
NORMA CUBANA

NC

524: 2015

**CEMENTO HIDRÁULICO — MÉTODO DE ENSAYO —
DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL Y
TIEMPOS DE FRAGUADO POR AGUJA VICAT**

Hydraulic cement — Test method — Determination of normal consistency and
time of setting by VICAT needle

ICS: 91.100.10

2. Edición Junio 2015
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261, El Vedado, La Habana. Cuba.
Teléfono: 7830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio
Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

NC 524: 2015

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 22 del Cemento en el que están representadas las siguientes entidades:

- Ministerio de la Construcción (MICONS)
- Empresa de Tecnologías Industriales para la Construcción (TICONS)
- Unión de Empresas de Asbesto Cemento
- Ministerio de la Industria Básica (MINDUS)
- Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR)
- Ministerio de Educación Superior (MES)
- Grupo Azucarero (AZCUBA)
- Centro Nacional de Envase y Embalaje
- Poder Popular
- Oficina Nacional de Normalización (ONN)

- Se ha tomado como referencia elementos aplicables de las Normas Internacionales ASTM C 187 – 11e1 *Standard Test Method for Amount of Water Required for Normal Consistency of Hydraulic Cement Paste*, ASTM C 191 – 13 *Standard Test Methods for Time of Setting for Hydraulic Cement by VICAT Needle* y ASTM 305 – 14 *Standard Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency*.

- Sustituye a la NC 524: 2007 Cemento hidráulico – Método de ensayo – Determinación de la consistencia normal y tiempos de fraguado por aguja Vicat. Que ha sido técnicamente revisada.

- Consta de los Anexos A (Normativo) y Anexo B (Informativo).

© NC, 2015

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

CEMENTO HIDRÁULICO — MÉTODO DE ENSAYO — DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL Y TIEMPOS DE FRAGUADO POR AGUJA VICAT

1 Objeto

Esta Norma Cubana especifica un método de ensayo para la determinación de la consistencia normal y el tiempo de fraguado inicial y final del cemento hidráulico mediante la aguja Vicat.

Establece la práctica para mezclar las pastas de cemento hidráulico de consistencia plástica.

Esta Norma Cubana no pretende indicar todas las medidas de seguridad relacionadas si hay alguna asociada a su uso. Es responsabilidad del usuario establecer medidas de seguridad y salud apropiadas y determinar la aplicabilidad de estas regulaciones limitantes previamente al uso de esta Norma.

2 Referencias normativas

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. Para las no fechadas se toma en cuenta la última edición de la norma de referencia (incluyendo todas las enmiendas).

NC 526: 2012 Cemento hidráulico. Términos y definiciones.

NC 95: 2011 Cemento Portland. Especificaciones.

NC 96: 2011 Cemento con adición activa. Especificaciones.

NC 97: 2011 Cemento albañilería. Especificaciones.

NC 98: 2011 Cemento resistente a los sulfatos. Especificaciones.

NC 99: 2011 Cemento de moderado y bajo calor de hidratación. Especificaciones.

NC 100: 2011 Cemento Portland de alta resistencia inicial. Especificaciones.

NC 101: 2011 Cemento blanco. Especificaciones.

NC-ASTM C 183: 2012 Cemento hidráulico. Método de ensayo. Toma y preparación de muestras.

NC 504: 2013 Cemento hidráulico. Método de ensayo. Determinación de la estabilidad de volumen.

3 Significación y uso

3.1 Determinación de la consistencia normal

Este método de ensayo se emplea en la determinación de la cantidad de agua requerida para preparar la pasta de cemento hidráulico para el ensayo.

3.2 Mezclado mecanizado de las pastas

Esta práctica es usada en el mezclado mecánico de las pastas para el ensayo de los cementos hidráulicos.

3.3 Determinación del tiempo de fraguado inicial y final

Este método de ensayo permite determinar el cumplimiento de los límites especificados para los tiempos de fraguado inicial y final.

4 Aparatos

4.1 Para mezclar la pasta

4.1.1 Amasadora

La amasadora deberá ser de tipo epicíclico electromecánica, la cual imparte a la paleta de mezclado dos movimientos, uno planetario y otro de giro. La amasadora deberá tener al menos dos velocidades controladas por medios mecánicos definidos (no será aceptado el ajuste de la velocidad por medio de un reóstato). La primera o velocidad lenta deberá girar la paleta a una frecuencia de (140 ± 5) rpm y con un movimiento planetario de aproximadamente 62 rpm. La segunda velocidad, la rápida, deberá girar la paleta con una frecuencia de (285 ± 10) rpm y con un movimiento planetario de aproximadamente 125 rpm. El motor eléctrico deberá ser al menos de 124 W la mezcladora deberá ser equipada con una escuadra de ajuste tal como se muestra en la Figura 1 (Ver NOTA 1) para propiciar que el espacio entre la parte inferior de la paleta y el fondo del recipiente no sea mayor que 2,5 mm pero no sea menor que 0,8 mm cuando esté en posición de mezclado.

NOTA 1: Cuando la escuadra está en la posición adecuada debajo de la cubierta del motor, la agarradera está al frente y hacia arriba. Las cabezas de los tornillos de ajuste están de atrás y hacia debajo del paso del movimiento deslizante del marco que sujeta el recipiente. Eso tiene el propósito de que la escuadra sea fijada al frente de la cubierta de las conexiones mediante unos tornillos del tamaño adecuado, pasantes hacia arriba a través de las aberturas existentes en el fondo de la cubierta del motor. Los límites del movimiento del marco deslizante estarán determinados por el contacto con los tornillos de ajuste.

4.1.2 Paleta

La paleta deberá ser fácilmente removible hecha de acero inoxidable y ajustarse al diseño básico mostrado en la Figura 2. Las dimensiones de la paleta deberán ser tales que, en la posición de mezclar, su tamaño se ajuste a la silueta del cuenco usado en la amasadora y el espacio entre los puntos correspondientes al borde de la paleta y al lado del recipiente en su posición más cercana deberá ser aproximadamente de 4,0 mm, pero no menos que 0,8 mm.

4.1.3 Recipiente de amasado

El recipiente removible deberá tener una capacidad nominal de 5 L y en general la forma mostrada en la Figura 3 cumpliendo los límites de las dimensiones y fabricado de acero inoxidable. El recipiente deberá ser dotado de los elementos adecuados para colocarlo en la amasadora en una posición fija durante el proceso de mezclado. Deberá estar provisto de una tapa hecha de un material no absorbente e inerte al ataque del cemento.

4.1.4 Espátula

Consiste en una hoja de goma semirrígida acoplada a un mango de alrededor de 150 mm de longitud. La hoja deberá tener alrededor de 75 mm de longitud, 50 mm de ancho y estrechada en un borde delgado de 2 mm de espesor.

NOTA 2: La herramienta de cocina conocida por paleta y la espátula del recipiente se ajustan a estos requerimientos.

4.1.5 Aparatos secundarios

Las balanzas, pesas, vidriería graduada y otro equipo suplementario usado en la medición y en la preparación del material previo al mezclado deberán ajustarse a los requerimientos respectivos para estos aparatos como se especifica en el método de ensayo a practicar.

4.2 Para la consistencia normal

4.2.1 Pesas y dispositivos

Las pesas y dispositivos de pesaje deberán ajustarse a los requerimientos de las normas de ensayo de resistencia. Los dispositivos de pesaje deberán ser evaluados para la exactitud de una carga total de 1000 g.

4.2.2 Aparato de Vicat

Deberá consistir en un soporte A (Figura 4) con el aspecto de la barra móvil B que pesa 300 g con un extremo C sumergible de 10 mm de diámetro y una longitud de al menos 50 mm y el otro extremo que tiene una aguja removible D con un diámetro de 1 mm y una longitud de 50 mm. La barra B es reversible y tiene un indicador ajustable F que se mueve sobre una escala (graduada en mm) acoplada al soporte A. El anillo cónico rígido G que contiene la pasta, descansa en un plato de base H, plano, cuadrado, no absorbente, con 100 mm de lado. La barra B deberá ser de acero inoxidable con una dureza de no menos de 35 HRC (Ver NOTA 3), y deberá ser recta con un extremo sumergible perpendicular al eje de la barra. El anillo deberá ser de un material no corrosible, no absorbente y deberá tener un diámetro interior de 70 mm en la base y 60 mm en la circunferencia superior, con una altura de 40 mm. Además de lo anterior el aparato Vicat deberá ajustarse a los requerimientos siguientes:

Peso de la barra móvil	300 g ± 0,5 g
Diámetro del extremo sumergible de la barra	10 mm ± 0,05 mm
Diámetro de la aguja	1 mm ± 0,05 mm
Diámetro interior del anillo en la base	70 mm ± 3 mm
Diámetro interior del anillo en la circunferencia superior	60 mm ± 3 mm
Altura del anillo	40 mm ± 1 mm
Escala graduada	Cuando es comparada con una escala normada con una exactitud de 0,1 mm en todos los puntos, no deberá mostrar una desviación mayor de 0,25 mm.

NOTA 3: El requerimiento de que la barra sea hecha de acero inoxidable se deberá aplicar solo en un aparato Vicat nuevo, o a la sustitución de la barra y no hacia los equipos en uso que satisfacen los otros requerimientos de este método de ensayo.

4.3 Para el tiempo de fraguado

4.3.1 Báscula

La báscula deberá ajustarse a los siguientes requisitos:

- Cuando está en uso, la variación permisible con una carga de 9,8 N deberá ser de $\pm 0,01$ N.
- La variación permisible de las nuevas básculas deberá ser $\pm 0,005$ N.
- La sensibilidad recíproca deberá ser no mayor que el doble de la variación permisible.

4.3.2 Pesas

La variación permisible de las pesas en uso en la pesada de cemento deberá ser como se describe en la Tabla 1. La variación permisible de las nuevas pesas deberá ser la mitad de los valores de la Tabla 1.

4.3.3 Vidriería graduada

Los mismos requisitos que en el Apartado 4.2.2.

4.3.4 Aparato Vicat manual

Los mismos requisitos que en el Apartado 4.2.2.

4.3.5 Aparato Vicat automático

El aparato Vicat automático debe cumplir con los requisitos esenciales del aparato Vicat estándar. La aguja deberá tener un diámetro de $1,0 \pm 0,05$ mm y una longitud de 50 mm como mínimo. La masa total de la parte móvil que soporta la aguja deberá ser de $300 \pm 0,5$ g. El instrumento debe ser capaz de penetrar manera automática la muestra de ensayo y registrar estas penetraciones a intervalos de tiempo no superiores a los 10 min y realizar las mismas aproximadamente a 5 mm de la anterior y a 10 mm aproximadamente del borde interior del anillo.

El anillo cónico deberá tener una altura de 40 ± 1 mm con un plato base fácilmente removible. La superficie superior (de ensayo) deberá tener un diámetro mínimo de 60 ± 3 mm.

5 Temperatura y humedad

5.1 La temperatura del local donde se realizan los trabajos de penetración de la pasta deberá ser de 25 ± 2 °C. Asimismo la temperatura de los materiales secos, la paleta y el recipiente de la amasadora, los moldes y el plato base deberá estar dentro del mismo rango en el momento de realizar el ensayo. La temperatura del agua de mezclado, la cámara o el local de curado deberá estar a 23 ± 2 °C.

5.2 La humedad relativa del laboratorio no deberá ser menor del 50 %. La cámara o el local de curado se deberán construir con facilidades de almacenamiento para las muestras de ensayo a una humedad relativa no menor de 90 %.

6 Procedimiento

6.1 Preparación de la pasta de cemento

Ponga en la amasadora la paleta y el recipiente bien seco en la posición como para mezclar. Entonces introduzca los materiales en el recipiente y mezcle de la siguiente manera.

6.1.1 Ponga toda el Agua de la mezcla en el recipiente. Es preferible agua destilada y deberá ser utilizada siempre para ensayos de arbitraje y corporativos.

6.1.2 Añada 650 g de cemento al agua y permita que absorba durante 30 s.

6.1.3 Encienda la amasadora y mezcle a la velocidad lenta (140 ± 5 rpm) por 30 s.

6.1.4 Detenga la amasadora por 15 s y durante este tiempo, raspe con la espátula de goma hacia debajo de modo que cualquier cantidad de pasta que quede en las paredes del recipiente se pueda incorporar a la mezcla.

6.1.5 Mezcle de nuevo a la velocidad rápida (285 ± 5 rpm) por 1 min.

La duración de los distintos períodos de amasado se debe cumplir con una precisión de ± 1 s.

6.2 Moldeo de la muestra de ensayo

Rápidamente forme aproximadamente una bola con la pasta de cemento preparada de acuerdo al Apartado 6.1 con las manos enguantadas. Láncela seis veces de una mano a la otra a través de una distancia libre de unos 150 mm de modo que se produzca una masa aproximadamente esférica que pueda ser fácilmente introducida en el anillo de Vicat con una mínima cantidad de manipulaciones adicionales. La bola que está descansando sobre la palma de una mano presiónela sobre el anillo a través de la cavidad más ancha G de la Figura 5. Sosteniéndolo con la otra mano, llene completamente el anillo con la pasta. Coloque el anillo cónico con su base mayor en la superficie del plato, H, corte hacia fuera la pasta en exceso sobre la superficie del cono por su menor diámetro mediante una llana con bordes muy bien definidos, en una posición oblicua y con un movimiento muy cuidadoso. En un ángulo muy pequeño con la superficie del anillo cónico, alise la superficie con varios pequeños toques con el borde de la llana, si es necesario. Durante estas operaciones de cortar y alisar la superficie superior del cono, tome cuidado de no presionar la pasta.

6.3 Determinación de la consistencia normal

Centre la pasta confinada en el anillo, que descansa en el plato, bajo la barra, B, Figura 4. Coloque el extremo sumergible, C, el cual se pondrá en contacto con la superficie de la pasta y apriete el tornillo de fijación E. Entonces fije el indicador movable F; a la marca superior de "0" de la escala, o tome una lectura inicial y libere inmediatamente la barra. Esto no debe exceder 30 s después de la terminación de la mezcla. El aparato deberá estar libre de cualquier vibración durante el ensayo. Se considera que la pasta tendrá una consistencia normal cuando la barra, después de ser liberada, penetra en un punto (10 ± 1) mm por debajo del nivel original de la superficie en 30 s. Realice varias pruebas con diferentes pastas variando el porcentaje de agua hasta que la consistencia normal sea obtenida. Haga cada prueba con cemento fresco.

6.4 Cálculos

Calcule la cantidad de agua requerida para la consistencia normal hasta la aproximación del 0,1 % y regístrelo con la aproximación del 0,5 % del cemento seco.

6.5 Determinación del tiempo de fraguado

6.5.1 Mezcle 650 g de cemento con el porcentaje de agua de la mezcla requerida para la consistencia normal siguiendo el procedimiento descrito en el Apartado 6.5.4 es preferible agua destilada y deberá ser utilizada para todos los ensayos de arbitraje y corporativos.

6.5.2 La muestra de ensayo utilizada en la determinación de la consistencia normal puede ser usada para la determinación adicional del tiempo de fraguado por aguja Vicat mediante el procedimiento descrito a continuación en el Apartado 6.5.3.

6.5.3 Moldee la muestra de ensayo de acuerdo al procedimiento descrito en el Apartado 6.2. Inmediatamente después del moldeo, ponga la muestra de ensayo dentro de la cámara o local húmedo y manténgala allí excepto cuando se está realizando una determinación del tiempo de fraguado. La muestra deberá permanecer en el molde cónico, soportado por el plato H, a través de todo el tiempo de ensayo.

6.5.4 Mantenga la muestra del ensayo de tiempo de fraguado en la cámara o local húmedo durante 30 min después del moldeo sin perturbarla. Determine la penetración de la aguja de 1 mm en ese momento y cada 15 min posteriores (cada 10 min para los cementos de alta resistencia inicial) hasta que se obtenga una penetración de 25 mm o menos. Para el ensayo de penetración baje la aguja D de la barra B hasta que descansa sobre la superficie de la pasta de cemento. Apriete el tornillo de fijación E y fije el indicador F junto a la parte superior de la escala o tome una lectura inicial. Libérela rápidamente mediante el tornillo de fijación E y permita a la aguja hundirse durante 30 s, entonces tome la lectura para determinar la penetración (si se observa que la pasta de cemento estará muy floja en las primeras lecturas, deberá retrasar la liberación de la barra con vista a evitar que se doble la aguja de 1 mm de diámetro, pero la barra deberá ser liberada solamente mediante el tornillo de fijación cuando son hechas las determinaciones reales del tiempo de fraguado). Las pruebas de penetración no deberán ser hechas a espacios menores de 5 mm de otra prueba anterior y tampoco deberán ser hechas pruebas de penetración a distancias menores de 10 mm del borde interior del molde. Registre los resultados de todas las pruebas de penetración y por interpolación, determine el tiempo cuando una penetración de 25 mm es obtenida. Este es el tiempo de fraguado inicial. El tiempo de fraguado final es cuando la aguja no se hunde visiblemente dentro de la pasta.

6.5.5 La determinación del tiempo de fraguado se puede realizar empleando un aparato de Vicat automático. Para ello, siga las instrucciones del fabricante del equipo y ejecute los procedimientos de calibración y ajuste del cero que se requieran. Programe el equipo para realizar las pruebas de penetración cada 10 min como mínimo. Coloque el molde con la muestra en el aparato Vicat automático e inicie las mediciones (Ver NOTA 4).

NOTA 4: Los aparatos Vicat automáticos usualmente son capaces de realizar las mediciones con una frecuencia mayor de una penetración cada 10 min y una mayor frecuencia en las mediciones minimiza la interpolación.

6.5.6 Precauciones

Todo el aparato deberá estar libre de vibraciones durante las pruebas de penetración. Tenga la precaución de mantener la aguja de 1 mm recta y limpia ya que la acumulación de cemento en la superficie cilíndrica de la aguja puede retardar la penetración y, todo lo contrario, el cemento que se adhiere a la punta de la aguja puede incrementar la penetración. El tiempo de fraguado es afectado no solo por la dosificación sino también por la temperatura del agua usada, así como por el tiempo de amasado de la pasta. También influyen la temperatura y la humedad relativa del aire, por lo tanto su determinación es solo aproximada.

7 Precisión y sesgo

7.1 Precisión

7.1.1 La desviación estándar de un simple operador (prueba intra - laboratorio) es de 12 min para el tiempo de fraguado inicial, sobre todo el rango completo de 49 min a 202 min, así como 20 min para el tiempo de fraguado final sobre todo el rango completo de 185 min a 312 min. Por tanto, los resultados de dos ensayos Vicat del tiempo de fraguado inicial debidamente realizados por el mismo operador sobre pastas similares no deben diferir unos de otros, por más de 34 min y el tiempo de fraguado final no deberán diferir por más de 56 min.

7.1.2 La desviación estándar entre laboratorios (prueba inter - laboratorio) es de 16 min para el tiempo de fraguado inicial sobre todo el rango de 49 min a 202 min, así como 43 min para el tiempo de fraguado final sobre todo el rango completo de 185 min a 312 min. Por tanto, los resultados de los ensayos Vicat de tiempo de fraguado inicial debidamente realizados en dos laboratorios diferentes sobre pastas similares no deberán diferir, unos de otros, por más de 45 min; y el tiempo de fraguado final no deberán diferir por más de 122 min.

7.2 Sesgo

Debido a que no se han aceptado cementos como materiales de referencia certificados adecuados para la determinación del sesgo para este método de ensayo; no se ha presentado declaración alguna.

Tabla 1 — Variaciones permisibles de las pesas por pesos

Peso (g)	Variación permisible (\pm g)
500	0,18
300	0,15
250	0,13
200	0,10
100	0,07
50	0,04
20	0,02
10	0,02
5	0,01
2	0,01
1	0,01

Anexo A
(Normativo)

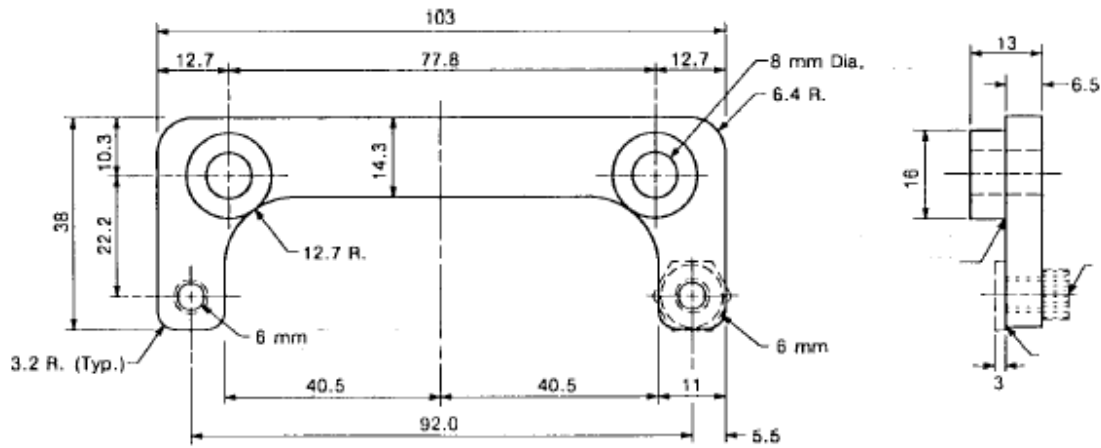


Figura 1 — Brazo de ajuste del espacio entre la paleta y el recipiente

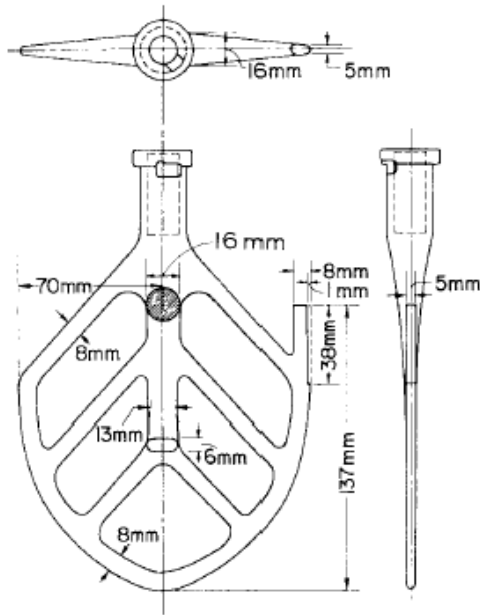


Figura 2 — Paleta

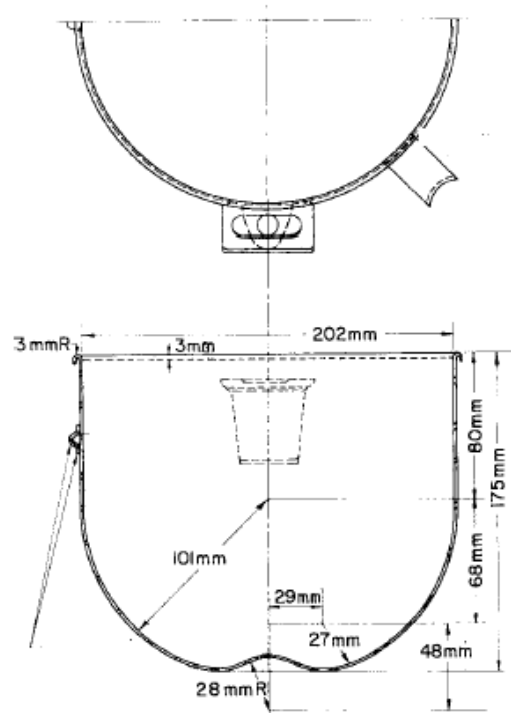


Figura 3 — Recipiente

**Anexo B
(Informativo)**

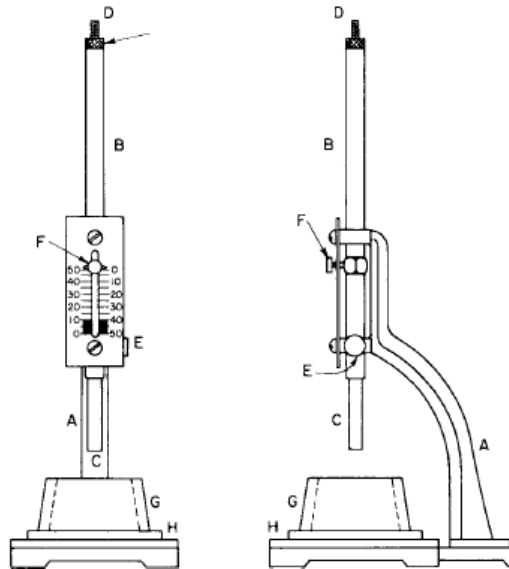


Figura 4 — Aparato de Vicat dispuesto para la determinación de la consistencia normal

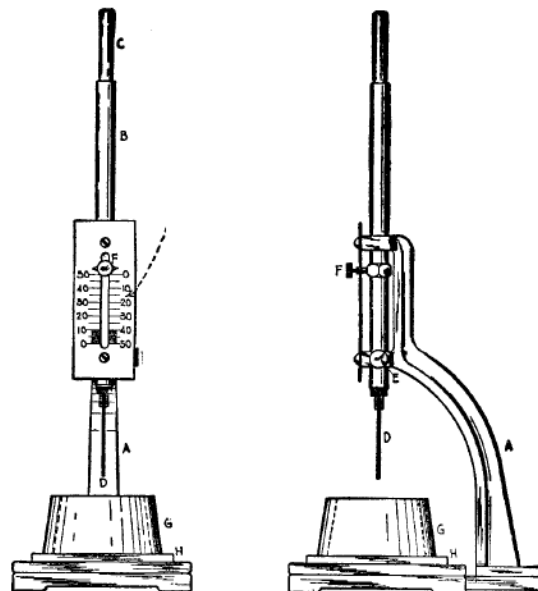


Figura 5 — Aparato de Vicat dispuesto para la determinación de los tiempos de fraguado