

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

614-22 MEDIDA DE LA CONSISTENCIA EN PASTAS Y MORTEROS DE YESO

(Steifemessung an Gipsbrei und Gipsmörtel)

W. Albrecht

De: "ZEMENT-KALK-GIPS", vol. 8, nº 1, enero 1955, pág. 19.

- S i n o p s i s -

Se describen diferentes aparatos que permiten medir la consistencia de la pasta y del mortero de yeso. Se indican los resultados de algunos ensayos comparativos.

Las medidas de la consistencia en pastas y morteros de yeso va adquiriendo importancia, al permitir comprobar la regularidad de la mezcla en una operación continua, determinar la cantidad de agua que exigen los diferentes yesos y examinar la influencia de ciertas adiciones.

APARATOS PARA LAS MEDIDAS DE CONSISTENCIA EN PASTAS Y MORTEROS FLUIDOS.

Anillo de Vicat, DIN 1164

El anillo de Vicat puede utilizarse para la medida de la consistencia. Se coloca sobre una placa de vidrio de 30 x 30 cm, se llena con pasta o mortero (155 cm³), y después, con ambas manos, se levanta de forma que la masa fluya a la placa de vidrio en forma de torta. Se ha de procurar que el anillo se eleve rápidamente. Después de levantarlo se coloca a un lado, para evitar el goteo posterior de la pasta sobre la torta. El diámetro de la torta es la medida de la consistencia.

Consistómetro de Wandser

El consistómetro de Wandser tiene un patinadero elíptico, con sección en canaleta, por el cual se desliza la pasta. El ángulo k , entre la vertical y la tangente en el punto más bajo que alcanza la pasta en la elipse, se indica como grado de consistencia.

Para colocar la pasta en el comienzo del patinadero, se gira la canaleta hasta situar el punto final de modo que el ángulo que forme su tangente con la vertical sea de 90° , con lo que aquella parte del patinadero queda horizontal. Este trozo esté separado de la rama elíptica por una pared movable. Se coloca la pasta (5 cm^3 , aproximadamente). Después de alisar la parte superior de la canaleta con una regla, se levanta la pared, y se vuelve a girar despacio la canaleta hasta su posición original; la pasta se desliza hasta un punto cuyo valor k (en grados) se determina.

Recipiente de vertido, DIN 53211

Este recipiente tiene una capacidad de 100 cm^3 , y posee un orificio de salida de 4 mm de anchura. La medida de la consistencia es el tiempo de vertido (sg).

Viscosímetro Southard, OCT 2645/1931

Según la norma rusa OCT 2645, se mide la consistencia de la pasta de yeso mediante un cilindro hueco, de 5'08 cm de ancho y 10'15 cm de alto. El cilindro se apoya sobre una placa horizontal de vidrio, y se levanta, después de haberse llenado. La consistencia queda indicada por el diámetro de la torta formada. A la consistencia normal le corresponde un diámetro de 12 cm.

Recipiente de vertido, ASTM C 26 - 52 (completado en 1954)

La ASTM prescribe, para la medida de la consistencia de

morteros yeso-fibra de madera (hormigón de yeso), un recipiente cónico abierto por debajo (23 cm de ancho en la parte superior, 4'4 cm en la parte inferior, y 14 cm de altura), situado sobre una placa de vidrio horizontal, mediante un trípode, a unos 10 cm. Tiene una capacidad de 1950 cm³. La salida puede cerrarse a voluntad. El mortero tiene consistencia normal cuando se obtiene, al fluir a la placa, una torta de 38 + 1'3 cm de diámetro.

APARATOS PARA LA MEDIDA DE CONSISTENCIA EN PASTAS Y MORTEROS PLASTICOS.

Mesa de sacudidas. DIN 1164

Sobre una placa de vidrio se coloca un molde troncocónico de chapa (6 cm de altura, diámetro inferior de 10 cm y superior de 7 cm). El tronco de cono formado se desparrama sobre la placa de vidrio, después de 15 caídas desde una altura de 1 cm, en 15 segundos.

La medida de desparramamiento de los morteros de arena y yeso (o cal), de buena docilidad, se hallan aproximadamente entre 16 y 18 cm. Los valores, entre 13 y 25 cm, obtenidos con este aparato, son reproducibles.

Sonda ASTM C 26 - 52

La consistencia de la pasta y del mortero de yeso (excepto el mortero de yeso-fibra de madera) se mide por la penetración de una sonda cilíndrica (19 mm de diámetro y 45 mm de longitud) en un anillo de Vicat lleno de pasta o de mortero. La sonda para la medida de la consistencia de pasta de yeso pesa 50 g, y, en el caso de mortero de yeso, 150 g. La medida oscila, para pasta de yeso, entre 28 y 32 mm, y, en el caso de mortero, entre 17 y 23 mm.

Aparato de caída de bola, BS 1191:1944

Una bola de acero (25'4 mm de diámetro; peso de 56'7 g) cae desde una altura de 25'4 cm sobre una torta en forma de cilindro (80 mm de diámetro, 40 mm de altura) de pasta de yeso. La pasta tiene consistencia normal cuando la profundidad de penetración asciende a 15-16 mm.

APARATO PARA MEDIDAS DE CONSISTENCIA EN MORTEROS DE YESO, DE CONSISTENCIA SECA A PLÁSTICA (APARATO DE CAIDA DE CONO)

Si se ha de medir la consistencia de morteros para pavimentos, que se han de compactar por apisonamiento, no se puede emplear ninguno de los aparatos citados anteriormente.

En el Otto-Graf-Institut se emplea una sonda de acero, puntiaguda. El mortero a ensayar se coloca, en dos capas, en un molde cúbico de 7 cm de arista, en las mismas condiciones que en la práctica (en caso de compactarlo por apisonamiento se utiliza un pisón que tiene una superficie de 5 x 5 cm y un peso de 1320 g). La sonda, con 385 g de peso, cae desde 150 mm de altura, completamente libre. Las medidas de penetración entre 10 y 65 mm son reproducibles. Los morteros para pavimentos presentan medidas de penetración entre 20 mm (solamente compactible mediante un apisonado potente) y 45 mm (compactable mediante un apisonado moderado).

DETERMINACIONES EN CADA UNO DE LOS APARATOS

Para las medidas de consistencia de yesos, de endurecimiento rápido, debe añadirse un retardador en el agua de amasado (ácido cítrico). Se ha tenido en cuenta que los retardadores, en pequeña masa, actúan fluidificando; esta influencia carece de significación en la mayoría de los casos.

Ensayos de comparación del anillo de Vicat, consistómetro de Wandser y recipiente de vertido.

Se han preparado pastas de siete yesos, con relaciones agua/yeso de 0'435-0'850, y en ellas se han realizado medidas de consistencia con los aparatos indicados.

Se observa que la medida de la fluidez f (anillo de Vicat) es función lineal de la cantidad de yeso, referida a 100 g de agua. A una variación de la cantidad de yeso de 3-5 g corresponde una variación de 1 cm en la medida de la fluidez; pero las variaciones de 1 g en la cantidad de yeso, referidas a 100 g de agua, no se pueden determinar con seguridad. La exactitud en el consistómetro de Wandser (variación de la medida al variar el contenido de yeso), en la zona de 5-85°C, es tan grande como en el procedimiento de Vicat; entre 85 y 90°C es algo más pequeña. El recipiente de vertido (DIN 53211) da unos valores poco utilizables, porque el tubo de 4 mm, para esta consistencia, es demasiado estrecho (en el caso de tiempos de vertido superiores a 30 segundos hay obstrucción).

La tabla I presenta las relaciones entre los diferentes valores que suministran estos aparatos para los distintos intervalos de consistencia.

T A B L A I

COMPARACION DE LOS INTERVALOS DE CONSISTENCIA

Grado de consistencia	Fluidez (f)	Consistencia (k)	Tiempo de vertido
I Plástico-compacto	12 cm	22°	--
II Compacto	18 cm	64°	--
III Flúido	22 cm	80°	28 sg
IV Flúido	26 cm	86°	16 sg

Se puede deducir que el anillo de Vicat y el consistómetro dan valores semejantes, de forma que, para cada medida de fluidez, se puede indicar el correspondiente grado de consistencia.

Ensayos de comparación del anillo de Vicat y de la sonda

Se han realizado medidas de consistencia con seis yesos, en pastas con contenidos variables de yeso (en 100 g de agua). Los valores obtenidos con la sonda dispersan bastante; no se tiene precisión en el intervalo de 10 a 35 mm de penetración. En el caso de una penetración mayor, especialmente en el caso de yesos de revoque de granos gruesos (con 31% de residuo en el tamiz 0'2), los valores son inservibles.

En la medida de fluidez se obtuvo una relación lineal entre la consistencia y la cantidad de yeso en 100 g de agua, a lo largo de todo el intervalo. El valor medio de la fluidez de los seis yesos ascendió a 19'8-23'9 cm (22 cm por término medio).

Se deduce claramente que la resistencia de la pasta de yeso frente a la penetración de la sonda no corresponde al comportamiento de fluidez en el anillo de Vicat.

Ensayos de comparación del cilindro hueco y del anillo de Vicat.

Para especificar el intervalo de consistencia del viscosímetro Southard, se realizaron algunas medidas de consistencia con un cilindro hueco, de vidrio en lugar de latón pulido (con 4'2 cm de anchura y 3'5 cm de altura; volumen igual al del viscosímetro Southard). Se admite que los resultados que se obtienen con él son semejantes a los del viscosímetro Southard. En el caso de un yeso de estuco se obtuvieron los valores de la tabla 2.

T A B L A I I

ENSAYOS CON EL CILINDRO HUECO Y CON EL ANILLO DE VICAT

Relación agua/yeso (W)	0'47	0'50	0'53	0'58	0'62
Desparramamiento en el cilindro de vidrio (cm)	14'2	15'3	20'0	23'6	31'1
Medida de fluidez con el anillo de Vicat (cm)	10'2	12'7	15'5	18'6	22'0

En el caso de relaciones agua/yeso de 0'47 y 0'50, la pasta no era fluida; la movilidad de la pasta, sin fibras, dependía de la velocidad de elevación del cilindro. La torta no tiene ya la forma simétrica, ligeramente arqueada, sino que, debido a la pasta que cae, tiene la forma de artesa, no siendo completamente redonda. Para desparramamientos por debajo de 16 cm, aproximadamente, se reduce la reproducibilidad; por encima de 32 cm se obtiene, para cantidades de pasta de unos 200 cm³, tortas con bordes ligeramente ondulados, no siendo unívoca la medida. Por lo tanto, el intervalo de medida se halla entre 16 y 32 cm.

Ensayos con el recipiente de vertido. ASTM C 26 - 52.

Este recipiente debe emplearse para la medida de la consistencia de mezclas de yeso y fibras de madera.

En los ensayos realizados con una mezola de una parte en volumen de yeso de estuco y una parte en volumen de virutas de madera

ra (relación de mezcla en partes en peso 1:0'19) se obtuvieron los valores indicados en la tabla III.

T A B L A III

Contenido de agua, referido al peso de yeso y de virutas de madera secadas al aire	Contenido de agua, referido al peso de yeso	Medida de desparramamiento
0'87	1'04	16'4 (mortero no vertido completamente)
0'96	1'15	33 (mortero vertido totalmente)
1'00	1'19	36
1'08	1'29	41
1'18	1'41	50'5
Con una pasta de yeso (sin adición de virutas) ascendió		
en el caso de una relación agua/yeso de	el desparramamiento	la medida de fluidez
0'45	37	(9)
0'50	41	13
0'54	50	16

Las mezclas yeso-fibras de madera ofrecen dificultad en el vertido. Por esta razón el recipiente ha de tener gran capacidad. Se comprende que para mezclas con fibras de madera el procedimiento de la sonda no proporcionaba ningún valor utilizable.

Parece también apropiado para la pasta de yeso sin fibras. La cantidad empleada en el ensayo es grande y el intervalo más favorable no es grande.

Ensayos con el aparato de caída del cono

Con un mortero de yeso de estuco muy cocido y arena del Rhin de 0/3 mm (relación de mezola 1:2, en peso) se obtuvieron los valores de la tabla IV.

T A B L A IV

ENSAYOS CON EL APARATO DE CAIDA DE CONO

Contenido de agua, en % referido a los materiales secos	11'5	12'3	13'2	14'0	14'8	15'7	16'5	16'9
Referido al peso de yeso	34	37	40	42	44	47	49	51
Penetración (mm)	10	12	15	18	20	29	53	70

El mortero se compactó en dos capas, mediante 16 golpes de pisón. La variación de la penetración, por % de contenido en agua, era grande, en el caso de valores por encima de 20 mm (mortero algo más húmedo que con consistencia seca o plástica). Los morteros con menor penetración (morteros secos) son difícilmente compactables en la práctica.

INTERVALO DE MEDIDA DE LOS APARATOS DESCRITOS

En la tabla V se han indicado las zonas más favorables y, en cuanto es posible, las correspondiente relaciones agua/yeso.

T A B L A V

APARATOS PARA MEDIDAS DE CONSISTENCIA DE PASTAS Y MORTEROS DE YESO

Aparato	Medida de consistencia	Intervalo de consistencia	Valores de medida en el intervalo más favorable	Valores de medida correspondientes en el anillo de Vicat	Consistencia normal	Relación agua/yeso (W)
PASTA Y MORTERO FLUIDOS						
Recipiente de vertido. DIN 53211	Tiempo de vertido	Flúida y compacta	30 - 50 sg	> 20 cm	--	0'6 - 0'9
Consistómetro Wandser	Grado de consistencia	Flúida y compacta	5 - 85°	12 - 28 cm	--	0'43 - 0'85
Anillo de Vicat. DIN 1164	Medida de fluidez	Flúida y compacta	12 - 28 cm	12 - 28 cm	--	0'43 - 0'85
Viscosímetro Southard OCT 2545	Medidas de desparramamiento	Flúida y compacta	16 - 32 cm	12 - 22 cm	12 cm	0'50 - 0'75
Recipiente de vertido ASTM C 26 - 52	Medida de desparramamiento	(Flúida) y compacta	30 - 50 cm	< 18 cm	38 cm	0'43 - 0'56
PASTA Y MORTERO PLÁSTICOS						
Mesa de sacudidas. DIN 1164	Medida de desparramamiento	Plástica (y compacta)	13 - 25 cm	--	18 cm (mortero de ensayo DIN 1164).	--
Sonda ASTM C 26 - 52	Medida de penetración	Plástica	10 - 35 mm	--	30 mm (pasta) 20 mm (mortero)	0'37 - 0'47 (pasta)
Aparato de caída de cono BS 1191:1944	Medida de penetración	Moderadamente plástica	5 - 22 mm	--	15 - 16 mm	Para mortero normal (1:3) W = 0'5
MORTERO SECO A PLÁSTICO						
Aparato de caída de cono	Medida de penetración	Seca a plástica	10 - 65 mm	--	--	--

- 35 -

Los aparatos se han ordenado según la zona de consistencia.

ELECCION DE LOS APARATOS APROPIADOS

Para pasta y mortero de yeso flúidos es apropiado el anillo de Vicat, porque tiene capacidad para una cantidad suficiente de ensayo, y por su forma cónica la deja en libertad ya en la primera parte del camino de elevación, de forma que el flujo de la pasta no queda influido por el contacto con las paredes del aparato. Por esta razón, el anillo de Vicat parece más favorable que el consistómetro de Wandser (con menor cantidad de pasta) y que el cilindro hueco. El intervalo de consistencia es, como mínimo, tan grande como en los otros aparatos.

Para la pasta y mortero plásticos de yeso es oportuno emplear la mesa de sacudidas, utilizada para medidas de consistencia en los morteros de cemento y cal. Para morteros de consistencia seca, solamente compactables mediante apisonado o vibración, se utiliza el aparato de caída de cono.

S. F. S.

- - -