

MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM**Cimento Portland - recebimento e aceitação**

Norma rodoviária

Especificação de Material

DNER-EM 036/95

p.01/10

RESUMO

Este documento, que é uma norma técnica, fixa os requisitos gerais e específicos exigíveis de cimento Portland destinado à produção de concreto para obras rodoviárias. Apresenta definições, classificação, o procedimento para inspeção e as condições para aceitação ou rejeição do produto.

ABSTRACT

This document fixes general and specific requirements for Portland cement suitable for concrete production to be used on highway works. It presents definitions, classification, inspection and conditions for acceptance or rejection of the product.

SUMÁRIO

- 0 Apresentação
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Inspeção
- 7 Aceitação e rejeição

Anexo normativo

0 APRESENTAÇÃO

Esta Norma tem por objetivo de se adaptar, quanto à forma, a DNER-EM 036/71 à DNER-PRO 101/93, e promover aperfeiçoamento técnico.

Macrodescriptores MT: cimento, especificação**Microdescriptores DNER:** cimento, cimento Portland, cimento Portland de alto-forno, cimento pozolânico, especificação**Palavras-Chave IRRD/IPR:** cimento (4758), especificação (norma) (0139)**Descritores SINORTEC:** normas, cimentos

Aprovada pelo Conselho Administrativo em 29/11/95.
Resolução nº 150/95, Sessão nº CA/41/95
Processo nº 51100005799/94-9

Autor: DNER/DrDTc (IPR)
Revisão e adaptação da DNER-EM 036/71
à DNER-PRO 101/93.

1 OBJETIVO

Esta Norma fixa as condições para recebimento e aceitação de cimento Portland a ser usado em obras rodoviárias.

2 REFERÊNCIAS

2.1 Normas complementares

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- a) DNER-EM 36/71 - Recebimento e aceitação de cimento Portland comum e Portland de alto-forno;
- b) ABNT EB-1/91, registrada no INMETRO como NBR 5732, designada Cimento Portland comum;
- c) ABNT EB-2/91, registrada no INMETRO como NBR 5733, designada Cimento Portland de alta resistência inicial;
- d) ABNT EB-208/91, registrada no INMETRO como NBR 5735, designada Cimento Portland de alto-forno;
- e) ABNT EB-758/91, registrada no INMETRO como NBR 5736, designada Cimento Portland pozolânico;
- f) ABNT EB-2138/91, registrada no INMETRO como NBR 11578, designada Cimento Portland composto.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Clinquer Portland

Produto constituído em sua maior parte de silicatos de cálcio com propriedades hidráulicas.

3.2 Cimento Portland comum

Aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clinquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem é permitido adicionar a esta mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e/ou materiais carbonáticos, nos teores especificados no Quadro II.

3.3 Cimento Portland de alta resistência inicial

Aglomerante hidráulico que atende às exigências de alta resistência inicial, obtido pela moagem de clinquer Portland, constituído em sua maior parte de silicatos de cálcio hidráulicos, ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem é permitido adicionar a esta mistura materiais carbonáticos, nos teores especificados no Quadro II.

3.4 Cimento Portland de alto-forno

Aglomerante hidráulico obtido pela mistura homogênea de clinquer Portland e escória granulada de alto-forno, moídos em conjunto ou em separado.

3.4.1 Durante a moagem é permitido adicionar uma ou mais formas de sulfato de cálcio e materiais carbonáticos, nos teores especificados no Quadro II.

3.4.2 O conteúdo de escória granulada de alto-forno deve estar compreendido entre 35% a 70% da massa total de aglomerante.

3.5 Escória granulada de alto-forno

Subproduto do tratamento de minério de ferro em alto-forno, obtido sob forma granulada por resfriamento brusco, constituído em sua maior parte de silicatos e aluminos-silicatos de cálcio. Sua composição deve obedecer a relação:

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} > 1$$

3.6 Cimento Portland pozolânico

Aglomerante hidráulico obtido pela mistura homogênea de clínquer Portland e materiais pozolânicos, moídos em conjunto ou em separado.

3.6.1 Durante a moagem é permitido adicionar uma ou mais formas de sulfato de cálcio e materiais carbonáticos, nos teores especificados no Quadro II.

3.6.2 O teor de materiais pozolânicos secos deve estar compreendido entre 15% e 50% da massa total de aglomerante.

3.7 Cimento Portland composto

Aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Durante a moagem é permitido adicionar a esta mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e/ou materiais carbonáticos, nos teores especificados no Quadro II.

3.8 Materiais carbonáticos

Materiais finamente divididos constituídos em sua maior parte de carbonato de cálcio.

3.9 Materiais pozolânicos

Materiais silicosos ou silicoaluminosos que por si só possuem pouca ou nenhuma atividade aglomerante mas que, quando finamente divididos, e na presença de água, reagem com o hidróxido de cálcio, à temperatura ambiente, para formar compostos com propriedades cimentícias.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Designações

Os cimentos, a que esta Norma se refere, têm as suas designações, siglas e classes de acordo com o disposto no Quadro I.

4.2 Composições

As composições dos cimentos devem estar compreendidas entre os limites fixados no Quadro II.

4.3 Embalagem, marcação e entrega.

4.3.1 O cimento pode ser entregue em sacos, contêiner ou a granel.

4.3.2 Quando o cimento é entregue em sacos, estes devem ter impressos de forma bem visível, em cada extremidade, as siglas e as classes, com 60 mm de altura, no mínimo e, no centro, a denominação normalizada - nome e marca do fornecedor.

4.3.3 Os sacos devem conter 50 kg líquidos de cimento e devem estar íntegros na ocasião da inspeção e recebimento.

4.3.4 No caso de entrega a granel ou contêiner, a documentação que acompanha a entrega deve conter a sigla correspondente, a denominação normalizada - nome e marca do consumidor - e a massa líquida do cimento entregue.

4.4 Armazenamento em sacos

Os sacos de cimento devem ser armazenados em locais bem secos, ao abrigo das intempéries, e bem protegidos para preservação da qualidade, e de forma que permita fácil acesso à inspeção e à identificação de cada lote. As pilhas devem ser colocadas sobre estrados secos e não devem conter mais de dez sacos de altura.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Exigências químicas

5.1.1 Os cimentos referidos no Quadro I devem atender às exigências químicas indicadas no Quadro III.

5.2 Exigências físicas e mecânicas

5.2.1 Os cimentos citados no Quadro I devem atender às exigências físicas e mecânicas indicadas no Quadro IV.

5.3 Exigências químicas, físicas e mecânicas (facultativas).

5.3.1 No Quadro V estão indicadas exigências químicas, físicas e mecânicas (facultativas) aplicáveis apenas quando solicitadas, para cada tipo de cimento.

6 INSPEÇÃO

6.1 Por ocasião da recepção e armazenagem do cimento são colhidas pela Fiscalização amostras para ensaio.

6.2 Para cada lote de 100 sacos ou o equivalente, deve-se retirar uma amostra parcial de, no mínimo, 5 kg; as amostras parciais, cuidadosamente misturadas, constituem a amostra média destinada aos ensaios, a qual deve pesar, no mínimo, 50 kg, composta de dois exemplares de 25 kg cada um.

6.3 Os sacos ou os recipientes escolhidos para a retirada das amostras parciais devem estar em perfeito estado.

6.4 Cada um dos exemplares de amostra colhida deve ser acondicionado em recipiente hermético e impermeável, de material não-reagente com o cimento, devidamente identificado, sendo um enviado ao laboratório para ensaios e o outro mantido em local seco e protegido, como testemunha para eventual comprovação de ensaios.

6.5 O prazo decorrido entre a coleta e a chegada do exemplar ao laboratório de ensaio deve ser, no máximo, de 10 dias.

Nota: Não havendo condições materiais para a amostragem, conforme antes prescrito, admite-se que seja encaminhado ao laboratório um saco de cimento para cada partida de 500 sacos ou fração.

6.6 Os ensaios destinados a cada tipo de cimento devem ser realizados de acordo com os métodos específicos, constantes da listagem a seguir:

- a) resíduo insolúvel - NBR 5744;
- b) resíduo insolúvel quando se adiciona material pozzolânico - NBR 8347;
- c) perda ao fogo - NBR 5743;
- d) trióxido de enxofre - NBR 5745;
- e) óxido de magnésio - NBR 5742 ou NBR 9203;
- f) área específica - NBR 7224;
- g) finura - NBR 11579;
- h) expansibilidade - NBR 11582;
- i) tempo de pega - NBR 11581;
- j) resistência à compressão - NBR 7215;
- k) determinação do teor de escória - NBR 5754;
- l) anidrido carbônico - NBR 11583;
- m) água de consistência da pasta - NBR 11580;
- n) índice de consistência de argamassa normal NBR 7215 ;
- o) determinação da pozzolanicidade - NBR 5753;
- p) enxofre na forma de sulfeto NBR 5746;
- q) índice de atividade pozzolânica com cimento - NBR 5752;
- r) cimento Portland pozzolânico, cimento Portland comum e cimento Portland composto com adições de materiais pozzolânicos - análise química - NBR 8347.

7 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1 O cimento é automaticamente aceito sempre que os resultados dos ensaios atenderem às exigências desta Norma.

7.2 Independentemente das exigências anteriores, não devem ser aceitos os cimentos entregues em sacos rasgados, molhados ou avariados durante o transporte. Do mesmo modo, não devem ser aceitos cimentos transportados a granel ou contêiner, quando houver sinais evidentes de contaminação.

7.3 O cimento armazenado a granel ou contêiner por mais de seis meses, ou armazenado em sacos por mais de três meses, deve ser reensaiado, podendo ser rejeitado se não satisfizer a qualquer exigência desta Norma.

7.4 Sacos que apresentem variação superior a 2%, para mais ou para menos, dos 50 kg líquidos, devem ser rejeitados. Se a massa média dos sacos, em qualquer lote, obtida pela pesagem de 30 unidades tomadas ao acaso, for menor que 50 kg, todo o lote deve ser rejeitado.

ANEXO NORMATIVO - QUADROS

Quadro I - Designações e classes de resistência de cimentos Portland

Designações	Classes
Cimento Portland comum	CP I-25, CP I-32 e CP I-40
Cimento Portland comum (com adições)	CP I-S-25, CP I-S-32 e CP I-S-40
Cimento Portland composto (com escória)	CP II-E-25, CP II-E-32 e CP II-E-40
Cimento Portland composto (com pozolana)	CP II-Z-25, CP II-Z-32 e CP II-Z-40
Cimento Portland composto (com filer)	CP II-F-25, CP II-F-32 e CP II-F-40
Cimento Portland de alto-forno	CP III-25, CP III-32 e CP III-40
Cimento Portland pozolânico	CP IV-25 e CP IV-32
Cimento Portland de alta resistência inicial	CP V-ARI

Quadro II - Teores dos componentes de cimentos Portland

Siglas	Classes de resistência	Componentes (% em massa)			
		Clinker + sulfatos de cálcio	Escória de alto-forno	Material pozolânico	Material carbonático
CP I	25-32-40	100	—	—	—
CP I - S	25-32-40	99-95	1 - 5	1 - 5	1 - 5
CP II - E	25-32-40	94-56	6-34	—	0 - 10
CP II - Z	25-32-40	94-76	—	6-14	0 - 10
CP III - F	25-32-40	94-90	—	—	6 - 10
CP III	25-32-40	65-25	35-70	—	0 - 5
CP IV	25-32	85 - 45	—	15-50	0 - 5
CP V - ARI	—	100 - 95	—	—	0 - 5

Nota: As classes de resistência 25, 32 e 40, citadas no Quadro I, representam os mínimos de resistência à compressão aos 28 dias de idade, em MPa.

/Quadro III

Quadro III - Exigências químicas

Cimentos	Limites máximos %				
	R.I.	P.F.	MgO	SO ₃	CO ₂
CP I-25	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 1,0
CP I-32	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 1,0
CP I-40	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 1,0
CP I-S-25	≤ 5,0	≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP I-S-32	≤ 5,0	≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP I-S-40	≤ 5,0	≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP II-E-25	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-E-32	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-E-40	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-Z-25	≤ 16,0	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-Z-32	≤ 16,0	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-Z-40	≤ 16,0	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-F-25	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-F-32	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP II-F-40	≤ 2,5	≤ 6,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 5,0
CP III-25	≤ 1,5	≤ 4,5		≤ 4,0	≤ 3,0
CP III-32	≤ 1,5	≤ 4,5		≤ 4,0	≤ 3,0
CP III-40	≤ 1,5	≤ 4,5		≤ 4,0	≤ 3,0
CP IV-25		≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP IV-32		≤ 4,5	≤ 6,5	≤ 4,0	≤ 3,0
CP V-ARI	≤ 1,0	≤ 4,5	≤ 6,5	Nota 1	≤ 3,0

Nota 1: Determinação química

- quando C3A do clínquer ≤ 8%
- quando C3A do clínquer > 8%

- Limites da massa de SO₃ (%)

- ≤ 3,5
- ≤ 4,5

Nota 2: Nos casos em que o cimento se destine ao emprego em concreto com agregados potencialmente reativos, são necessários estudos específicos para o uso de materiais pozolânicos ou de escória granulada de alto-forno para a inibição da reação, visando garantir a durabilidade do concreto

Quadro IV - Exigências físicas e mecânicas

Cimento	Finura		Pega início (h)	Expansibilidade a quente, min (mm)	Resistência à compressão min (MPa)		
	Resíduo na penetra 0,075 mm (%)	Blaine min (m ² /kg)			3 d	7 d	28 d
CP I-25	≤ 12	≥ 240	≥ 1	≤ 5	≥ 8	≥ 15	≥ 25
CP I-32	≤ 12	≥ 260	≥ 1	≤ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 32
CP I-40	≤ 10	≥ 280	≥ 1	≤ 5	≥ 15	≥ 25	≥ 40
CP I-S-25	≤ 12	≥ 240	≥ 1	≤ 5	≥ 8	≥ 15	≥ 25
CP I-S-32	≤ 12	≥ 260	≥ 1	≤ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 32
CP I-S-40	≤ 10	≥ 280	≥ 1	≤ 5	≥ 15	≥ 25	≥ 40
CP II-E-25	≤ 12	≥ 240	≥ 1	≤ 5	≥ 8	≥ 15	≥ 25
CP II-E-32	≤ 12	≥ 260	≥ 1	≤ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 32
CP II-E-40	≤ 10	≥ 280	≥ 1	≤ 5	≥ 15	≥ 25	≥ 40
CP II-Z-25	≤ 12	≥ 240	≥ 1	≤ 5	≥ 8	≥ 15	≥ 25
CP II-Z-32	≤ 12	≥ 260	≥ 1	≤ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 32
CP II-Z-40	≤ 10	≥ 280	≥ 1	≤ 5	≥ 15	≥ 25	≥ 40
CP II-F-25	≤ 12	≥ 240	≥ 1	≤ 5	≥ 8	≥ 15	≥ 25
CP II-F-32	≤ 12	≥ 260	≥ 1	≤ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 32
CP II-F-40	≤ 10	≥ 280	≥ 1	≤ 5	≥ 15	≥ 25	≥ 40
CP III-25	≤ 8		≥ 1	≤ 5	≥ 8	≥ 15	≥ 25
CP III-32	≤ 8		≥ 1	≤ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 32
CP III-40	≤ 8		≥ 1	≤ 5	≥ 12	≥ 23	≥ 40
CP IV-25	≤ 8		≥ 1	≤ 5	≥ 8	≥ 15	≥ 25
CP IV-32	≤ 8		≥ 1	≤ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 32
CP V-ARI	≤ 6	≥ 300	≥ 1	≤ 5	≥ 24	≥ 34	

Nota : A resistência à compressão do CP V-ARI a 1 dia de idade deve ser ≥ 14 MPa.

Quadro V - Exigências químicas, físicas e mecânicas do cimento (facultativas)

Cimento	Teor de material pozolânico	Teor de material carbonático	Teor de mat. pozolânico + escória + mat. carbonático	Teor de escória	S sob forma de sulfeto	Pega-fim	expansão a frio máx.	resistência à compressão mínima (MPa)
	%	%	%	%	%	(h)	(mm)	91 dias
CP I-25						≤ 10	≤ 5	
CP I-32						≤ 10	≤ 5	
CP I-40						≤ 10	≤ 5	
CP I-S-25			≤ 5			≤ 10	≤ 5	
CP I-S-32			≤ 5			≤ 10	≤ 5	
CP I-S-40			≤ 5			≤ 10	≤ 5	
CP II-E-25		0 - 10		6 - 34		≤ 10	≤ 5	
CP II-E-32		0 - 10		6 - 34		≤ 10	≤ 5	
CP II-E-40		0 - 10		6 - 34		≤ 10	≤ 5	
CP II-Z-25	6 - 14	0 - 10				≤ 10	≤ 5	
CP II-Z-32	6 - 14	0 - 10				≤ 10	≤ 5	
CP II-Z-40	6 - 14	0 - 10				≤ 10	≤ 5	
CP II-F-25		6 - 10				≤ 10	≤ 5	
CP II-F-32		6 - 10				≤ 10	≤ 5	
CP II-F-40		6 - 10				≤ 10	≤ 5	
CP III-25				≥ 35 ≤ 70	≤ 1	≤ 12	≤ 5	≥ 32
CP III-32				≥ 35 ≤ 70	≤ 1	≤ 12	≤ 5	≥ 40
CP III-40				≥ 35 ≤ 70	≤ 1	≤ 12	≤ 5	≥ 48
CP IV-25						≤ 12	≤ 5	≥ 32
CP IV-32						≤ 12	≤ 5	≥ 40
CP V-ARI		≤ 5				≤ 10	≤ 5	