

Mayo 2014

TÍTULO

Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción

Parte 2: Métodos de ensayo

Gypsum binders and gypsum plasters. Part 2: Test methods.

Liants-plâtres et enduits à base de plâtre pour le bâtiment. Partie 2: Méthodes d'essai.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 13279-2:2014.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 13279-2:2006.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 102 *Yeso y productos a base de yeso* cuya Secretaría desempeña ATEDY.

Versión en español

Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción Parte 2: Métodos de ensayo

**Gypsum binders and gypsum plasters.
Part 2: Test methods.**

**Liants-plâtres et enduits à base de plâtre
pour le bâtiment.
Partie 2: Méthodes d'essai.**

**Gipsbinder und Gips- Trockenmörtel.
Teil 2: Prüfverfahren.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2013-11-03.

Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional. Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
CENTRO DE GESTIÓN: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles

Índice

Prólogo	5
0 Introducción	6
1 Objeto y campo de aplicación	6
2 Normas para consulta	6
3 Condiciones de ensayo y toma de muestras	7
3.1 Atmósfera de ensayo (ensayos de referencia)	7
3.2 Toma de muestras	7
3.3 Preparación de la muestra	7
3.4 Agua	7
3.5 Aparatos y equipos	7
4 Métodos de ensayo para yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción (incluidos los de uso especial)	8
4.1 Determinación de la finura de molido (análisis por tamizado)	8
4.1.1 Aparatos	8
4.1.2 Determinación de las partículas retenidas en el tamiz de 5 000 µm (véase 4.1.1 a))	8
4.1.3 Determinación de las partículas retenidas en los tamices de 200 µm y 100 µm	8
4.2 Determinación del contenido en trióxido de azufre y cálculo del contenido equivalente en sulfato de calcio	9
4.2.1 Principio	9
4.2.2 Aparatos	9
4.2.3 Reactivos	9
4.2.4 Procedimiento	9
4.2.5 Expresión de los resultados	10
4.3 Determinación de la relación agua/yeso	10
4.3.1 Método del amasado a saturación	10
4.3.2 Método de medida de la fluidez de la pasta	11
4.3.3 Método de la mesa de sacudidas	12
4.4 Determinación de los tiempos de fraguado	13
4.4.1 Método del cuchillo	13
4.4.2 Método del cono de Vicat	14
4.5 Determinación de las propiedades mecánicas	15
4.5.1 Aparatos	15
4.5.2 Preparación de la probeta de ensayo	18
4.5.3 Determinación de la dureza	18
4.5.4 Determinación de la resistencia a flexión	19
4.5.5 Determinación de la resistencia a compresión	19
4.6 Determinación de la adherencia	20
4.6.1 Principio	20
4.6.2 Aparatos	20
4.6.3 Procedimiento	20
4.6.4 Expresión de los resultados	21
Anexo A (Informativo) Determinación de la retención de agua	23
Bibliografía	24

Prólogo

Esta Norma EN 13279-2:2014 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 241 *Yeso y productos de yeso*, cuya Secretaría desempeña AFNOR.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a ella o mediante ratificación antes de finales de julio de 2014, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de julio de 2014.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento estén sujetos a derechos de patente. CEN y/o CENELEC no es(son) responsable(s) de la identificación de dichos derechos de patente.

Esta norma anula y sustituye a la Norma EN 13279-2:2004.

La Norma EN 13279 consta de las dos partes siguientes, bajo el título general de "*Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción*":

- *Parte 1: Definiciones y especificaciones.*
- *Parte 2: Métodos de ensayo.*

Esta norma para yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción hace referencia a métodos de ensayo europeos normalizados en la medida de lo posible, y cuando estos no son aplicable, se ha recurrido a otros métodos de ensayo apropiados y reconocidos.

Esta norma incluye un anexo A informativo relativo a la retención de agua.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Antigua República Yugoslava de Macedonia, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia, Suiza y Turquía.

0 Introducción

La figura 1 muestra la familia de los yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción.

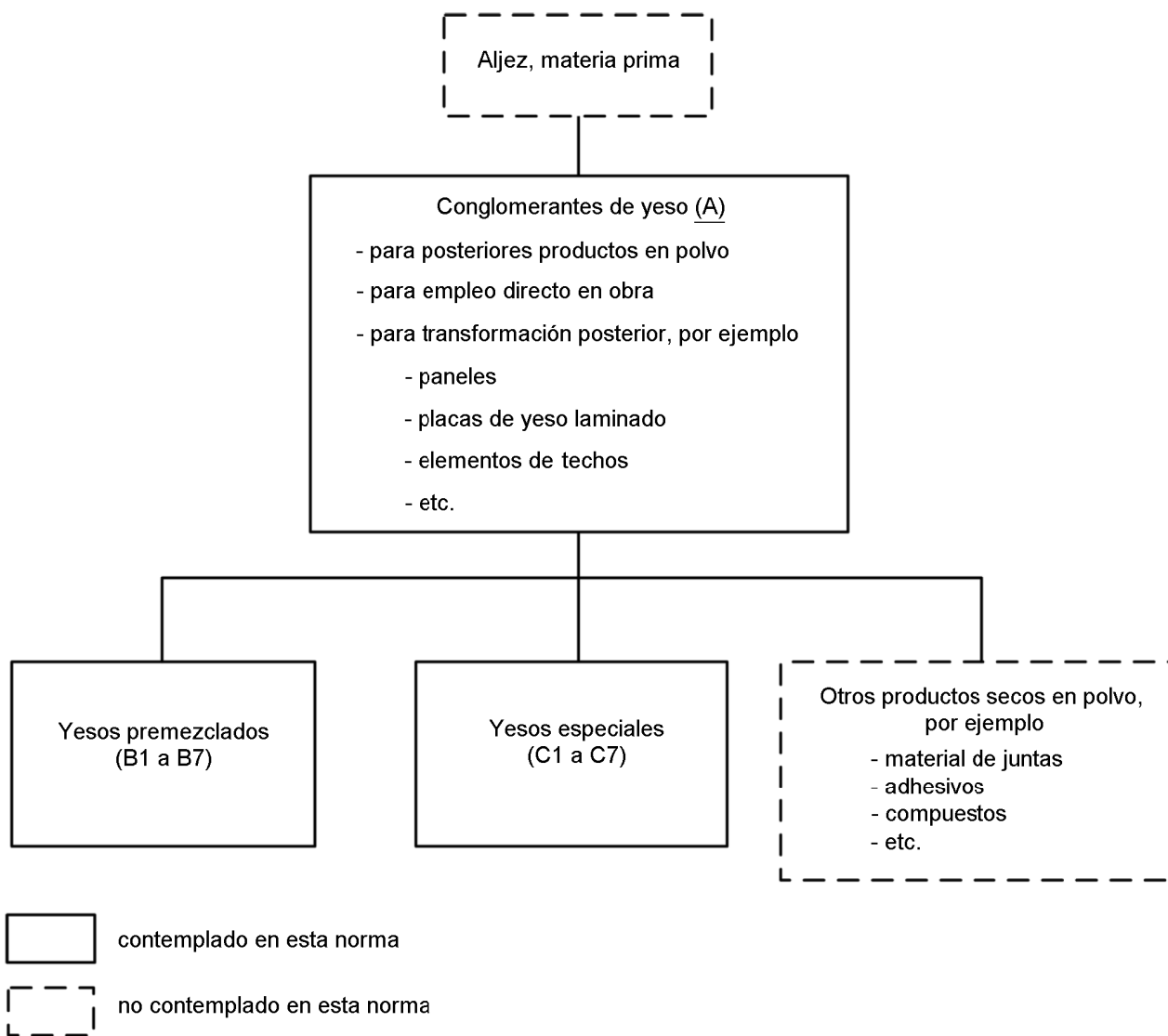


Figura 1 – Familia de yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma europea describe los métodos de ensayo de referencia para todos los tipos de yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción amparados por la Norma EN 13279-1.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 196-1:2005, *Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: Determinación de resistencias mecánicas.*

EN 196-7, *Métodos de ensayo de cementos. Parte 7: Métodos de toma de muestras y preparación de muestras de cemento.*

EN 459-2:2010, *Cales para la construcción. Parte 2: Métodos de ensayo.*

EN 932-1, *Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos-Parte 1: Métodos de muestreo.*

ISO 565, *Tamices de ensayo. Malla metálica, placa de metal perforado y chapa electroformada. Dimensiones nominales de las perforaciones.*

3 Condiciones de ensayo y toma de muestras

3.1 Atmósfera de ensayo (ensayos de referencia)

La temperatura de la sala de ensayo, del equipo y de los materiales (yeso, agua) debe ser de (23 ± 2) °C.

La humedad relativa del aire debe ser de $(50 \pm 5)\%$.

3.2 Toma de muestras

La toma de muestras debe realizarse según lo indicado en la Norma EN 196-7.

La toma de muestras para materiales granulares se realiza de acuerdo con lo indicado en la Norma EN 932-1 para áridos, teniendo en cuenta la necesidad de minimizar la absorción de humedad y de dióxido de carbono.

La muestra para ensayo debe ser de (8 ± 3) kg.

La muestra de ensayo debe guardarse en un recipiente estanco hasta el momento de realizar el ensayo.

3.3 Preparación de la muestra

Antes de realizar los ensayos, la muestra debe homogeneizarse.

Antes de realizar los ensayos químicos debe tomarse una muestra representativa de (50 ± 5) g, que se ha de moler hasta obtener un tamaño de partícula $\leq 0,1$ mm.

3.4 Agua

El agua para los ensayos de referencia debe ser destilada o desionizada.

3.5 Aparatos y equipos

Los aparatos utilizados para el amasado y los moldes empleados para la fabricación de las probetas, deben estar exentos de poros y deben ser de un material estanco al agua y no reactivo con el sulfato de calcio (por ejemplo, vidrio, bronce, acero inoxidable, acero endurecido, caucho duro y plástico). No se deben utilizar los materiales plásticos flexibles y de goma.

Debido a que las características de los yesos se ven fuertemente influidas por la presencia de partículas de sulfato de calcio dihidratado que pueden alterar el tiempo de fraguado, todos los aparatos y equipos utilizados en los ensayos deben estar perfectamente limpios.

4 Métodos de ensayo para yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción (incluidos los de uso especial)

4.1 Determinación de la finura de molido (análisis por tamizado)

4.1.1 Aparatos

a) serie de tamices según la Norma ISO 565 de:

- 1) 5 000 μm , sólo para los yesos para morteros de agarre (C2);
- 2) 200 μm y 100 μm para elementos de yeso fibroso (C1, C7);
- 3) 1 500 μm para los trabajos con yeso fibroso y yesos en capa fina (C1, C6);

b) espátula de madera o de plástico;

c) balanza de precisión de $\pm 0,1$ g;

d) desecador.

4.1.2 Determinación de las partículas retenidas en el tamiz de 5 000 μm (véase 4.1.1 a))

4.1.2.1 Procedimiento

Se pesan 500 g \pm 25 g de la muestra de ensayo guardada en un recipiente estanco y se tamizan a través del tamiz de 5 000 μm (véase 4.1.1 a)), aplastando los granos con la espátula. Se pesa el residuo y se analizan de forma visual las partículas retenidas en el tamiz.

Se repite el procedimiento con una segunda muestra.

4.1.2.2 Expresión de los resultados

Se expresa la masa retenida en el tamiz como el tanto por ciento referido a la muestra total. Se hace la media de los dos resultados obtenidos y se anota en el informe de ensayo.

4.1.3 Determinación de las partículas retenidas en los tamices de 200 μm y 100 μm

4.1.3.1 Procedimiento

Se toman unos 200 g aproximadamente de la muestra de ensayo guardada en un recipiente estanco y se desecan hasta masa constante¹⁾ a (40 ± 2) °C. Se enfría en un desecador hasta la temperatura ambiente. Se pesan 50 g \pm 5% y se colocan en el tamiz de ensayo.

Se toma el tamiz con una mano de manera que su posición sea algo inclinada y se le imprime un movimiento de vaivén, permitiendo en cada movimiento golpear la otra mano, con una cadencia de aproximadamente 125 veces por minuto, de modo que el yeso se extienda en todo momento de manera uniforme.

Cada 25 movimientos se gira el tamiz unos 90 grados. Tras un minuto, se pesa el residuo y se continúa el tamizado. Se sigue tamizando hasta que durante un minuto no pasen más de 0,4 g de yeso.

Al cabo de tres minutos de tamizado se restituye el polvo adherido al marco del tamiz al fondo del tamiz mediante una brocha. Se sigue tamizando hasta que el yeso que pase a través del tamiz en un minuto sea inferior a 0,2 g. Se cepilla la parte inferior del tamiz, rechazando este residuo antes de pesar el retenido en el tamiz. El ensayo en el tamiz de 100 μm se realiza de forma análoga y con las mismas limitaciones que las del tamiz de 200 μm .

1) Se define masa constante como aquella en la que la diferencia de masa de dos pesadas sucesivas espaciadas 24 h entre sí, es menor del 0,1%.

Se repite el procedimiento con una segunda muestra.

4.1.3.2 Expresión de los resultados

Se expresa la masa retenida en el tamiz, como porcentaje de la masa total ensayada. Se toma la media de las dos determinaciones para cada uno de los tamices y se compara con el valor indicado en las especificaciones.

4.2 Determinación del contenido en trióxido de azufre y cálculo del contenido equivalente en sulfato de calcio

NOTA Este método se aplica a todos los tipos de yesos.

4.2.1 Principio

El sulfato de calcio se descompone por digestión en una solución de ácido clorhídrico. Se eliminan las impurezas insolubles mediante filtrado. El contenido en iones sulfato se determina gravimétricamente como sulfato de bario.

4.2.2 Aparatos

- a) Tamiz de 0,1 mm de luz de malla;
- b) vasos de precipitado de 250 ml y 400 ml;
- c) embudos de filtrado rápido;
- d) horno mufla;
- e) crisoles vitrocerámicos de porosidad 4 o porcelana porosa o crisoles de sílice;
- f) papel de filtro capaz de retener partículas superiores a 2,5 µm;
- g) balanza de precisión de 0,001 g;
- h) desecador.

4.2.3 Reactivos

- a) Ácido clorhídrico en disolución: 2 mol/l HCl;
- b) cloruro de bario: solución al 10%.

4.2.4 Procedimiento

La muestra se machaca hasta que pase por el tamiz de 0,1 mm de luz de malla.

Se pesan 0,5 g de la muestra desecada a 40 °C, se ponen en un vaso de precipitado de 250 ml y deben hervirse con 30 ml de HCl 1:1 y 150 ml de agua destilada durante 15 min a 20 min. A continuación debe filtrarse a través de un papel de filtro cuantitativo (banda roja), se lleva a un vaso de precipitado de 400 ml y se lava con agua desionizada caliente. Debe hervirse la disolución y, agitando, debe precipitarse con 25 ml de cloruro de bario al 10%. Debe llevarse a ebullición y dejarse reposar durante 12 h como mínimo.

Se debe filtrar la solución a través del papel de filtro cuantitativo (banda roja) y lavarlo con agua desionizada caliente, hasta que el agua de filtrado no presente reacción de cloruros. El residuo filtrado debe dejarse incinerar lentamente en el crisol y calcinarse a 800 °C hasta conseguir una masa constante. Entonces debe enfriarse en un desecador y pesarse.

Este ensayo debe repetirse.

4.2.5 Expresión de los resultados

4.2.5.1 Cálculo del SO₃

El contenido en sulfato, expresado como SO₃ se calcula en tanto por ciento mediante la fórmula (1):

$$SO_3 = \frac{BaSO_4 \times 0,343 \times 100}{m_p} \quad (1)$$

donde

BaSO₄ es la masa del sulfato de bario BaSO₄ en gramos;

m_p es la masa de la muestra en gramos.

4.2.5.2 Cálculo del equivalente en sulfato de calcio

El equivalente en sulfato de calcio se calcula en tanto por ciento a partir de la fórmula (2):

$$SO_3 \times 1,7 = CaSO_4 \quad (2)$$

4.3 Determinación de la relación agua/yeso

NOTA No hay especificaciones en la Norma EN 13279-1.

4.3.1 Método del amasado a saturación

Este método se usa para los conglomerantes a base de yeso.

4.3.1.1 Principio

Determinación de la masa de conglomerante de yeso en gramos que se puede saturar cuando se amasa a saturación en 100 g de agua.

4.3.1.2 Aparatos

- Recipiente cilíndrico de vidrio de unos 66 mm de diámetro interior y 66 mm de altura, con marcas a los 16 mm y a los 32 mm de altura sobre la superficie interior de la base;
- cronómetro;
- balanza con precisión de ±0,1 g.

4.3.1.3 Procedimiento

Se vierten en el recipiente de vidrio 100 g de agua teniendo cuidado de no mojar la parte superior de las paredes del recipiente cilíndrico. Se determina la masa *m*₀ con una precisión de ±0,5 g. El tiempo total para realizar el ensayo debe ser de (120 ± 5) s. Primeramente se espolvorea el yeso uniformemente sobre la superficie del agua, de forma que al cabo de 30 s la pasta de yeso haya alcanzado la primera marca y la segunda al cabo de 60 s. Se continúa espolvoreando yeso hasta que al cabo de (90 ± 10) s la pasta de yeso haya alcanzado unos 2 mm por debajo de la superficie del agua. Durante los 20 s a 40 s posteriores, la cantidad de yeso espolvoreada en la superficie del agua y por los bordes del recipiente debe ser la suficiente para que la capa de agua desaparezca. Si aparecieran pequeños grumos de yeso durante la operación, éstos deberían haberse humectado al cabo de 3 s a 5 s.

En el caso de yesos de fraguado muy lento, puede que no se alcancen las marcas de nivel en el tiempo señalado. En este caso debe espolvorearse el yeso de forma que caiga sobre la parte del agua en la que no haya yeso y no sobre las zonas en las que ya se haya espolvoreado el yeso. Debe anotarse el tiempo de espolvoreado.

Antes de pesar, se elimina el exceso de yeso de los bordes del recipiente de vidrio. Se determina la masa m_1 con una precisión de $\pm 0,5$ g. Este ensayo se repite como mínimo dos veces. Se calcula el valor medio de la cantidad espolvoreada.

4.3.1.4 Expresión de los resultados

La relación agua/yeso, R , viene dada por la expresión (3):

$$R = \frac{100}{m_1 - m_0} \quad (3)$$

donde

m_0 es la masa del vaso + la masa del agua, en g;

m_1 es la masa del vaso + la masa del agua + la masa del yeso, en g.

4.3.2 Método de medida de la fluidez de la pasta

4.3.2.1 Generalidades

Este método se usa para los yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción de consistencia fluida mediante la determinación del diámetro de escurrimiento que se obtiene cuando se levanta el molde relleno con esa pasta.

4.3.2.2 Principio

Determinación de la masa de yeso o de conglomerante de yeso (en gramos) para obtener una mezcla con una consistencia dada.

4.3.2.3 Aparatos

- a) Recipiente de amasado y espátula fabricada con materiales no reactivos;
- b) molde de caucho duro de 40 mm de altura, de 65 mm de diámetro interno superior y 75 mm de diámetro interno inferior;
- c) placa plana y lisa de vidrio: la placa debe estar alisada, limpia y seca;
- d) cronómetro;
- e) calibre, cinta de medida.

4.3.2.4 Procedimiento

Se añade la cantidad de yeso necesaria, determinada por ensayos previos, para obtener un diámetro de escurrimiento de unos 150 mm a 210 mm, en un recipiente de amasado que contenga 500 g de agua. Se pone el cronómetro en marcha cuando se inicia la adición del yeso al agua. La mezcla debe prepararse de la siguiente manera:

- se espolvorea el yeso durante 30 s;
- se deja reposar la mezcla durante 60 s;

- se revuelve manualmente durante 30 s describiendo 30 movimientos en forma de ocho;
- se deja reposar la mezcla durante 30 s;
- se revuelve manualmente durante 30 s de la misma forma que la indicada anteriormente.

Se coloca el molde truncado sobre la placa de vidrio y se rellena con la pasta de yeso. Se elimina el exceso de pasta. Se levanta el molde en posición vertical al cabo de 3 min 15 s del comienzo del proceso de mezcla, de forma que la pasta pueda caer sobre la placa de vidrio.

Se mide el diámetro de la galleta formada en dos posiciones perpendiculares y se calcula el valor medio. Si este valor está fuera del rango comprendido entre 150 mm y 210 mm, se repite el ensayo desde el principio usando mayor o menor cantidad de yeso, según sea más adecuado. Cuando la cantidad de yeso utilizada dé una galleta con un diámetro comprendido entre 150 mm y 210 mm, se anota esta cantidad m_2 en gramos.

4.3.2.5 Expresión de los resultados

La relación agua/yeso, R , viene dada por la fórmula (4):

$$R = \frac{500}{m_2} \quad (4)$$

donde

m_2 es la cantidad de yeso empleada en gramos.

4.3.3 Método de la mesa de sacudidas

4.3.3.1 Generalidades

Este método se utiliza para los yesos premezclados. La relación agua/yeso se determina mediante el método de ensayo - error, hasta que se forme una galleta de un diámetro determinado, cuando un cono truncado relleno con la pasta se levanta y golpea en la forma descrita.

4.3.3.2 Principio

La relación agua/yeso para yesos premezclados se define mediante una consistencia dada.

La consistencia exigida se alcanza cuando el diámetro de la pasta, determinado empíricamente, es de (160 ± 5) mm o (165 ± 5) mm.

4.3.3.3 Aparatos

- a) Mezcladora amasadora, recipiente de amasado y paleta (véase la Norma EN 196-1:2005);
- b) mesa de sacudidas y molde cónico (véase 6.8.2.1.2 de la Norma EN 459-2:2010);
- c) espátula;
- d) calibre, cinta métrica;
- e) cronómetro.

4.3.3.4 Procedimiento

Se deben pesar entre 1,2 dm³ y 1,5 dm³ de yeso, con una precisión de 1 g (m_4). Se pesa la cantidad de agua (m_3) determinada por ensayos previos y se vierte en el recipiente de amasado seco. Se añade el yeso al agua y se remueve manualmente con la espátula y la paleta durante 1 min aproximadamente. La pasta formada se mezcla con la mezcladora amasadora durante un minuto a baja velocidad (140 ± 5) min⁻¹ en rotación y (62 ± 5) min⁻¹ en movimiento planetario.

El molde cónico debe colocarse en el centro de la placa de cristal de la mesa de sacudidas y sujetarse firmemente con una mano. Debe rellenarse el molde con la pasta en exceso y eliminarse el exceso mediante una espátula.

Al cabo de unos 10 s a 15 s, debe levantarse el cono verticalmente. La pasta que haya quedado adherida al molde se debe añadir a la pasta del cono. Mediante la mesa de sacudidas deben aplicarse 15 golpes verticales a una velocidad constante de 1 revolución por segundo.

Debe medirse el diámetro de la galleta resultante con una precisión de 1 mm en dos direcciones perpendiculares. El diámetro medio de la galleta de yeso a mano debe ser de (165 ± 5) mm, el diámetro medio de la galleta de yeso a máquina debe ser de (160 ± 5) mm.

Cuando el diámetro de la galleta difiera del especificado para el producto que se ensaya, se debe repetir el ensayo desde el principio utilizando cantidades mayores o menores de agua.

Si el tiempo de fraguado es tal que la relación agua/yeso no se puede conseguir de forma satisfactoria, se puede añadir una pequeña cantidad de retardador al agua de amasado. En este caso, en el informe de ensayo figurará el tipo y la cantidad del retardador añadido.

4.3.3.5 Expresión de los resultados

La relación agua/yeso, R , viene dada por la expresión (5):

$$R = \frac{m_3}{m_4} \quad (5)$$

donde

m_3 es la masa del agua de amasado en gramos;

m_4 es la masa del yeso en gramos.

4.4 Determinación de los tiempos de fraguado

4.4.1 Método del cuchillo

4.4.1.1 Generalidades

Este método se usa para conglomerantes a base de yeso.

4.4.1.2 Principio

El tiempo de principio de fraguado es el tiempo, en minutos, en que los bordes de una hendidura producida por la hoja de un cuchillo sobre la pasta de yeso dejan de acercarse.

4.4.1.3 Aparatos

- Cuchillo de longitud de filo de unos 100 mm, 16 mm de anchura y espesor del borde superior de la hoja de 1 mm aproximadamente, con sección transversal en forma de cuña;

- b) espátula;
- c) placas de vidrio lisas (dimensiones mínimas: 400 mm de longitud y 200 mm de anchura);
- d) cronómetro;
- e) recipiente de amasado fabricado en material no reactivo.

4.4.1.4 Procedimiento

- a) Fabricación de la galleta de pasta de yeso:

Debe mezclarse y prepararse la pasta de yeso con la cantidad de agua determinada siguiendo uno de los métodos descritos en los apartados 4.3.1 (método del amasado a saturación) o 4.3.2 (método de la fluidez de la pasta) según el tipo de yeso que se vaya a ensayar. Se debe anotar el tiempo en el que se pone en contacto el yeso o el conglomerante de yeso con el agua: (t_0). La pasta de yeso se vierte entonces sobre las placas de vidrio, agitando constantemente, para formar tres galletas de unos 100 mm a 120 mm de diámetro y de unos 5 mm de espesor.

- b) Determinación del tiempo de principio de fraguado T_i :

El tiempo de principio de fraguado debe determinarse haciendo cortes en la galleta. Tras cada corte, el cuchillo debe limpiarse y secarse. Los cortes deben hacerse a intervalos no superiores a 1/20 del tiempo esperado de principio de fraguado. Dos de las galletas se emplearán para hacer pruebas, realizándose los cortes definitivos en la tercera.

Se alcanza el principio de fraguado T_i cuando los labios de la hendidura efectuada en el tiempo t_1 dejen de acercarse.

4.4.1.5 Expresión de los resultados

El tiempo de principio de fraguado T_i viene dado por la fórmula (6):

$$T_i = t_1 - t_0 \quad (6)$$

donde

T_i es el tiempo de principio de fraguado, en minutos;

t_0 es el momento en que se pone el yeso en contacto con el agua, en minutos;

t_1 es tiempo en el que los labios de la hendidura realizada sobre el yeso con el cuchillo dejan de acercarse, en minutos.

4.4.2 Método del cono de Vicat

4.4.2.1 Generalidades

Este método se usa para todos los yesos premezclados que lleven aditivos y/o retardadores.

Si se utilizan otros métodos (por ejemplo métodos de ultrasonidos o máquinas de Vicat) estos tienen que alinearse con el método del cono de Vicat al menos una vez al mes.

4.4.2.2 Principio

Determinación de la profundidad de la penetración de la aguja o del cono de Vicat dentro de una pasta de yeso a medida que progresa el fraguado. Este principio se usa para determinar el tiempo de fraguado inicial.

4.4.2.3 Aparatos

- a) Aparato de Vicat, véanse las figuras 2 y 3;
- b) cono de Vicat, véase la figura 4;
- c) placa de vidrio de 150 mm de longitud por 150 mm de anchura aproximadamente;
- d) molde de caucho, véase el punto b) del apartado 4.3.2.3;
- e) espátula plana de 140 mm de longitud;
- f) cronómetro;
- g) mezcladora amasadora y paleta, véase el apartado 4.4 de la Norma EN 196-1:2005.

4.4.2.4 Procedimiento

Debe colocarse el molde de caucho con su parte más ancha en contacto con la placa de vidrio. Debe amasarse el yeso con la cantidad de agua determinada según lo especificado en los apartados 4.3.3 o 4.3.2. Se anota el momento en que se empieza a echar el yeso en el agua, t_0 . Se debe rellenar el molde de caucho con un exceso de pasta de yeso. Se elimina el exceso de material con la espátula plana en posición vertical mediante un movimiento de serrado. Se pone en contacto el cono con la superficie de la pasta soltando el dispositivo de Vicat.

Se debe abrir la barra guía utilizando el mecanismo de disparo. No debería transcurrir más de una vigésima parte del tiempo de principio de fraguado entre penetraciones sucesivas del cono. Se debe limpiar y secar el cono entre cada penetración y debería haber como mínimo distancias de 12 mm entre cada marca de penetración. Se anota el momento en que el cono penetra hasta una profundidad de (22 ± 2) mm sobre la placa de vidrio, t_1 .

4.4.2.5 Expresión de los resultados

El tiempo de principio de fraguado viene dado por la expresión (7):

$$T_i = t_1 - t_0 \quad (7)$$

donde

t_1 es el tiempo, en minutos, en que la profundidad de penetración del cono dentro de la pasta de yeso llega a los (22 ± 2) mm por encima de la placa de vidrio;

t_0 es el tiempo, en minutos, en que el yeso se pone en contacto con el agua.

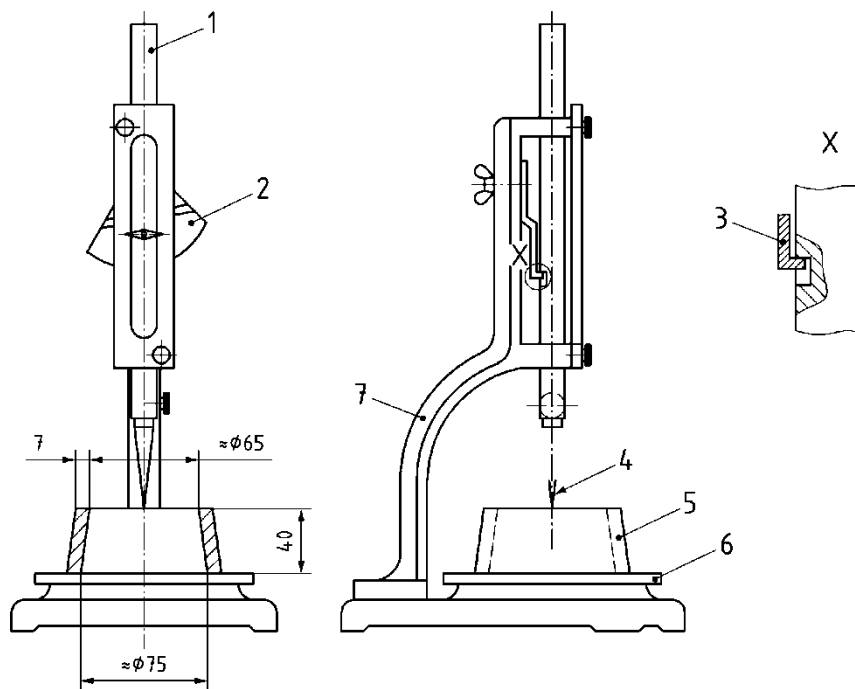
4.5 Determinación de las propiedades mecánicas

4.5.1 Aparatos

- a) Mezcladora amasadora y paleta (véase 4.4 de la Norma EN 196-1:2005);
- b) espátula;
- c) moldes con base (véase 4.5 de la Norma EN 196-1:2005);
- d) rascador;
- e) desecador;

- f) prensa de compresión: con capacidad de suministrar velocidades de carga de 1 N/mm^2 por segundo (véanse 4.7 y 4.8 de la Norma EN 196-1:2005);
- g) dispositivo de flexión (véase el punto f);
- h) dispositivo de dureza.

Medidas en milímetros

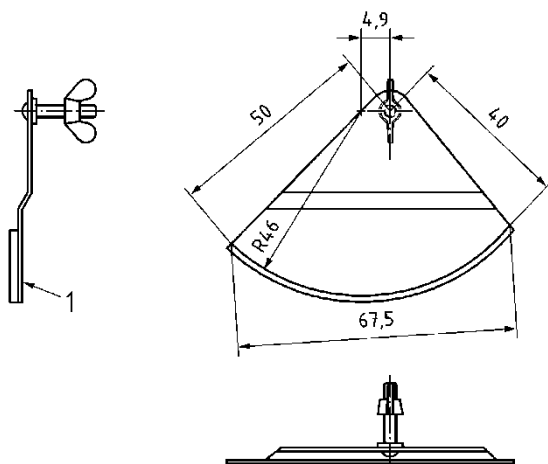


Leyenda

- 1 Barra guía
- 2 Mecanismo de disparo
- 3 Placa accionadora
- 4 Penetrómetro cónico
- 5 Molde de caucho
- 6 Placa de vidrio
- 7 Soporte

Figura 2 – Aparato de Vicat típico con aguja y mecanismo de disparo

Medidas en milímetros

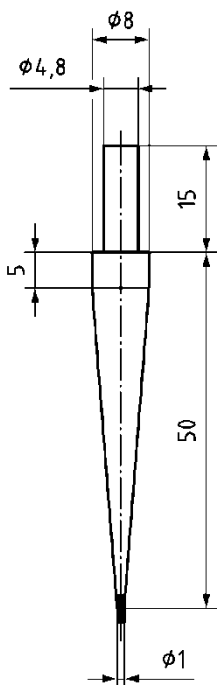


Leyenda

1 Placa accionadora

Figura 3 – Mecanismo de disparo típico del aparato de Vicat

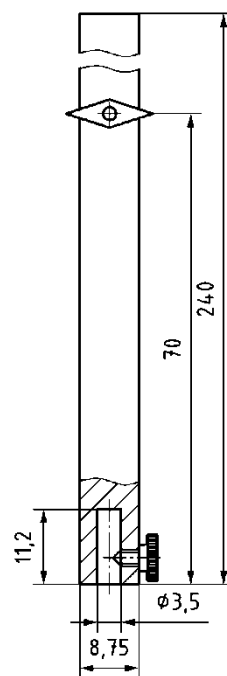
Medidas en milímetros



Leyenda

Material: acero de alto grado

Figura 4 – Penetrómetro cónico (cono)



Leyenda

Material: aluminio

NOTA Figura orientativa (la longitud depende de la masa combinada del cono y de la barra guía, masa total = 100 g)

Figura 5 – Barra guía

4.5.2 Preparación de la probeta de ensayo

El yeso que se va a ensayar, se debe amasar según el procedimiento indicado en el apartado 4.3.3, con la relación agua/yeso determinada según los procedimientos descritos en los apartados 4.3.1, 4.3.2, o 4.3.3, dependiendo del tipo de yeso.

Inmediatamente después de la preparación, con la ayuda de una espátula para rellenar los huecos y las esquinas, se debe pasar la pasta de yeso a los moldes previamente engrasados. Para eliminar la aparición de burbujas de aire, se debe elevar el molde 10 mm desde su extremo superior y dejarlo caer.

Esta operación debe repetirse 5 veces. Todo el proceso de relleno de los moldes no debe superar los 10 min desde el comienzo del amasado y su superficie no debe ser alisada. Cuando la pasta haya fraguado debe eliminarse el material sobrante con una regla metálica o un cuchillo, mediante un movimiento de sierra. Se deben preparar de esta manera tres probetas como mínimo.

Cuando la pasta haya adquirido el grado adecuado de resistencia, se deben desmoldar las probetas identificándolas. Las probetas deben mantenerse durante siete días en la atmósfera de laboratorio descrita en el apartado 3.1. Después, deben desecarse hasta masa constante a una temperatura de $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Tras su secado, las probetas deben enfriarse en desecador hasta la temperatura del laboratorio de ensayo.

4.5.3 Determinación de la dureza

4.5.3.1 Principio

Se determina la huella dejada por una fuerza determinada sobre la probeta de ensayo.

4.5.3.2 Aparatos

Dispositivo que permita aplicar una bola de acero endurecido de 10 mm de diámetro en un punto fijo de la superficie de una probeta y que se pueda ejercer una carga fija sobre dicha bola de forma perpendicular a la superficie de la probeta.

Comparador, que forme parte del conjunto de la bola, y permita determinar la profundidad de la huella.

4.5.3.3 Procedimiento

El ensayo se realiza sobre dos de las caras longitudinales de la probeta (por ejemplo, sobre las caras laterales que están en contacto con el molde).

Se aplica la carga en tres puntos situados a una distancia de $\frac{1}{4}$ de la longitud de la probeta aplicando la fuerza perpendicularmente a la cara ensayada, en el plano que pasa por el eje lateral. Los puntos extremos deben estar situados a una distancia de 20 mm de cada uno de los extremos de la probeta.

Se aplica una carga de 10 N y en 2 s se incrementa hasta $200 \text{ N} \pm 10 \text{ N}$. Se mantiene la carga durante 15 s; a continuación se mide la profundidad de la huella.

4.5.3.4 Expresión de los resultados

La dureza H , en N/mm^2 viene dada por la fórmula (8):

$$H = \frac{F}{\pi \times D \times t} = \frac{20 \times 1000}{\pi \times 1 \times t} = \frac{6366}{t} \quad (8)$$

donde

F es la carga en N;

D es el diámetro de la bola, en mm;

t es la profundidad media de la huella en μm .

Se anota en el informe de ensayo, en grupos de tres correspondientes a cada una de las caras ensayadas, la profundidad de las 18 huellas. Se calcula la media aritmética " t " y se indica el número de resultados comprendidos entre 0,9 t y 1,1 t . Se excluyen los valores de las huellas que se hayan marcado sobre poros.

4.5.4 Determinación de la resistencia a flexión

4.5.4.1 Principio

Se determina la carga necesaria para romper una probeta prismática de 160 mm × 40 mm × 40 mm apoyada sobre rodillos cuyos centros estén separados 100 mm.

4.5.4.2 Procedimiento

La probeta debe colocarse sobre los rodillos del dispositivo de flexión y, mediante un rodillo central, debe aplicarse una carga hasta que se rompa la probeta. Se anota la carga máxima, en newton, que soporta la probeta.

4.5.4.3 Expresión de los resultados

La resistencia a flexión P_F viene dada por la fórmula (9):

$$P_F = 0,00234 \times P \quad (9)$$

donde

P_F es la resistencia a flexión en N/mm²;

P es la carga media de rotura en N de, al menos, tres valores obtenidos.

4.5.5 Determinación de la resistencia a compresión

4.5.5.1 Principio

La probeta se comprime hasta su rotura.

4.5.5.2 Procedimiento

La resistencia a compresión debe determinarse aplicando una carga a los trozos rotos de las probetas procedentes del ensayo de resistencia a flexión.

Pueden fabricarse nuevas probetas siguiendo el procedimiento indicado en el apartado 4.5.2. Si el ensayo de compresión no se realiza inmediatamente a continuación del ensayo de flexión, los trozos de las probetas a ensayar se deberían guardar en un desecador. Los trozos de las probetas se colocan con sus caras laterales hacia arriba y hacia abajo entre los dos platos de acero de la prensa de compresión, de forma que los lados de la probeta que estuvieron en contacto con las caras del molde estén en contacto con los platos de la prensa en una sección de 40 mm × 40 mm.

Se permite inclinar el plato superior para establecer un contacto perfecto entre las caras de las probetas y los platos de la prensa. El eje de rotación del plato superior debe estar centrado sobre la superficie de la probeta sometida a compresión. La carga debe aplicarse sobre la probeta hasta su rotura.

4.5.5.3 Expresión de los resultados

Debe calcularse el valor medio de los 6 valores obtenidos y expresarse en N/mm². La carga de resistencia a compresión R_c viene dada por la fórmula (10):

$$R_c = \frac{F_c}{1\,600} \quad (10)$$

donde

R_c es la resistencia a compresión en N/mm^2 ;

F_c es la máxima carga en la rotura en N;

1 600 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ es el área de la probeta en mm^2 .

4.6 Determinación de la adherencia

4.6.1 Principio

La adherencia de un yeso a un determinado soporte se determina mediante la máxima carga que soporta cuando un disco de metal pegado al yeso se arranca de forma perpendicular a su superficie.

4.6.2 Aparatos

- Discos de metal de 50 mm de diámetro y con un espesor no menor de 10 mm, con un dispositivo central para realizar tracciones;
- adhesivo a base de resina, por ejemplo resinas epoxy o resinas de metilmetacrilato;
- broca para cortar probetas de $50\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ de diámetro del yeso endurecido;
- aparato de tracción que permita aplicar una carga de tracción sobre los discos de metal, sin que el conjunto se vea sometido a una carga de flexión. El manómetro de lectura del ensayo a tracción debe tener una precisión en la medición del $\pm 5\%$ de la carga máxima registrada.

4.6.3 Procedimiento

La superficie del soporte debe prepararse según lo que la buena práctica aconseja y conforme a las normas adecuadas de aplicación.

El yeso debe amasarse con agua y aplicarse sobre el soporte siguiendo las recomendaciones del fabricante. Cuando el yeso haya fraguado, las probetas deben mantenerse durante 7 días en la atmósfera de ensayo. Mediante la broca se separan las áreas circulares a ensayar del conjunto de la masa. El corte debe hacerse a una profundidad de 5 mm aproximadamente. Sobre estas probetas, mediante el adhesivo, se pega el disco de metal centrado sobre la probeta asegurándose de que el adhesivo no ocupe el hueco existente entre las probetas aisladas y el resto de la masa conectándolas. Se aplica la carga de forma perpendicular a la superficie de ensayo mediante el aparato correspondiente. La carga debe aplicarse a una velocidad constante comprendida entre $0,003\text{ N/mm}^2$ y $0,1\text{ N/mm}^2$ por segundo.

Para la velocidad de aplicación de la carga, véase la tabla 1.

Tabla 1 – Velocidad de cargaÁrea de ensayo: $A = 1,963 \text{ mm}^2$ ($\varnothing 50 \text{ mm}$)

Resistencia al arrancamiento esperada (N/mm ²)	Velocidad de carga	
	(N/s)	(N/mm ² · s)
< 0,2	5	0,003
0,2 a 0,5	25	0,013
0,5 a 1,0	100	0,050
> 1,0	200	0,100

4.6.4 Expresión de los resultados**4.6.4.1 Resistencia de adherencia**

La resistencia de adherencia individual se calcula mediante la fórmula (11):

$$R_u = \frac{F_u}{A} \quad (11)$$

donde

R_u es la fuerza de adherencia en N/mm²;

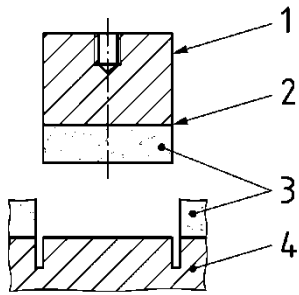
F_u es la carga de rotura en N;

A es el área de ensayo en la probeta cilíndrica en mm².

La adherencia se calcula como el valor medio de todos los valores individuales; se expresa con una precisión de 0,01 N/mm².

4.6.4.2 Forma de la rotura

En algunos casos, la rotura puede no producirse en la interfase yeso- soporte, sino dentro de la propia masa de yeso, en el soporte o en el pegamento (resina) en el disco de metal. En estos casos, el valor de la resistencia de adherencia será superior al valor determinado. Estos valores por tanto, no deben ser tenidos en cuenta en el cálculo de la media. En cualquier caso, debe indicarse el tipo de rotura en cada caso según lo indicado en las figuras 6 a 9.

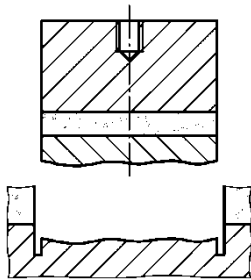


Leyenda

- 1 Placa de ensayo
- 2 Capa de adhesivo
- 3 Capa de yeso
- 4 Soporte

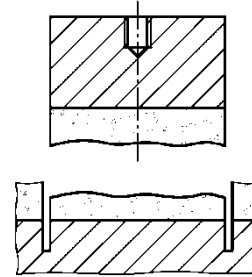
(La rotura se manifiesta en la interfase capa de yeso - soporte; el valor de la resistencia de adherencia coincide con los resultados indicados por el dispositivo de ensayo)

Figura 6 – Rotura tipo a – Rotura por adhesión



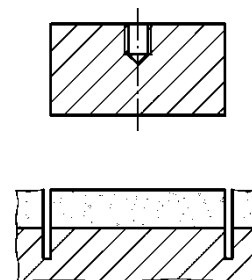
(La rotura se manifiesta en el soporte; el valor de la resistencia de adherencia es superior a los valores indicados por el dispositivo de ensayo)

Figura 8 – Rotura tipo c – Rotura por cohesión



(La rotura se manifiesta dentro de la masa del yeso; el valor de la resistencia de adherencia es superior a los valores indicados por el dispositivo de ensayo)

Figura 7 – Rotura tipo b – Rotura por cohesión



(La rotura se manifiesta en la capa de adhesivo debido a un mal pegado de éste. En este caso debe repetirse el ensayo)

Figura 9 – Rotura tipo d

Si la rotura es distinta a las indicadas (por ejemplo, si aparece en parte en la masa de yeso y en parte en el soporte), debe describirse, indicando el porcentaje aproximado de rotura en cada zona.

Anexo A (Informativo)

Determinación de la retención de agua

La determinación de la retención de agua se realiza según el método de ensayo descrito en el apartado 6.9 de la Norma EN 459-2:2010.

Bibliografía

- [1] EN 13279-1, *Gypsum binders and gypsum plasters. Part 1: Definitions and requirements.*

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Génova, 6
28004 MADRID-España

info@aenor.es
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201
Fax: 913 104 032