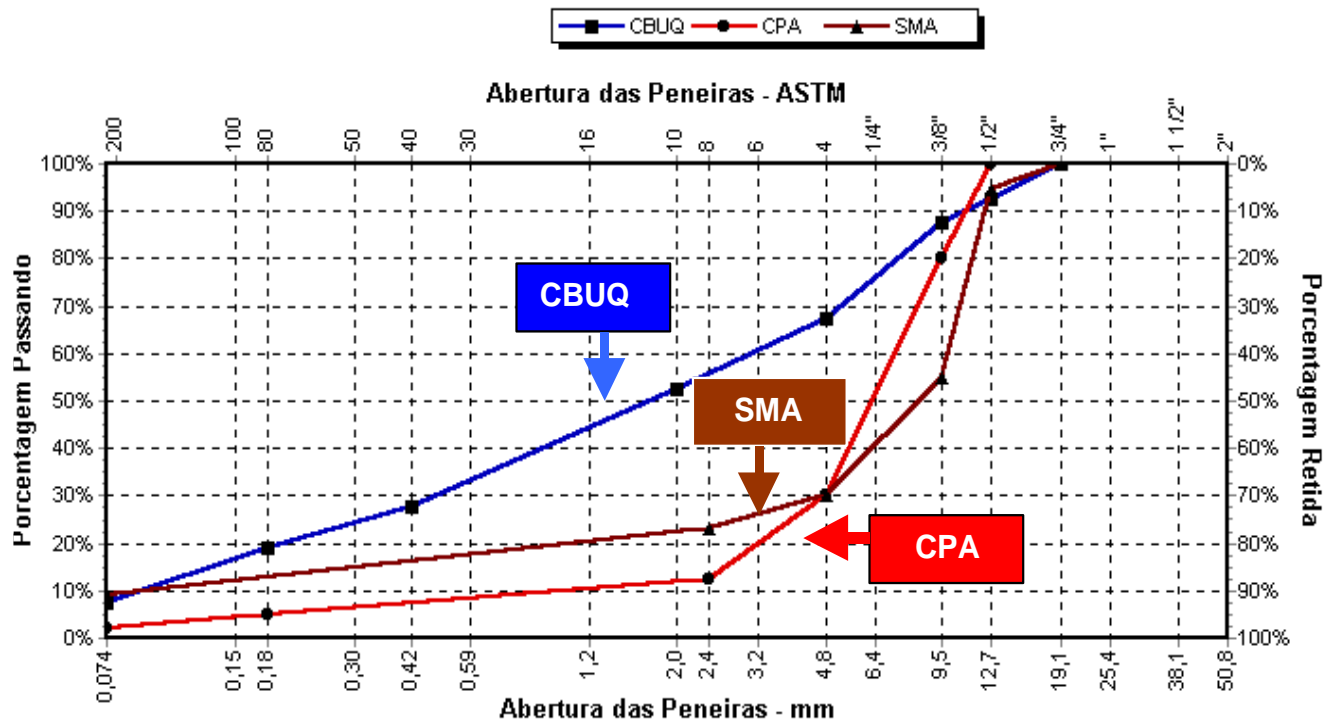
GAP Grade

AP – Asfalto Poroso

TIPOS DE MISTURAS	 CBUQ	 CPA	 SMA	 BBTM
Agregado graúdo (%)	40 - 60	70 - 80	75 - 80	65 - 75
Agregado miúdo (%)	40 - 60	20 - 30	20 - 25	25 - 35
Filer (%)	5 - 10	3 - 5	9 - 13	7 - 10
Ligante (%)	5 - 6	4 - 5	6 - 7	5 - 6
Fibras (%)	-	-	0,3 - 0,5	-
Tipos de Ligante	CAP 50/70	AMP	AMP	AMP
Vazios (%)	3 - 5	18 - 25	3 - 5	> 4
Macrotextura (Hs)	0,3 - 0,5	> 1,0	0,8 - 1,5	0,8 - 1,2

- O que é SMA

Análise de Granulometria

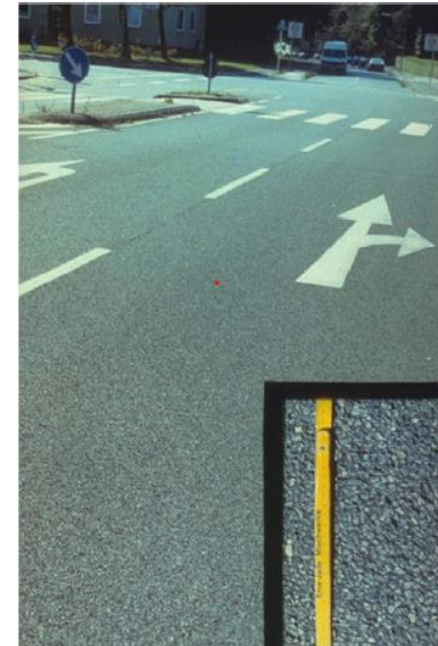


Histórico SMA - Alemanha

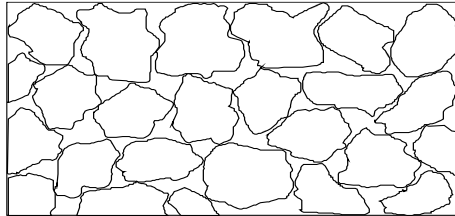
1968 - Aplicação manual – uso de asbestos



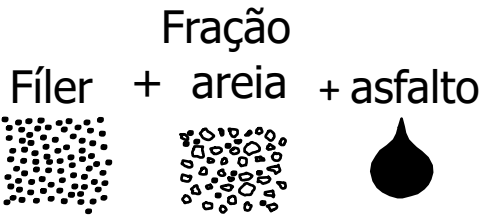
30/06/1969 – Aplicação com equipamento - Wilhelmshaven



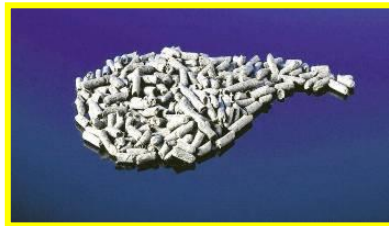
- O que é SMA



Matriz Pétrea



Fibra de celulose



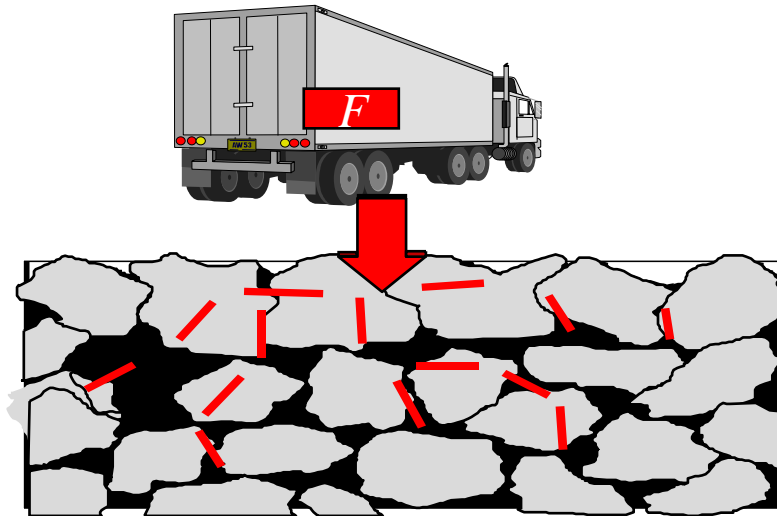
Mástique

SMA

- O que é SMA

Conceito e Princípio de Funcionamento do SMA

Resistência da mistura



A estabilidade é obtida através do atrito interno dos agregados graúdos que formam o esqueleto da estrutura

- O que é SMA- mistura asfáltica sem fibras



- Finalidade e benefícios



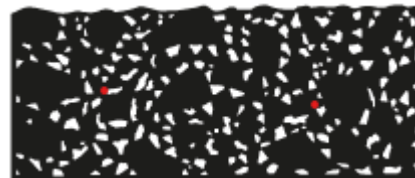
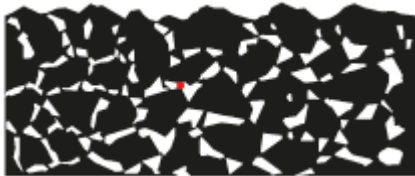
O esqueleto mineral graúdo responsável pela resistência à deformação

O alto teor de asfalto reduz o envelhecimento da mistura asfáltica

- Finalidade e benefícios

SMA

x Concreto Asfáltico



- Maior resistência a deformação
- Menor grau de trincamento a baixas temperaturas ou estresse mecânico
- Macro rugosidade – maior aderência dos pneus
- Melhor drenagem superficial – risco reduzido de aquaplanagem
- Durável
- Melhor qualidade no rolamento
- Redução de ruído

- Finalidade e benefícios



*Mancha de Areia - Hs
Macrotextura*



Pêndulo Britânico - SRT



Redução de Ruído



- Finalidade e beneficios



Textura de superficies

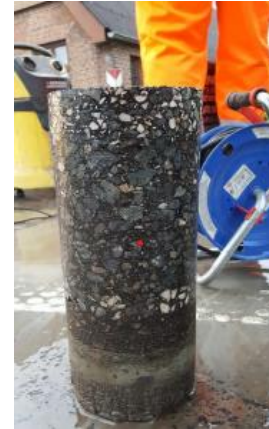


- Onde utilizar
- Revestimiento asfáltico - para qualquer classe de rodovias independente de clima
 - corredores de onibus
 - aeroportos
 - autódromos

Canais



- Onde utilizar
- Novos conceitos como camadas asfáltica intermediaria em rodovias de elevada nível de tráfego



- Para manutenção de superfície como camada delgada, SMA 0/5 e 0/8



- Dosagem

- SUPERPAVE – etapas importantes
- Seleção dos agregados
- Seleção do asfalto
- Preparação das amostras e compactação
- Densidade e Vazios
- Conteúdo ótimo de asfalto
- Susceptibilidade da mistura
- Testes de performance

Trafego



Clima



- Dosagem
 - Seleção dos agregados graúdos (resistência mecânica, forma e resistência ao polimento) e filer, estabilizante e asfalto conforme especificação
 - Método Marshall
 - Ensaio de shelleberg - O teste de drenagem do asfalto de acordo com Schellenberg/von der Weppen - para avaliação da estabilidade e homogeneidade da mistura durante a mistura, armazenamento, transporte e aplicação.
 - Testes de rastreamento de rodas (EN 12697-22) – ensaio Hamburgo
- As normas nacionais também devem ser cumpridas.

- Dosagem



Diabas 8/11



Diabas 5/8



Diabas 2/5



Sand 0/2



Limestone Filler

4 hs em estufa 150°C



- 15 seg
Mistura seca

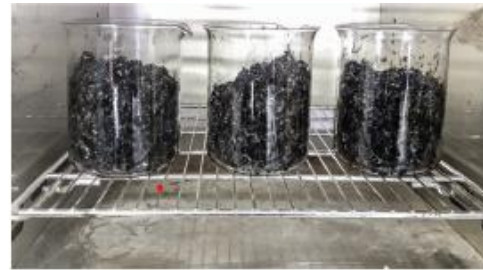
- 105 seg
Mistura

- Dosagem

Becker 170°C



Ensaio de Schellenberg



1 h a 170°C



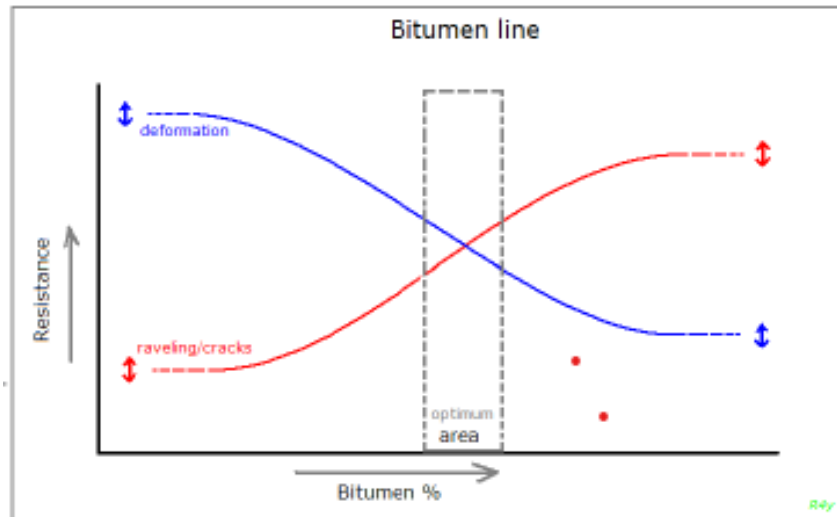
< 0,2%

> 0,3%

> 0,2% e < 0,3%

- Dosagem

As normas nacionais também devem ser cumpridas.



- Dosagem
- Testes de rastreamento de rodas (EN 12697-22) – ensaio Hamburgo



- Especificação

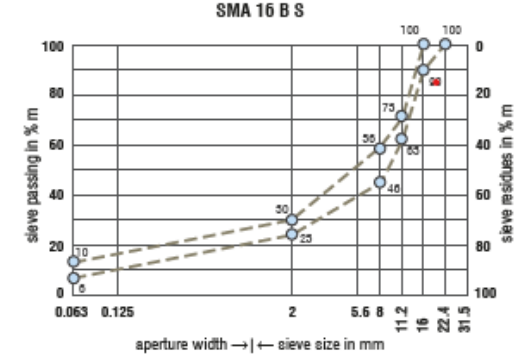
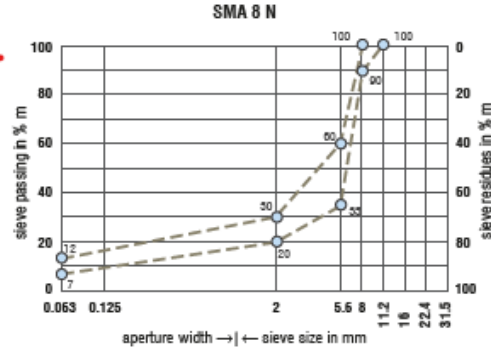
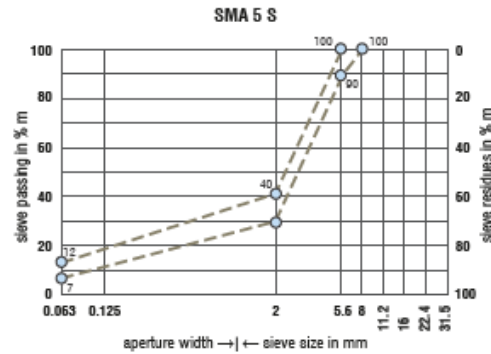
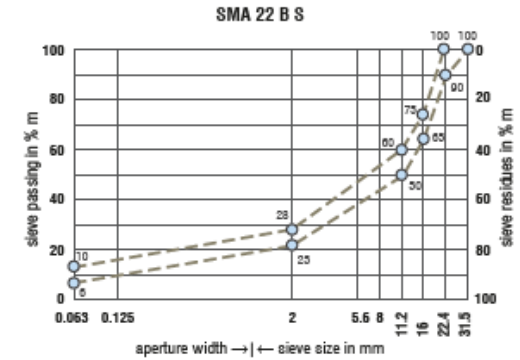
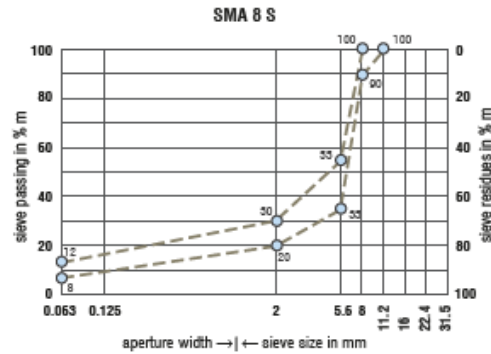
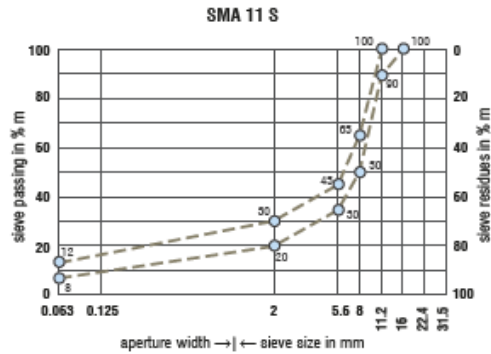
Parameter	Dim.	Wearing course	Test according to
Resistance to Polishing PSV	[1]	≥ 51 ¹⁾	EN 1097-8
Los Angeles abrasion	% m	≤ 20	EN 1097-2, Size: 10-15 mm
Water absorption	% m	≤ 0.5	EN 1097-8
Resistance to freezing and thawing	% m	≤ 1	DIN EN 1367-1
Resistance to freezing	% m	≤ 5	DIN EN 1367-1, Appendix B
Crushed and broken surfaces	% m	$(\geq 90) \geq 100$ ¹⁾	DIN EN 933-5
Content of organics	% m	$\leq 0,5$	DIN EN 1744-11, 14.2
Flakiness index	% m	≤ 20	DIN EN 933-3
Affinity to bitumen ¹⁾	%	≥ 95 % after 6 h ¹⁾ ≥ 90 % after 24 h ¹⁾ ≥ 50 % after 72 h ¹⁾	DIN EN 12697-11

- a) Abrasão Los Angeles ≤ 30 % (DNER – ME 035/98);
- b) % partículas fraturadas ≥ 90 % fragmentos retidos na peneira de 4,8 mm, apresentar, pelo menos, duas faces fragmentadas pela britagem (DNIT 430 – ME);
- c) Índice de forma $> 0,5$ (DNIT 424 – ME ou DNIT 425 – ME);
- d) % de partículas chatas e alongadas ≤ 20 % na relação de 3:1
- e) Durabilidade ou sanidade;
- f) Absorção ≤ 2 % (DNIT 413 – ME);
- g) Adesividade ao ligante asfáltico (DNER-ME 078/94);

- Especificação

Parameter	Dim.	Bitumen					Testing Method
		45/80–50 A	10/40–65 A	25/55–55 A	70–100	50–70	
Penetration (25 °C)	0.1 mm	45-80	10-40	25-55	70-100	50-70	EN 1426
Softening Point R&B	°C	≥ 50	≥ 65	≥ 55	43-51	46-54	EN 1427
Fraas Breaking Point	°C	≤ -15	≤ -5	≤ -10	≤ -1	≤ -8	DIN 12593
Solubility	% m					≥ 99	DN EN 12592
Penetration Index					n.r.	n.r.	DIN EN 12491, A
Kinematic Viscosity 135 °C	mm ² /s				n.r.	n.r.	DIN EN 12595
Dynamic Viscosity 60 °C	Pa·s				n.r.	n.r.	DIN EN 12596
Elastic Recovery	%	≥ 50	≥ 50	≥ 50			DIN 52021-1 ASTM D6084-04
Deformation Energy	J/cm ²	≥ 2 (5 °C)	≥ 2 (10 °C)	≥ 2 (10 °C)	inf.	inf.	DIN EN 13589 DIN EN 13703
Stability (difference between the softening points before and after hot storage)	°C	≤ 5	≤ 5	≤ 5			EN 1427, TL PmB
Flash Point	°C	≥ 230	≥ 235	≥ 235	≥ 230	≥ 230	ASTM D 92
Resistance to Hardening							
Change of Mass	% m	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.8	≤ 0,5	DIN/EN 12607-1
Change of Softening Point	°C	-2 to +8	-2 to +8	-2 to +8	-2 to +9	-2 to +9	DIN EN 12607-1 DIN 1427
Remaining Penetration	%	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 50	DIN EN 12607-1/3 DIN 1426
Remaining Elastic Recovery (25 °)	%	≥ 50	≥ 50	≥ 50			DIN EN 12607-1/3 DIN 52013
Remaining Elastic Recovery (10 °)	%	inf.	inf.	inf.			DIN EN 12607-1/3 DIN 52013
BBR (-16 °C)	MPa	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.	AASHTO TP1
DSR G* (60 °C)	Pa	inf.	inf.	inf.	inf.	inf.	AASHTO TP 5
DSR δ (60 °C)	°	Inf.	inf.	inf.	inf.	inf.	AASHTO TP 5

- Especificação



- Especificação

Parameter	SMA wearing courses according to TL Asphalt-StB 07/13 and ZTV Asphalt-StB 07/13					SMA binder courses ³⁾ (Trial on several highways)	
	SMA 11 S	SMA 8 S	SMA 5 S	SMA 8 N	SMA 5 N	SMA 22 BS	SMA 16 BS
Sieve size [mm]	% m passing	% m passing	% m passing	% m passing	% m passing	% m passing	% m passing
32.5						100	
22.0						90-100	100
16.0	100					65-75	90-100
11.2	90-100	100		100		50-60	63-73
8.0	50-65	90-100	100	90-100	100		46-56
5.6	35-45	35-55	90-100	35-60	90-100		
2.0	20-30	20-30	30-40	20-30	30-40	23-28	25-30
0.063	8-12	8-12	7-12	7-12	7-12	6-10	6-10
Content of 0/2 with Ecs ≥ 35 % [m]	100	100	100	≥ 50	≥ 50	100	
Bitumen	25/55-55 or 50/70	25/55-55 or 50/70	45/80-50 or 25/55-55 or 50/70	50/70 or 70/100 or 45/80-50	50/70 or 70/100	10/40-65A (25/55-55)	10/40-65A (25/55-55)
Binder content [% m]	≥ 6.6	≥ 7.2	≥ 7.4	≥ 7.2	≥ 7.4	≥ 4.8	≥ 5.2
Fibres [% m]	0.3-1.5	0.3-1.5	0.3-1.5	0.3-1.5	0.3-1.5	≥ 0.2	≥ 0.2
Void content, designc [% m]	2.5-3.0	2.5-3.0	2.0-3.0	1.5-3.0	1.5-3.0	3.0-4.0	3.0-4.0
VFB [% vol]	inf	inf	inf	inf	inf		inf
Rutting Depth, proportional [%]	inf	inf					≤ 5.0 (air)
Design Loads, 10 t axle passes	$\geq 3.2 \times 10^6$ (≥ 1.8 to $\leq 3.2 \times 10^6$)	$\geq 3.2 \times 10^6$		($\leq 1.8 \times 10^6$)	($\leq 0.3 \times 10^6$)	$\geq 1.8 \times 10^6$	$\geq 1.8 \times 10^6$

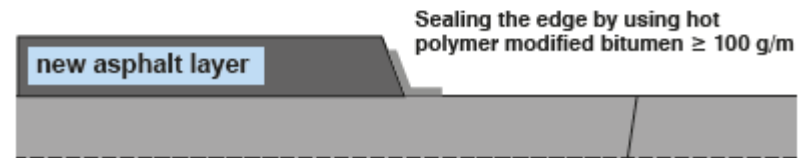
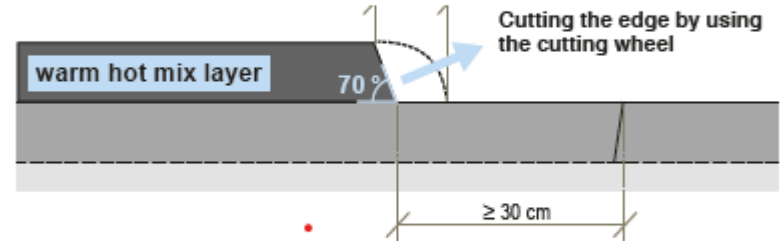
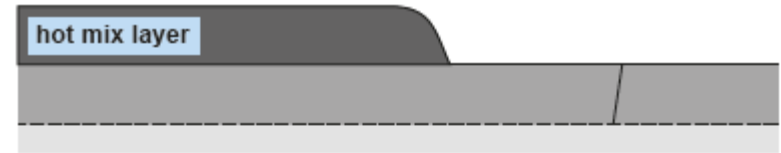
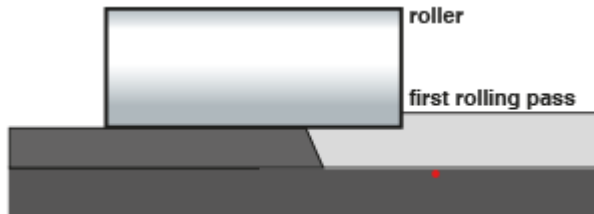
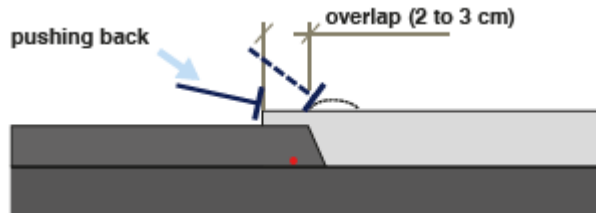
- Especificação

Parameter	SMA wearing courses						Parameter	SMA 22 BS	SMA 16 BS				
	SMA 11 S		SMA 8 S		SMA 5 S	SMA 8 N		SMA 5 N	Sieve size (mm)	% m passing	% m passing		
Sieve size (mm)	% m passing		% m passing		% m passing	% m passing		% m passing	32.5	±8.0 ⁴⁾	±8.0 ⁴⁾		
16.0	±8.0 ^{4)a}	±8.0 ^{4)a}	±8.0 ^{4)a}	±8.0 ^{4)a}	±8.0 ^{4)a}	±8.0 ^{4)a}	±8.0 ^{4)a}	±8.0 ^{4)a}	22.0				
11.2									16.0			11.2	8.0
8.0													
5.6													
2.0													
0.063													
Binder content [% m]	±0.4 ^{4)c}		±0.4 ^{4)c}		±0.4 ^{4)c}	±0.4 ^{4)c}		±0.4 ^{4)c}	Binder content [% m]	±0.4 ⁴⁾	±0.4 ⁴⁾		
Void Content, Marshall [% vol]	1.5-4.0		1.5-4.0		1.0-4.0	0.5-4.0		0.5-4.0	Void Content, Marshall [% vol]	2.0-5.0	2.0-5.0		
VFB [% vol]	n.r.		n.r.		n.r.	n.r.		n.r.	VFB [% vol]	n.r.	n.r.		
Degree of Compaction [%]	≥ 98		≥ 98		(≥ 98)	≥ 98		≥ 98	Degree of Compaction [%]	≥ 98	≥ 98		
Void Content in situ [% vol]	≤ 5.0		≤ 5.0		(≤ 5.0)	≤ 5.0		≤ 5.0	Void Content in situ [% vol]	1.5-5.5	1.5-5.5		

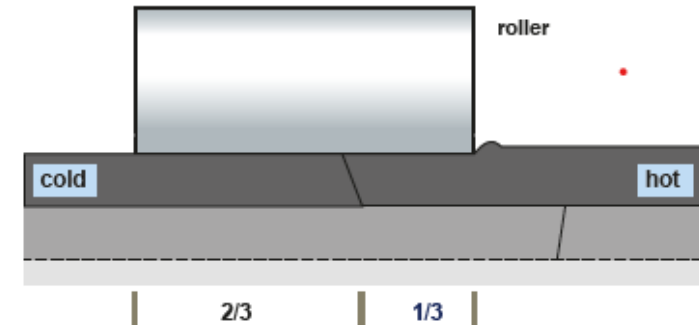
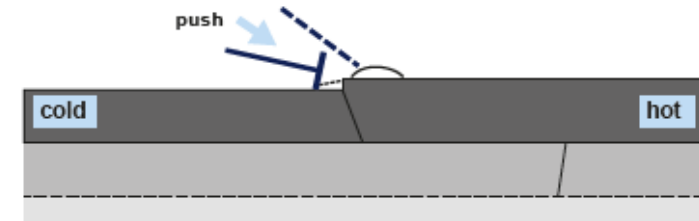
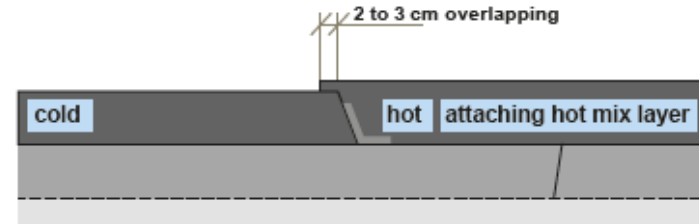
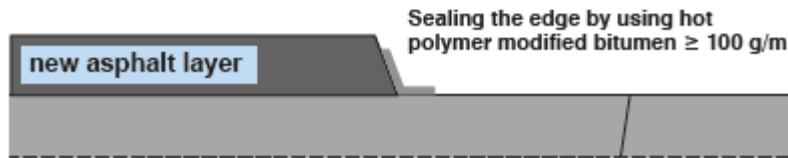
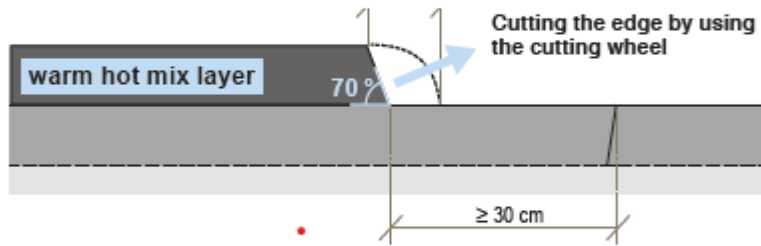
- Usinagem e espalhamento



- Compactação



- Compactação



- Compactação



- Superfície

homogênea



heterogênea



Conclusão

SMA – Revestimento asfáltico de alto desempenho

Aplicação em qualquer classe de rodovia e locais de intensa solicitação

Resistente a deformação

Estrutura pétreia, asfalto adequado e fibra propicia maior vida útil

Redução de ruído, segurança e conforto

Fácil aplicação



Gracias por su atención

Osvaldo.Tuchumantel@betunel.com.br