



DNIT 031/2024-ES: O que muda na execução do CAUQ?

Elci Pessoa Jr.

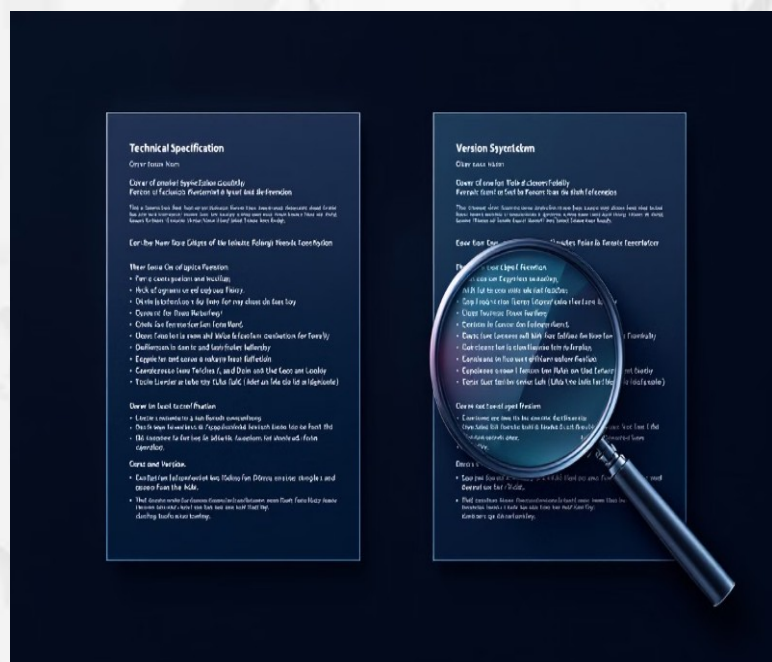


TRIBUNAL DE CONTAS
ESTADO DO AMAZONAS

Comparativo entre DNIT 031/2006-ES e DNIT 031/2024

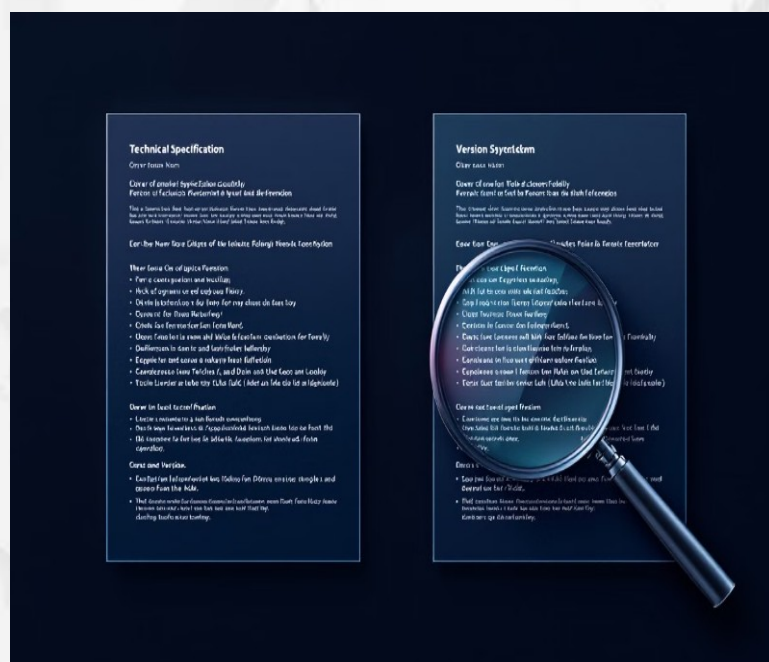
PRINCIPAIS Mudanças:

1. Especificações mais detalhadas quanto às usinas
2. Criação de nova faixa granulométrica para as misturas
3. Nova relação espessura da camada x diâmetro do agregado



Comparativo entre DNIT 031/2006-ES e DNIT 031/2024

PRINCIPAIS Mudanças:

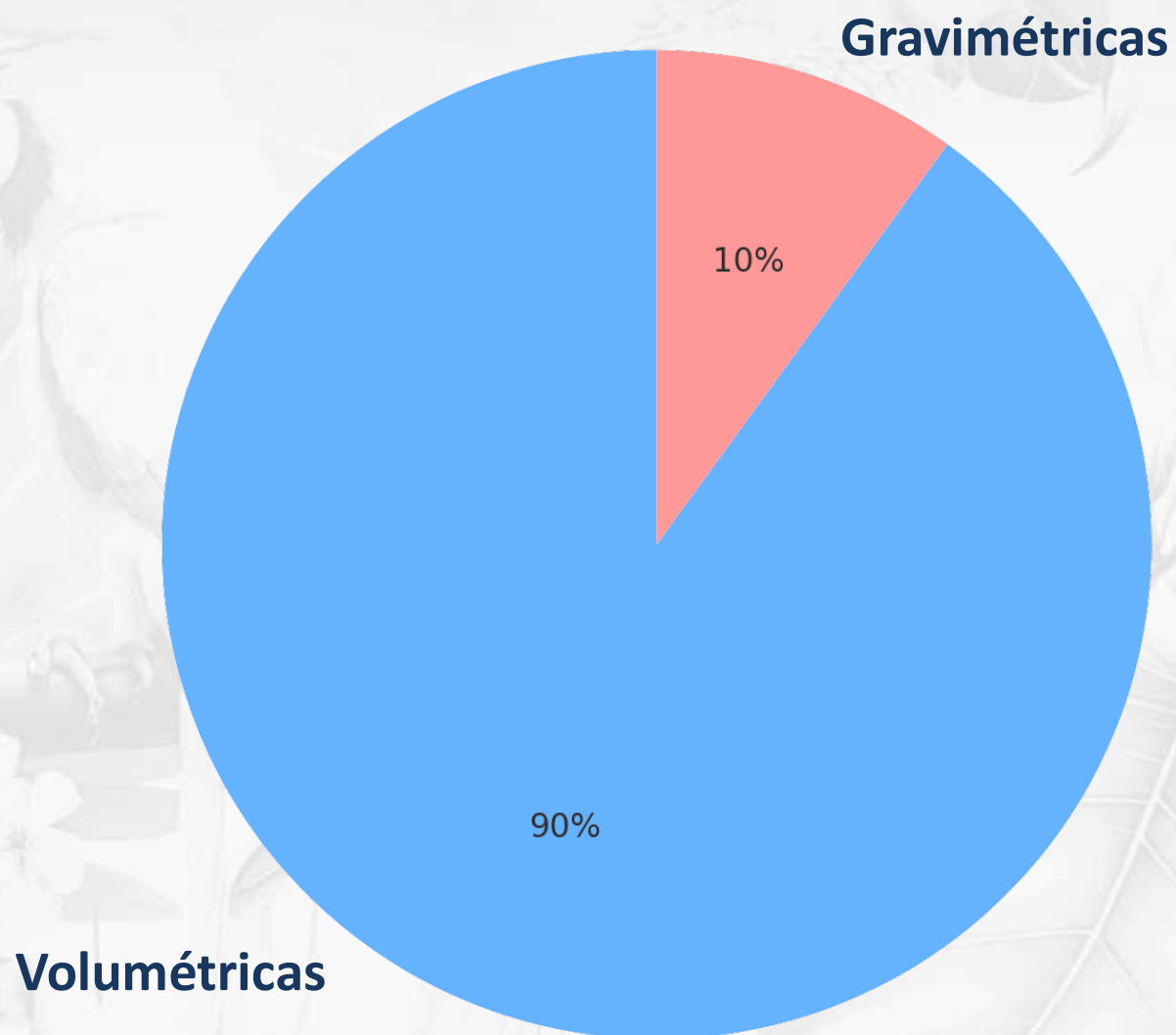


4. Ajustes no Controle Tecnológico, dentre os quais:
 1. Relação betume/vazios passou de 75-82% para 65-75%
 2. Introdução da relação filler/asfalto entre 0,6 e 1,6
 3. Inclusão do ensaio de dano por umidade com razão $\geq 0,70$
4. Nova especificação do VAM mínimo por faixa granulométrica
5. Inclusão do ensaio de Módulo de resiliência
6. Introdução do critério de deformação permanente (Flow Number)
7. Inclusão do ensaio de fadiga por compressão diametral
8. Menções a ensaios inerentes a dosagem Superpave
9. Inclusão de testes de umidade da massa asfáltica



Usinas de Concreto Asfáltico





Fonte: Blog Asfalto de Qualidade, 2012.



Podemos utilizar
as volumétricas, mas
precisamos agora
inspecioná-las quanto
a requisitos
mínimos...

PARA O PLANO DE DESENVOLVIMENTO "SUSTENTÁVEL E INTEGRADO"



Componentes Essenciais da Usina:

1 Tambor Secador

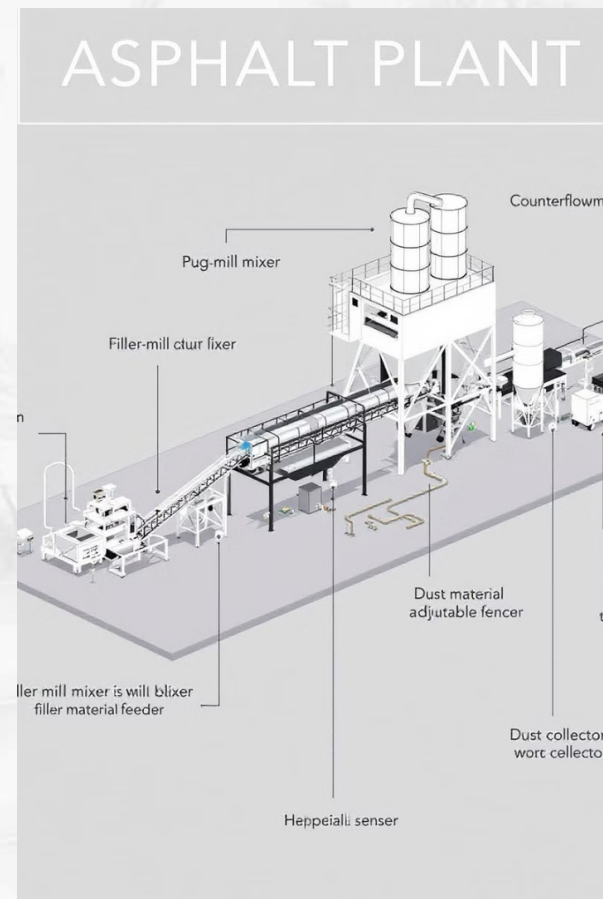
Tipo contrafluxo de duas zonas, com descarga direta no misturador.

2 Misturador

Externo, tipo pug-mill, com eixos conjugados e palhetas ajustáveis.

3 Sistemas Auxiliares

Alimentador de material de enchimento, filtro coletor de pó - adicionar aos agregados na zona de mistura seca do misturador -, termômetros (precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$) na linha de CAP e mistura final, e pirômetro (precisão de $\pm 5^{\circ}\text{C}$) no misturador.



Armazenamento e Pesagem de Materiais

Silos de Agregados

Equipados com pesagem dinâmica e cobertura para controle de umidade

Homogeneidade

Evitar mistura de agregados de granulometrias diferentes durante o carregamento

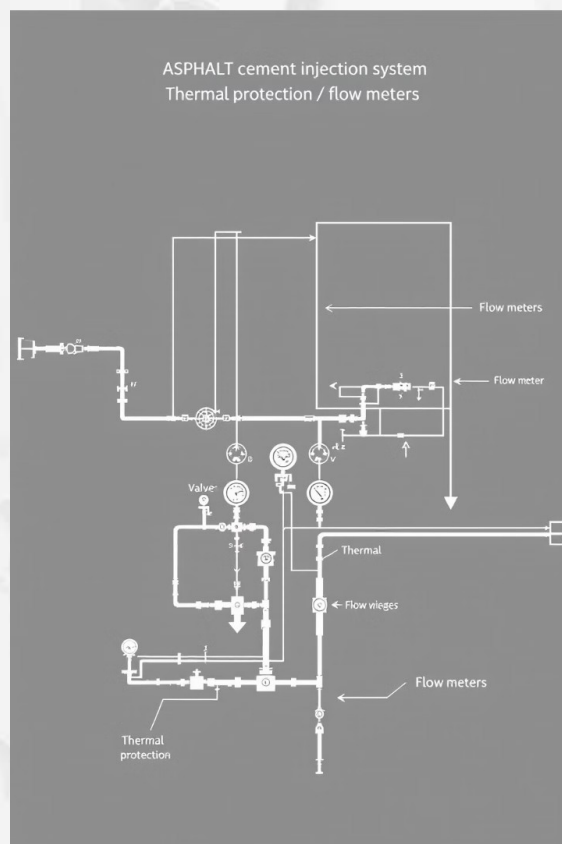
Tanque de CAP

Preferencialmente vertical, próximo ao misturador

Precisão de Pesagem

0,5% a 1,0% para agregados, material de enchimento e CAP

Sistema de Injeção e Mistura de CAP



1

Injeção de CAP

Bomba próxima à saída de injeção, máximo 2 metros do misturador

2

Proteção Térmica

Tubulação com proteção térmica e sistema de retorno para limpeza

3

Controle de Adição

Velocidade da bomba controlada e medidor de vazão mássico

4

Compensação de Densidades

Sistema para ajustar velocidades e garantir teor de CAP e composição granulométrica corretos



Nova Faixa Granulom. p/ Misturas

Peneira de malha quadrada		% passante, em massa				
		Faixas				
ASTM	Abertura (mm)	A-25	B-19	C-12,5	D-9,5	Tolerância (%)
1 ½"	38,1	100	-	-	-	-
1"	25,4	90 -100	100	-	-	±7
¾"	19,1	75 - 89	90 - 100	100	-	±7
½"	12,7	58 - 78	70 - 89	90 -100	100	±7
⅜"	9,5	48 - 71	55 - 82	73 - 89	90 - 100	±7
¼"	6,3	35 - 61	42 - 70	53 - 78	65 - 89	±7
Nº 4	4,8	29 - 55	35 - 63	44 - 72	53 - 83	±5
Nº 8	2,36	19 - 45	23 - 49	28 - 58	32 - 67	±5
Nº 16	1,18	13 - 36	16 - 37	17 - 45	20 - 52	±5
Nº 30	0,60	9 - 28	10 - 28	11 - 35	13 - 40	±5
Nº 50	0,30	5 - 21	6 – 20	6 - 25	8 - 29	±4
Nº 100	0,150	2 - 14	4 – 13	3 - 17	4 - 19	±3
Nº 200	0,075	1 - 7	2 - 8	2 - 10	2 - 10	±2

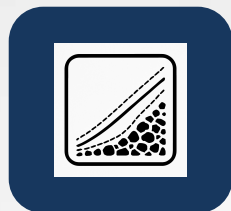
Para todas as faixas, a fração retida entre duas peneiras consecutivas não deve ser inferior a 4 % do total, exceto entre as duas peneiras de maior malha de cada faixa.

DNIT 031/2006-ES

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série	Abertura	A	B	C	Tolerâncias
ASTM	(mm)				
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%

DNIT 031/2024-ES

Peneira de malha quadrada		% passante, em massa				Tolerância (%)
ASTM	Abertura (mm)	Faixas				
		A-25	B-19	C-12,5	D-9,5	
1 ½"	38,1	100	-	-	-	-
1"	25,4	90 -100	100	-	-	±7
¾"	19,1	75 - 89	90 - 100	100	-	±7
½"	12,7	58 - 78	70 - 89	90 -100	100	±7
⅜"	9,5	48 - 71	55 - 82	73 - 89	90 - 100	±7
¼"	6,3	35 - 61	42 - 70	53 - 78	65 - 89	±7
Nº 4	4,8	29 - 55	35 - 63	44 - 72	53 - 83	±5
Nº 8	2,36	19 - 45	23 - 49	28 - 58	32 - 67	±5
Nº 16	1,18	13 - 36	16 - 37	17 - 45	20 - 52	±5
Nº 30	0,60	9 - 28	10 - 28	11 - 35	13 - 40	±5
Nº 50	0,30	5 - 21	6 - 20	6 - 25	8 - 29	±4
Nº 100	0,150	2 - 14	4 - 13	3 - 17	4 - 19	±3
Nº 200	0,075	1 - 7	2 - 8	2 - 10	2 - 10	±2



Esp. da cam. x Diâm. do agregado



Espessura da Camada

O Engenheiro fiscal deve cuidar para que a espessura da camada seja superior a, no mínimo, 2,5 vezes o TNM da faixa granulométrica selecionada.



TNM

TNM é o tamanho de abertura de malha da peneira imediatamente acima da primeira peneira da série padronizada que retém mais de 10 % das partículas da amostra do agregado (% retida acumulada).

DNIT 031/2006-ES

Peneira de malha quadrada		% em massa, passando			
Série ASTM	Abertura (mm)	A	B	C	Tolerâncias
2"	50,8	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	95 - 100	100	-	± 7%
1"	25,4	75 - 100	95 - 100	-	± 7%
3/4"	19,1	60 - 90	80 - 100	100	± 7%
1/2"	12,7	-	-	80 - 100	± 7%
3/8"	9,5	35 - 65	45 - 80	70 - 90	± 7%
Nº 4	4,8	25 - 50	28 - 60	44 - 72	± 5%
Nº 10	2,0	20 - 40	20 - 45	22 - 50	± 5%
Nº 40	0,42	10 - 30	10 - 32	8 - 26	± 5%
Nº 80	0,18	5 - 20	8 - 20	4 - 16	± 3%
Nº 200	0,075	1 - 8	3 - 8	2 - 10	± 2%

~~Diâmetro Máximo x 1,5~~ → 29mm

Espessuras mínimas:

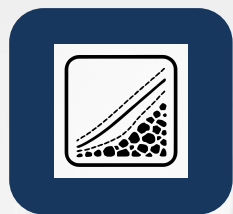
Peneira de malha quadrada		% passante, em massa			
		Faixas			
ASTM	Abertura (mm)	A-25	B-19	C-12,5	D-9,5
1 1/2"	38,1	100	-	-	-
1"	25,4	90 - 100	100	-	-
3/4"	19,1	75 - 89	90 - 100	100	-
1/2"	12,7	58 - 78	70 - 89	90 - 100	100
3/8"	9,5	48 - 71	55 - 82	73 - 89	90 - 100
1/4"	6,3	35 - 61	42 - 70	53 - 78	65 - 89
Nº 4	4,8	29 - 55	35 - 63	44 - 72	53 - 83
Nº 8	2,36	19 - 45	23 - 49	28 - 58	32 - 67
Nº 16	1,18	13 - 36	16 - 37	17 - 45	20 - 52
Nº 30	0,60	9 - 28	10 - 28	11 - 35	13 - 40
Nº 50	0,30	5 - 21	6 - 20	6 - 25	8 - 29
Nº 100	0,150	2 - 14	4 - 13	3 - 17	4 - 19
Nº 200	0,075	1 - 7	2 - 8	2 - 10	2 - 10

64mm

48mm

32mm

24mm



Ajustes no Controle Tecnológico



Tabela 4 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico

Parâmetros	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT 449 – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT 449 – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT 449 – PRO	Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A)	DNIT 449 – PRO	0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNIT 446 – ME	≥ 500
CDI	DNIT 426 – IE	Conforme definido em projeto
TDI		
Módulo de resiliência	DNIT 135 – ME	
Parâmetros de fadiga	DNIT 183 – ME	
Flow Number (FN)	DNIT 184 – ME	

Características	Método de ensaio	Camada de Rolamento	Camada de Ligação (Binder)
Porcentagem de vazios, %	DNER-ME 043	3 a 5	4 a 6
Relação betume/vazios	DNER-ME 043	75 – 82	65 – 72
Estabilidade, mínima, (Kgf) (75 golpes)	DNER-ME 043	500	500
Resistência à Tração por Compressão Diametral estática a 25°C, mínima, MPa	DNER-ME 138	0,65	0,65

Design ESAL (Million)	Gyratory Compaction Level (Percent Theoretical Maximum Specific Gravity, G_{mm}) AASHTO T 312			Minimum Voids in the Mineral Aggregate (VMA), percent ⁽¹⁾⁽⁴⁾					Voids Filled with Asphalt (VFA), percent	Dust-to-Binder Ratio ⁽³⁾	Minimum Tensile Strength Ratio (TSR) AASHTO T 283
				Nominal Maximum Size Aggregate ⁽²⁾							
	N _{initial}	N _{design}	N _{max}	1 inch	¾ inch	½ inch	¾ inch	No. 4 sieve			
< 0.3	6 (≤91.5%)	50 (96.0%)	75 (≤98.0%)						70.0 to 80.0		
0.3 to < 3	7 (≤90.5%)	75 (96.0%)	115 (≤98.0%)	12.0	13.0	14.0	15.0	—	65.0 to 78.0	0.8 to 1.6	0.80
3 to 30	8 (≤89.0%)	100 (96.0%)	160 (≤98.0%)						65.0 to 78.0		
—	6 (≤91.5%)	50 (96.0%)	75 (≤98.0%)	—	—	—	—	16.0	76.0 to 80.0	0.6 to 2.0	

(1) If mineral filler or hydrated lime is used, include in the calculation for compliance with the VMA.

(2) The NMSA is one size greater than the first sieve to retain more than 10 percent of the combined aggregate.

(3) Dust-to-binder ratio is the total percent of material passing the No. 200 sieve divided by the effective asphalt content. Dust includes lime, bag house fines, and other mineral matter.

(4) Provide historical reference of satisfactory construction of mixtures submitted with VMA exceeding the minimum value by more than 3 percent, for approval.

FHWA, Federal Highway Administration, FP-24

Tabela 4 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico

Parâmetros	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT 449 – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT 449 – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT 449 – PRO	Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A)	DNIT 449 – PRO	0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNIT 446 – ME	≥ 500
CDI	DNIT 426 – IE	Conforme definido em projeto
TDI		
Módulo de resiliência	DNIT 135 – ME	
Parâmetros de fadiga	DNIT 183 – ME	
Flow Number (FN)	DNIT 184 – ME	

~~| VAM – Vazios do Agregado Mineral | | |
|------------------------------------|------|--------------|
| Tamanho Nominal Máximo do agregado | | VAM Mínimo % |
| # | m m | |
| 1 1/2" | 38,1 | 13 |
| 1" | 25,4 | 14 |
| 3/4" | 19,1 | 15 |
| 1/2" | 12,7 | 16 |
| 3/8" | 9,5 | 18 |~~

Tabela 5 – Requisitos para Vazios do Agregado Mineral - VAM

VAM mínimo				
TNM		Volume de vazios (%) ¹		
ASTM	mm	3,0	4,0	5,0
1"	25,0	11	12	13
3/4"	19,0	12	13	14
1/2"	12,5	13	14	15
3/8"	9,5	14	15	16

¹Para percentuais de vazios não inteiros, entre 3,0 % e 5,0 %, os valores de VAM devem ser interpolados.

Tabela 4 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico

Parâmetros	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT 449 – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT 449 – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT 449 – PRO	Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A)	DNIT 449 – PRO	0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNIT 446 – ME	≥ 500
CDI	DNIT 426 – IE	Conforme definido em projeto
TDI		
Módulo de resiliência	DNIT 135 – ME	
Parâmetros de fadiga	DNIT 183 – ME	
Flow Number (FN)	DNIT 184 – ME	

**Table 401-1
Gyratory Asphalt Concrete Mix Design Requirements, AASHTO R 35**

Gyratory Asphalt Concrete Mix Design Requirements, AASHTO R 35											
Design ESAL (Million)	Gyratory Compaction Level (Percent Theoretical Maximum Specific Gravity, G _{mm}) AASHTO T 312			Minimum Voids in the Mineral Aggregate (VMA), percent ⁽¹⁾⁽⁴⁾					Voids Filled with Asphalt (VFA), percent	Dust-to-Binder Ratio ⁽³⁾	Minimum Tensile Strength Ratio (TSR) AASHTO T 283
				Nominal Maximum Size Aggregate ⁽²⁾							
	N _{initial}	N _{design}	N _{max}	1 inch	¾ inch	½ inch	¾ inch	No. 4 sieve			
< 0.3	6 (≤91.5%)	50 (96.0%)	75 (≤98.0%)	12.0	13.0	14.0	15.0	—	70.0 to 80.0		
0.3 to < 3	7 (≤90.5%)	75 (96.0%)	115 (≤98.0%)						65.0 to 78.0		
3 to 30	8 (≤89.0%)	100 (96.0%)	160 (≤98.0%)						65.0 to 78.0		
—	6 (≤91.5%)	50 (96.0%)	75 (≤98.0%)	—	—	—	—	16.0	76.0 to 80.0	0.6 to 2.0	

(1) If mineral filler or hydrated lime is used, include in the calculation for compliance with the VMA.

(2) The NMSA is one size greater than the first sieve to retain more than 10 percent of the combined aggregate.

(3) Dust-to-binder ratio is the total percent of material passing the No. 200 sieve divided by the effective asphalt content. Dust includes lime, bag house fines, and other mineral matter.

(4) Provide historical reference of satisfactory construction of mixtures submitted with VMA exceeding the minimum value by more than 3 percent, for approval.

FHWA, Federal Highway Administration, FP-24

1. Relação F/A abaixo do mín. (< 0,6)

Impactos Negativos:

- ✓ **Baixa coesão:** O filler desempenha um papel importante no preenchimento dos vazios da mistura e na interação com o ligante. Quantidades menores podem reduzir a coesão da mistura, diminuindo a resistência à deformação e à tração.
- ✓ **Exsudação:** A falta de filler pode deixar excesso de asfalto na superfície, especialmente em altas temperaturas, o que reduz a aderência e pode comprometer a segurança do tráfego.
- ✓ **Redução na estabilidade:** Misturas com pouca rigidez podem sofrer deformações permanentes (afundamentos) sob cargas de tráfego elevado.
- ✓ **Aumento da suscetibilidade à umidade:** Com menos filler, o ligante pode não estar adequadamente aderido aos agregados, facilitando a desagregação e problemas de “stripping” (perda de adesão devido à presença de água).
- ✓ **Trabalhabilidade excessiva:** A mistura pode ficar demasiadamente fluida, dificultando a compactação e o controle de espessura durante a aplicação.

2. Relação F/A acima do máximo (> 1,6)

Impactos Negativos:

- ✓ **Mistura muito rígida:** O excesso de filler pode deixar mais seca e aumentar demais a rigidez da mistura, dificultando sua trabalhabilidade durante o espalhamento e compactação e comprometendo a qualidade da superfície da pista.
- ✓ **Fragilidade térmica:** Misturas com excesso de filler tendem a ser menos resistentes a fissuras térmicas em regiões de baixas temperaturas, devido à menor flexibilidade.
- ✓ **Rachaduras por fadiga:** O aumento da rigidez pode comprometer a resistência à fadiga, resultando em trincas precoces no pavimento.
- ✓ **Má compactação:** O excesso de filler pode dificultar a compactação, deixando vazios excessivos, o que reduz a vida útil da mistura devido à infiltração de água e ar.
- ✓ **Segregação do filler:** Durante a produção e transporte, o excesso de filler pode segregar, formando áreas não homogêneas na mistura.

Tabela 4 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico

Parâmetros	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT 449 – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT 449 – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT 449 – PRO	Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A)	DNIT 449 – PRO	0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNIT 446 – ME	≥ 500
CDI	DNIT 426 – IE	Conforme definido em projeto
TDI		
Módulo de resiliência		
Parâmetros de fadiga		
Flow Number (FN)		

**Table 401-1
Gyratory Asphalt Concrete Mix Design Requirements, AASHTO R 35**

Gyratory Asphalt Concrete Mix Design Requirements, AASHTO R 35											
Design ESAL (Million)	Gyratory Compaction Level (Percent Theoretical Maximum Specific Gravity, G_{mm}) AASHTO T 312			Minimum Voids in the Mineral Aggregate (VMA), percent ⁽¹⁾⁽⁴⁾					Voids Filled with Asphalt (VFA), percent	Dust-to-Binder Ratio ⁽³⁾	Minimum Tensile Strength Ratio (TSR) AASHTO T 283
				Nominal Maximum Size Aggregate ⁽²⁾							
	N _{initial}	N _{design}	N _{max}	1 inch	¾ inch	½ inch	¾ inch	No. 4 sieve			
< 0.3	6 (≤91.5%)	50 (96.0%)	75 (≤98.0%)	12.0	13.0	14.0	15.0	—	70.0 to 80.0	0.8 to 1.6	
0.3 to < 3	7 (≤90.5%)	75 (96.0%)	115 (≤98.0%)						65.0 to 78.0		
3 to 30	8 (≤89.0%)	100 (96.0%)	160 (≤98.0%)						65.0 to 78.0		
—	6 (≤91.5%)	50 (96.0%)	75 (≤98.0%)	—	—	—	—	16.0	76.0 to 80.0	0.6 to 2.0	

(1) If mineral filler or hydrated lime is used, include in the calculation for compliance with the VMA.

(2) The NMSA is one size greater than the first sieve to retain more than 10 percent of the combined aggregate.

(3) Dust-to-binder ratio is the total percent of material passing the No. 200 sieve divided by the effective asphalt content. Dust includes lime, bag house fines, and other mineral matter.

(4) Provide historical reference of satisfactory construction of mixtures submitted with VMA exceeding the minimum value by more than 3 percent, for approval.

FHWA, Federal Highway Administration, FP-24

O limite **RRT $\geq 0,70$** indica que, após a ação da água, a mistura deve manter pelo menos 70% da resistência original à tração.

Consequências Negativas de valores menores:

1. Perda de Coesão

- A presença de água enfraquece as forças de adesão entre o ligante e os agregados, levando a estrutura à **desagregação** e reduzindo sua capacidade de suportar cargas de tráfego sem se deformar ou falhar.

2. Trincamento Prematuro

- A redução da resistência à tração torna a mistura mais suscetível ao surgimento de trincas, especialmente em condições de tráfego intenso.

3. Durabilidade Reduzida

- Com uma resistência à retenção de tração no limite inferior, o pavimento se torna mais suscetível também a variações de temperatura (amplitudes térmicas).

4. Afundamentos Localizados

- Pode até ocorrer deformações plásticas ou desagregações, que resultam em afundamentos localizados, o que impacta o conforto e a segurança dos usuários.

5. Custo de Manutenção Elevado

- Pavimentos com RRT insuficiente requerem manutenção mais frequente devido à ocorrência de patologias precoces, como trincas e buracos.

Tabela 4 – Requisitos para projeto de concreto asfáltico

Parâmetros	Norma	Valor
Volume de vazios (%)	DNIT 449 – PRO	3 a 5
Relação betume vazios (%)	DNIT 449 – PRO	65 a 75
Vazios do agregado mineral (%)	DNIT 449 – PRO	Tabela 5
Proporção filler/asfalto (F/A)	DNIT 449 – PRO	0,6 a 1,6
Resistência à tração (MPa)	DNIT 136 – ME	≥ 0,65
Dano por umidade induzida (razão)	DNIT 180 – ME	≥ 0,70
Estabilidade Marshall (kgf) (75 golpes)	DNIT 446 – ME	≥ 500
CDI	DNIT 426 – IE	Conforme definido em projeto
TDI		
Módulo de resiliência		
Parâmetros de fadiga		
Flow Number (FN)		

Espessura da camada

Tolerância: $\pm 5\%$

Frequência: a cada 100m.



Grau de Compactação

Tolerância: entre 97% a 100%

Frequência: a cada 100m.

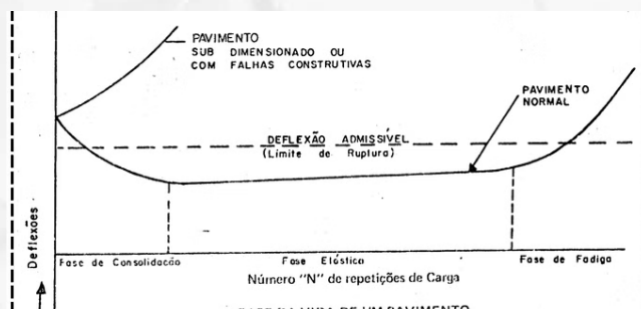


Deflexão

Com viga Benkelman (DNIT 133-ME) ou FWD (DNER-PRO 273/96)

Tolerância: Conforme projeto

Frequência: D₀ a cada 20m por faixa alternada; e R a cada 100m por faixa alternada.



Acabamento da superfície

Com uma régua de 3,00m

Tolerância: $\leq 0,5\text{cm}$

Frequência: a cada 200m.



Acabamento longitudinal

Com perfilômetro

Tolerâncias: para Pavimentos Novos, IRI $\leq 2,0\text{m/m}$; para obras de Restauração, IRI $\leq 2,4\text{m/m}$

Frequência: a cada 200m.



www.dynatestlatam.com/pt/iri_rsp_mk_guia-2/

Macrotextura

Mancha de areia (ABNT NBR 16504)

Tolerância: conforme veloc. diretriz

Frequência: a cada 300m.

Tabela D2 – Classes de macrotextura pelo método da Mancha de Areia

Classes de macrotextura	Altura da Mancha de Areia – HS (mm)	Velocidade diretriz (km/h)
1 – Muito fina	$HS < 0,20$	Não deve ser utilizado
2 – Fina	$0,20 \leq HS < 0,40$	Velocidade < 60
3 – Medianamente fina	$0,40 \leq HS < 0,60$	$60 \leq \text{Velocidade} < 80$
4 – Média	$0,60 \leq HS < 0,80$	$80 \leq \text{Velocidade} < 100$
5 – Medianamente grossa	$0,80 \leq HS < 1,00$	$100 \leq \text{Velocidade} < 120$
6 – Grossa	$1,00 \leq HS < 1,20$	Velocidade ≥ 120
7 – Muito grossa	$HS \geq 1,20$	Aplicação em casos especiais

Fonte: Adaptado de Pasquet (1968) e APS (2006)



Macrotextura

Mancha de areia (ABNT NBR 16504)

Tolerância: conforme veloc. diretriz

Frequência: a cada 300m.



Microtextura

Pêndulo britânico (ABNT NBR 16780)

Tolerâncias: $VDR \geq 47$

Frequência: a cada 300m.



Contatos:

ELCI PESSOA JR.

(11) 91022-1972

elci@newroads.com.br

 [@elci_pessoa_junior](https://www.instagram.com/elci_pessoa_junior)

 [Elci Pessoa Junior](https://www.linkedin.com/in/ElciPessoaJunior)

**Ou salve os dados
diretamente no
seu celular:**

