

GAP GRADED - GAP

Especificação Particular

C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Dezembro de 2016



DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 026 Rev.0

Concreto Asfáltico Usinado a Quente - GAP

Designação ARTERIS ES 026- Rev. 0 (Dezembro-2016)



1. RESUMO

Esta Especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na fabricação e aplicação de Concreto Asfáltico usinado a quente tipo Gap Graded (GAP) para execução de camadas de revestimento nas Rodovias do grupo ARTERIS.

2. ENSAIOS NECESSÁRIOS

- ABNT-NBR 6560 - Materiais Asfálticos - Determinação do ponto de amolecimento
- ABNT-NBR 6576 - Materiais Asfálticos – Determinação da Penetração
- ARTERIS T-329 - Determinação da Recuperação Elástica de Materiais Asfálticos Modificados por Polímero, pelo Método de Torção - NLT 329
- ABNT-NBR 14950 - Materiais Asfálticos – Determinação da Viscosidade “Saybolt-Furol”
- ARTERIS T-001 - Cal Hidratada – Percentagem de óxido de cálcio (CaO).
- ABNT-NBR 6465 - Agregados – Determinação da Abrasão Los Angeles
- ARTERIS T-27 - Agregados – Análise Granulométrica de Agregados Finos e Graúdos - AASHTO T-27
- ARTERIS T-11 - Agregados – Análise Granulométrica de Agregado passante na peneira de 0,075mm (nº200), por lavagem - AASHTO T-11
- ARTERIS T-84 - Massa específica e absorção de agregado fino -AASHTO T-84
- ARTERIS T-85 - Massa específica e absorção de agregado graúdo - AASHTO T-85
- ARTERIS T-330 Detecção qualitativa de argilas prejudiciais do grupo esmectita em agregados utilizando azul de metileno - AASHTO T-330.
- ABNT-NBR 12052 - Agregados – Equivalente de Areia
- ARTERIS T-335 - Determinando a Porcentagem de Fratura em Agregado Graúdo - AASHTO T-335-09
- ARTERIS D-4791 - Partículas Chatas, Alongadas ou Chatas e Alongadas no Agregado Graúdo – ASTM D-4791
- ARTERIS T-304 - Porcentagem de vazios de agregados finos não compactados - AASHTO T-304
- ARTERIS T-104 - Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de Sulfato de Sódio e Magnésio - AASHTO T-104
- ARTERIS ET-30 - Condicionamento de Mistura Asfáltica a Quente (MAQ) - AASHTO R 30.
- ARTERIS T 003 - Resistência a tração por compressão diametral de misturas asfálticas compactadas.

- ARTERIS T-209 - Determinação da Massa Específica Máxima de Misturas Asfálticas - AASHTO T-209
- ARTERIS T-164 - Determinação da Percentagem de Ligante Asfáltico em Misturas Asfálticas a Quente - AASHTO T-164
- ARTERIS T-30 - Granulometria com Amostras Utilizadas no Ensaio de Determinação da percentagem de ligante - AASHTO T-30
- ARTERIS T-269 - Porcentagem de vazios de misturas densas e abertas compactadas - AASHTO T-269
- ARTERIS T-166 - Massa específica aparente de misturas asfálticas compactadas, usando amostras saturadas – superfície seca - AASHTO T 166
- ARTERIS T-275 - Massa específica aparente de misturas asfálticas compactadas, usando amostras impermeabilizadas com parafina - AASHTO T 275
- ARTERIS T-283 - Resistência de Misturas Asfálticas a Danos de Umidade Induzida - AASHTO T-283
- DNIT-PRO 277 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
- ASTM 965 - Determinação da Rugosidade Superficial pela Altura de Areia

3. ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS

- DNIT 031-ES - Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico - Especificação de serviço
- ANP R-19/2005 - Cimentos Asfálticos de Petróleo-Classificação por Penetração
- ARTERIS EM 013 - Especificação Particular para Fornecimento de Cimento Asfáltico Modificado por Polímero – CAP M.
- ANP R-32/2010 - Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero SBS.
- ANP R-39/2008 - Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Borracha moída de Pneus
- ABNT-NBR 14594 - Emulsões Asfálticas Catiônicas
- ARTERIS ET-001 - Especificação Técnica para Projeto de Misturas Asfálticas a Quente.
- ARTERIS ET-35 - Projeto Volumétrico Superpave para Misturas Asfálticas a Quente – AASHTO R-35
- ARTERIS ET-323 - Projeto Volumétrico Superpave de Mistura – AASHTO M-323

Os documentos relacionados nos itens 2 e 3 serviram de base à elaboração desta especificação e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta-especificação. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, quando da consulta desta especificação.

4. DEFINIÇÃO

Esta Especificação Particular define os procedimentos a serem empregados na execução de camadas asfálticas de pavimento produzidas em usina apropriada e com a utilização de ligante asfáltico, agregados minerais, material de enchimento (filler) e outros aditivos. Estabelece os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade dos materiais empregados para aceitação e medição dos serviços.

5. MATERIAL

5.1. LIGANTE ASFÁLTICO

O tipo de ligante asfáltico será definido no projeto de pavimento e poderá ser um dos seguintes tipos:

- Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero SBS (CAP-SBS), e deve atender aos parâmetros fixados pela Especificação ARTERIS EM 013.
- Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Borracha moída de Pneus (CAP-BORR), e deve atender aos parâmetros fixados pela Especificação da ANP R-39/2008, exceto a Recuperação Elástica que deve ser > 45% quando ensaiado pelo método de ensaio ARTERIS T-329.

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve apresentar certificado de análise do fornecedor do produto com os resultados dos ensaios especificados, além de trazer indicação clara da procedência, tipo e quantidade.

Cópia deste certificado deve ser enviada ao CDT (Centro de Desenvolvimento Tecnológico da ARTERIS).

A ARTERIS se reserva o direito de fazer testes aleatórios para conferir a confiabilidade dos resultados enviados. Caso haja distorções que não possam ser justificadas pelo fornecedor, o mesmo será vetado para novos fornecimentos de produtos para as obras em execução pela ARTERIS.

Para o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), a temperatura de mistura deve ser aquela que atenda ao intervalo de viscosidade entre 75 e 95 Segundos Saybolt Furol (150 a 190 cP). Os agregados devem estar aquecidos, no momento da mistura, 10 a 15°C acima da temperatura do ligante. A temperatura mínima de descarga da mistura asfáltica na acabadora é aquela na qual a viscosidade Saybolt-Furol é de 140 SSF (280 cP).

Para o Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero SBS (CAP-SBS) e Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Borracha moída de Pneus (CAP-BORR) as temperaturas de mistura e compactação devem ser indicadas pelo fornecedor do produto.

Não se admitirá a descarga, sob nenhum conceito, de misturas cuja temperatura estejam abaixo deste valor. A compactação deve ser iniciada imediatamente após o espalhamento aproveitando ao máximo a temperatura elevada da mistura para garantir a compactação.

5.2. ADITIVOS

É obrigatória a adição de 1,5% em massa de Cal Hidratada CH-I com no mínimo 45% de óxido de cálcio (CaO) e deve atender a seguinte granulometria (ARTERIS T-27):

Tabela 1

Peneira	% passa. Mínima
#40	100
#80	95
#200	65

A cal hidratada deve ser adicionada aos agregados antes da passagem pelo secador da usina. Antes do início da operação da usina para a ARTERIS, a mesma deve ser homologada quanto à instalação do equipamento de adição de cal hidratada CH-1 na mistura de agregados. A usina só poderá iniciar o fornecimento de massa após a instalação de equipamento adequado e aprovado pela ARTERIS.

Na execução do projeto de mistura asfáltica deve ser realizado o ensaio de Danos por Umidade Induzida (ARTERIS T-283) para verificar a susceptibilidade da massa à umidade.

5.3. AGREGADOS

Os agregados devem ser provenientes de britagem. Agregados com absorção de água acima de 1,5% requerem cuidados especiais para evitar a saturação dos mesmos, como por exemplo, manter os depósitos de agregados cobertos, para evitar a heterogeneidade da massa em função da variação na absorção e teor de asfalto, provocada pela alternância de presença e ausência de água nos poros dos agregados.

A adição de areia natural na mistura não é permitida.

5.3.1 Agregado Graúdo

O agregado graúdo deve apresentar além das Exigências da Tabela 2, as seguintes propriedades:

Suas partículas individuais, retidas na peneira # 10 (2,00 mm) deverão ser constituídas de fragmentos duros, são, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas.

Os agregados graúdos não poderão ser de origem calcária (reagente ao ácido clorídrico) devido à sua susceptibilidade ao polimento pela ação do tráfego. Estes agregados poderão ser utilizados, excepcionalmente, com aprovação da ARTERIS, na falta de opção.

Tabela 2 – Exigências de Propriedades para o Agregado Graúdo

Face Fraturada, Agregado Graúdo, Porcentagem Mínima (ARTERIS TP-61)	Desgaste por Abrasão Los Angeles, Agregado Graúdo, Porcentagem Máxima (ABNT-NBR 6465)	Índice de Forma, Agregado Graúdo, Porcentagem Máxima na Relação 3:1 (ARTERIS D-4791)	Durabilidade ao Sulfato de Sódio, Agregado Graúdo, Porcentagem Máxima (ARTERIS T-104)
95	40	20	12

5.3.2 Agregado Miúdo

O Agregado Miúdo deve apresentar além das Exigências da Tabela 3, as seguintes propriedades:

A Matriz da rocha deve ter as mesmas características da do agregado graúdo ou atender aos mesmos parâmetros, caso a origem seja diferente.

Tabela 3 – Exigências de Propriedades para o Agregado Miúdo

Teor de Vazios Não Compactado de Agregado Miúdo, Porcentagem Mínima (ARTERIS-T-304 Método A)	Adsorção de Azul de Metileno, Agregado Miúdo, Valor Máximo (ARTERIS-T-330)	Equivalente de Areia, Mistura de Agregados, Porcentagem Mínima (ABNT-NBR 12052)	Durabilidade ao Sulfato de Sódio, Agregado Miúdo, Porcentagem Máxima (ARTERIS T-104)
45	8	60	12

5.4 MATERIAL DE ENCHIMENTO (FILLER)

Deve ser usado Cimento Portland, Cal Hidratada CH-I ou filler calcário.

5.5 PARÂMETROS PARA O PROJETO DE DOSAGEM DA MISTURA ASFÁLTICA

O projeto de dosagem da mistura asfáltica será elaborado pela Construtora, sob sua inteira responsabilidade e verificado em laboratório indicado pela concessionária.

Para a elaboração do projeto da mistura deve ser adotada a Especificação Técnica “ET-001 para projeto de misturas asfálticas a quente”.

A Construtora deve enviar o projeto de mistura e materiais a serem utilizados com antecedência mínima de 30 dias antes do início dos serviços para aprovação.

O projeto de mistura deve ser revisado sempre que a Densidade Efetiva do Agregado variar mais que 0,040g/cm³ em relação à do traço aprovado.

A dosagem adequada da mistura deve atender aos parâmetros e aos requisitos granulométricos de uma das faixas apresentadas na tabela 3.

As misturas devem atender ao mínimo de Vazios do Agregado Mineral (VAM) – relação volumétrica - especificados de acordo com a faixa granulométrica correspondente.

O VAM está especificado como Relação Volumétrica, e o seu cálculo deve ser feito pela seguinte equação:

$$VAM = 100 - \frac{MaxPA}{Mba}$$

VAM = vazios no agregado mineral (total de vazios)

Ma = Massa específica aparente do CP

PA = Porcentagem de agregado combinado na mistura total

Mba = Massa específica aparente(SSS) do agregado combinado

No ensaio de escorrimento de asfalto pelo método de ensaio de “Schellenberg”, o máximo de escorrimento admissível deve ser 0,3% em peso da mistura do projeto proposto no teor ótimo, mais 0,2% de ligante.

No ensaio de cântabro da mistura asfáltica no teor ótimo, após 24 h deve ser menor que 12%.

Tabela 4 Parâmetros para o Projeto de Dosagem da Mistura Asfáltica

MISTURAS ESPECIAIS											
TIPO DE CAMADA			ROLAMENTO								
FAIXA ESPECIFICADA			FAIXA 6 - DESCONTÍNUA - GAP 9,5		FAIXA 7 - SEMI-GRANULAR S.G. 12,5		FAIXA 8 - DESCONTÍNUA - GAP 12,5		FAIXA 9 - DESCONTÍNUA - GAP 19,0		
ESPESSURA DA CAMADA (cm)			MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	
			2	5	3	6	3	6	5	10	
PARÂMETROS PARA A MISTURA											
PARÂMETRO	Unidade	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÁXIMO		
Vazios no Agregado Mineral	%	16	18	16	18	16	18	16	18		
Porcentagem de Vazios	%	3	5	3	5	3	5	3	5		
Estabilidade Marshall	kgf	600	-	600	-	600	-	600	-		
Fluência Marshall	mm	2,5	4,5	2,5	4,5	2,5	4,5	2,5	4,5		
Vazios Cheios de Asfalto	%	65	80	65	80	65	80	65	80		
Relação Filler / Ligante	-	0,4	1,2	0,4	1,2	0,4	1,2	0,4	1,2		
Danos por Umidade Induzida	%	80	-	80	-	80	-	-	-		
Resistência à tração	kgf/cm ²	5	-	5	-	5	-	5	-		
Varição no Teor de Ligante	%	-0,2%	0,2%	-0,2%	0,2%	-0,2%	0,2%	-0,2%	0,2%		
COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA PARA A MISTURA											
Peneira	mm	Unidade	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	FAIXA DE TRABALHO
% PASSA											
2"	50,0	%	-	-	-	-	-	-	-	-	± 7
1 1/2"	38,0	%	-	-	-	-	-	-	-	-	± 7
1"	25,0	%	-	-	-	-	-	-	100	100	± 7
3/4"	19,0	%	-	-	100	100	100	100	90	100	± 7
1/2"	12,5	%	100	100	85	100	90	100	75	90	± 7
3/8"	9,5	%	95	100	55	85	78	92	55	80	± 7
Nº 4	4,8	%	42	55	35	55	28	42	20	40	± 5
Nº 10	2,0	%	18	27	15	30	14	24	10	24	± 5
Nº 40	0,42	%	9	15	6	15	8	18	8	18	± 5
Nº 80	0,18	%	7	11	3	10	5	12	5	12	± 3
Nº 200	0,075	%	4	7	2	7	2	7	2	7	± 2

** Faixa de trabalho é a variação máxima permitida para o traço em uma dada peneira.*

Todas as granulometrias devem ser feitas por via úmida, isto é, lavadas.

6. EQUIPAMENTO

Todo equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser examinado e aprovado por pessoal qualificado, indicado pela ARTERIS, devendo possuir todos os recursos para atender esta Especificação.

Qualquer equipamento que não seja aprovado deve ser ajustado ou substituído por outro que atenda as condições exigidas. A ARTERIS pode aceitar, provisoriamente, equipamentos que não atendam alguns dos requisitos desta Especificação. A aceitação de equipamento com deficiências será por prazo definido e aprovado pelo Gestor do Contrato.

6.1. DEPÓSITO PARA LIGANTE ASFÁLTICO

Os depósitos para o ligante asfáltico devem possuir dispositivos capazes de aquecer e manter o ligante aquecido nas temperaturas fixadas nesta Especificação. O aquecimento dos tanques deve ser feito com óleo térmico.

Os depósitos para o ligante asfáltico devem ter agitadores para assegurar a homogeneidade da temperatura nos tanques.

A capacidade dos depósitos deve ser suficiente para, no mínimo, 3 dias de operação.

Os tanques de asfalto devem possuir um sistema de circulação do ligante (retorno) para garantir a desobstrução de toda a tubulação até a entrada do misturador. O asfalto deve fluir livremente, a uma vazão constante, antes do início da injeção do mesmo no misturador.

6.2. DEPÓSITO PARA AGREGADOS

O local onde serão depositados os agregados a serem utilizados na confecção da mistura deve estar limpo, preferencialmente coberto, com as pilhas identificadas e bem separadas para evitar mistura ou contaminação dos mesmos. Se for constatada qualquer contaminação em qualquer pilha, esta deve ser imediatamente removida da área de estoque.

Caso haja contaminação das pilhas, os trabalhos na usina devem ser paralisados até que o problema seja sanado.

6.3. USINA PARA MISTURAS ASFÁLTICAS

A usina de asfalto deve ser capaz de preparar uma massa uniforme, sem segregação e na temperatura determinada pelas especificações. Deve estar equipada com os seguintes equipamentos:

6.3.1 Silos de entrada de materiais (FRIO)

Os silos frios devem ser divididos em, no mínimo, 4 compartimentos, devidamente identificados, dispostos de modo a separar e estocar adequadamente, as frações apropriadas do agregado. Cada compartimento deve possuir dispositivo adequado de dosagem e descarga, que permita uma dosagem das quantidades de materiais de acordo com o projeto de mistura (traço) aprovado pela ARTERIS.

Deve também ter um silo adequado para a adição de (Cal hidratada CH-I), que permita sua incorporação à mistura sem perdas. Este silo deve estar conjugado com o sistema de dosagem automática da usina.

A Cal Hidratada CH-I deve ser adicionada aos agregados na correia transportadora, junto aos silos frios.

6.3.2 SECADOR

O secador da usina deve estar equipado com dispositivos para aquecer a mistura seca de agregados até a temperatura recomendada. Deve possuir um dispositivo de medição de temperatura, com informações dentro da cabine de comando, de maneira a permitir o operador da usina controlar a temperatura da mistura.

Caso esta condição não seja atendida, a usina deve ser paralisada até que sejam feitos os ajustes necessários.

6.3.3 SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE FINOS

A usina deve ter um sistema de recuperação de finos adequado que permita a devolução dos mesmos à mistura. Ele pode ser devolvido à mistura antes da classificação e neste caso por intermédio de um silo auxiliar com dispositivo que mantenha alimentação contínua ou depois, sendo neste caso, pesado separadamente.

6.3.4 SISTEMA DE DOSAGEM DO LIGANTE

As usinas contínuas devem possuir um sistema fechado de dosagem do asfalto que garanta o teor de ligante na massa do início até o fim da operação. Este sistema deve ter um medidor de vazão ou equivalente que corrija a rotação da bomba e mantenha o teor durante todo o dia com uma variação máxima de $\pm 0,10\%$ entre os diferentes ensaios do dia da amostra coletada na usina.

6.3.5 SILO DE MASSA PRONTA

Recomendamos que as usinas contínuas devem possuir um silo de massa pronta com, no mínimo, a capacidade para 30 minutos de operação para evitar a paralisação constante da mesma por falta de caminhões. Estas paralizações, além das perdas, geram problemas de qualidade da massa.

6.4. CAMINHÕES PARA TRANSPORTE DA MISTURA

Os caminhões, tipo basculante, para o transporte do concreto asfáltico, devem ter caçambas metálicas robustas, limpas e lisas, ligeiramente lubrificadas com nata de Cal hidratada (3 x 1) ou água e sabão ou óleo de soja diluído em água, de modo a evitar a aderência da mistura ao fundo ou parede do mesmo.

Não é permitida a utilização de produtos susceptíveis para dissolver o ligante asfáltico (óleo diesel, gasolina, etc.).

6.5. EQUIPAMENTO PARA ESPALHAMENTO

O equipamento para espalhamento e acabamento deve ser constituído de pavimentadora automotriz, capaz de espalhar e conformar a mistura no alinhamento, nas cotas e abaulamentos requeridos. Deve ser equipada com rosca sem-fim, para espalhar a mistura sem segregação, possuir dispositivo rápido e eficiente de direção, além de marcha para frente e para trás. Deve ser equipada com sistema de vibração que permita uma pré-compactação na mistura espalhada e com dispositivo de aquecimento da mesa para evitar que a mistura agarre na mesma e prejudique o acabamento. Deve estar equipada com sistema de controle de nível (espessura) eletrônico nos dois lados da mesa (ski) de no mínimo 6 metros.

A mesa não deve deixar marcas longitudinais na massa espalhada, devendo estar bem ajustadas as emendas das extensões.

No início da jornada, a mesa deve estar aquecida, no mínimo, na temperatura definida pela Especificação para temperatura de descarga.

Caso no espalhamento, se constate pontos segregados, tanto finos como grossos, ondulações transversais e/ou riscos longitudinais, resultados da má operação da pavimentadora, o serviço deve ser paralisado até a sua correção.

6.6. EQUIPAMENTO PARA COMPRESSÃO

O equipamento para a compressão pode ser constituído somente de tandem liso vibratório. Caso seja necessário, a vibração deve ser cuidadosa para evita a quebra de agregados.

7 EXECUÇÃO

7.1 SUPERFÍCIE A PAVIMENTAR

A superfície a ser pavimentada deve obedecer aos seguintes requisitos:

- Deve estar seca e limpa, sem presença de pó ou materiais soltos.
- Imediatamente antes de pavimentar deve ser feita uma pintura de ligação com emulsão RR-1C ou RR-2C, para as faixas GAP 12,5 e GAP 19,0. Para a faixa GAP 9,5 deve ser aplicada uma pintura com emulsão do tipo SBR polimerizada nas taxas de aproximadamente:

Pavimento novo:	0,15 - 0,3 l/m ² (resíduo)
-----------------	---------------------------------------

Pavimento antigo, em cima de camadas já oxidadas	0,2 - 0,4 l/m ² (resíduo)
--	--------------------------------------

-
- Caso o caminhão espargidor não tenha condições de espargir esta taxa, a emulsão pode ser recortada com 50% de água.
- Devem ser coletadas amostras da emulsão no caminhão espargidor e feita uma determinação expedita do resíduo antes da aplicação. A taxa deve ser ajustada em função da porcentagem de resíduo encontrada.
- A pintura de ligação deve ser feita obrigatoriamente com a barra espargidora. A caneta só deve ser usada para correção de pontos falhos ou de difícil acesso.
- O tráfego de caminhões sobre a pintura só é permitido após o rompimento e cura da emulsão.

7.2 CONFECÇÃO DA MISTURA

A mistura asfáltica deve ser confeccionada em uma usina de asfalto conforme Especificada no Item 6 e obedecer aos seguintes critérios:

- Os agregados, principalmente finos, devem ser homogeneizados com a carregadeira antes de serem colocados nos silos frios,
- As aberturas dos silos frios devem ser ajustadas de acordo com a curva granulométrica aprovada para o projeto de mistura aprovado,
- Deve estar de acordo com o projeto de mistura aprovado, quanto ao teor de ligante, sem variações significativas durante a operação da usina.
- Obedecer aos parâmetros definidos para a temperatura da mistura,
- A cal hidratada CH I deve estar dispersa no meio dos agregados, principalmente graúdo, antes de entrar em contato com o ligante.
- Não apresentar deficiências de mistura, agregados não misturados (Massa carijó),
- Não apresentar variações bruscas de temperatura de mistura, demonstrando falta de controle de alimentação ou secador desregulado.
- A carga dos caminhões deve ser feita de maneira a evitar segregação da mistura dentro da caçamba (1º à frente, 2º a traseira e depois o meio).
- A mistura só pode ser estocada ou mantida de um dia para outro se houver silos apropriados na usina ou se as caçambas tiverem proteção contra o resfriamento da massa. Para isto deve ser feita a correção do teor de asfalto devido à absorção do agregado, dado o tempo de estocagem.

7.3 TRANSPORTE DO CONCRETO ASFÁLTICO

O concreto asfáltico deve ser transportado em caminhões basculantes e atender aos requisitos Especificados no Item 6. Além disto, devem ser observados os seguintes critérios:

- O Caminhão carregado deve estar coberto com lona ou outro material aceitável, com tamanho suficiente para proteger a mistura, sobrepassando a caçamba nas laterais e na traseira. Deve estar bem fixada na dianteira para não permitir a entrada de ar entre a cobertura e a mistura asfáltica.
- O tempo máximo admissível entre a carga do caminhão na usina e a descarga na pista é de 3 horas. Misturas que excederem este tempo deverão ter permissão especial do Engenheiro Fiscal da Obra, para descarga.
- A troca de caminhões deve ser rápida, de maneira a minimizar o tempo de paralisação da Acabadora.
-

7.4 DISTRIBUIÇÃO DA MISTURA

A distribuição da mistura deve ser feita em pavimentadoras automotrizes e atender à Especificação do Item 6.

Além disto, deve apresentar os seguintes requisitos:

- A temperatura ambiente deve estar acima de 10° C e subindo. No caso de espessuras inferiores a 3 cm a temperatura deve estar acima de 15° C e subindo.
- Na partida da acabadora, devem ser colocadas 2 a 3 réguas com a espessura do empolamento previsto, onde a mesa deve ser apoiada.
- A mistura deve apresentar uma textura uniforme, sem pontos segregados. Qualquer falha constatada na superfície deve ser sanada antes do início da compactação, devendo essas serem consideradas como exceção. Caso a correção seja frequente, a pavimentadora deve ser ajustada ou substituída por outra.

- Não devem ser feitos retrabalhos manuais na superfície espalhada pela acabadora.
- A mesa da pavimentadora deve ter uma superfície lisa, sem riscos que deixem marcas de arraste de material. Caso se constate este arraste, os serviços devem ser paralisados e o defeito sanado imediatamente.
- Na descarga, o caminhão deve ser empurrado pela pavimentadora, não se permitindo choques ou travamento dos pneus durante a operação.
- A espessura da camada será de acordo com o projeto de mistura aprovado, observado o disposto no item 5.5 tabela 4. A espessura da camada compactada deve ser maior que 2,5 vezes e menor que 5 vezes o diâmetro nominal máximo do agregado.
- A velocidade da acabadora deve ser definida em função da capacidade de produção da usina, de maneira que a mesma esteja continuamente em movimento, sem paralisações para esperar caminhões. A velocidade da acabadora deve estar, sempre, entre 2,5 e 10,0 m/minuto. A velocidade de trabalho deve ser determinada em função da espessura e largura a espalhar e produção da usina acrescida de 20%, para evitar paralisações prolongadas, acima de 15 minutos.
- A operação de espalhamento deve ser iniciada somente quando já estiverem 3 caminhões carregados na pista. Exceções devem ser previamente aprovadas pela fiscalização.
- A acabadora deve trabalhar com sistema eletrônico de nível, com esqui de comprimento mínimo de 6,00 m.
- Se a acabadora parar mais de 15 minutos, deve ser removida da pista, e dar um novo início após a chegada de 2 caminhões, no mínimo.
- A temperatura mínima para descarga dos caminhões é definida pelo ensaio de viscosidade em 125 SSF (280 cP).

7.5 COMPRESSÃO DA MISTURA

Esquemas alternativos de rolagem poderão ser adotados, desde que previamente aprovados pela ARTERIS.

Prioritariamente deve ser adotado o descrito abaixo:

- A compressão da mistura deve ser iniciada imediatamente após o espalhamento (menos de 1 minuto) e o equipamento deve atender à Especificação do Item 6.
- A rolagem deve ser feita com rolo tandem sem vibrar logo após o espalhamento.
- A vibração só deve ser empregada para corrigir algum defeito na superfície da camada, com precaução para evitar quebra de agregados.
- A temperatura de rolagem deve ser aquela capaz de corrigir todas as marcas da pista, deixando a pista com aspecto uniforme e sem depressões.
- Durante a operação de compactação, o rolo tandem deve estar sempre em movimento sobre a massa quente para evitar que os cilindros metálicos esfriem e causem arrancamento do agregado graúdo da mistura asfáltica.
- A compressão deve ser iniciada pelos bordos, longitudinalmente, continuando em direção ao eixo da pista.
- Nas curvas, de acordo com a superelevação, a compressão deve começar sempre do ponto mais baixo para o mais alto.
- Cada passada do rolo deve ser recoberta na seguinte, pelo menos, 30 cm.
- Durante a rolagem não serão permitidas mudanças de direção ou inversões bruscas de marcha, nem estacionamento do equipamento sobre o revestimento recém rolado, ainda quente.

- Se for utilizada água no rolo tandem, ela deve estar pulverizada, não se permitindo o escorrimento da mesma por gravidade pelo tambor e empoçamento na superfície da camada.
- A mistura compactada na pista com espessura igual ou superior à 4 cm, deve apresentar teor de vazios (ARTERIS T-269) máximo de 7% e mínimo de 3% da Massa Específica Máxima da Mistura (ARTERIS T-209) determinada em 9.3.f
- . Os critérios de avaliação e aceitação da compactação estão discriminados no item 9.4.a
- A abertura ao trânsito de veículos só é permitida após o completo resfriamento da camada espalhada.

8 MANEJO AMBIENTAL

O manejo ambiental deve seguir na íntegra o disposto no item 6 da especificação DNIT 031-ES – Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico - Especificação de serviço.

9 CONTROLE DE QUALIDADE DO MATERIAL

O controle de qualidade da obra é de total responsabilidade da Construtora Contratada para execução dos serviços.

Todos os materiais a serem empregados na obra devem ser testados em laboratório obedecendo à metodologia indicada no item 2.

A quantidade de ensaios, no início dos serviços, deve ser determinada pelo REPRESENTANTE DA ARTERIS e será reduzida à frequência mínima depois de constatada a homogeneidade na execução dos serviços.

Esta quantidade mínima também deve ser aumentada sempre que se constate variações abruptas nos resultados dos ensaios ou visualmente na aparência da mistura, indicando uma falta de controle na execução dos serviços.

Os materiais devem satisfazer às Especificações em vigor e frequência mínima indicada a seguir.

9.1 LIGANTE ASFÁLTICO

Os ensaios devem ser realizados antes da descarga do ligante na obra, para liberação da mesma.

O controle de qualidade do ligante asfáltico constará do seguinte:

- a) 1 Ensaio de Viscosidade Saybolt-Furol (ABNT-NBR 14950) a 135°C, para todo carregamento que chegar à obra,
- b) 1 Ensaio Recuperação Elástica de Materiais Asfálticos Modificados por Polímero, pelo Método de Torção (ARTERIS T-329) para todo carregamento de Asfalto Modificado que chegar à obra.
- c) 1 Ensaio de Espuma para todo carregamento que chegar à obra,
- d) 1 Ensaio de Ponto de Amolecimento (ABNT – NBR 6560) para todo carregamento que chegar à obra.
- e) 1 Ensaio de Penetração (ABNT- NBR 6576) para todo carregamento que chegar à obra.

Se, nos ensaios acima realizados, de aceitação do carregamento, houver algum valor que não atenda às especificações da obra, o material está recusado e não pode ser descarregado.

- f) 1 ensaio de viscosidade Saybolt-Furol a 135°C, 150°C e 175°C de um carregamento a cada semana. Deve ser feita Relação Viscosidade x Temperatura para definição das temperaturas de mistura e compactação com os resultados obtidos-. Para o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP), a faixa de temperatura para mistura é definida como a faixa de temperatura onde o ligante não envelhecido tem uma Viscosidade Saybolt Furol de 85±10 segundos (170±20

cP). A faixa de temperatura para compactação é definida como a faixa de temperatura onde o ligante não envelhecido tem uma Viscosidade Saybolt Furol de 140 ± 15 segundos (280 ± 30 cP). Para o Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Polímero SBS (CAP-SBS) e Cimento Asfáltico de Petróleo Modificado por Borracha moída de Pneus (CAP-BORR) as temperaturas de mistura e compactação devem ser indicadas pelo fornecedor do produto.

9.2 AGREGADOS

Os ensaios de controle de qualidade dos agregados devem ser os seguintes:

- a) Na aprovação do traço ou quando se perceber alteração da matriz do agregado na pedreira deverão ser feitos todos os ensaios previstos no item 5.3,
- b) 1 Ensaio de Granulometria de cada agregado (ARTERIS T-27) (coletado dos silos frios) por dia de trabalho.
- c) 2 Ensaios de Granulometria da mistura seca (ARTERIS T-27) (coletada do silo quente) por dia de trabalho.

9.3 MISTURAS ASFÁLTICAS

- a) 2 Ensaios (mínimo) de teor de asfalto pelo método Rotarex (ARTERIS T-164 método A - a cada jornada de 8 horas.
- b) 1 Ensaio de teor de asfalto pelo método Soxhlet (ARTERIS T-164 método F ou G - a cada jornada de 8 horas para ajuste do desvio do ensaio no Rotarex.
- c) 3 granulometrias (ARTERIS T-30) com agregados resultantes do ensaio de teor de asfalto a cada jornada de 8 horas (A quantidade mínima de material para cada ensaio deve ser de 1.500 g).
- d) 1 Ensaio de Massa específica aparente de misturas asfálticas compactadas, usando amostras saturadas – superfície seca (ARTERIS T-166).
- e) 1 Ensaio de danos por Umidade Induzida (ARTERIS T-283) por semana – Se a amostra ensaiada não for aprovada, os corpos de prova extraídos na pista no período, conforme 9.4.a, deverão ser testados por este método de ensaio.
- f) 2 Ensaios de Massa Específica Máxima da Mistura (ARTERIS T-209) a cada jornada de 8 horas.
- g) 1 Ensaio de resistência a tração por compressão diametral (ARTERIS T 003-13) por dia de trabalho.

9.4 PISTA

a) Caso as espessuras de pista, forem iguais ou superiores a 4,0 cm, devem ser realizados ensaios de Densidade (ARTERIS T-166 ou T-275) de corpos de prova extraídos via sonda rotativa. Estes corpos de prova deverão ser enviados imediatamente ao Laboratório de Controle indicado pela Concessionária. A construtora pode a seu critério, extrair corpos de prova em duplicata para seu controle. A frequência dos Ensaios de Densidade será sempre aumentada no início dos serviços ou quando houver falhas e/ou variação nos ensaios anteriores, a critério do REPRESENTANTE DA ARTERIS. Este ensaio será feito com o objetivo de se determinar o Índice de Vazios da Mistura Compactada (ARTERIS T-269), conforme descrito no item 7.5. A comparação será feita com a média dos 2 resultados de Massa Específica Máxima (ARTERIS T-209) do dia da aplicação da massa (item 9.3.f).

O cálculo dos valores máximo e mínimo de vazios será conforme descrito abaixo:

$$X \text{ max} = \bar{X} + Kd \quad \text{e} \quad X \text{ min} = \bar{X} - Kd$$

Onde:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}, \quad d = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{e } K \text{ é dado em função do número "N" de amostras, pela}$$

Onde:

\bar{X} – média de resultados dos corpos de prova na análise estatística;

Xi – valor individual de um corpo de prova;

σ - desvio padrão dos corpos de prova na análise estatística;

k – coeficiente multiplicador em função do número de amostras.

Critério de aceitação (Para faixas granulométricas de camadas de Rolamento):

Tipo de Análise (Estatística):

O segmento será aceito se “X min” > 3% e “X max” < 7%. Se esta condição não for aceita o segmento deverá ser refeito sem ônus para a ARTERIS.

b) O controle de espessura será feito pela medição dos corpos de prova extraídos na pista (idem, ou pelo nivelamento, do eixo e dos bordos, antes e depois do espalhamento e compressão da mistura). Admitir-se-á variação de -10% da espessura de projeto para pontos isolados, e até -5% de redução de espessura na média geral. A espessura de comparação deve ser a de projeto (95% do valor) com a mínima (média menos desvio padrão) encontrada nos corpos retirados da pista.

O cálculo do valor mínimo de espessura será conforme descrito abaixo:

$$X \text{ min} = \bar{X} - Kd, \quad \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}, \quad d = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \text{e } K \text{ é dado em função do número}$$

“N” de amostras, pela Tabela 5:

Critério de aceitação

O segmento será aceito se: $X \text{ min} \geq 0,95P$

Onde:

P= Espessura de projeto

Se esta condição não for aceita o segmento deverá ser refeito sem ônus para a ARTERIS.

Tabela 6 - Amostragem Variável

Número N de amostras																		
N	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	>21
K	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,05	1,04	1,02	1,01	1,00

k = coeficiente multiplicador

c) O controle de deflexões deve ser executado pelo contratado e acompanhado pelo representante da ARTERIS. A sua frequência, se não definida no projeto, deve ser de 20 m de faixa, no máximo. Para a medida de deflexão deve ser seguido o método ARTERIS ME 024/94;

d) O controle de acabamento da superfície do revestimento deve ser feito com auxílio de duas réguas, uma de 4,00m e outra de 0,90m colocadas em ângulo reto e paralelamente ao eixo da estrada, respectivamente. A variação da superfície, entre dois pontos quaisquer de contato, não deve exceder a 0,5 cm, quando verificada com qualquer das réguas. Este ensaio deve ser realizado imediatamente após a compactação e antes da abertura da pista ao tráfego. Todas as áreas que não atenderem a estes parâmetros devem ser corrigidas pela Empresa Construtora.

e) A verificação das condições de segurança da macrotextura do revestimento deve ser feita através do ensaio de mancha de areia (ASTM-965). A espessura de areia no ensaio de mancha de areia deve estar entre 0,6 a 1,2 mm de altura;

f) Para a verificação da capacidade de atrito do revestimento, devem ser feitos ensaios de resistência à derrapagem. O valor do GN (Grip Number) devera ser superior a 0,30, atribuídos para segmentos de 100 metros de faixa de rolamento. Os segmentos que apresentarem valores abaixo do limite fixado nesta especificação devem ser corrigidos imediatamente.

g) Avaliação de superfície, expressa pela irregularidade longitudinal, medida por meio de perfilômetro a laser, obtendo-se o parâmetro QI - (contagens/km), ao longo do trecho recuperado, que deve atender aos seguintes requisitos no cálculo estatístico:

Condição construtiva (Fresagem e Recomposição / Reforço):

- A média das medidas de QI do segmento executado deve apresentar valor inferior a 25 (IRI inferior a 1,9). O segmento considerado deve ser avaliado conforme especificação ARTERIS ET-008;

Caso o trecho medido não atenda estes limites, a Empresa Construtora deve corrigir os pontos irregulares e, então, uma nova medição deve ser executada, a custo da mesma, por uma empresa idônea, indicada pelo contratante.

■

A medição da área executada só será feita depois de verificado o atendimento aos parâmetros acima Especificados.

A Tabela abaixo apresenta o resumo de frequência de ensaios a ser realizado para o controle de qualidade em pista e o resumo geral do controle de qualidade respectivamente

GAP ES026				
ENSAIO		FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO	ACEITAÇÃO	OBSERVAÇÕES/MÉTODO DE ENSAIO
DOSAGEM	DOSAGEM DA MISTURA GAP	15 dias antes inicio trabalhos ou material mudar	Conforme Especificação ARTERIS ES-026	ARTERIS ET-019
	DURABILIDADE, SULFATO DE SÓDIO	Na dosagem ou material mudar	Agr. Graúdo < 12% Agr. Miúdo < 12%	ARTERIS T-104
AGREGADOS	ABRASÃO LOS ANGELES	Na dosagem ou material mudar	≤ 40%	ABNT NBR-6465
	ÍNDICE DE FORMA	Na dosagem ou material mudar	Máximo 20% na Relação 1 : 3	ARTERIS D- 4791
	EQUIVALENTE DE AREIA DA MISTURA SÊCA	1 ensaio por semana	≥ 60%	ABNT NBR-12052
	GRANULOMETRIA AGREGADOS (BRITAGEM)	1 ensaio por dia	Dentro dos limites estabelecidos	ARTERIS T-27
	MASSA ESPECÍF. E ABSORÇÃO DE AGREG. FINOS	Na dosagem ou material mudar	Projeto	ARTERIS T-84
	MASSA ESPECÍF. E ABSORÇÃO DE AGREG. GRAUDOS	Na dosagem ou material mudar	Projeto	ARTERIS T-85
	AZUL DE METILENO	Na dosagem ou material mudar	< 8 mg/g	ARTERIS TP-330
	ASFALTO	VISCOSIDADE SAYBOLT-FUROL 135°C	Em toda carreta (CAP 60-85)	≤ 3.000 RPM
VISCOSIDADE SAYBOLT-FUROL 150°C		Em toda carreta (CAP 60-85)	≤ 2.000 RPM	ABNT NBR-14950
VISCOSIDADE SAYBOLT-FUROL 175°C		Em toda carreta (CAP 60-85)	≤ 1.000 RPM	ABNT NBR-14950
RELAÇÃO VISCOSIDADE X TEMPERATURA		Com os resultados dos ensaios de controle 135 - 150 e 175°C	Indicados pelo fabricante do asfalto modificado CAP 60-85	ABNT NBR-14950

	RECUPERAÇÃO ELÁSTICA POR TORÇÃO	Em toda carreta (CAP MODIFICADO POR POLÍMERO)	> 45 %	NTL - 329
	PENETRAÇÃO	Em toda carreta (CAP MODIFICADO POR POLÍMERO)	≥ 60	ABNT NBR-6576
		Em toda carreta (CAP MODIFICADO POR BORRACHA)	≥ 55	
	ÍNDICE DE SUSCETIBILIDADE TÉRMICA	Em toda carreta	-1,5 a + 0,7	-
	ESPUMA A 175°C	Em toda carreta	Não espumar	-
USINA	GRANULOMETRIA SILOS QUENTES	1 ensaio por dia	Projeto	ARTERIS T-27
	UMIDADE PONDERADA DOS AGREGADOS	1 ensaio por dia	≤ 2% Recomendação	"método expedito da frigideira"
	TEMPERATURA AGREGADOS SILOS QUENTES	Regularmente	< 187°C	verificar termômetro dos silos
	TEMPERATURA CAP	Regularmente	Temperatura correspondente a Viscos. 85 ± 10 s	verificar termômetro dos tanques
	TEMPERATURA DA MASSA NA USINA	Em todo caminhão	Temperatura correspondente a Viscos. 85 ± 10 s	-
	PORCENTAGEM DA CAP	3 ensaios por dia	Teor ótimo de Projeto ± 0,2 %	ARTERIS T-164
	GRANULOMETRIA DA MASSA	3 ensaios por dia	Faixa de trabalho do Projeto	ARTERIS T-30
	DENSIDADE MÁXIMA DA MISTURA- RICE	2 ensaio por dia	Projeto	ARTERIS T-209
	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	≥ 0,8 kgf/cm ²	DNIT ME-138
	ADESIVIDADE LIGANTE / AGREGADOS	1 ensaio por semana	RRT ≥ 80% (DUI)	ARTERIS T-283
	MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA (Marshall)	1 ensaio (3 CPs) por cada 4 hs de trabalho	75 golpes soquete Marshall / face	ARTERIS T-166
	DENSIDADE APARENTE DA MISTURA COMPACTADA	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	Projeto	ARTERIS T-166
	TEOR DE VAZIOS (LABORATÓRIO)	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	Ver tabela 4	ARTERIS T—269
	VAZIOS CHEIOS DE ASFALTO	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	Ver tabela 4	ARTERIS ET-35

	VAZIOS DO AGREGADO MINERAL	1 ensaio por cada 4 hs de trabalho	Ver tabela 4	ARTERIS ET-35
PISTA	TEMPERATURA DA MASSA	Em todo caminhão	mínimo 145 graus centígrados	Medir
	VAZIOS DE PISTA	No mínimo 1 Cp a cada 100m de pista. Exceto GAP 9,5 mm.	3% <X< 7%	ARTERIS T-269
	MEDIDA DE IRREGULARIDADE	a cada km	< 26 contagens por km	ARTERIS ET-008
	MEDIDA DE ATRITO	A cada 100m	GN > 0,30	Grip Number
	MACROTEXTURA	A cada 20m	0,6 – 1,2	ASTM 965
	DEFLEXÕES - VIGA BENKELMAN	Projeto define ou mínimo cada 20 m de faixa	$D_c = X + \sigma_x K \leq D_{proj.}$	ARTERIS ME-024
TOPOGRAFIA	ESPESSURA	de acordo com a extração de CP's na pista	± 5 % da espessura de Projeto em segmentos de 1000 m por faixa. Em pontos isolados + - 10%	Fazer média de 4 medidas diametralmente opostas