

# CAMADA ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE – CEG

Especificação Particular

**C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO**

Novembro de 2015



**DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 014 Rev.2**

## Especificação Particular para Execução de

# Camada Estabilizada Granulometricamente - CEG

Designação ARTERIS ES 014- Rev 2 (Novembro/2015)



---

### 1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na aplicação de camada de Reforço do Subleito, de Sub-Base ou de Base Estabilizada Granulometricamente, com materiais naturais provenientes de jazidas ou cavas.

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.

**Nota:** Para materiais usinados, aplica-se a Especificação Particular para Execução de Brita Graduada Simples – BGS Designação ARTERIS ES 003.

---

### 2. ENSAIOS NECESSÁRIOS

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

ABNT-NBR 6459 - Solos – Determinação do limite de liquidez.

ABNT-NBR 7180 - Solos – Determinação do limite de plasticidade.

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

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

DNIT-ME 049 - Solos – determinação do Índice de Suporte Califórnia (CBR) utilizando amostras não trabalhadas.

DNIT-ME 092 - Solos – Determinação da Massa Específica Aparente “in situ”, com emprego do frasco de areia.

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

---

### 3. DEFINIÇÃO

Para o efeito desta Norma é adotada a seguinte definição:

3.1 Camada de Reforço do Subleito, de Sub-base ou de Base Estabilizada Granulometricamente:

Consiste na associação de agregado mineral e água, que cumpre certos requisitos de qualidade, uniformemente espalhada e adequadamente compactada, sobre uma superfície previamente preparada, resultando uma mistura homogênea e estabilizada.

#### 4. CONDIÇÕES GERAIS

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

#### 5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os constituintes da camada estabilizada granulometricamente são: solos naturais, rochas alteradas naturais, rochas e solos lateríticos, misturas artificiais de solos, de rochas alteradas, materiais de solos (areia, pedregulho) ou ainda por qualquer combinação desses materiais e devem atender aos limites definidos nesta especificação.

##### 5.1 MATERIAL

###### 5.1.1 Água

###### 5.1.2 Agregados

###### 5.1.2.1 Fração graúda do agregado (com diâmetro superior a 2 mm)

Deve ser resistente e apresentar as características seguintes:

- Desgaste Los Angeles igual ou inferior a 55% (ABNT-NBR 6465);

###### 5.1.2.2 Fração miúda do agregado (com diâmetro inferior a 0,42 mm)

Deve apresentar as características seguintes:

- Limite de Liquidez inferior a 25%. (ABNT-NBR 6459).
- Índice de Plasticidade inferior a 6%. (ABNT-NBR 7180).

##### 5.2 GRANULOMETRIA DO AGREGADO TOTAL

5.2.1 A granulometria deve satisfazer os requisitos de uma das faixas do quadro seguinte quando ensaiadas pelo Método ARTERIS T-27.

% PASSA		FAIXA A		FAIXA B		FAIXA C		FAIXA D		FAIXA E		FAIXA F	
Peneira	mm	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX	MÍN	MÁX
2"	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1"	25	60	90	75	95	100	100	100	100	100	100	100	100
3/8"	9,5	35	65	40	75	50	85	60	100	75	100	80	100
Nº 4	4,8	25	55	30	60	35	65	50	85	55	100	70	100
Nº 10	2,0	15	40	20	45	25	50	40	70	40	100	55	100
Nº 40	0,42	8	20	15	30	15	30	20	50	20	55	30	70
Nº 200	0,075	2	8	5	15	5	20	7	20	8	25	10	25

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

### 5.3 CAPACIDADE DE SUPORTE E GRAU DE COMPACTAÇÃO DO AGREGADO TOTAL NA PISTA.

5.3.1 O agregado total deve satisfazer os requisitos do quadro seguinte.

Parâmetro a ser atendido	Unidade	Camada de Reforço do SL		Camada de Sub-Base		Camada de Base	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
CBR - DNIT-ME 049 (Energia Modificada - 56 golpes)	%	-	-	-	-	80	-
EXPANSÃO - DNIT-ME 049 (Energia Modificada 56 golpes)	%	-	-	-	-	-	0,5
CBR - DNIT-ME 049 (Energia Intermediária - 26 golpes)	%	15	-	30	-	-	-
EXPANSÃO - DNIT-ME 049 (Energia Intermediária 26 golpes)	%	-	1,0	-	1,0	-	-
GRAU DE COMPACTAÇÃO - DNIT-ME 049	%	100	-	100	-	100	-

**Nota:** O método de ensaio DNIT-ME 049 fornece também o teor ótimo de umidade e a densidade aparente máxima seca da mistura.

*A faixa de agregado total escolhida deve ser apresentada pela Contratada e aprovada pela ARTERIS antes do início dos serviços.*

---

## 6. EQUIPAMENTO

- 6.1 Todos os equipamentos necessários para exploração da jazida ou cava.
- 6.2 Caminhões basculantes para transporte do agregado.
- 6.3 Acabadora ou Trimmer.
- 6.4 Motoniveladora
- 6.5 Rolo compressor pneumático e tandem liso (vibratório ou estático).
- 6.6 Caminhão irrigador para distribuição de água.

---

## 7. EXECUÇÃO

### 7.2. Carga e Transporte

O agregado deve ser carregado na jazida ou cava e transportado até o local de espalhamento.

### 7.3. Espalhamento

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

O espalhamento não pode ser realizado sob chuva.

#### 7.3.1. Camadas de Reforço do Sub Leito e Sub Base:

O agregado pode ser descarregado na pista em montes ou leiras de dimensões constantes de modo a facilitar a distribuição.

A operação de espalhamento neste caso, será executada por motoniveladora descrita em 6.4, de modo que a mistura fique em condições de ser compactada, sem segregação, de acordo com as condições geométricas fixadas em projeto e dentro das tolerâncias desta norma.

#### 7.3.2. Camadas de Base:

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

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

As juntas transversais também não devem ficar no mesmo alinhamento.

A conformação suplementar, se necessária, deve ser feita com motoniveladora, tomando-se os cuidados necessários para evitar segregação de finos/graúdos.

È permitido o uso de motoniveladora para acabamento da superfície da camada.

#### 7.4. Compactação

Após terminada a operação de espalhamento, a camada estabilizada granulometricamente deve ser compactada. O teor de umidade no momento da compactação deve ser de no máximo +1 ou no mínimo -2 pontos percentuais em relação à umidade ótima definida em 5.3.

A compactação será iniciada nas bordas do pavimento. As passagens seguintes do compactador recobrirão no mínimo, 30 cm da largura da faixa anteriormente compactada.

A densidade aparente da mistura compactada (grau de compactação) deve ser maior ou igual a 100% da densidade aparente máxima definida em 5.3, independente da energia utilizada.

A deflexão medida não pode, em nenhum ponto, ser superior à definida no projeto.

---

## 8. CONTROLE DE QUALIDADE

Todos os materiais devem ser testados em laboratório, obedecendo à metodologia indicada no item 2.

### 8.1 Materiais

#### 8.1.1 Agregados

#### 8.1.2 Jazida / Cava

- Um ensaio de desgaste por abrasão Los Angeles (ABNT-NBR 6465) na escolha da jazida ou cava e sempre que houver mudança do horizonte explorado.

- No mínimo 9 ensaios de análise granulométrica (AASHTO T-27) na escolha da jazida ou cava.
- No mínimo 9 ensaios de limite de liquidez (ABNT-NBR 6459) na escolha da jazida ou cava.
- No mínimo 9 ensaios de Índice de plasticidade (ABNT-NBR 7180) na escolha da jazida ou cava.
- No mínimo 9 ensaios de Índice de Suporte Califórnia (CBR) utilizando amostras não trabalhadas (DNIT-ME 049) na escolha da jazida ou cava.

### 8.1.3 Pista

- 1 ensaio de análise granulométrica (AASHTO T-27) por dia de trabalho na pista.
- 1 ensaio de limite de liquidez (ABNT-NBR 6459) por dia de trabalho na pista.
- 1 ensaio de Índice de plasticidade (ABNT-NBR 7180) por dia de trabalho na pista.
- 1 ensaio de Índice de Suporte Califórnia (CBR) (DNIT-ME 049) por dia de trabalho na pista.
- Tantas quanto forem necessárias, determinações do teor de umidade antes da compactação da camada. O processo para esta determinação é o descrito no método de ensaio DNIT ME-092.
- Um ensaio de massa específica aparente “in situ” (DNER ME-092) a cada 100m de pista, obedecendo à ordem: bordo direito, eixo, bordo esquerdo, eixo. Este ensaio também servirá para medir a espessura da camada executada.
- Medidas das deflexões recuperáveis, pela Viga Benkelman (DNER ME-024) ou pelo FWD a cada 100m de pista. As deflexões máximas admissíveis serão fixadas no projeto.

Os resultados dos ensaios de Controle Tecnológico serão tratados estatisticamente de acordo com a quantidade de resultados e medições por período ou segmento. O lote, para o controle estatístico, a ser adotado pode ser por tempo ou extensão. Por exemplo, uma semana de trabalho ou 1 km de pista.

---

## 9. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

Todos os ensaios dos materiais indicados em 8 (Controle de Qualidade), bem como a espessura medida, deverão atender aos requisitos desta especificação e/ou do projeto, de acordo com o critério a seguir:

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

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

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.

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 rejeitados deverão ser refeitos.

Os resultados do controle estatístico serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, a ser feito pela construtora e entregue junto com a medição. A medição só será encaminhada para pagamento após a entrega do relatório de controle do trecho medido.

## 10 APÊNDICE - TABELA DE FREQUENCIA DE ENSAIOS

ENSAIO		FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO	ACEITAÇÃO	OBSERVAÇÕES/MÉTODO DE ENSAIO
<b>JAZIDA</b>	<b>APROVAÇÃO DA JAZIDA</b>	Mínimo 15 dias antes início trabalhos ou material mudar	Conforme Especificação ARTERIS ES-007	-
	<b>ABRASÃO LOS ANGELES</b>	Na escolha da jazida ou cava e sempre que houver mudança do horizonte explorado	< 55 %	ABNT NBR-6465
	<b>GRANULOMETRIA DO AGREGADO</b>	Mínimo 9 ensaios na escolha da jazida ou cava	VER 5.2 da Especificação ARTERIS ES-007	ARTERIS ME-27

	ENSAIO	FREQUÊNCIA ESPECIFICAÇÃO	ACEITAÇÃO	OBSERVAÇÕES/MÉTODO DE ENSAIO
	<b>LIMITE DE LIQUIDEZ</b>	Mínimo 9 ensaios na escolha da jazida ou cava	< 25%	ABNT-NBR 6459
	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDADE</b>	Mínimo 9 ensaios na escolha da jazida ou cava	< 6%	ABNT-NBR 7180
	<b>EXPANSÃO</b>	Mínimo 9 ensaios na escolha da jazida ou cava	VER 5.3 da Especificação ARTERIS ES-007	DNIT ME-049
	<b>INDICE SUPORTE (CBR)</b>	Mínimo 9 ensaios na escolha da jazida ou cava	VER 5.3 da Especificação ARTERIS ES-007	DNIT ME-049
<b>PISTA</b>	<b>LIMITE DE LIQUIDEZ</b>	1 ensaio por dia de trabalho	< 25%	ABNT-NBR 6459
	<b>ÍNDICE DE PLASTICIDADE</b>	1 ensaio por dia de trabalho	< 6%	ABNT-NBR 7180
	<b>EXPANSÃO</b>	1 ensaio por dia de trabalho	VER 5.3 da Especificação ARTERIS ES-007	DNIT ME-049
	<b>INDICE SUPORTE (CBR)</b>	1 ensaio por dia de trabalho	VER 5.3 da Especificação ARTERIS ES-007	DNIT ME-049
	<b>TEOR DE UMIDADE</b>	Quantas forem necessárias	-2% a +1% da H ót de Projeto	DNIT ME-092
	<b>GRAU DE COMPACTAÇÃO</b>	a cada 100 metros de pista	> 100% (Independente da Energia Utilizada)	DNIT ME-092
	<b>MEDIDAS DE DEFLEXÃO (VIGA BENKELMAN)</b>	a cada 100 metros de pista	Projeto	DNIT ME-024
<b>TOPOGRAFIA</b>	<b>ESPESSURA</b>	a cada 100 metros de pista	> 95% do Projeto	DNIT ME-092



# 11 COMPARAÇÃO DAS FAIXAS GRANULOMÉTRICAS

