

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

617-57 METODOS NORMALIZADOS A.S.T.M. PARA EL ENSAYO DE CEMENTOS. METODO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA FINURA DEL CEMENTO PORTLAND MEDIANTE EL TURBIDIMETRO.

(Standard Method of Test for Fineness of Portland Cement by the Turbidimeter⁽¹⁾).

Referencia de la A.S.T.M.: C 115 - 53.

Método adoptado en 1942, revisado en 1953⁽²⁾.

- - -

OBJETO.

1. En este método se describe el turbidímetro de Wagner⁽³⁾ y el procedimiento para determinar la finura del cemento portland, representada por la superficie específica, expresada como superficie total en centímetros cuadrados por gramo de cemento.

A P A R A T O

DESCRIPCION DEL APARATO.

2. El turbidímetro de Wagner consta, esencialmente, de una fuente de luz de intensidad constante, ajustada de tal forma que los rayos de luz, aproximadamente paralelos, atraviesen una suspensión del cemento a ensayar, e incidan sobre la placa sensible de una célula foto-

(1) De acuerdo con el sistema normalizador de la Asociación, este método se encuentra bajo la jurisdicción de la Comisión C-1, sobre cementos, de la A.S.T.M.

(2) Antes de ser adoptado como método normalizado, fué publicado como propuesta desde 1934 hasta 1942, siendo revisado en 1938 y 1941.

(3) Este turbidímetro fué desarrollado por L.A. Wagner, Research Associate of the Cement Reference Laboratory, National Bureau of Standards, Washington, D.C.A. La descripción del aparato, y las deducciones matemáticas de las fórmulas utilizadas, se encuentran en el artículo "A Rapid Method for the Determination of the Specific Surface of Portland Cement", por L.A. Wagner, Proceedings, Am. Soc. Testing Mats., vol. 33, part 11, p. 553 (1933).

eléctrica. La corriente generada por la célula se mide con un microamperímetro, y el valor leído es una medida de la turbidez de la suspensión. Consideraciones generales indican que la turbidez es, a su vez, una medida del área superficial de la muestra suspendida de cemento. El aparato consta, específicamente, de las partes descritas en las Secciones 3 a 8, y se ha de construir de acuerdo con el proyecto detallado y las dimensiones exigidas (indicadas en la fig. 1), con la excepción de que puede ser de madera o metal.

TURBIDIMETRO.

3. El turbidímetro se monta en una caja conveniente. Presenta las siguientes partes:

(a) Fuente de luz.- La fuente de luz (fig. 1) consiste en una lámpara eléctrica, de intensidad luminosa de 3 a 6 bujías, con un filamento enfocado y alimentado con una batería de acumuladores de 6 v o por una fuente de f.e.m. constante. Se monta un reflector parabólico detrás de la lámpara y se enfoca ésta de tal forma que los rayos de luz, aproximadamente paralelos, atraviesen el depósito de sedimentación e incidan contra la célula fotoeléctrica. La intensidad de luz se regula mediante dos reostatos que tienen una resistencia aproximada de 6 y 30 ohmios, respectivamente, montados en serie con la lámpara pero en paralelo uno con otro.

(b) Célula de agua.- La luz pasa a través de una célula de agua, antes de atravesar el depósito de sedimentación, para que el calor radiante del rayo de luz sea absorbido. La célula consiste en un tubo de bronce, de 3 pulgadas (7,62 cm) de diámetro y 4 pulgadas (10,16 cm) de longitud, con ventanas de vidrio fijadas a los extremos con un material aglomerante conveniente. Un orificio, obturado, sirve para llenar la célula con agua destilada. La célula se dispone de tal forma

que los rayos de luz, que entran en el depósito de sedimentación, atraviesen primero el agua.

(c) Filtro reductor.— Se ha de disponer un cristal, o cualquier otro arteificio, para reducir la intensidad de la luz desde la correspondiente a 100 microamperios hasta la que da una lectura de 20 a 30 microamperios. Debe reducirse la intensidad de la luz en toda la superficie de la parte de célula que se halla expuesta a la luz durante el ensayo.

(d) Depósito de sedimentación.— El depósito de sedimentación puede ser: o (1) construido mediante placas de vidrio, de 3/16 pulgadas (4,762 mm), unidas de forma que constituyan un depósito rectangular, o (2) un depósito de vidrio, con paredes de 3/16 pulgadas (4,762 mm), aproximadamente, de espesor, con superficies planas y pulidas. — Las dimensiones internas del depósito rectangular deben ser 2x1½x8 pulgadas (5,08x3,81x20,32 cm); las variaciones permitidas en estas dimensiones son 0,03 pulgadas (0,762 mm) en la longitud y en la anchura, y 0,1 pulgada (2,54 mm) en altura. Las caras de 2 pulgadas (5,08 cm) del depósito deben colocarse normalmente al rayo de luz, y equidistar en todos los puntos, con una variación de 0,01 pulgadas (0,254 mm). Debe colocarse una señal en un lateral del depósito para indicar el contenido volumétrico de 335 ml, que es el nivel a que debe llenarse el depósito cuando se va a realizar un ensayo. Si se llena el depósito, hasta la señal, con kerosina transparente y se coloca en el rayo de luz del turbidímetro, se obtendrá siempre la misma lectura en el microamperímetro, dentro de un intervalo de $\pm 0,1$ microamperios, para cualquier parte del depósito.

(e) Célula fotoeléctrica.— El sistema de medida de la intensidad de la luz es una célula fotoeléctrica sensible (tipo Weston Photronic), conectada directamente a un microamperímetro. La célula foto

eléctrica se protege mediante una pantalla, con una rendija horizontal de $\frac{1}{2}$ pulgada (1,27 cm) de altura y $1 \frac{3}{8}$ pulgadas (3,492 cm) de anchura. La parte frontal de la pantalla se hallará a $1 \pm \frac{1}{16}$ pulgadas - (2,54 \pm 0,1587 cm) enfrente de la cara de la célula.

(f) Pantalla. - Se ha de colocar, entre la célula de agua y el depósito de sedimentación (como se indica en la fig. 1), una pantalla metálica, con una rendija de $\frac{5}{8}$ pulgadas (1,5875 cm) de altura y $1 \frac{1}{2}$ pulgadas (3,81 cm) de ancho.

(g) Sistema de elevación. - La fuente de luz, la célula de agua, la célula fotoeléctrica, el filtro reductor y la pantalla se han de montar sobre una plataforma móvil, que se puede subir o bajar y ajustarse, rápidamente y de forma precisa, de modo que se pueda determinar la turbidez de la suspensión a una profundidad deseada. El depósito de sedimentación se monta sobre una base que es independiente del resto del aparato, de forma que el depósito se halla libre de la vibración provocada por el movimiento de la plataforma. Hay que tener cuidado de que la plataforma se halle horizontal en todos los puntos de elevación y que el depósito sea perpendicular a la plataforma. La distancia entre el depósito y los bordes del espacio hueco de la plataforma no variará en más de $\frac{1}{64}$ pulgadas (0,390 mm) entre las posiciones "30-60" y "0". El nivel del rayo de luz, respecto a la superficie de la suspensión, queda indicado por un índice que puede desplazarse a lo largo de una escala montada en la vitrina. El cero de la escala indicará la posición en que los ejes de las rendijas, por las que pasa el rayo de luz, están a la misma altura que la superficie del líquido que se halla en el depósito, cuando éste se llena hasta el nivel correspondiente a los 335 ml. Las líneas situadas sobre la escala, marcadas con 7'5, 10, 15, 20, 25 y 30-60, se colocan a distancias, a partir del cero, iguales a los valores "h" de la tabla I, e indican las

TABLA I.- VALORES DE h, d, Y h/d², QUE HAN DE SER EMPLEADOS EN EL CALIBRADO DEL TURBIDIMETRO

<u>Diámetro de la partícula, d</u> (micras)	<u>Profundidad de suspensión, h</u> (cm)	<u>h/d²</u>
60	15	0,00417
55	15	0,00496
50	15	0,00600
45	15	0,00741
40	15	0,00938
35	15	0,01223
30	15	0,01667
25	13,1	0,0210
20	10,0	0,0250
15	6,6	0,0293
10	3,3	0,0333
7,5	2,1	0,0375

posiciones en que debe colocarse el índice para que la lectura corresponda a la turbidez debida a estos tamaños de partículas. El interior de la vitrina del turbidímetro y las superficies externas de la plataforma, reflector parabólico, célula de agua, escudo, y cubierta de la célula fotoeléctrica deben cubrirse con una pintura ópticamente negra.

MICROAMPERÍMETRO.

4. El microamperímetro ha de tener un intervalo de 0 a 50 microamperios, apreciando 0,1 microamperios, y con una exactitud de 0,25 microamperios. La resistencia interna del microamperímetro debe estar comprendida entre 50 y 150 ohmios.

FUENTE DE CORRIENTE.

5. Se ha de emplear, para proporcionar corriente a la lámpara, una batería de acumuladores, de 6 v, de las que se utilizan para

el alumbrado y encendido de los automóviles, o una fuente de f.e.m. constante.

TAMIZ.

6. El tamiz debe tener 2 pulgadas (5,08 cm) de diámetro, y sus paredes laterales una altura de 3 pulgadas (7,62 cm), con una red metálica nº 325 (44 micras), de acuerdo con las exigencias de las Especificaciones normales para tamices de ensayo (referencia de la A.S.T.M.: E 11) de la A.S.T.M. [Standard Specifications for Sieves for Testing Purposes (A.S.T.M. Designation: E 11) of the American Society for Testing Materials⁽⁴⁾].

El tamiz ha de ser tal, que su factor de corrección no sea mayor de un 15% (véase Sección 10 (b)).

SISTEMA DE AGITACION.

7. El aparato de agitación se compone de: o (a) un cepillo cilíndrico, de 3/4 pulgadas (1,905 cm) de diámetro y 1 3/4 pulgadas (4,4449 cm) de largo, con un extremo que se ajusta aproximadamente al contorno de la parte inferior de un tubo de ensayo de 7/8 pulgadas (2,2225 cm) de diámetro, o (b) cualquier otro artificio que sirva para agitar, que sea igualmente eficaz en la dispersión, según se comprobará en las determinaciones de la superficie específica de una muestra patrón. El aparato de agitación tendrá una velocidad de rotación de - 3500 rpm., aproximadamente.

BURETA DE REGULACION.

8. El tiempo de sedimentación, para las partículas de dife-

(4) A.S.T.M. Standards, 1952, parte 3.

rentes tamaños, se puede obtener a partir de una bureta desde la cual fluye la kerosina. La bureta consiste en un tubo de vidrio terminado, en su parte inferior, en un capilar. El extremo superior del tubo amplio debe ensancharse para que sirva como embudo para introducir la kerosina en el tubo. La bureta tendrá las siguientes dimensiones^a:

	Dimensión (cm)	Variación permi- tida (cm)
longitud del tubo amplio	38	± 4
diámetro interno del tubo amplio	1,9	± 0,2
longitud del capilar	17,5	± 2,5
diámetro del capilar	0,09	± 0,005
parte de la bureta superior a la línea cero.	7	± 1

^a Como no siempre se dispone de un tubo de vidrio de las dimensiones deseadas, las amplias variaciones toleradas anteriormente permiten la selección de las dimensiones que determinan una bureta con un tiempo de flujo que permita la calibración como se describe en la Sección 10 (a).

LIQUIDO

9. En el turbidímetro puede emplearse kerosina, con buena -
transparencia.

CALIBRADO DEL APARATO

CALIBRADO DEL TURBIDIMETRO.

10. El turbidímetro debe calibrarse de acuerdo con el siguiente procedimiento:

(a) Calibrado de la escala de la bureta.- Para el calibrado de la escala de la bureta se ha de usar una kerosina que tenga una viscosidad y una densidad conocidas para la temperatura a la cual se va

a realizar el calibrado. Los tiempos de flujo desde la bureta, que corresponden a los tiempos de sedimentación para partículas de diferentes tamaños, deben calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$t = \frac{1,837000 u}{(P_1 - P_2)} \times \frac{h}{d^2}$$

donde:

t = tiempo de sedimentación, o tiempo de flujo, en segundos.

u = viscosidad de la kerosina, en poises.

P₁ = densidad de las partículas de cemento, en gramos por centímetro cúbico (3,15 para el cemento portland^a).

P₂ = densidad de la kerosina, en gramos por centímetro cúbico.

h = profundidad de suspensión al nivel de luz en centímetros, y

d = diámetro de las partículas, en micras.

Los valores de h/d² quedan dados en la tabla I.

Se llena la bureta, a continuación, con kerosina a la temperatura de ensayo; se pone en marcha el cronómetro en el instante en que la kerosina, en la bureta, pasa por la línea cero, y se marcan en la bureta los niveles correspondientes a cada uno de los intervalos de tiempo t calculados anteriormente. En estas señales se graban unas líneas y números permanentes que indiquen los diámetros correspondientes (Nota 1).

La construcción y graduación de la bureta debe ser tal, que el tiempo requerido para que la kerosina pase por la señal correspondiente, concuerde, con el tiempo calculado para la sedimentación, en un 1%; la variación permisible no será menor de 1 seg.

^a El peso específico del cemento portland no varía excesivamente, y en este trabajo se considera constante, una variación de 0,15 en este valor, cuando se sustituye en la ley de Stokes, da lugar a una variación de 2,5% en el diámetro de las partículas medidas.

Nota 1.- Utilizando la bureta calibrada, el aparato puede ser empleado en el intervalo normal de temperatura ambiente sin ninguna otra corrección, pues el cambio en la velocidad de flujo de la kerosina desde la bureta compensa automáticamente el cambio de la viscosidad de la suspensión debida a la temperatura. La kerosina de la bureta y la de la suspensión deben mantenerse a la misma temperatura en un intervalo de 1 F (0,5 C). Esta condición existirá, normalmente, si la kerosina a emplear se conserva en la misma habitación que el aparato.

Se ha de tener un cuidado especial para cerciorarse de que se utiliza kerosina pura en la bureta. Además, el capilar debe examinarse frecuentemente para asegurarse de que no se han alojado en él pequeños trozos de hilo u otro material extraño.

(b) Calibrado del tamiz nº 325.- Se conecta a la conducción de agua una tubería con una boquilla pulverizadora y un manómetro; la presión y la boquilla de la tubería se ajustan para un valor de 10 psi (0,703 Kg/cm²). Se coloca, sobre el tamiz nº 325 (44 micras), un gramo del lote corriente de muestra patrón del National Bureau of Standards, nº 114^b, y se lava durante un minuto. El tamiz y el residuo se secan en una estufa o sobre una placa caliente (Nota 2); se separa el residuo del tamiz y se pesa en una balanza analítica. La diferencia entre la cantidad de residuo, obtenido de esta forma, y la cantidad de residuo indicada por la finura especificada para la muestra patrón, expresada como un porcentaje del primer residuo, será el factor de corrección del tamiz (véase Nota 3; también, la Tabla II, nota a).

Nota 2.- Debe tenerse cuidado de no calentar demasiado el tamiz para que no se reblandezca la soldadura.

Nota 3.- Se ha de observar que la corrección del tamiz, como se ha especificado, es un factor que ha de ser multiplicado por el residuo obtenido, y que la cantidad que ha de añadirse o restarse del residuo, en un ensayo dado, es, por consiguiente, proporcional a la cantidad de residuo.

^b Obtenible en el National Bureau of Standards, Washington, D.C.

(c) Determinación de la intensidad de luz apropiada, I_0 . - El calibrado del turbidímetro debe realizarse, convenientemente, por ajuste de la intensidad de la luz. Aumentando la intensidad de la luz, se reduce el área superficial calculada de cualquier muestra, y viceversa. Utilizando el procedimiento corriente de ensayo (descrito en las Secciones 12 a 14), y con la luz ajustada a un valor de prueba de 25 microamperios, a través del filtro, debe realizarse una determinación de la superficie específica empleando el lote corriente de la muestra patrón del National Bureau of Standards, nº 114. Si se obtiene una superficie mayor que la asignada a dicha muestra patrón, se debe aumentar la intensidad de la luz a través del filtro, agitar de nuevo la suspensión y repetir el análisis. Utilizando nuevas suspensiones, el procedimiento indicado anteriormente se repetirá dos veces, y se anota la media de las tres intensidades. Cuando se encuentra una intensidad tal que los resultados obtenidos para la superficie específica coinciden, en más o menos 15 centímetros cuadrados, con los valores asignados a la muestra patrón, se retira el depósito y se anota la intensidad a través del filtro. A continuación se ajusta la luz a este valor medio y se coloca un depósito conteniendo kerosina pura. Debe anotarse la intensidad a través del filtro y el depósito, lleno de kerosina clara. Este será el valor permanente de referencia para la intensidad de la luz, y los reostatos se ajustarán al comienzo de cada prueba para que den este valor a través del filtro y del depósito, lleno de kerosina pura, procedente del suministro normal.

MUESTRA PROBLEMA

PESO DE LA MUESTRA PROBLEMA.

11. El peso de la muestra de cemento, para el ensayo, debe elegirse de forma que las lecturas en el microamperímetro se encuentren

en la parte media de la escala del microamperímetro (Nota).

Nota.- Las siguientes aproximaciones serán útiles, en algunos casos, para la elección del peso de la muestra: 0,3 g de muestra para un cemento del cual pasa más del 85% a través del tamiz nº 325 (44 micras), 0,4 g de muestra para un cemento del cual pasa de 70 a 85% a través del tamiz nº 325, y 0,5 g de muestra para un cemento del cual pasa menos del 70% a través del tamiz nº 325.

PROCEDIMIENTO

DETERMINACION DEL TAMIZ.

12. La determinación del tamiz nº 325 (44 micras) debe realizarse con una muestra de 1 g de cemento, de acuerdo con el procedimiento especificado para la calibración en la Sección 10 (b). Debe anotarse como r el porcentaje (corregido) de cemento que pasa a través del tamiz (véase Nota; también, en la tabla II, nota a).

Nota.- Después de tres determinaciones, el tamiz debe sumergirse en ácido clorhídrico diluido (1:10) y lavarse inmediatamente con agua, para eliminar las partículas alojadas en las mallas. Después de 25 determinaciones, el tamiz debe cambiarse de nuevo.

PREPARACION DE LA SUSPENSION.

13. (a) La muestra de cemento debe colocarse en un tubo de ensayo con 10 a 15 ml de kerosina y 5 gotas del agente dispersante, ácido oleico o aceite de linaza rancio (Nota 1). La mezcla se agita durante un minuto, con el aparato descrito en la Sección 7 y, a continuación, se traslada al depósito de sedimentación; se lavan el cepillo y el tubo con kerosina clara que se añadirá a la suspensión, añadiéndole kerosina clara hasta que el volumen total de la suspensión, en el depósito, sea de 335 ml (Nota 2).

Nota 1.- El ácido oleico -si se emplea- debe ser de grado USP. El aceite de linaza, rancio, debe tener un peso específico comprendido en el intervalo de 0,948 a 0,953. Estos -agentes dispersantes tienen un efecto ligero o nulo sobre la viscosidad de la kerosina. Ambos agentes dispersantes cambian con el tiempo y con la exposición al calor y a la luz y deben guardarse en frascos, de vidrio oscuro, bien tapados. Donde las condiciones son tales que con ácido oleico se obtiene pequeña dispersión o cuando se presenta espumación en la suspensión (debida, posiblemente a trazas de agua en la kerosina), debe emplearse el aceite de linaza, rancio, como agente dispersante. Se empleará el mismo agente dispersante cuando se realice el calibrado del instrumento que cuando se lleve a cabo la determinación de la finura.

Nota 2.- Puesto que es importante que el nivel del líquido, en el depósito, coincida con la señal de cero de la escala del instrumento (véase Sección 3 (g), es importante que el volumen de la suspensión sea próximo a 335 ml, como se ha especificado. Puede lograrse mediante el empleo de un frasco, calibrado para dar un volumen de 335 ml, y a partir del cual se toma la kerosina; se debe usar un punto de referencia, que consiste, esencialmente, en una placa lisa, de 2 x 2½ pulgadas (5,08 x 6,3499 cm) aproximadamente, en el centro de la cual se halla una espiga, perpendicularmente, de tal longitud que, cuando la placa se coloca en la parte superior del depósito, la punta de la espiga se halla en el nivel correspondiente a los 335 ml. Cualquiera de los dos métodos asegura la posición del nivel del líquido, en un intervalo de pocas décimas de milímetro.

(b) Agitación de la suspensión.- Justamente, antes de colocar el depósito en la trayectoria del rayo de luz, debe agitarse para conseguir uniformidad de la suspensión. El depósito se cubre con una tapa de vidrio esmerilado y se hace oscilar 180°, aproximadamente, al rededor de su eje horizontal, pasando desde su posición superior hasta la inferior, y de nuevo a aquella posición, una vez por minuto (Nota 3). Se ha de tener cuidado para evitar la pérdida de kerosina (Nota 4). Entonces, se tiene la suspensión en condiciones de ser colocada en la posición adecuada en la trayectoria del rayo de luz.

Nota 3.- Debe seguirse cuidadosamente el procedimiento descrito para la oscilación de la suspensión. No debe emplearse el procedimiento utilizado en la agitación de un cocktail.

Nota 4.- Las caras del depósito de vidrio deben estar limpias cuando se añade la suspensión, y se ha de tener cuidado para evitar, en cuanto sea posible, la necesidad de limpiar después dichas caras.

PROCEDIMIENTO.

14. El turbidímetro debe manejarse de acuerdo con el procedimiento descrito en los siguientes párrafos (a) a (h):

(a) Con el filtro reductor y el depósito de sedimentación, conteniendo aproximadamente 100 ml de kerosina transparente en la trayectoria de la luz, la luz se ajusta a la intensidad apropiada, I_0 , tomando repetidas lecturas a intervalos de 1 minuto hasta que un valor constante indique que la lámpara y la célula fotoeléctrica se hallan en equilibrio (Nota 1).

Nota 1.- Para proteger el microamperímetro, la lámpara no debe encenderse sin que encuentre dispuesta una suspensión o el filtro reductor para reducir la intensidad de la luz a un valor que se halle dentro del intervalo del microamperímetro.

(b) Se pesará la cantidad apropiada de muestra de cemento (Sección 11) y se preparará una suspensión, de acuerdo con la Sección 13 (a).

(c) El indicador del nivel de la plataforma debe colocarse en la posición 30-60 micras.

(d) La bureta se llena, hasta una altura conveniente, con kerosina procedente del mismo lote, y a la misma temperatura, que la kerosina utilizada en la suspensión, y se comienza la oscilación del depósito conteniendo la suspensión, de acuerdo con la Sección 13 (b). La

oscilación se continúa hasta que la kerosina fluye hasta la línea cero de la bureta, cesando entonces la agitación. (Nota 2). El depósito debe colocarse, inmediatamente, en la trayectoria del rayo de luz.

Nota 2.- La tapa del depósito debe ajustarse de tal forma que no fluya la kerosina por las caras exteriores del depósito.

(e) Ha de retirarse el filtro reductor inmediatamente de la trayectoria de la luz, cerrándose la puerta de la vitrina.

(f) Debe leerse el microamperímetro cuando la kerosina de la bureta pasa por las señales 60, 55, 50, 45, 40, 35 y 30.

(g) La plataforma se elevará sucesivamente a las señales 25, 20, 15, 10 y 7,5 de la escala del índice, leyéndose el microamperímetro en cada posición, cuando la kerosina pasa por la correspondiente señal de la bureta.

(h) Se coloca de nuevo el filtro en la trayectoria del rayo de luz, se retira el depósito y se modera la intensidad de la lámpara (Nota 3).

Nota 3.- Si la indicación del microamperímetro se ha desplazado más de 0,3 microamperios de la posición inicial que poseía cuando se trataba sólo del filtro, debe repetirse el ensayo. Una batería de acumuladores, recién cargada, debe colocarse, momentáneamente, en cortocircuito para reducir el voltaje a un valor constante. Si la indicación continúa fluctuando obsérvese si existen conexiones sueltas en los circuitos de la lámpara o de la célula fotoeléctrica, si los contactos del reostato están limpios, y asegúrese si la lámpara, enchufe y reflector se han fijado de una forma rígida en su montaje.

C A L C U L O

CALCULO Y ANOTACION.

15. (a) Superficie específica.- La superficie específica pue

de calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{38 r (2 - \log I_{60})}{1,5 + 0,75 \log I_{7,5} + \log I_{10} + \log I_{15}}$$

donde:

S = superficie específica de la muestra, en centímetros cuadrados por gramo.

r = porcentaje corregido, en peso, que pasa a través del tamiz nº 325 (44 micras).

$I_{7,5}$, I_{10} , I_{15} , I_{60} = lecturas del microamperímetro, en microamperios, que corresponden a los diámetros de partículas 7,5, 10, 15, 60 micras.

Nota.- El factor constante 38 se aplica solamente a un material que tiene el peso específico del cemento portland (aproximadamente 3,15). Para cualquier otro material debe calcularse el correspondiente valor apropiado para este factor - que, en la deducción de la fórmula, varía inversamente con la densidad de las partículas (en gramos por centímetro cúbico).

(b) Anotación de valores. - Se sugiere la forma dada en la tabla II para la anotación de los valores, obtenidos en el turbidímetro, y para el cálculo de la superficie específica.

CALCULO DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA A PARTIR DE LA PRIMERA LECTURA DE LA TURBIDEZ I_{60}

16. (a) Este método puede utilizarse para las determinaciones sucesivas a partir de la misma instalación, supuesto que se emplee el mismo peso de muestras problema, y que no haya gran cambio en la finura, color u otras propiedades del cemento. Bajo estas condiciones, la superficie específica de una muestra puede calcularse a partir de la

TABLA 11.- FORMA ILUSTRATIVA PARA LA ANOTACION DE LOS VALORES OBTENIDOS EN EL ENSAYO CON EL TURBIDIMETRO Y PARA EL CALCULO DE LA SUPERFICIE ESPECIFICA

(los valores indicados sólo tienen un objeto ilustrativo)

Identificación de la muestra	muestra X
Cantidad corregida (r) que pasa a través del tamiz nº 325 (44 micras)	92,2 % ^a
Referencia del filtro (a través del filtro solamente)	
antes del ensayo	20,5 microamperios
después del ensayo	20,5 microamperios
Peso de la muestra problema	0,3 g

^a El siguiente ejemplo presenta una ilustración de la determinación y aplicación del factor de corrección del tamiz, para un tamiz nº 325 (método húmedo):

Determinación:

Residuo, en el tamiz nº 325, asignado para una muestra patrón nº 114 = 9,6%, o un residuo para 1 g de muestra	= 0,096 g
Residuo obtenido en el tamiz que se está calibrando con la muestra patrón	= 0,104 g
Diferencia entre los residuos, especificado y del ensayo	= -0,008 g
Factor de corrección para el tamiz (menos en este ejemplo) = $\frac{0,008}{0,104} \times 100$	= -7,7 %

Aplicación (cemento X):

Factor de corrección del tamiz	= -7,7 %
Residuo de la muestra problema	= 0,084 g
Corrección = -0,077 x 0,084 g	= -0,006
Residuo corregido (suma algebraica)	= 0,078 g = 7,8 %
Cantidad corregida que pasa a través del tamiz (r)	= 92,2 %

Tamaño de la partícula (micras)	i (microamperios)	Log i
60	11,0 1,041 ^b
55	11,1	1,045
50	11,3	1,053
45	11,5	1,061
40	11,7	1,068
35	12,1	1,083
30	12,6	1,100
25	13,4	1,127
20	14,4	1,158
15	15,7	1,196
10	19,1	1,281
7,5	23,0 1,362
	0,75 x 1,362 =	1,022
		1,500
	Suma =	13,694
	11,5 x 1,041 =	11,972
	Diferencia =	1,722

$$S = \frac{38 \times 92,2 \times 0,959}{1,722} = 1950 \text{ cm}^2 \text{ por gramo}$$

primera lectura de la turbidez, I_{60} , utilizando la siguiente ecuación:

$$S = c (2 - \log I_{60})$$

donde:

S = superficie específica de la muestra, en centímetros cuadrados por gramo,

I_{60} = lectura del microamperímetro, correspondiente al diámetro de partícula de 60 micras, y

c = constante de transmitancia para la instalación en cuestión.

Nota.- La constante de transmitancia "c" puede evaluarse substituyendo en la ecuación anterior valores conocidos de S y $(2 - \log I_{60})$ como se determinan en el ensayo completo con un turbidímetro. La media de no menos de cinco valores de "c",

^b Por conveniencia en el cálculo, se han anotado $\log I_{60}$ y $\log I_{7,5}$ en columnas separadas.

determinados a partir de ensayos completos, puede usarse en la ecuación anterior.

(b) Si la finura de una muestra, determinada de acuerdo con el párrafo (a), no concuerda con las exigencias especificadas para la finura, se ha de realizar un nuevo ensayo mediante el procedimiento completo descrito en las secciones 14 y 15.

S.F.S.

(Nota del R. Este método normalizado ha sido tomado del "1953 Supplement to Book of ASTM Standards, including Tentatives". Parte 3, pág. 69).

