

Ligante Asfáltico por Grau de Desempenho (PG)

PG 46 • PG 52 • PG 58 • PG 64 • PG 70 • PG 76 • PG 82

Conforme AASHTO M 320 / ASTM D6373 — Especificação normalizada para ligante asfáltico classificado por desempenho

1. Descrição

O sistema de classificação por grau de desempenho (PG) define o ligante asfáltico a partir da faixa de temperaturas do pavimento em que ele deve se comportar adequadamente, e não a partir de uma propriedade empírica de consistência. A designação PG XX-YY indica a temperatura máxima de projeto do pavimento (XX, em °C) e a temperatura mínima de projeto (YY, em °C). Um PG 64-22 é formulado para desempenhar-se entre -22 °C e 64 °C de temperatura do pavimento.

Os ensaios que fundamentam a classificação — reômetro de cisalhamento dinâmico (DSR), reômetro de viga à flexão (BBR) e tração direta (DT) — são realizados sobre o ligante original, sobre o resíduo da estufa rotativa de película delgada (RTFO, envelhecimento de curto prazo) e sobre o resíduo do vaso de envelhecimento sob pressão (PAV, envelhecimento de longo prazo), de modo que a especificação cobre o comportamento do ligante durante toda a vida do pavimento.

2. Aplicações

- Misturas asfálticas a quente de alto desempenho e camadas estruturais de pavimento.
- Corredores com altos índices de tráfego pesado e climas de ampla oscilação térmica.
- Pavimentos aeroportuários sujeitos à normativa FAA (AC 150/5370-10, Item P-401).
- Projetos que exigem especificação por desempenho em vez de classificação empírica.

3. Especificações

Graus normalizados na Tabela 1 da AASHTO M 320

Grau de alta temperatura	Graus de baixa temperatura disponíveis
PG 46	-34 • -40 • -46
PG 52	-10 • -16 • -22 • -28 • -34 • -40 • -46
PG 58	-16 • -22 • -28 • -34 • -40
PG 64	-10 • -16 • -22 • -28 • -34 • -40
PG 70	-10 • -16 • -22 • -28 • -34 • -40
PG 76	-10 • -16 • -22 • -28 • -34
PG 82	-10 • -16 • -22 • -28 • -34

A matriz de graus não é completa: o PG 46 não é especificado acima de -34 e os PG 76 e PG 82 não são especificados abaixo de -34. Somente o PG 52 cobre toda a faixa de -10 a -46.

Requisitos da especificação

Propriedade	Método	Requisito	Temperatura de ensaio
Ligante original (não envelhecido)			
Ponto de fulgor, vaso aberto Cleveland (°C), mín.	T 48	230 °C	—
Viscosidade rotacional a 135 °C (Pa·s), máx.	T 316	3,0 Pa·s	135 °C
DSR — G*/sen δ sobre ligante original (kPa), mín.	T 315	1,00 kPa	Temperatura alta do grau (10 rad/s)
Resíduo da estufa rotativa de película delgada (RTFO) — AASHTO T 240			
Variação de massa após RTFO (%), máx. (valor absoluto)	T 240	1,00 %	163 °C
DSR — G*/sen δ sobre resíduo RTFO (kPa), mín.	T 315	2,20 kPa	Temperatura alta do grau (10 rad/s)
Resíduo RTFO + envelhecimento sob pressão (PAV) — AASHTO R 28			
DSR — G*/sen δ sobre resíduo RTFO + PAV (kPa), máx.	T 315	5.000 kPa	Temperatura intermediária do grau
BBR — rigidez de fluência S a 60 s (MPa), máx.	T 313	300 MPa	Temperatura baixa do grau + 10 °C
BBR — valor m a 60 s, mín.	T 313	0,300	Temperatura baixa do grau + 10 °C

Propriedade	Método	Requisito	Temperatura de ensaio
Tração direta — deformação de ruptura (%), mín.	T 314	1,0 %	Temperatura baixa do grau + 10 °C (1,0 mm/min)

Advertência técnica — temperatura de ensaio do BBR e da tração direta: os ensaios a baixa temperatura NÃO são realizados à temperatura nominal do grau, mas a essa temperatura mais 10 °C. Um PG 64-22 é ensaiado no BBR a -12 °C, e não a -22 °C. Este é o erro de transcrição mais frequente nas fichas técnicas do setor.

Temperaturas de ensaio para os graus de maior demanda

Grau	DSR original e RTFO (°C)	DSR sobre PAV — intermediária (°C)	BBR e tração direta (°C)	Temp. PAV (°C)
PG 52-34	52	13	-24	90
PG 58-22	58	22	-12	100
PG 58-28	58	19	-18	100
PG 64-22	64	25	-12	100
PG 64-28	64	22	-18	100
PG 70-22	70	28	-12	100
PG 70-28	70	25	-18	100
PG 76-22	76	31	-12	100
PG 82-22	82	34	-12	100

A temperatura intermediária é calculada como $(T_{alta} + T_{baixa})/2 + 4$ °C. A temperatura de envelhecimento no PAV é de 90 °C para PG 46 e PG 52, e de 100 °C para PG 58 e superiores; em climas desérticos pode ser especificado 110 °C para PG 70 e superiores. Se a rigidez de fluência for inferior a 300 MPa, o ensaio de tração direta não é exigido; se estiver entre 300 e 600 MPa, a deformação de ruptura em tração direta pode substituir o requisito de rigidez, mas o valor m deve ser atendido em ambos os casos. O limite de viscosidade rotacional é um critério de bombeabilidade e pode ser dispensado se o fornecedor garantir que o ligante pode ser bombeado e misturado a temperaturas convencionais.

4. Armazenamento e transporte

O armazenamento a granel deve ser feito em tanques limpos para evitar a contaminação do produto. O tanque deve dispor de sistema de aquecimento distribuído ao longo de seu comprimento e de sistema de agitação e/ou recirculação que garanta a homogeneidade térmica do produto. O transporte desde a planta de produção é feito a quente e a granel, em carretas-tanque com sistemas de aquecimento adequados e termômetros localizados em pontos visíveis. A 130 °C o produto comporta-se como líquido estável e seu transporte rodoviário não representa risco em trânsito. É estável à temperatura de uso em usina ou obra (130 a 170 °C); no entanto, acima de 230 °C os vapores emitidos podem entrar em combustão na presença de chama. Não se recomenda manusear o produto acima de 195 °C, tanto pelo risco de emissão de vapores tóxicos quanto pela perda de suas propriedades físico-químicas.

5. Apresentação e logística

A granel em carretas-tanque aquecidas de 9 a 35 t · tambores metálicos de 180-200 kg · Bitubags (big bags com revestimento térmico) de 1.000-1.300 kg · embalagem em blocos de 25 kg com filme antiaderente para exportação em contêiner seco. Código HS: 2713.20 (betume de petróleo).

6. Controle de qualidade

Cada lote despachado é acompanhado de um certificado de qualidade emitido por laboratório, com os resultados dos ensaios exigidos pela norma aplicável e identificação de lote rastreável. A pedido do cliente podem ser realizados ensaios adicionais ou inspeção por terceiro independente (SGS, Bureau Veritas, Intertek, Cotecna) na origem ou no destino.

Consulte a Ficha de Informações de Segurança (FISPQ) do produto antes do manuseio.

As informações contidas nesta ficha técnica são fornecidas de boa-fé, com base no conhecimento técnico da PRO-ROAD® sobre seus produtos e nos requisitos das normas citadas. Não constituem especificação de venda nem garantia de resultados. O cliente é responsável por verificar a adequação do produto ao uso pretendido, seu manuseio correto e sua aplicação conforme as especificações do projeto. Os valores garantidos por lote são atestados no certificado de qualidade correspondente.