

NP

EN 196-1

1996

NORMA PORTUGUESA

Métodos de ensaio de cimentos

Parte 1: Determinação das resistências mecânicas

Méthodes d'essais des ciments

Partie 1: Détermination des résistances mécaniques

Methods of testing cement

Part 1: Determination of strength

CDU

621.742.48:620.172.24

Descritores

Cimentos; argamassa; resistência à compressão; flexão; propriedades mecânicas dos materiais; ensaios; equipamentos para ensaio; amostras para ensaio; certificação

Correspondência

Homologação

Termo de Homologação N° 17/96, de 1996-02-26

A presente Norma constitui a versão portuguesa da EN 196-1: 1994

Elaborado por
CT105 (ATIC)

Edição

Setembro de 1996

© IPQ reprodução proibida

Instituto Português da Qualidade

Rua C à Avenida dos Três Vales
2825 MONTE DA CAPARICA
Tel. (01) 294 81 00
Fax (01) 294 81 01

ICS: 91.100.10

Revisão da EN 196-1: 1987

Descritores: Cimento, argamassa, composição, ensaio, resistência à compressão, resistência à flexão, ensaio de conformidade, amostra para ensaio, material de ensaio, certificação.

Versão Portuguesa

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 1:
Determinação das resistências mecânicas

Prüfverfahren für Zement;
Teil 1: Bestimmung der
Festigkeit

Méthodes d'essais des ci-
ments; Partie 1: Détermination
des résistances mécaniques

Methods of testing cement;
Part 1: Determination of
strength

A presente Norma é a versão portuguesa da Norma Europeia EN 196-1: 1994 e tem o mesmo estatuto que as versões oficiais. A tradução é da responsabilidade do Instituto Português da Qualidade.

Esta Norma Europeia foi ratificada pelo CEN em 1994-12-12.

Os membros do CEN são obrigados a submeter-se ao Regulamento Interno do CEN/CENELEC, que define as condições de adopção desta Norma Europeia como norma nacional, sem qualquer modificação.

Podem ser obtidas listas actualizadas e referências bibliográficas relativas às normas nacionais correspondentes junto do Secretariado Central, ou de qualquer membro do CEN.

A presente Norma Europeia existe nas três línguas oficiais (alemão, francês e inglês). Uma versão noutra língua, obtida pela tradução, sob responsabilidade de um membro do CEN, para a sua língua nacional, e notificada ao Secretariado Central, tem o mesmo estatuto que as versões oficiais.

Os membros do CEN são os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, Suécia e Suíça.

CEN

Comissão Europeia de Normalização
Europäisches Komitee für Normung
Comité Européen de Normalisation
European Committee for Standardization
Secretariado Central: rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Índice

	Página
1. Objectivo e campo de aplicação	6
2. Referências normativas	6
3. Princípio	6
4. Laboratório e equipamento	7
4.1. Laboratório	7
4.2. Requisitos gerais para o equipamento	7
4.3. Peneiros de ensaio	7
4.4. Misturador	8
4.5. Moldes	9
4.6. Compactador	11
4.7. Máquina de ensaio de resistência à flexão	12
4.8. Máquina de ensaio de resistência à compressão	12
4.9. Dispositivo de compressão	16
5. Constituintes da argamassa	18
5.1. Areia	18
5.2. Cimento	19
5.3. Água	19
6. Preparação da argamassa	19
6.1. Composição da argamassa	19
6.2. Dosagem da argamassa	19
6.3. Amassadura da argamassa	19
7. Preparação dos provetes	19
7.1. Dimensões dos provetes	19
7.2. Moldagem dos provetes	19
8. Conservação dos provetes	20
8.1. Manuseamento e conservação antes da desmoldagem	20
8.2. Desmoldagem dos provetes	20
8.3. Conservação dos provetes em água	20
8.4. Idade dos provetes para os ensaios de resistência mecânica	21
9. Ensaio dos provetes	21
9.1. Técnica de ensaio	21
9.2. Resistência à flexão	21
9.3. Resistência à compressão	22
10. Ensaio de conformidade do cimento	22
10.1. Generalidades	22
10.2. Definição do resultado do ensaio	22
10.3. Cálculo do resultado do ensaio	22
10.4. Relatório dos resultados	22
10.5. Medida da precisão do método	22
10.6. Reprodutibilidade	22
11. Ensaio de aceitação da areia e de equipamentos alternativos	23
11.1. Generalidades	23
11.2. Definição do resultado do ensaio	23
11.3. Cálculo do resultado do ensaio	23
11.4. Precisão do método do ensaio	23
11.5. Repetibilidade	23
11.6. Areias normalizadas CEN	23
11.7. Ensaio de aceitação de equipamentos alternativos de compactação	25

Preâmbulo

Esta Norma Europeia foi elaborada pelo Comité Técnico CEN/TC 51 "Cimentos e Cales de Construção", cujo Secretariado é assegurado pelo IBN.

A Norma Europeia sobre métodos de ensaio de cimentos é constituída pelas seguintes partes:

EN 196-1

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 1: Determinação das resistências mecânicas

EN 196-2

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 2: Análise química dos cimentos

EN 196-3

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 3: Determinação do tempo de presa e da expansibilidade

ENV 196-4

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 4: Determinação quantitativa dos constituintes

EN 196-5

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 5: Ensaio de pozolanicidade dos cimentos pozolânicos

EN 196-6

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 6: Determinação da finura

EN 196-7

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 7: Métodos de colheita e preparação de amostras de cimento

EN 196-21

Métodos de ensaio de cimentos - Parte 21: Determinação do teor de cloretos, dióxido de carbono e álcalis nos cimentos.

A esta Norma Europeia deverá ser dado o estatuto de Norma Nacional, quer pela publicação dum texto idêntico, quer por endosso, o mais tardar em Junho de 1995, e as normas nacionais em conflito com esta deverão ser retiradas o mais tardar em Junho de 1995.

Esta Norma Europeia substitui a EN 196-1:1987.

De acordo com o Regulamento Interno do CEN/CENELEC, os países seguintes são obrigados a adoptar esta Norma Europeia: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Islândia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Portugal, Suécia e Suíça.

1. Objectivo e campo de aplicação

A presente Norma Europeia descreve um método de determinação das resistências à compressão e à flexão da argamassa de cimento.

Esta Norma descreve o método de referência; a utilização de variantes só é autorizada em casos bem definidos que não modifiquem significativamente os resultados obtidos, como se especifica na secção 11. Em caso de litígio, só o método de referência descrito nesta Norma deve ser utilizado, com exclusão portanto de quaisquer alternativas.

O método é aplicável a todos os cimentos definidos na ENV 197-1. Pode não ser aplicável a outros tipos de cimentos, por exemplo em consequência do seu tempo de início de presa.

2. Referências normativas

Esta Norma Europeia inclui, mediante referência datada ou não datada, disposições de outras publicações. Essas referências normativas são citadas nos locais adequados do texto e as respectivas publicações são a seguir enumeradas. Relativamente às referências datadas, os aditamentos ou posteriores revisões de qualquer uma dessas publicações só se aplicam à presente Norma Europeia se nela forem integradas através de aditamento ou revisão. Relativamente às referências não datadas, aplica-se a última edição da publicação a que se faz referência.

ENV 197-1:1992

Cement - Composition, specifications and conformity criteria - Part 1: Common cements.

ISO 409-1:1982

Metallic materials - Hardness test - Tables of Vickers hardness values for use in tests made on flat surfaces - Part 1: HV 5 to HV 100.

ISO 565:1990

Test sieves - Woven metal wire cloth, perforated metal plate and electroformed sheet - Nominal sizes of openings.

ISO 1101:1983

Technical drawings - Geometrical tolerancing - Tolerancing of form, orientation, location and run-out - Generalities, definitions, symbols, indications on drawings.

ISO 1302:1992

Technical drawings - Method of indicating surface texture

ISO 2591-1:1988

Test sieving - Part 1: Methods using test sieves of woven wire cloth and perforated metal plate.

ISO 3310-1:1990

Test sieves - Technical requirements and testing - Part 1: test sieves of metal wire cloth.

ISO 4200:1991

Plain end steel tubes, welded and seamless - General tables of dimensions and masses per unit length.

ISO 6507-1:1982

Metallic materials - Hardness test - Vickers test - Part 1: HV 5 to HV 100.

3. Princípio

O método consiste na determinação das resistências à compressão e, facultativamente, à flexão de provetes de forma prismática, com as dimensões 40 mm x 40 mm x 160 mm.

Estes provetes são fabricados com uma argamassa plástica, contendo uma parte de cimento e três partes de areia normalizada, em massa, e com uma relação água/cimento de 0,50. Podem ser utilizadas areias normalizadas de diferentes origens e regiões, desde que apresentem resultados de resistência que não difiram de maneira significativa dos obtidos quando se utiliza a areia de referência CEN (ver secção 11).

A argamassa é preparada por amassadura mecânica e compactada num molde utilizando um compactador normalizado. Podem ser utilizados outros compactadores e técnicas desde que os resultados obtidos não difiram de uma maneira significativa dos obtidos utilizando o compactador normalizado (ver secção 11).

O molde contendo os provetes é conservado em atmosfera húmida durante 24 horas e os provetes desmoldados são imediatamente colocados dentro de água até ao momento dos ensaios de resistência.

Na data de ensaio, os provetes são retirados do seu meio de conservação húmido e partidos em duas metades por flexão, sendo cada metade submetida ao ensaio de compressão.

4. Laboratório e equipamento

4.1. Laboratório

O laboratório onde se efectua a preparação dos provetes deve ser mantido a uma temperatura de $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e a uma humidade relativa não inferior a 50%.

A câmara húmida ou o grande armário para a conservação dos provetes no molde devem ser mantidos a uma temperatura de $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ e uma humidade relativa não inferior a 90 %.

A temperatura da água nos recipientes de conservação deve ser mantida a $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

A temperatura e humidade relativa do ar no laboratório, assim como a temperatura da água dos recipientes de conservação, devem ser registadas, pelo menos, uma vez por dia durante as horas de trabalho.

A temperatura e humidade relativa na câmara ou armário de ar húmido devem ser registadas pelo menos de quatro em quatro horas. Quando se fixam intervalos de temperatura, a temperatura de regulação deve ser o valor médio do intervalo.

4.2. Requisitos gerais para o equipamento

As tolerâncias indicadas nas (figuras 1 a 3) são importantes para a utilização correcta do equipamento durante o ensaio. Quando as medidas de controlo regulares indicarem que as tolerâncias não são respeitadas, o equipamento deve ser rejeitado, rectificado ou reparado quando possível. Os registos das medidas de controlo devem ser conservados.

Os controlos de recepção dum equipamento novo devem incluir a massa, o volume e as dimensões para os comparar com os indicados na norma e em particular as dimensões críticas para as quais são especificadas tolerâncias.

Nos casos em que a natureza do material pode influenciar os resultados, deve-se utilizar o material especificado.

4.3. Peneiros de ensaio

Os peneiros de rede metálica devem cumprir as prescrições das ISO 2591-1 e ISO 3310-1 e ter as dimensões indicadas na ISO 565, que figuram no quadro 1 (série R 20).

Quadro 1

Aberturas de malha dos peneiros para ensaio

Abertura das malhas quadradas (mm)
2,00
1,60
1,00
0,50
0,16
0,08

4.4. Misturador

O misturador consta essencialmente de:

- a) Um recipiente em aço inoxidável com uma capacidade de cerca de 5 l, com a forma e as dimensões indicadas na figura 1 e equipado de maneira a poder ser fixado firmemente à armação do misturador durante a amassadura, de tal forma que a altura do recipiente em relação à pá misturadora e, por consequência, a distância entre a pá misturadora e o recipiente possa ser ajustada e mantida com precisão;
- b) Uma pá misturadora em aço inoxidável tendo a forma, dimensões e tolerâncias gerais indicadas na figura 1, accionada por um motor eléctrico, com velocidade regulável, num movimento de rotação sobre si mesma, acompanhado de um movimento planetário em torno do eixo do recipiente. Os dois sentidos de rotação são opostos e a relação das duas velocidades não deve ser um número inteiro.

Quando se utiliza mais de um misturador, as pás e os recipientes formam conjuntos e não se trocam entre si.

A distância entre a pá e o recipiente, indicada na figura 1, deve ser verificada todos os meses.

A distância indicada na figura 1 ($3,0 \pm 1,0$) mm corresponde à situação em que a pá misturadora no recipiente vazio se encontra o mais perto possível da parede. Quando as medições directas se tomam difíceis são úteis os aferidores de tolerâncias ("aferidores de espessura").

O misturador deve funcionar com as velocidades indicadas no quadro 2.

Quadro 2

Velocidades da pá misturadora

	Rotação min ⁻¹	Movimento planetário, min ⁻¹
Lenta	140 ± 5	62 ± 5
Rápida	285 ± 10	125 ± 10

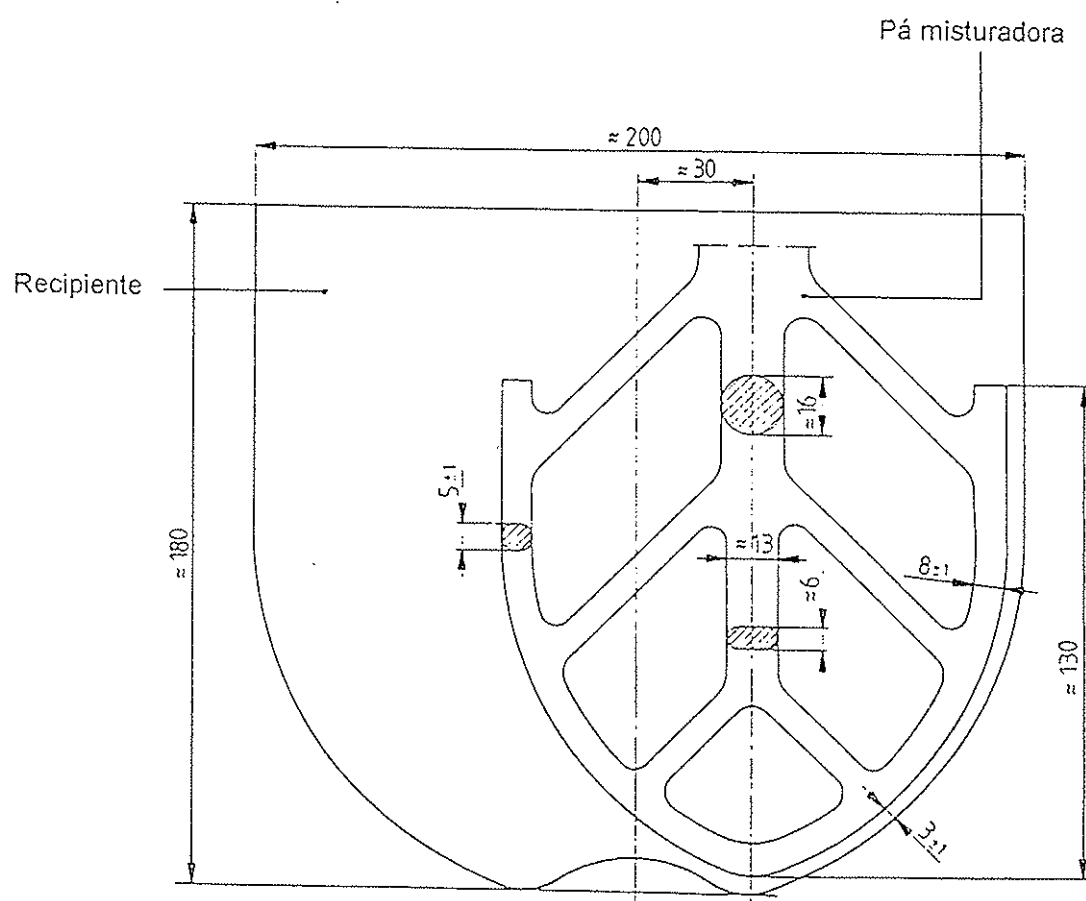
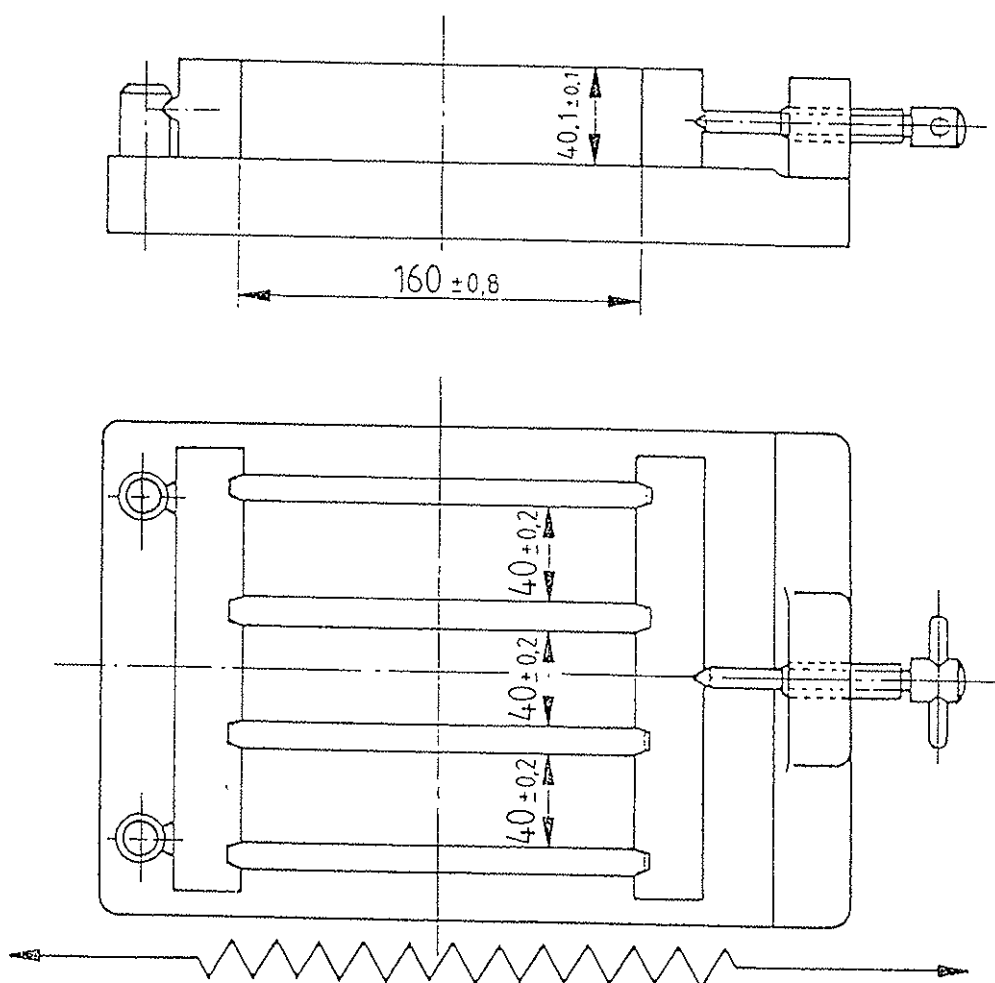


Figura 1 Recipiente e pá misturadora
Dimensões em milímetros

4.5. Moldes

O molde deve ter três compartimentos horizontais permitindo a preparação simultânea de três provetes prismáticos com a secção transversal de 40 mm x 40 mm e com 160 mm de comprimento. A figura 2 apresenta um exemplo de molde



Direcção de alisamento com movimento de serra, dimensões em milímetros

Figura 2 Exemplo de molde

O molde deve ser em aço com paredes de pelo menos 10 mm de espessura. A dureza superficial Vickers de cada face interna deve ser de pelo menos HV 200 (ver ISO 409-1 e ISO 6507-1).

NOTA 1: Recomenda-se um valor mínimo de dureza Vickers HV 400.

O molde deve ser construído de maneira a facilitar a desmoldagem do provete sem o danificar. Cada molde deve ser munido de uma base em aço maquinado ou ferro fundido. O conjunto do molde deve manter-se rígido e firmemente fixado à base. A junção deve ser feita de maneira a que não haja distorções nem falta de estanqueidade. A placa de base deve assegurar um contacto adequado com a mesa do compactador e ser suficientemente rígida para evitar as vibrações secundárias.

NOTA 2: Quando os moldes e os compactadores de diferentes fabricantes não tenham as dimensões externas e de massa de acordo com as especificadas, compete ao comprador assegurar a sua compatibilidade.

Todas as peças do molde devem estar marcadas para facilitar a montagem e assegurar a conformidade com as tolerâncias especificadas. As peças semelhantes de diferentes moldes não devem ser trocadas.

O molde montado deve satisfazer as exigências seguintes:

a) as dimensões internas e tolerâncias de cada compartimento, baseadas em quatro medições simetricamente repartidas, devem ser:

comprimento: $(160,0 \pm 0,8)$ mm

largura : $(40,0 \pm 0,2)$ mm

altura: $(40,1 \pm 0,1)$ mm

b) a tolerância de planura (ver ISO 1101, 14.2) na totalidade de cada face lateral interna, deve ser de 0,03 mm;

c) a tolerância de perpendicularidade (ver ISO 1101, 14.8) de cada face interna em relação à superfície da base do molde e à face interna adjacente, como faces de referência, deve ser de 0,2 mm;

d) a textura superficial (ver ISO 1302) de cada face lateral interna, não deve ser de rugosidade superior a N 8.

Os moldes devem ser substituídos quando uma das tolerâncias especificadas é ultrapassada. A massa do molde deve ser conforme 4.6.

Quando da montagem de um molde limpo, deve utilizar-se um produto de impermeabilização conveniente para revestir as juntas externas do molde e aplicar-se uma camada fina de óleo nas faces internas do molde.

Para facilitar o enchimento do molde, deve ser utilizada uma prolonga em metal bem ajustada com paredes verticais de 20 mm a 40 mm de altura. Quando observadas em planta estas paredes verticais não devem ultrapassar as paredes internas do molde em mais de 1 mm. As paredes exteriores da prolonga devem ter meios de fixação para assegurar uma posição correcta sobre o molde.

Para espalhar e alisar a argamassa, devem utilizar-se duas espátulas e uma régua metálica plana do tipo mostrado na figura 3.

4.6. Compactador

O compactador deve satisfazer as condições que a seguir se descrevem, apresentando-se na figura 4 um exemplo.

Compõe-se essencialmente de uma mesa rectangular unida rigidamente, por meio de dois braços leves, a um eixo de rotação que dista 800 mm do centro da mesa. A mesa deve estar munida no centro da sua face inferior de um batente com face arredondada. Por baixo do batente deve existir uma pequena coluna com a face superior plana. Em posição de repouso, a perpendicular comum que passa pelo ponto de contacto do batente e da coluna deve ser vertical. Quando o batente repousa sobre a coluna, a parte superior da mesa deve estar horizontal, de maneira que o nível de cada um dos seus quatro cantos não esteja a mais de 1,0 mm em relação ao nível médio. A mesa deve ter dimensões pelo menos iguais às da placa de base dos moldes e a face superior alisada mecânicamente. A fixação firme dos moldes à mesa deve ser garantida por meio de grampos. A massa conjunta da mesa, incluindo os braços, molde vazio, prolonga e dispositivo de fixação, deve ser de $(20,0 \pm 0,5)$ kg.

Os braços que unem a mesa ao eixo de rotação devem ser rígidos e construídos em tubo redondo de diâmetro exterior entre 17 e 22 mm, escolhidos entre os que figuram na Norma ISO 4200. A massa total dos dois braços, incluindo eventuais travessas deve ser de $(2,25 \pm 0,25)$ kg. O eixo de rotação deve ter um rolamento de esferas ou rodízios e deve estar protegido da areia e do pó. O deslocamento horizontal do centro da mesa, devido à folga do eixo, não deve ser superior a 1,0 mm.

O batente e a coluna devem ser de aço temperado de dureza Vickers mínima HV 500 (ver ISO 409-1). A curvatura do batente deve ser aproximadamente $0,01 \text{ mm}^{-1}$.

Em funcionamento, a mesa é levantada por um excêntrico que lhe permite ter uma queda livre de uma altura de $(15,0 \pm 0,3)$ mm entre o batente e a coluna.

O excêntrico deve ser em aço de dureza Vickers mínima a HV 400 e o seu eixo deve estar montado em rolamentos de esferas com uma construção tal que a queda livre seja sempre de $(15,0 \pm 0,3)$ mm. O seguidor do excêntrico deve ser construído de maneira a assegurar um desgaste reduzido do excêntrico. Um motor eléctrico de cerca de 250 W com redutor de velocidade deve accionar o excêntrico a uma velocidade constante de uma revolução por segundo. Deve existir um dispositivo de controlo e um contador para assegurar que um período de compactação compreenda exactamente 60 pancadas.

A posição do molde na mesa será tal que o eixo longitudinal dos compartimentos fique alinhado com a direcção dos braços e perpendicular ao eixo de rotação do excêntrico. Devem ser aplicadas marcas adequadas para facilitar o posicionamento do molde de tal maneira que o centro do compartimento central se encontre na vertical do ponto de impacto.

O compactador deve estar montado firmemente sobre um maciço de betão de cerca de 600 kg, com um volume de cerca de $0,25 \text{ m}^3$ e com dimensões que permitam uma altura de trabalho adequada. A totalidade da base do maciço de betão deve estar sobre uma placa elástica por exemplo borracha natural, proporcionando um isolamento conveniente, evitando que as vibrações exteriores afectem a compactação.

A base do compactador deve nivelar-se e fixar-se ao maciço de betão com cavilhas e deve aplicar-se uma fina camada de argamassa entre a base do compactador e a base de betão para assegurar um contacto completo e isento de vibrações.

4.7. Máquina de ensaios de resistência à flexão

A máquina de ensaio para a determinação da resistência à flexão deve permitir a aplicação de cargas até 10 kN com uma precisão de $\pm 1,0\%$ da carga registada nos 4/5 superiores da escala de medida e com uma velocidade de (50 ± 10) N/s.

A máquina deve ter um dispositivo de flexão com dois cilindros de apoio em aço de $(100 \pm 0,5)$ mm de diâmetro, distando um do outro $(100,0 \pm 0,5)$ mm e um terceiro cilindro de carga em aço do mesmo diâmetro equidistante dos dois primeiros. O comprimento "a" destes cilindros deve estar compreendido entre 45 mm e 50 mm. O dispositivo de carga é indicado na figura 5.

Os três planos verticais passando pelos eixos dos três cilindros devem estar paralelos e permanecer paralelos durante o ensaio, equidistantes e perpendiculares à direcção do provete.

Um dos cilindros de apoio e o cilindro de carga devem poder bascular ligeiramente para permitir uma distribuição uniforme da carga na largura do provete evitando todo o esforço de torção.

NOTA: A determinação da resistência à flexão pode ser efectuada com uma máquina de ensaios à compressão. Neste caso, deve ser utilizado um dispositivo conforme o descrito nesta secção.

4.8. Máquina de ensaios de resistência à compressão

A máquina de ensaio para a determinação da resistência à compressão deve ter uma capacidade conveniente para o ensaio (ver Nota 1); deve ter nos 4/5 superiores da escala de medida utilizada uma precisão de $\pm 1,0\%$ da carga registada e deve ter uma velocidade de carga de (2400 ± 200) N/s. Deve possuir um dispositivo indicador que seja construído de maneira que o valor registado quando da rotura do provete permaneça indicado depois do regresso a zero da carga. Isto pode ser obtido pela utilização de um indicador de máximo num manómetro ou com uma memória num dispositivo digital. As máquinas de ensaio em que a carga é regulada

manualmente devem estar munidas de um dispositivo de medida que controle a velocidade de carga.

O eixo vertical do pistão deve coincidir com o eixo vertical da máquina e durante a carga a direcção do movimento do pistão deve ser paralela à do eixo vertical da máquina. Além disso, a resultante das forças deve passar pelo centro do provete. A superfície do prato inferior da máquina deve ser perpendicular ao eixo da máquina e deve ficar perpendicular durante a carga.

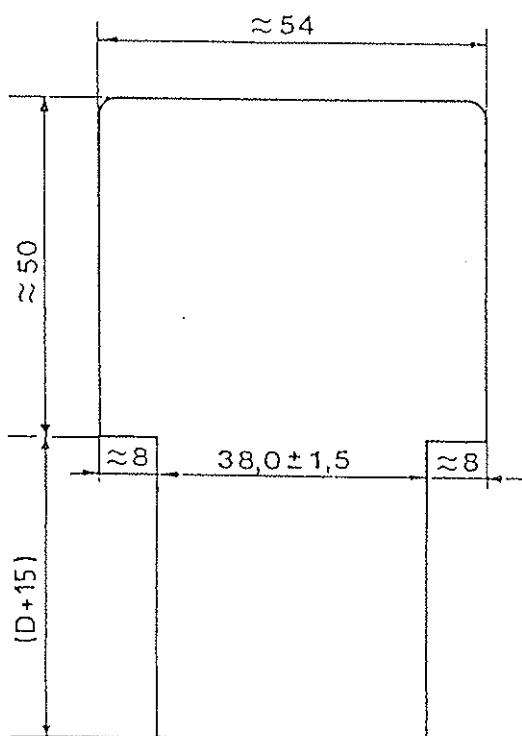
O centro da rótula esférica do prato superior deve estar no ponto de intersecção do eixo vertical da máquina com o plano da superfície inferior do prato superior, com uma tolerância de ± 1 mm. O prato superior deve alinhar-se no momento do contacto com o provete mas, durante a carga, a posição relativa dos pratos superior e inferior deve manter-se inalterável.

A máquina de ensaios deve ter pratos em aço duma dureza Vickers de pelo menos HV 600 (veja-se ISO 409-1) ou de preferência em carboneto de tungsténio. Estes pratos devem ter pelo menos 10 mm de espessura, $(40,0 \pm 0,1)$ mm de largura e $(40,0 \pm 0,1)$ mm de comprimento. A tolerância de planura conforme a ISO 1101, 14.2 sobre toda a superfície de contacto com o provete deve ser de 0,01 mm. A rugosidade conforme a ISO 1302 deve estar compreendida entre N3 e N6.

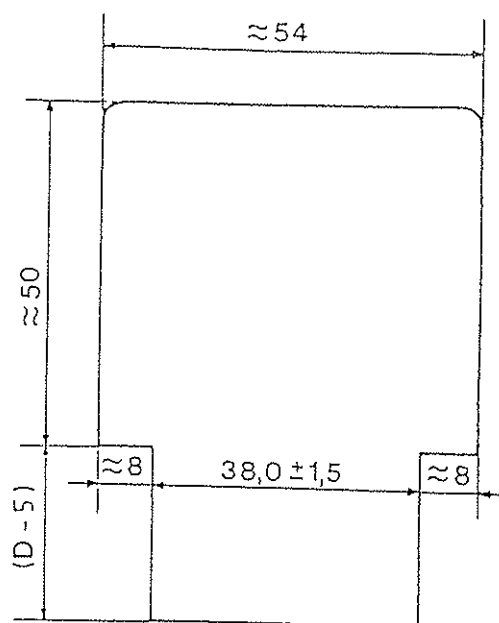
Em alternativa, podem ser utilizadas duas placas auxiliares em aço duro, ou de preferência em carboneto de tungsténio, de pelo menos 10 mm de espessura e satisfazendo as condições exigidas para os pratos. Devem ser tomadas precauções para centrar as placas auxiliares em relação ao eixo do sistema de carga com uma precisão de $\pm 0,5$ mm.

Quando a máquina de compressão não tem rótula esférica, quando esta está bloqueada ou quando o diâmetro da rótula é superior a 120 mm, deve ser utilizado um dispositivo de compressão conforme 4.9.

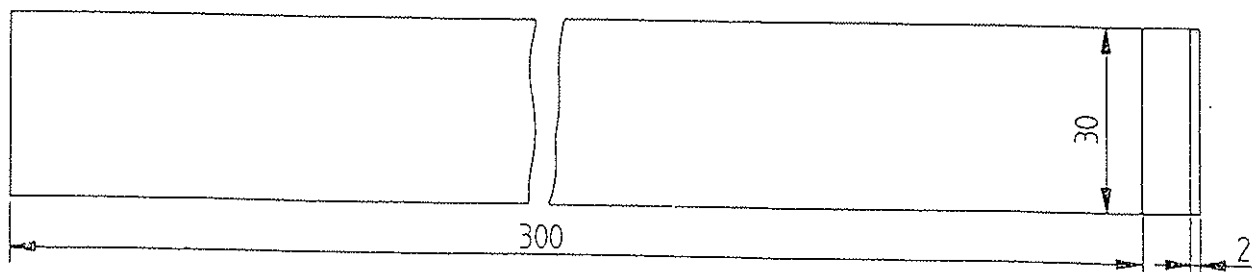
Espátula grande



Espátula pequena

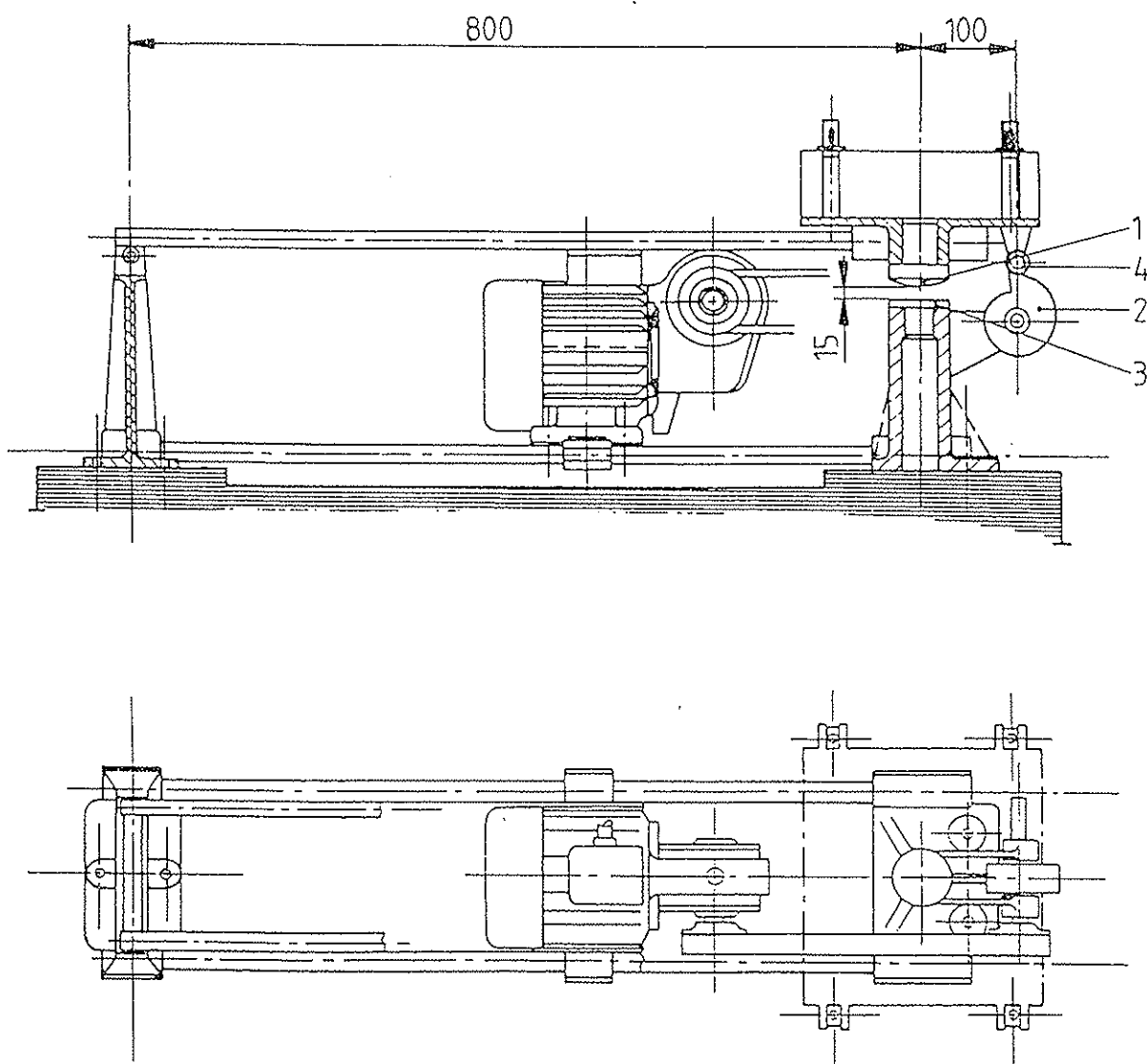


D: altura da prolonga



Régua metálica plana (dimensões aproximadas)

Figura 3 Exemplo de espátulas e régua metálica plana.
Dimensões em milímetros



Dimensões em milímetros

1. Batente
2. Excêntrico
3. Coluna
4. Seguidor do excêntrico

Figura 4 Exemplo de compactador

NOTA: Quando os moldes e os compactadores de diferentes fabricantes não tenham as dimensões externas e de massa de acordo com as especificadas, compete ao comprador assegurar a sua compatibilidade.

NOTA 4: Os termos "vertical", "inferior" e "superior" referem-se às máquinas de ensaio usuais. No entanto, são também autorizadas máquinas cujo eixo não seja vertical, desde que satisfaçam os ensaios de aceitação análogos aos descritos em 11.7 e obedeçam às outras exigências de 4.8.

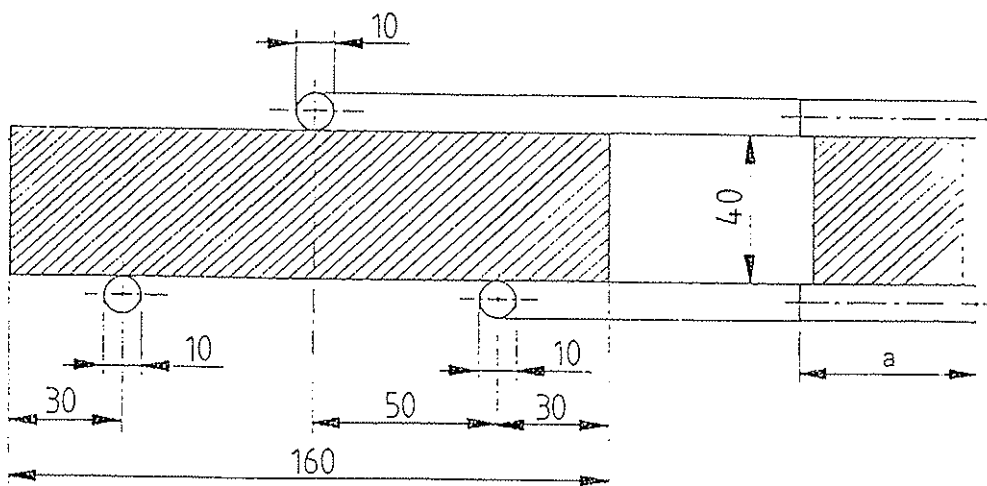


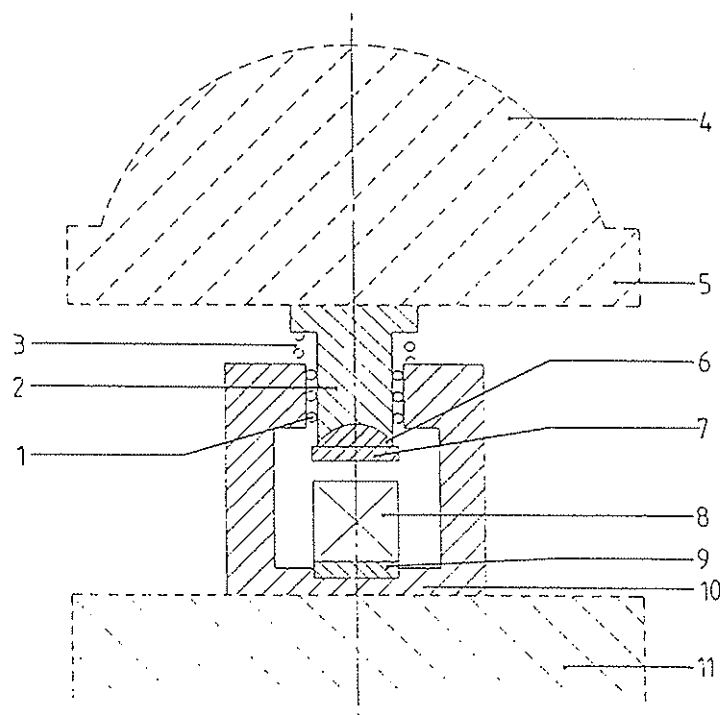
Figura 5 Dispositivo de carga para a determinação da resistência à flexão

No dispositivo deve ser utilizada uma placa inferior, que pode ser incorporada no prato inferior. O prato superior recebe a carga do prato superior da máquina por intermédio de uma rótula esférica. Esta rótula faz parte de um conjunto que deve poder deslizar verticalmente sem desgaste apreciável no dispositivo que guia o seu movimento. O dispositivo de compressão deve ser mantido perfeitamente limpo e a rótula esférica deve ter uma liberdade de rotação tal que o prato

se ajuste inicialmente por ele próprio à forma do provete e continue fixo durante o ensaio. Todas as prescrições de 4.8 se aplicam igualmente quando é utilizado um dispositivo de compressão.

NOTA 1: A rótula esférica do dispositivo de compressão pode ser lubrificada, mas unicamente de maneira que nenhum movimento dos pratos tenha lugar sob carga durante o ensaio. Não são adequados os lubrificantes eficazes sob alta pressão.

NOTA 2: É conveniente que o conjunto retorne automaticamente a posição inicial depois da rotura do provete.



- 1 Rolamento de esferas
- 2 Conjunto deslizante
- 3 Mola de recuperação
- 4 Rótula esférica da máquina
- 5 Prato superior da máquina
- 6 Rótula esférica do dispositivo
- 7 Prato superior do dispositivo
- 8 Provete
- 9 Placa inferior
- 10 Prato inferior do dispositivo
- 11 Prato inferior da máquina

Figura 6 Exemplo de dispositivo de compressão

5. Constituintes da argamassa

5.1. Areia

5.1.1. Introdução

Para a determinação da resistência do cimento segundo a presente Norma devem utilizar-se areias normalizadas CEN, que são produzidas em vários países. A "areia normalizada CEN, EN 196-1" deve satisfazer o estabelecido em 5.1.3. Além disso, deve dispor de um certificado fornecido pelo organismo nacional de normalização da área em que foi produzido. Este organismo deve também assegurar que a areia normalizada CEN é continuamente controlada durante a sua fabricação, de acordo com a presente Norma.

Em face da dificuldade em definir a areia normalizada CEN completamente e sem ambiguidades, é necessário, durante os ensaios de certificação e de controlo de qualidade, comparar a areia com a "areia de referência CEN". A "areia de referência CEN, EN 196-1" é descrita em 5.1.2. ¹⁾

5.1.2. Areia de referência CEN

A areia de referência CEN é uma areia natural, siliciosa com grãos arredondados, cujo teor de sílica é pelo menos igual a 98 %.

A sua composição granulométrica está compreendida entre os limites definidos no quadro 3.

Quadro 3

Composição granulométrica da areia de referência CEN

Abertura dos peneiros com malha quadrada mm	Resíduos acumulados %
2,00	0
1,60	7 ± 5
1,00	33 ± 5
0,50	67 ± 5
0,16	87 ± 5
0,08	99 ± 1

A análise granulométrica da areia deve efectuar-se sobre uma amostra representativa.

A peneiração deve continuar até que a quantidade de areia que passa através de cada peneiro seja inferior a 0,5 g/min.

O teor de água deve ser inferior a 0,2%, determinado como a perda em massa de uma amostra representativa de areia, depois de seca entre 105 °C e 110 °C durante 2 h e expresso em percentagem em massa da amostra seca.

5.1.3. Areia normalizada CEN

A areia normalizada CEN deve satisfazer a composição granulométrica e o teor de água indicados em 5.1.2. Durante a produção, estas determinações devem ser feitas pelo menos uma vez por dia. Estes requisitos são insuficientes para assegurar que a areia normalizada é equivalente à areia de referência. Tal equivalência é garantida por um programa de ensaios de certificação, que inclui a comparação da areia normalizada com a areia de referência. Este programa e os cálculos correspondentes estão descritos em 11.6.

¹⁾ Para informações sobre como obter esta areia de referência, contactar DIN, Deutsches Institut für Normung, Burggrafenstrasse 6, D-1000 Berlin, 30, Germany.

A areia normalizada CEN pode ser entregue em fracções separadas ou misturada em sacos de plástico com um conteúdo de (1350 ± 5) g; a natureza do material dos sacos não deve ter qualquer efeito nos resultados dos ensaios de resistência.

5.2. Cimento

Se o cimento for conservado mais de 24 h entre a amostragem e os ensaios, deve ser guardado em recipientes completamente cheios e fechados hermeticamente, e de um material que não reaja com o cimento.

5.3. Água

Para os ensaios de referência, deve utilizar-se água destilada. Para os outros ensaios, pode utilizar-se água potável.

6. Preparação da argamassa

1:3 (0,5)

6.1. Composição da argamassa

A composição em massa da argamassa será: uma parte de cimento (5.2), três partes de areia normalizada (5.1) e meia parte de água (5.3) (relação água/cimento = 0,50).

Cada amassadura para três provetes deve conter (450 ± 2) g de cimento, (1350 ± 5) g de areia e (225 ± 1) g de água.

6.2. Dosagem da argamassa

O cimento, a areia, a água e o equipamento devem estar à temperatura do laboratório (4.1). As pesagens devem ser executadas por meio de uma balança com uma precisão de ± 1 g.

NOTA: Se se adicionar a água por meio de pipetas automáticas de 225 ml, elas devem ter a precisão de ± 1 ml.

6.3. Amassadura da argamassa

Amassar a argamassa para três provetes mecanicamente através de um misturador (4.4). Com o misturador em posição de trabalho:

- a) deitar a água no recipiente e introduzir o cimento;
- b) pôr imediatamente em funcionamento o misturador à velocidade lenta (ver quadro 2) e, após 30 segundos²⁾, introduzir regularmente toda a areia durante os 30 segundos seguintes. Quando se utilizam fracções de areia separadas, adicionar sucessivamente as quantidades especificadas de cada fracção começando pela mais grossa. Pôr o misturador à velocidade rápida (ver quadro 2) e continuar a amassadura durante mais 30 segundos;
- c) parar o misturador durante 1 min 30 s. Durante os 15 primeiros segundos, retirar por meio de uma espátula de borracha toda a argamassa aderente às paredes e ao fundo do recipiente e colocá-la no meio deste;
- d) continuar em seguida a amassadura à velocidade rápida durante 60 segundos.

A duração dos diversos períodos de amassadura deve ser cumprida com uma precisão de ± 1 s.

7. Preparação dos provetes

7.1. Dimensões dos provetes

Os provetes devem ser de forma prismática com 40 mm x 40 mm x 160 mm.

7.2. Moldagem dos provetes

Os provetes devem ser moldados imediatamente a seguir à preparação da argamassa. Com o molde e a sua prolonga fixados firmemente à mesa do compactador, introduzir directamente do recipiente de mistura por uma ou mais vezes, com uma colher conveniente, a primeira de duas camadas de argamassa (cada uma com cerca de 300 g) em cada compartimento do molde. Estender a camada uniformemente utilizando a espátula maior (Fig. 3), mantida verticalmente, com os seus bordos em contacto com a parte superior da prolonga, fazendo-a passar uma vez para trás e outra para a frente, ao longo de cada compartimento do molde.

²⁾ Podem utilizar-se dispositivos automáticos para o controlo e duração destas operações.

Em seguida, compactar a primeira camada de argamassa com 60 pancadas. Introduzir a segunda camada de argamassa, nivelar com a espátula pequena (Fig. 3) e compactá-la de novo com 60 pancadas.

Retirar com precaução o molde da mesa do compactador e retirar a prolonga. Retirar imediatamente o excesso de argamassa com a régua metálica plana (Fig 3), mantendo-a quase vertical com lentos movimentos transversais de serra (Fig. 2) uma vez em cada direcção. Alisar a superfície dos provetes utilizando a mesma régua mantida quase horizontal.

Etiquetar ou marcar os moldes para identificar os provetes e a sua posição relativa na mesa do compactador.

8. Conservação dos provetes

8.1. Manuseamento e conservação antes da desmoldagem

Retirar com um pano a argamassa que ficou no perímetro do molde como consequência do nivelamento.

Colocar sobre o molde uma placa plana de vidro de 210 mm x 185 mm e de 6 mm de espessura. Pode utilizar-se uma placa em aço ou outro material impermeável de dimensões semelhantes.

NOTA: Como medida de segurança, certificar-se de que a placa de vidro utilizada tem os bordos arredondados.

Colocar imediatamente cada molde tapado, devidamente identificado, num suporte horizontal na sala ou armário húmido (ver 4.1). O ar húmido deve poder chegar a todos os lados do molde. Os moldes não devem ser empilhados uns sobre os outros.

Cada molde é retirado da câmara de conservação na altura prevista para a sua desmoldagem.

8.2. Desmoldagem dos provetes

Efectuar a desmoldagem com as precauções devidas ³⁾.

Para os ensaios a 24 h, a desmoldagem será efectuada no máximo 20 minutos antes do ensaio ⁴⁾.

Para ensaios a idades superiores a 24 h, a desmoldagem será efectuada entre 20 e 24 h depois da moldagem ⁴⁾.

NOTA: A desmoldagem pode ser atrasada 24 h se a argamassa não adquiriu uma resistência suficiente às 24 h para ser manejada sem risco de se danificar. Este atraso de desmoldagem deve ser anotado no relatório de ensaio.

Depois da desmoldagem, conservar os provetes a ensaiar às 24 h (ou às 48 h quando o atraso na desmoldagem for necessário) tapados com um pano húmido até ao momento do ensaio.

Marcar convenientemente os provetes a conservar em água, para identificação ulterior, por exemplo com lápis ou tinta resistente à água.

8.3. Conservação dos provetes na água

Imergir sem atraso os provetes marcados, de maneira conveniente, horizontalmente ou verticalmente em água a $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$, em recipientes adequados (ver 4.1). Se os provetes forem conservados horizontalmente, as faces de compressão que eram verticais no molde devem permanecer verticais e a superfície nivelada deve ser colocada para cima.

Colocar os provetes sobre grelhas que não se corroam e separá-los de maneira que a água tenha livre acesso às faces dos provetes. Durante a conservação, a espessura de água entre os provetes e sobre eles nunca poderá ser inferior a 5 mm.

³⁾ Podem ser utilizados para a desmoldagem martelos de plástico ou de borracha ou dispositivos específicos.

⁴⁾ Para verificação das operações da amassadura e compactação e do teor de ar da argamassa, recomenda-se a pesagem dos provetes de cada molde.

NOTA: Grelhas em madeira não são adequadas.

Sómente provetes preparados com cimento tendo uma composição química semelhante podem ser conservados no mesmo recipiente.

Utilizar água potável para o enchimento inicial do recipiente e para as adições ocasionais para conservar um nível de água razoavelmente constante. Durante a conservação dos provetes, não é permitida a substituição completa da água.

Os provetes que irão ser ensaiados a idades determinadas (diferentes das 24 h ou 48 h no caso de atraso na desmoldagem) devem ser retirados da água no máximo 15 min. antes do ensaio ser executado. Retirar qualquer depósito nas faces de ensaio.

Cobrir os provetes com um pano húmido até ao momento do ensaio.

8.4. Idades dos provetes para os ensaios de resistência mecânica

Calcular a idade dos provetes a partir do momento da amassadura do cimento com a água, até ao início do ensaio.

Efectuar os ensaios de resistência a diferentes idades dentro dos limites seguintes:

24 horas \pm 15 minutos

48 horas \pm 30 minutos

72 horas \pm 45 minutos

7 dias \pm 2 horas

\geq 28 dias \pm 8 horas

9. Ensaio dos provetes

9.1. Técnica de ensaio

Para a determinação da resistência à flexão, usar o método de carga concentrada a meio vão utilizando o equipamento descrito em 4.7.

Os meios-prismas obtidos no ensaio de flexão devem ser ensaiados à compressão sobre as faces laterais da moldagem, numa secção de 40 mm x 40 mm.

Se não for exigida a resistência à flexão, este ensaio não é necessário, mas os ensaios de resistência à compressão devem então ser feitos sobre as duas metades do prisma partido por método adequado, que não submeta as metades do prisma a esforços prejudiciais.

9.2. Resistência à flexão

Colocar o prisma numa máquina de flexão (4.7) com uma face lateral de moldagem sobre os cilindros de apoio e o seu eixo longitudinal perpendicular aos apoios. Aplicar a carga verticalmente por meio do cilindro de carga sobre a face lateral oposta do prisma e aumentá-la uniformemente à velocidade de (50 ± 10) N/s, até à rotura.

Conservar húmidos os meios-prismas até ao momento do ensaio à compressão.

Calcular a resistência à flexão R_f , em N/mm² através da fórmula:

$$R_f = \frac{1,5 \times F_f \times l}{b^3}$$

na qual

R_f - é a resistência à flexão, em Newtons por milímetro quadrado;

b - é o lado da secção quadrada do prisma, em milímetros;

F_f - é a carga aplicada ao centro do prisma na rotura, em Newtons;

l - é a distância entre os apoios, em milímetros.

9.3. Resistência à compressão

Ensaiar os meios-prismas à compressão sobre as faces laterais de moldagem, com a ajuda do equipamento especificado em 4.8 e 4.9.

Centrar lateralmente cada meio-prisma em relação aos pratos da máquina a $\pm 0,5$ mm e longitudinalmente de modo que o fundo do prisma fique saliente em relação aos pratos ou às placas auxiliares de cerca de 10 mm.

Aumentar a carga uniformemente à velocidade de (2400 ± 200) N/s durante toda a aplicação da carga, até à rotura.

Quando o aumento de carga é regulado manualmente, deve-se compensar a redução da velocidade de carga perto da rotura.

Calcular a resistência à compressão R_c em N/mm^2 através da fórmula:

$$R_c = \frac{F_c}{1600}$$

na qual

R_c - é a resistência à compressão, em Newtons por milímetro quadrado;

F_c - é a carga máxima na rotura, em Newtons;

1600 - 40 mm x 40 mm é a área dos pratos ou das placas auxiliares, em milímetros quadrados.

10. Ensaio de conformidade do cimento

10.1. Generalidades

O método de determinação da resistência à compressão tem duas aplicações principais a saber: os ensaios de conformidade e os ensaios de aceitação.

Esta secção descreve os ensaios de conformidade, isto é, os meios pelos quais se julga se o cimento satisfaz determinada especificação de resistência à compressão.

Os ensaios de aceitação são descritos na secção 11.

10.2. Definição do resultado do ensaio

Um resultado de ensaio é definido como sendo a média aritmética de 6 determinações da resistência à compressão, efectuadas numa série de três prismas.

Se um resultado entre estas seis determinações variar mais do que $\pm 10\%$ da média, elimina-se este resultado e calcula-se a média dos cinco valores restantes. Se um novo resultado entre estas cinco determinações variar mais do que $\pm 10\%$ da média, elimina-se toda a série de resultados.

10.3. Cálculo do resultado de ensaio

Calcular a média dos resultados individuais de resistência obtidos sobre os meios-prismas, arredondados a $0,1 \text{ N/mm}^2$ conforme 10.2 e exprimir esta média arredondada a $0,1 \text{ N/mm}^2$.

10.4. Relatório dos resultados

Anotar no relatório todos os resultados individuais. Mencionar a média calculada e se qualquer resultado foi eliminado conforme 10.2.

10.5. Medida de precisão do método

A precisão do método é caracterizada pela sua repetibilidade (ver 11.5) e pela sua reprodutibilidade (ver 10.6).

A precisão do método para os ensaios de conformidade é caracterizada pela sua reprodutibilidade.

A precisão do método para os ensaios de aceitação e para os ensaios de controlo de produção é caracterizada pela sua repetibilidade.

10.6. Reprodutibilidade

A reprodutibilidade do método de determinação da resistência à compressão é uma expressão quantitativa do erro associado aos resultados do ensaio obtidos com amostras de cimento nominalmente idênticas, por diferentes operadores, trabalhando em laboratórios diferentes em alturas

diferentes, utilizando areias normalizadas de diferentes origens e conjuntos de equipamentos diferentes.

Nestas condições, pode-se estimar que, para a resistência à compressão aos 28 dias, a reprodutibilidade entre laboratórios experientes, expressa sob a forma de coeficiente de variação, é inferior a 6 %.

Isto implica que se possa estimar, com uma probabilidade de 95 %, que a diferença entre dois resultados de ensaios correspondentes obtidos em laboratórios diferentes seja inferior a cerca de 15 %.

11. Ensaios de aceitação da areia e de equipamentos alternativos

11.1. Generalidades

Como foi indicado na secção 3, um ensaio de cimento conforme a presente Norma não pode ser baseado na utilização de uma única areia de ensaio, disponível em qualquer lado; portanto, é necessário que diferentes areias de ensaio, identificadas como areias normalizadas CEN, estejam disponíveis.

Do mesmo modo, mas por outras razões, a Norma não exige a utilização pelo laboratório de ensaio de um tipo específico de equipamento de compactação, tendo por isso sido introduzida a expressão "materiais e equipamentos alternativos".

Obviamente, esta liberdade de escolha associada às exigências inevitáveis de uma Norma Europeia deve conduzir a certa limitação do número de "alternativas". Em consequência, uma das principais características da presente Norma é a de submeter as alternativas a um programa de ensaios para assegurar que os resultados da resistência obtidos em ensaios de aceitação não são influenciados de maneira significativa pela utilização de alternativas em lugar dos materiais ou equipamentos "de referência" especificados.

Este programa de ensaios de aceitação deve compreender ensaios de certificação, que verificam se uma nova alternativa proposta satisfaz as exigências da Norma, e ensaios de verificação, que asseguram que uma alternativa que satisfizes os ensaios de certificação permanece de acordo com a presente Norma.

Visto que as duas alternativas mais importantes são a areia e o equipamento de compactação, os ensaios destes são descritos respectivamente em 11.6 e 11.7, como exemplo do princípio geral de ensaios de aceitação.

11.2. Definição de resultado de ensaio

Um resultado de ensaio é por definição a média aritmética de seis determinações de resistência à compressão efectuadas em três prismas de uma amassadura.

11.3. Cálculo do resultado de ensaio

Ver 10.3.

11.4. Precisão do método de ensaio

A precisão do método de ensaio para ensaios de aceitação e para o controlo de produção é caracterizada pela sua repetibilidade (para a reprodutibilidade, ver 10.6).

11.5. Repetibilidade

A repetibilidade do método de determinação da resistência à compressão é uma expressão quantitativa do erro associado aos resultados de ensaios obtidos num laboratório com amostras de cimento nominalmente idênticas, em condições nominalmente idênticas (mesmo operador, mesmo equipamento, mesma areia, intervalo de tempo curto, etc.).

Nestas condições, pode-se estimar que, para a resistência à compressão aos 28 dias, a repetibilidade, num laboratório experiente, expressa em coeficiente de variação está compreendida entre 1 e 3 %.

11.6. Areias normalizadas CEN

11.6.1. Ensaio de certificação da areia

Uma areia, para ser utilizada como areia de ensaio segundo a presente Norma, deverá estar certificada e é então designada "areia normalizada CEN, EN 196-1".

Durante o período inicial de produção (pelo menos três meses) de uma nova areia proposta para ser normalizada CEN, são necessários ensaios de certificação para provar a sua conformidade (além disso, é exigido um ensaio anual de verificação para assegurar a continuidade da sua qualidade no tempo - ver 11.6.2). Os ensaios de certificação são baseados num processo normalizado de comparação da areia normalizada CEN proposta com a areia de referência CEN, como descrito em 11.6.3.

Os ensaios de certificação são baseados no ensaio de resistência à compressão aos 28 dias e devem ser executados por laboratórios aprovados para este efeito pelo organismo de certificação apropriado.

Os laboratórios de certificação devem colaborar internacionalmente e participar em campanhas de ensaios comparativos⁵⁾, para assegurar que as propriedades das areias normalizadas de produtores de diferentes países são comparáveis no que respeita aos critérios de aceitação internacional.

11.6.2. Ensaio de verificação da areia

O processo de ensaio de verificação, que é exigido para a renovação anual do certificado, consta de um ensaio anual de uma amostra aleatória de areia efectuada pelo organismo de certificação, e uma inspecção por este organismo dos livros de registo dos ensaios de controlo de qualidade do produtor da areia.

O programa dos ensaios de verificação é baseado nos mesmos princípios que os ensaios de certificação e está descrito em 11.6.4.

Os ensaios de controlo de qualidade do produtor da areia devem ser efectuados regularmente pelo laboratório do produto ou por um laboratório contratado (mensalmente no caso de produção contínua). Os registos dos resultados dos ensaios de controlo de qualidade de pelo menos três anos devem ser postos à disposição do organismo de certificação para inspecção como parte de processo de verificação.

11.6.3. Método de ensaio de conformidade da areia normalizada CEN

11.6.3.1. Generalidades

Durante o período inicial de produção de pelo menos três meses, devem ser colhidas pelo organismo de certificação três amostras independentes da areia para a qual a certificação como areia normalizada CEN foi pedida.

Um ensaio comparativo com areia de referência CEN deve ser efectuado com cada uma destas três amostras, utilizando de cada vez um cimento diferente de entre três cimentos seleccionados para este efeito pelo organismo de certificação.

Se todos estes ensaios comparativos, aos 28 dias, conduzirem à aceitação das respectivas amostras, a areia proposta é considerada aceitável como areia normalizada CEN.

11.6.3.2. Critério de aceitação

A presente norma é baseada num critério de aceitação tal que uma areia que, no decorrer do tempo, conduza a uma resistência à compressão aos 28 dias diferindo cerca de 5 % da obtida com a areia de referência CEN, tem uma probabilidade de pelo menos 95 % de ser rejeitada.

11.6.3.3. Execução de cada ensaio comparativo

Utilizando amostras de cimento seleccionadas para este efeito, preparar 20 pares de amassaduras de argamassa, utilizando areia normalizada CEN proposta, para uma amassadura, e areia de referência CEN, para outra. Preparar as duas amassaduras de cada par por ordem aleatória, uma imediatamente a seguir à outra, conforme a presente Norma. Depois de um tempo de conservação de 28 dias, ensaiar os 6 prismas de cada par de amassaduras em compressão e calcular o resultado do ensaio para cada areia, de acordo com 10.3, sendo x o resultado da areia normalizada CEN e y o da areia de referência CEN.

⁵⁾ As prescrições para estas campanhas constarão de um futuro procedimento de certificação.

11.6.3.4. Avaliação de cada ensaio comparativo - Calcular os parâmetros seguintes:

- a) a resistência média à compressão (\bar{y}) das 20 amassaduras preparadas com a areia de referência CEN ;
- b) a resistência média à compressão (\bar{x}) das 20 amassaduras preparadas com a areia normalizada CEN proposta.

Calcular $D = \frac{100(\bar{x} - \bar{y})}{\bar{y}}$ arredondando a 0,1, sem considerar o sinal

11.6.3.5. Tratamento de resultados aberrantes

Se a presença de uma diferença aberrante é constatada, calcular os seguintes parâmetros:

- a) a diferença algébrica ($d = x - y$) entre cada par de resultados de ensaio;
- b) o valor médio das 20 diferenças ($\bar{d} = \bar{x} - \bar{y}$)
- c) desvio padrão das 20 diferenças (s);
- d) o valor de 3 s;
- e) a diferença aritmética entre o valor mais elevado de d (d_{\max}) e \bar{d} e entre o valor mais baixo de d (d_{\min}) e \bar{d} . Se uma destas diferenças for maior de 3 s, separar o valor em questão (d_{\max} ou d_{\min}) e repetir os cálculos para as 19 diferenças restantes.

11.6.3.6. Exigências para aceitação

A areia normalizada CEN proposta deve ser considerada aceitável para certificação quando cada um dos 3 valores de D, calculados conforme 11.6.3.4, for inferior a 5,0. Se um ou mais dos valores calculados de D for igual ou maior que 5,0 a areia não é aceite.

11.6.4. Método de ensaio de verificação da areia normalizada CEN

11.6.4.1. Ensaio anual efectuado pelo organismo de certificação

Uma amostra aleatória da areia deve ser colhida pelo organismo de certificação de acordo com 11.6.2 e ensaiada segundo o procedimento geral descrito em 11.6.3, utilizando um cimento seleccionado para este efeito pelo organismo de certificação.

Se o valor de D, calculado segundo 11.6.3.4, for inferior a 5,0, a amostra deve ser considerada como satisfazendo os requisitos do ensaio de verificação. Se o valor de D for igual ou superior a 5,0, devem ser ensaiadas e apreciadas três amostras aleatórias suplementares, de acordo com o procedimento de certificação completo descrito em 11.6.3.

11.6.4.2. Ensaios mensais efectuados pelo produtor de areia

Deve ser efectuado um ensaio mensal pelo produtor de areia, segundo o mesmo procedimento do ensaio de verificação descrito em 11.6.4.1, mas efectuando pelo menos dez comparações, comparando uma amostra aleatória de areia produzida durante esse mês com uma areia normalizada CEN que tenha cumprido ensaios de certificação, utilizando um cimento seleccionado para este efeito pelo organismo de certificação.

Se o valor de D, calculado como em 11.6.3.4 for superior a 2,5 mais de duas vezes numa série de 12 ensaios comparativos sucessivos mensais, o organismo de certificação deve ser informado e deve empreender um procedimento completo de ensaios de certificação em três amostras aleatórias de areia de acordo com 11.6.3.

11.7. Ensaio de aceitação de equipamentos alternativos de compactação

11.7.1. Generalidades

Quando são exigidos ensaios de aceitação de equipamentos alternativos de compactação, o organismo de certificação deve escolher três equipamentos disponíveis no mercado que devem ser colocados no laboratório do organismo de certificação, ao lado de um equipamento normalizado conforme 4.6.

O equipamento a ensaiar deve ser acompanhado de:

- a) uma descrição técnica completa do modelo e da sua construção;
- b) instruções de utilização;
- c) uma lista dos controlos a efectuar para assegurar o seu funcionamento correcto;
- d) uma descrição completa do método de compactação proposto.

O organismo de certificação deve fazer uma comparação cuidada das características técnicas do equipamento em ensaio com a descrição técnica fornecida. Deve então efectuar três ensaios comparativos utilizando de cada vez e para cada equipamento um cimento diferente, de entre três cimentos escolhidos para este efeito pelo organismo de certificação, e areia de referência CEN.

Se cada um destes três ensaios conduzir à aceitação do equipamento alternativo, o equipamento de compactação proposto é considerado como uma alternativa aceitável.

11.7.2. Ensaio de equipamento alternativo

11.7.2.1. Critério de aceitação

A presente Norma é baseada num critério de aceitação tal que um equipamento utilizando um método de compactação que, com o tempo, daria uma resistência à compressão aos 28 dias diferindo cerca de 5 % da obtida pelo método descrito nesta Norma tem uma probabilidade de pelo menos 95 % de ser rejeitado.

11.7.2.2. Execução de cada ensaio comparativo

Utilizando amostras do cimento seleccionado para este efeito, devem ser preparados 20 pares de amassaduras de argamassa. De cada par, uma amassadura será compactada utilizando o método da proposta alternativa e a outra utilizando o método normalizado.

As duas amassaduras de cada par devem ser preparadas por ordem aleatória, uma imediatamente após a outra. O tratamento dos prismas depois da compactação deve ser conforme a presente Norma. Depois de um tempo de conservação de 28 dias, os seis prismas de um par de amassaduras são ensaiados à compressão e o resultado do ensaio para cada método de compactação deve ser calculado de acordo com 11.3, sendo x o resultado com o método de compactação proposto em alternativa e y o resultado com o método de compactação normalizado.

11.7.2.3. Avaliação de cada ensaio comparativo

Calcular os parâmetros seguintes:

- a) a resistência média à compressão (\bar{y}) das 20 amassaduras preparadas com o equipamento normalizado;
- b) a resistência média à compressão (\bar{x}) das 20 amassaduras preparadas com o equipamento de compactação alternativo proposto;

Calcular $D = \frac{100(\bar{x} - \bar{y})}{\bar{y}}$ arredondamento a 0,1, sem considerar o sinal.

11.7.2.4. Tratamento dos resultados aberrantes - Ver 11.6.3.5.

11.7.2.5. Critérios de aceitação do equipamento alternativo proposto

O equipamento alternativo deve ser considerado como aceitável, se cada um dos três valores de D , calculados conforme 11.7.2, for inferior a 5,0.

Neste caso, a descrição técnica do equipamento deve ser considerada como um anexo a 4.6 e a descrição do método de compactação deve ser considerada como um anexo a 7.2.

Se um ou mais valores calculados de D for igual ou superior a 5,0 o equipamento alternativo não é aceite.