

BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO - BGTC

Especificação Particular

C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Abril - 2016



DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 009 Rev.09

Especificação Particular para Execução de Brita Graduada Tratada com Cimento - BGTC

Designação ARTERIS ES 009- Rev 09 (Abril/2016)



1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na fabricação e aplicação de base de brita graduada tratada com cimento. Neste documento encontram-se definidos os requisitos concernentes a material, equipamento, execução e controle de qualidade, além dos critérios para a aceitação e rejeição dos serviços.

2. ENSAIOS NECESSÁRIOS

Para o entendimento desta Norma devem ser consultados os documentos seguintes:

ABNT NBR 5732 - Cimento Portland Comum – Especificação.

ABNT– NBR 11581 – Cimento Portland – Determinação do tempo de pega

ARTERIS ME-27 Agregados – Análise Granulométrica de Agregados Finos e Graúdos -
AASHTO T-27

ABNT-NBR 12052 - Agregados – Equivalente de Areia.

ABNT-NBR 6465 - Agregados – Determinação da Abrasão Los Angeles.

ARTERIS ME-104 - Agregados – Avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de Sulfato de Sódio e Magnésio - AASHTO T-104.

DNIT-ME 129 - Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas.

DNIT-ME 092 - Solos – Determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia.

ARTERIS ME-002 - Método de ensaio para brita graduada tratada com cimento - Percentagem de cimento por titulação química

ABNT-NBR 5738 - Concreto – moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos.

ABNT-NBR 5739 - Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.

ABNT-NM 8 - Concreto – Determinação da resistência a tração por compressão diametral.

DNIT-ES 307 - Pavimentação - pintura de ligação

DNIT-ME 024 - Pavimento – Determinação das deflexões pela viga "Benkelman."

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta norma. 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 norma.

3. DEFINIÇÃO

Para o efeito desta Norma é adotada a seguinte definição:

3.1 Brita Graduada Tratada com Cimento:

Consiste na associação de agregado mineral, cimento Portland, aditivos e água, em proporções determinadas experimentalmente, que cumpre certos requisitos de qualidade, uniformemente espalhada sobre uma superfície previamente preparada, resultando uma mistura homogênea, compactada e rígida.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 A brita graduada tratada com cimento pode ser empregada como camada de sub base ou base de pavimentos.

4.2 Não será permitida a execução dos serviços em dias de chuva.

4.3 O tempo máximo entre a mistura na usina e o término da compactação na pista é de 3 horas, devendo ser aferido pelo ensaio de início e fim de pega do cimento ABNT – NBR 11581.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os constituintes da brita graduada tratada com cimento são: agregado graúdo, agregado miúdo, cimento, aditivos e água e devem atender aos limites definidos nesta especificação.

5.1 MATERIAL

5.1.1 Cimento Portland deverá atender a uma das seguintes normas:

ABNT – NBR 5732 Cimento Portland comum;

ABNT – NBR 5733 Cimento Portland de alta resistência inicial;

ABNT – NBR 5735 Cimento Portland de alto forno;

ABNT – NBR 5736 Cimento Portland pozolânico.

5.1.2 Aditivos

Podem ser empregados, a critério da contratada, aditivos para retardar a pega do cimento Portland, que atendam a norma:

ABNT NBR 11768 - Aditivos para concreto de cimento Portland.

5.1.3 Água

Deverá ser limpa, isenta de matéria orgânica, óleos e outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento Portland.

5.1.4 Agregados

Será constituído de pedra britada, areia, pó-de-pedra ou mistura desses. Suas partículas individuais devem ser resistentes, livre de torrões de argila, substâncias nocivas e apresentar as características seguintes:

- Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 40% (NBR-6465);
- Durabilidade, perda inferior a 12% no sulfato de sódio (ARTERIS ME-104);
- Equivalente de areia igual ou superior a 35% (NBR-12052).

5.2 COMPOSIÇÃO DA MISTURA e DOSAGEM

5.2.1 A composição granulométrica da mistura de agregados antes da adição do cimento Portland deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte, com as respectivas tolerâncias quando ensaiadas pelo Método ARTERIS ME-27.

Peneira	mm	FAIXA BGTC ARTERIS		FAIXA DE
% PASSA		MÍNIMA	MÁXIMA	TRABALHO
1"	25	100	100	± 7
3/4"	19	90	100	± 7
3/8"	9,5	55	80	± 7
Nº 4	4,75	35	55	± 5
Nº 10	2,00	20	45	± 5
Nº 40	0,42	10	30	± 5
Nº 200	0,075	2	9	± 2

Faixa de trabalho é a variação máxima permitida para a curva granulométrica obtida, em uma dada peneira.

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

5.2.2 A porcentagem mínima de cimento Portland a ser incorporada à mistura será de 5,0% em peso e a mistura deve atender aos requisitos da tabela a seguir:

Resistência à Compressão Simples (ABNT NBR 5739) - MÍNIMO		Resistência à Tração por Compressão Diametral (ABNT NBR 7222) - MÍNIMO
7 dias	28 dias	28 dias
4,2 Mpa	7,0 MPa	1,0 Mpa

5.2.3 O teor ótimo de umidade e a densidade aparente máxima da mistura (com o cimento incorporado) na energia intermediária de compactação, devem ser definidos através do ensaio de compactação utilizando amostras não trabalhadas DNIT ME – 129.

5.2.4 A confecção dos corpos de prova (15 x 30 cm) para os ensaios de Resistência a Compressão Simples - NBR-5769 e Resistência a Tração por Compressão Diametral ABNT NM- 8 (NBR 7222) (2 para cada ensaio), no teor ótimo de umidade, deve ser da seguinte maneira:

- Moldagem do corpo de prova em 5 camadas, e em cada uma delas aplicar 66 golpes com o soquete de 4,536 kg de peso e altura de queda de 45,72 cm, do método de ensaio de compactação utilizando amostras não trabalhadas DNIT ME – 129. Energia intermediária de compactação ($E=13 \text{ kg. cm} / \text{cm}^3$). Os corpos de prova serão curados conforme descrito no método de ensaio moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos e prismáticos (ABNT NBR 5738).
- Se o diâmetro máximo do agregado for menor que 20mm, os corpos de prova poderão ser confeccionados no molde de 10 x 20 cm, nesse caso a moldagem será em 3 camadas, e cada uma recebendo 33 golpes, com o soquete acima indicado.

A dosagem deve ser apresentada pela Contratada e aprovada pela ARTERIS antes do início dos serviços.

6 EQUIPAMENTO

6.1 Usina de solos do tipo contínua ou descontínua, deve ter dispositivos para dosagem dos agregados individuais, cimento Portland, aditivos e água, e dispositivo para mistura e homogeneização.

6.2 Caminhões basculantes para transporte da brita graduada tratada com cimento.

6.3 Distribuidor de agregados automotrizes e dotado de dispositivo de vibração e acabamento.

6.4 Rolo compressor corrugado vibratório, pneumático e tandem liso (vibratório ou estático).

6.5 Motoniveladora ou martelete para corte de juntas.

6.6 Caminhão distribuidor de ligante asfáltico.

6.7 Caminhão irrigador para distribuição de água.

7 EXECUÇÃO

7.1 Mistura

Os agregados deverão ser estocados convenientemente, de modo que cada um deverá ocupar um silo da usina, não sendo permitida uma mistura prévia dos materiais. Os agregados deverão apresentar homogeneidade granulométrica.

A brita graduada tratada com cimento deverá ser preparada em usina descrita em 6.1.

Os agregados serão combinados de maneira a enquadrar a mistura final nos limites estabelecidos no projeto de mistura (faixa de trabalho).

A introdução da água no misturador deverá ser controlada por meio de dispositivo que permita a verificação da quantidade acrescentada.

Caso ocorram “zonas mortas” no misturador, nas quais o material não seja revolvido suficientemente, estas deverão ser desfeitas.

7.2 Transporte

A brita graduada tratada com cimento a ser transportada, deverá ser protegida por lonas para evitar a perda de umidade durante seu transporte ao local de espalhamento.

7.3 Espalhamento

Antes de se iniciar a execução propriamente dita, devem ser efetuados a locação e o nivelamento da camada subjacente.

Imediatamente antes do espalhamento, a superfície a ser recoberta deverá ser umedecida, sem apresentar excessos de água.

A operação de espalhamento será executada por distribuidor de agregados descrito em 6.3, de modo que a mistura fique em condições de ser compactada, sem conformação suplementar, de acordo com as condições geométricas fixadas em projeto e dentro das tolerâncias desta norma.

A largura de cada “pano” não deverá permitir que juntas longitudinais fiquem situadas abaixo de trilhas de rodas.

As juntas transversais também não devem ficar no mesmo alinhamento.

O espalhamento não poderá ser realizado sob chuva.

7.4 Compactação

Imediatamente depois de terminada a operação de espalhamento, deverá ser iniciado o processo de compactação com o rolo corrugado vibratório. O teor de umidade no momento da compactação deverá ser de no máximo +1 ou no mínimo -2 pontos percentuais em relação à umidade ótima definida em 5.2.3.

O tempo decorrido entre a mistura e o término da compactação, deverá ser de acordo com o descrito em 4.3.

A compactação será iniciada nas bordas do pavimento. As passagens seguintes do compactador recobrirão pelo menos 25% da largura da faixa anteriormente compactada.

A densidade aparente da mistura compactada (grau de compactação) deverá ser maior ou igual a 100% da densidade aparente máxima definida em 5.2.3.

7.5 Juntas de construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, será executada uma junta transversal de construção em local já compactado com face vertical. As juntas transversais de construção não deverão coincidir entre dois panos de serviço adjacentes.

Caso sejam necessárias, as juntas longitudinais serão construídas entalhando-se verticalmente a borda da camada. A face da junta será umedecida antes da colocação da camada adjacente.

Tanto as juntas transversais como as longitudinais, não deverão coincidir com os locais de juntas da camada subjacente anteriormente executada.

7.6 Cura

A superfície da brita graduada tratada com cimento deverá ser protegida contra a evaporação de água, por meio de uma pintura betuminosa (DNIT-ES 307). A película protetora será aplicada em quantidade suficiente para constituir uma membrana contínua. Este procedimento deverá ser executado imediatamente após o término da compactação, e do ensaio de controle (DNIT ME-092) descrito em 8.2.

Outros tipos de cura poderão ser utilizados, desde que aprovados pela fiscalização.

7.7 Liberação para colocação da camada sobrejacente

Deverá ser interditado o tráfego ou a presença de qualquer equipamento até que a camada tenha resistência compatível com sua solicitação de carga, o que poderá ser verificado com o rompimento de corpos de prova extraídos de pista. Não será permitido, entretanto, qualquer trânsito de veículos antes de 7 dias.

8 CONTROLE DE QUALIDADE

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada no item 2 ou onde expressamente mencionado nesta especificação particular.

8.1 Materiais

8.1.1 Cimento Portland

O fornecedor de cimento deverá entregar junto com o produto, um certificado de qualidade que atenda ao disposto em 5.1.1.

8.1.2 Aditivos

O fornecedor de aditivos (quando utilizado) deverá entregar junto com o produto, um certificado de qualidade que atenda ao disposto em 5.1.2.

8.1.3 Água

Deverá ser potável

8.1.4 Agregados

- Um ensaio de desgaste por abrasão Los Angeles (ABNT NBR 6465) toda vez que se fizer necessário realizar ou revisar a dosagem de brita graduada tratada com cimento.
- Um ensaio de durabilidade ao sulfato de sódio (ARTERIS ME-104) toda vez que se fizer necessário realizar ou revisar a dosagem de brita graduada tratada com cimento.
- Um ensaio de equivalente de areia (ABNT NBR 12052) por semana.

8.2 Mistura fresca

- Um ensaio de análise granulométrica (ARTERIS ME-27) a cada 4 horas de produção da usina. A amostra deve ser coletada antes da adição do cimento.
- Um ensaio de compactação (DNIT ME-129), quando houver mudança na faixa de trabalho da mistura.
- Uma determinação do teor de cimento por titulação química método (ARTERIS ME-002) a cada 4 horas de produção da usina.
- Uma determinação do teor de umidade a cada 4 horas de produção da usina. O processo para esta determinação é o descrito no método de ensaio DNIT ME-092.
- Um ensaio de massa específica aparente “in situ” (DNIT ME-092) a cada 100m de pista, obedecendo à ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo, imediatamente após a compactação da camada.

8.3 Mistura Endurecida

- Um ensaio de resistência à compressão simples aos 7 e 28 dias de idade (ABNT NBR 5739) por dia.

- Um ensaio de resistência à tração por compressão diametral aos 28 dias de idade (ABNT NM-8) por dia.

Para os ensaios de resistência a compressão simples e de tração por compressão diametral devem ser extraídos corpos de prova de pista ao 7º dia.

Obs: os corpos de prova devem apresentar espessura \geq a de projeto e não devem conter nenhuma patologia tal como trincamento e segregação.

- Medidas das deflexões recuperáveis, pela Viga Benkelman (DNIT ME-024) ou pelo FWD a cada 100m de pista, e após no mínimo 14 dias de idade da camada. As deflexões máximas admissíveis serão fixadas no projeto.

9 CONTROLE GEOMÉTRICO

Após a execução da camada, proceder-se-á a relocação da plataforma e ao nivelamento do eixo e dos bordos.

Proceder à determinação de pelo menos 5 valores individuais, obtidos por relocação e nivelamento do eixo e dos bordos, de 20 em 20 m alternadamente, antes e depois das operações de espalhamento e compactação.

Como alternativa, as medidas de espessuras poderão ser realizadas por ocasião da execução do ensaio de massa específica aparente “in situ” (DNIT ME-092) descrito em 8.2.

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 nas medições da pista.

Os resultados dos ensaios de Controle Tecnológico, bem como o Controle Geométrico, serão tratados estatisticamente de acordo com a quantidade de resultados e medições por período ou segmento.

10 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

Todos os ensaios dos materiais e da mistura indicados em 8 (Controle de Qualidade), bem como das características geométricas indicadas em 9 (Controle Geométrico), deverão atender aos requisitos desta especificação e/ou do projeto, de acordo com o critério a seguir:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo de projeto}$ ou $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow$ rejeita-se o serviço;

$\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo de projeto}$ ou $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo de projeto} \Rightarrow$ aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

X_i - valores individuais.

\bar{X} - média da amostra.

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações conforme tabela.

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL																		
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
N = n° de amostras									k = coeficiente multiplicador									

Os serviços não aprovados deverão ser refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

11 APÊNDICE - TABELA DE FREQUENCIA DE ENSAIOS

ENSAIO		FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO	ACEITAÇÃO	OBSERVAÇÕES/MÉTODO DE ENSAIO
DOSAGEM	DOSAGEM DA MISTURA DE BGTC	15 dias antes inicio trabalhos ou material mudar	Conforme Especificação ARTERIS ES-009	PROJETO: 28 DIAS -COMPRESSÃO = 7,0 MPa - TRAÇÃO = 1,0 Mpa
AGREGADOS	DURABILIDADE, SULFATO DE SÓDIO	Na dosagem ou material mudar	Agr. Graúdo < 12% Agr. Miúdo < 12%	ARTERIS ME-104

	ABRASÃO LOS ANGELES	Na dosagem ou material mudar	< 40 %	ABNT NBR-6465
	EQUIVALENTE DE AREIA DA MISTURA SÊCA	1 ensaio por semana	≥ 35%	ABNT NBR-12052
ADITIVOS	CIMENTO PORTLAND	Em toda entrega do produto	<u>atender</u>	ABNT – NBR 5732 ou NBR 5733 ou NBR 5735 ou NBR 5736
	ADITIVOS	Em toda entrega do produto	<u>atender</u>	NBR 11768
USINA	GRANULOMETRIA DA MISTURA	a cada 4 horas	Faixa de trabalho do Projeto	ARTERIS ME-27
	UMIDADE HIGROSCÓPICA DOS AGREGADOS	1 ensaio por dia	Para correção da H ót	"método expedito da frigideira"
	COMPACTAÇÃO	Na dosagem ou material mudar	Dens. Máx Seca e H ót.	DNIT ME-129
	TEOR DE CIMENTO POR TITULAÇÃO	a cada 4 horas	Projeto	ARTERIS ME-002

TEOR DE CIMENTO POR MEDIÇÃO DA CORREIA	1 ensaio por dia	Projeto	Medir 1 metro de correia e calcular % de cimento
TEOR DE UMIDADE DA MISTURA	a cada 4 horas	H ót de Projeto $\pm 0,2$ %	DNIT ME-092
MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA	Mínimo 4 por dia (2 para compressão e 2 para tração)	CP's 15x30 = 66 golpes 5 camadas - soquete 4,536 kg / altura de queda de 45,72 cm	Curar os CP's conforme ABNT NBR 5738
		CP's 10x20 = 33 golpes 3 camadas - soquete 4,536 kg / altura de queda de 45,72 cm	
RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (7 dias)	1 ensaio por dia (2 CP's)	> 4,2 MPa	ABNT NBR 5739
RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (28 dias)	1 ensaio por dia (2 CP's)	> 7,0 MPa	ABNT NBR 5739
RESISTÊNCIA A TRAÇÃO (28 dias)	1 ensaio por dia (2 CP's)	> 1,0 MPa	ABNT NM-8

PISTA	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (7 dias)	1 ensaio por dia (2 CP's)	> 4,2 MPa	ABNT NBR 5739
	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO (28 dias)	1 ensaio por dia (2 CP's)	> 7,0 MPa	ABNT NBR 5739
	RESISTÊNCIA A TRAÇÃO (28 dias)	1 ensaio por dia (2 CP's)	> 1,0 MPa	ABNT NM-8
	UMIDADE DA MISTURA	Imediatamente antes da compactação	-2 a +1% da H. ót.	DNIT ME-092
	GRAU DE COMPACTAÇÃO	a cada 100 metros de pista	> 100% Energia Intermediária	DNIT ME-092
	MEDIDAS DE DEFLEXÃO (VIGA BENKELMAN)	a cada 100 metros de pista (Após 14 dias da execução)	Projeto	DNIT ME-024
TOPOGRAFIA	ESPESSURA	a cada 100 metros de pista	> 95% do Projeto	DNIT ME-092

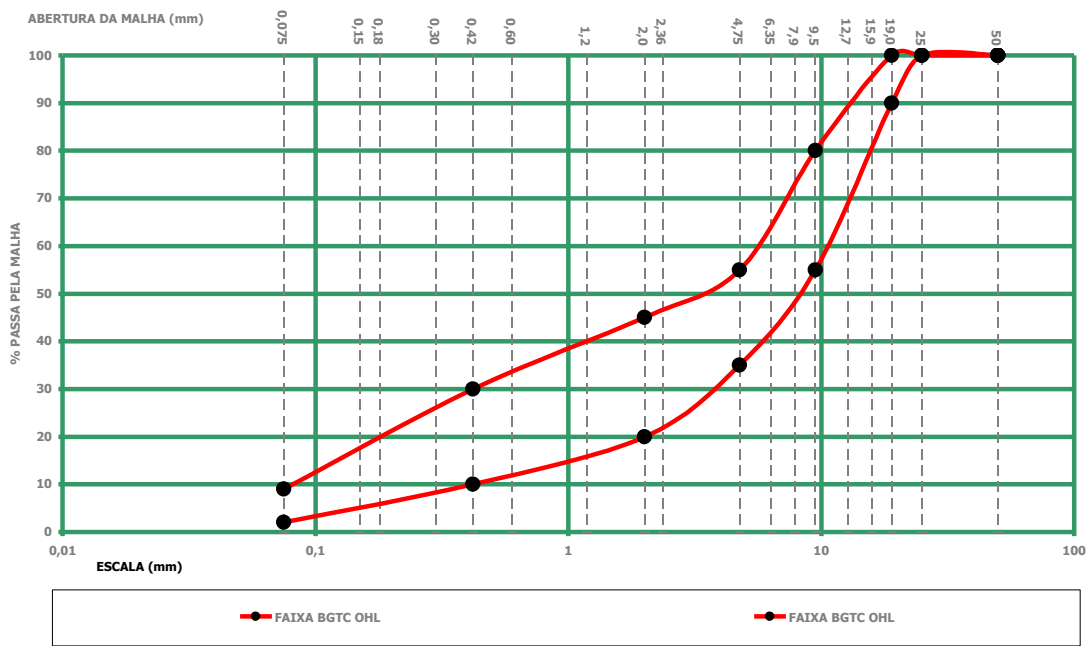


GRÁFICO POTÊNCIA 0,45

