

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
3689:2001**

**ASBESTO. MUESTREO
Y MÉTODO ANALÍTICO**



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma fue elaborada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT6 Seguridad, Higiene y Protección**, por el Subcomité Técnico **SC3 Higiene Industrial** y aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior **N° 2001-1** de fecha **28/11/2001**.

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes entidades: FUNSEIN; Ministerio de Salud y Desarrollo Social; PDVSA.

**NORMA VENEZOLANA
ASBESTO.
MUESTREO Y MÉTODO ANALÍTICO**

**COVENIN
3689:2001**

1 OBJETO

Esta Norma Venezolana establece el procedimiento para el muestreo y el método analítico para la determinación de fibras de asbesto en las atmósferas de los sitios de trabajo, y es aplicable en un rango de trabajo cuantitativo de 0,04 a 0,5 fibras/cc para una muestra de aire de 1000 L.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Esta Norma es completa.

3 REACTIVOS

3.1 Acetona grado analítico

NOTA 1.: Precauciones especiales: La acetona es extremadamente inflamable. Tome precauciones para no encenderla. El calentamiento en volúmenes mayores a 1 ml debe hacerse en un laboratorio ventilado, en una campana de ventilación usando una fuente de calor sin llama, sin encendido.

3.2 Triacetina (Glicerol Triacetato) grado analítico

4 EQUIPO

4.1 Alambre, multi-trenzado, 22-calibre 27, 2,54 cm, con sujetador para asir el alambre al cassette.

4.2 Bloque calentado de aluminio para limpieza de las láminas de vidrio.

4.3 Bomba de muestreo personal: $\geq 0,5$ L/min (Véase punto 5.4 para rata de flujo), con línea de vacío para mantener los requerimientos de flujo.

4.4 Cinta retráctil o adhesiva

4.5 Cuadrícula tipo Walton-Beckett con 100 μm de diámetro de campo circular (área = 0,00785 mm^2) en el plano del espécimen (tipo G-22).

NOTA 2. La cuadrícula es de fabricación específica para cada microscopio (Véase Anexo A).

4.6 Cuchillo, acero quirúrgico #10, hoja curvada.

4.7 Laca o pulitura de uña

4.8 Láminas de vidrio (Portaobjetos), de bordes esmerilados, prelimpiado, 25 x 75 mm.

4.9 Laminillas de cubierta (Cubreobjetos), 22 x 22 mm, N° 1 ½, a menos que se especifique otra cosa por el fabricante del microscopio.

4.10 Micrómetro de Platina (divisiones 0,01 mm).

4.11 Micropipetas o jeringas, 5 μL y de 100 a 500 μL .

4.12 Microscopio, contraste de fase positiva, con filtro verde o azul, ocular de 8 a 10X, y un objetivo de 40 a 50X (magnificación total ca.400X); apertura numérica = 0,65 a 0,75.

4.13 Muestreador: Monitor de campo, 25 mm, cassette de tres piezas con capucha de extensión conductora de electricidad de 50 mm y filtro de éster celulosa, 0,45 a 1,2 μm de tamaño de poro, y soporte de filtro.

NOTA 3. Analice los filtros representativos para las fibras de fondo antes de usarlo. Descarte el lote del filtro si la media es ≥ 5 fibras por campos cuadrículados. Estos son definidos como blancos de laboratorio. Las verificaciones de aseguramiento de la calidad del proveedor de los blancos de filtros son adecuadas, si estos son analizados como se describe a continuación:

- Use una capucha de extensión eléctricamente conductiva para reducir los efectos electrostáticos. Durante el muestreo, conecte a tierra la capucha siempre que sea posible.
- Use filtros con tamaño de poro de $0,8 \mu\text{m}$ para muestreo personal.
- Se recomienda usar filtros de $0,45 \mu\text{m}$ para muestrear cuando se ejecute un análisis TEM de las mismas muestras. Sin embargo, su mayor caída de presión impide su uso con bombas de muestreo personal.
- Otros cassettes han sido propuestos ya que presentan una distribución mas uniforme en la superficie del filtro. Estos pueden usarse si permiten una medida de concentración equivalente al muestreador.

NOTA 4. Use una capucha de extensión de electricidad para reducir los efectos electrostáticos. Ponga en tierra la capucha siempre que sea posible durante el muestreo.

4.14 Pinzas

4.15 Platina de prueba de contraste de fase HSE (NPL-MARK II). (Health and Safety Establishment, National P. Laboratory).

4.16 Sistema vaporizador de acetona, para limpieza de los filtros sobre las laminillas de vidrio (Véase especificaciones del fabricante)

4.17 Telescopio, enfocado del ocular por anillo de fase.

5 MUESTREO

5.1 Calibre cada bombeo de muestreo personal con un muestreador representativo en línea.

5.2 Para muestreo personal, ajuste el muestreador a la vestimenta del trabajador lo más cercano posible a la zona respiratoria. Remueva la cubierta superior y oriente la cara abierta hacia abajo. Para reducir la contaminación y mantener bien ajustado el cassette, selle los bordes de unión usando cinta retráctil o adhesiva de color claro.

NOTA 5. Si es posible, conecte a tierra el cassette, especialmente en condiciones de humedad relativa baja. Use una abrazadera en uno de los extremos del alambre (Véase 4.1), el otro extremo conectarlo, por ejemplo, a una tubería de agua fría.

5.3 Mantenga al menos dos cassettes para ser utilizados como blancos de campo o el 10% del total de las muestras, cualquiera sea mayor, para cada grupo de muestras. Remueva las cubiertas superiores de los cassettes y almacénelas junto a los cassettes en un área limpia (bolso o caja) durante el período de muestreo. Reemplace las cubiertas superiores en los cassettes después del muestreo.

5.4 Muestree a una rata de flujo en $0,5 \text{ L/min}$ o mayor. Ajuste la rata de flujo, $Q(\text{L/Min})$, y el tiempo, $t(\text{min})$, para producir una densidad de fibra, E , de 100 a 1300 fibras/mm^2 ($3,85 \times 10^4$ a 5×10^5 fibras por filtro de 25 mm con área efectiva de recolección $A_c = 385 \text{ mm}^2$) para exactitud óptima. Estas variables están relacionadas con el nivel de acción (la mitad del estándar actual), $L(\text{fibras/ml})$, de aerosol fibroso siendo muestreado así:

$$T = \frac{(A_c) (E)}{(Q) (L) 10^3}$$

NOTA 6. El propósito de ajustar el tiempo de muestreo es el de obtener la carga óptima de fibras en el filtro. La eficiencia de recolección no parece ser una función de la rata de flujo en el rango de $0,5$ a 16 L/min para fibras de asbesto. Las fibras de diámetro relativamente grandes ($> 3 \mu\text{m}$) pueden mostrar una pérdida significativa en la aspiración y deposición en la entrada. Una rata de muestreo de 1 a 4 L/min para 8 h es apropiada para atmósferas que contienen ca. $0,1 \text{ fibras/ml}$ en ausencia de cantidades significativas de polvo que no sean asbesto. Atmósferas pulvígenas requieren volúmenes menores de muestreo ($\leq 400 \text{ L}$) para obtener muestras cuantificables. En tales casos tome muestras cortas, consecutivas y promedie los resultados sobre el tiempo total de recolección. Para documentar las exposiciones esporádicas, use proporciones altas de flujo (7 a 16 L/min) sobre tiempos más cortos de muestreo. En atmósferas relativamente limpias, donde concentraciones esperadas de fibras son mucho menores que $0,1 \text{ fibras/mL}$, use volúmenes de muestras más grandes (3000 a 10000 L) para lograr muestras cuantificables. Cuídese, sin embargo, de no sobrecargar el filtro con polvo

de fondo. Si más del 50% de la superficie del filtro está cubierta de partículas, el filtro puede estar muy sobrecargado para el conteo y polarizará la concentración medida de fibras.

NOTA 7. Las regulaciones OSHA especifican un volumen mínimo de muestreo de 48 L para una medición de excursión y un flujo máximo de muestreo de 2,5 L/min.

5.5 Al final del muestreo, reemplace la cubierta superior y las pequeñas tapas terminales.

5.6 Mantenga y envíe las muestras con las cubiertas conductoras sujetas en un contenedor con material de empaque para prevenir movimientos bruscos o daños que produzcan desprendimiento de la muestra.

NOTA 8. No use espuma de poliestireno sin tratamiento en el contenedor porque las fuerzas electrostáticas pueden causar pérdida de fibras en el filtro de muestra.

6 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

NOTA 9. El objeto es producir muestras con un fondo liso (no granoso) en un medio con un índice refractivo de $\leq 1,46$. Este método colapsa el filtro para ser enfocado más fácil y produce montajes permanentes (1 a 10 años) los cuales son útiles para el control de calidad y la comparación interlaboratorios. La técnica del aluminio de "bloque caliente" puede ser usada fuera del laboratorio. Otras técnicas de montaje que satisfacen el criterio anterior pueden ser también usadas.

NOTA 10. El exceso de agua en la acetona puede demorar la limpieza del filtro, ocasionando que el material sea lavado de la superficie del mismo. También los filtros que hayan sido expuestos a alta humedad, previo a la limpieza, pueden tener un soporte granoso.

6.1 Asegúrese que las láminas de vidrio (portaobjetos) y las laminillas de cubierta (cubreobjetos) estén libres de polvo y fibras.

6.2 Ajuste el reóstato para calentar el "bloque caliente" para ca. 70 °C.

NOTA 11. Si el "bloque caliente" no es usado en la campana de ventilación, debe colocarse en un plato de cerámica y aislarse de cualquier superficie susceptible de sufrir daño por calor.

6.3 Monte un corte de cuña de filtro de muestra en un portaobjeto limpio.

- a) Corte cuñas de ca. 25% del área de filtro con el cuchillo usando un movimiento oscilante para prevenir rasgaduras. Coloque la cuña con el polvo hacia arriba.
- b) Inserte el portaobjeto con la cuña en la ranura receptora en la base del "bloque caliente". Coloque la punta de una micropipeta conteniendo ca. 250 μL de acetona en el puerto de entrada del cabezal PTFE en el tope del "bloque caliente". Inyecte la acetona en la cámara de evaporación con una presión lenta y continua en el botón del émbolo mientras que sujeta la pipeta firmemente en su sitio. Luego de esperar 3 a 5 segundos para que se limpie el filtro, remueva la pipeta y el portaobjeto.

PRECAUCIÓN: A pesar de que el volumen de acetona usado es pequeño, use precauciones de seguridad. Trabaje en un área bien ventilada (por ejemplo: campana de ventilación del laboratorio). Cuidese de no encender la acetona. El uso frecuente y continuo de este dispositivo en un espacio no ventilado puede producir concentraciones explosivas de vapor de acetona.

- c) Usando una micropipeta de 5 μL , coloque inmediatamente 3,0 a 3,5 μL de triacetina en la cuña. Baje poco a poco el cubreobjeto sobre la cuña en un ángulo pequeño para reducir la formación de burbuja.

NOTA 12. Si se forman demasiadas burbujas o la cantidad de triacetina es insuficiente, el cubreobjeto puede desprenderse en unas pocas horas. Si se mantiene una cantidad excesiva de triacetina al borde del filtro por debajo del cubreobjeto puede ocurrir migración de las fibras.

- d) Marque el contorno del segmento del filtro con un lápiz marca vidrios para ayudar a la evaluación microscópica.
- e) Pegue las puntas del cubreobjeto usando esmalte o pintura de uñas. El montaje puede proceder inmediatamente después de completados la limpieza y el montaje.

NOTA 13. Si la limpieza es lenta, caliente la lámina es una plancha (≈ 50 °C) durante 15 min máximo. Caliente cuidadosamente para prevenir la formación de burbujas.

7 CALIBRACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

7.1 Ajustes de microscopio. Siga las instrucciones de los fabricantes. Al menos use una vez al día el ocular de telescopio suplido por el fabricante para asegurarse de que los anillos de fase (diafragma anular y elementos de cambio) están concéntricos. Con cada microscopio, mantenga un registro en el cual registre las fechas de limpieza del microscopio, ajustes y calibraciones.

- a) Cada vez que se examine una muestra, haga lo siguiente:
 - 1) Ajuste la fuente de luz para una iluminación uniforme a través del campo de visión en el iris del condensador. Con algunos microscopios, la iluminación puede montarse con elementos ópticos brillantes más que con elementos ópticos de contraste de fase.

NOTA 14. Use la iluminación Köhler si la tiene.

- 2) Enfoque sobre el material particulado a ser examinado.
 - 3) Asegúrese de que el iris de campo está enfocado, centrado en la muestra, y abierta solo lo suficiente como para iluminar totalmente el campo de visión.
- b) Chequee el límite de detección de cambio de fase del microscopio periódicamente para cada combinación analista/microscopio:
 - 1) Centre la lámina de prueba de contraste de fase HSE debajo del objetivo de fases.
 - 2) Lleve los bloques de líneas acanaladas (Ca. 20 ranuras por bloque) al área del retículo.

NOTA 15. La lámina contiene 7 bloques ranurados (20 ranuras/bloque) en orden descendente de visibilidad. Para el conteo el asbesto los elementos ópticos del microscopio deben resolver completamente las líneas acanaladas en el bloque 3 a pesar de que ellas puedan aparecer algo desvanecidas, y las líneas acanaladas en el bloque 6 y 7 deben ser invisibles cuando las observe en el centro del área del retículo. Los bloques 4 y 5 deben ser al menos parcialmente visibles pero pueden variar ligeramente en visibilidad entre los microscopios. Un microscopio que no cumple con estos requerimientos tiene una resolución ya sea muy baja o muy alta para el conteo de fibras.

- 3) Si la calidad de imagen se deteriora, limpie los elementos ópticos del microscopio. Si el problema persiste, consulte al fabricante del microscopio.

7.2 Documente la precisión del laboratorio de cada contador para replicar los conteos de fibras.

- a) Mantenga como parte del programa de aseguramiento de calidad un grupo de portaobjetos de referencia a ser usadas sobre una base diaria. Estos portaobjetos deben consistir de preparaciones de filtro incluyendo un rango de carga y niveles de polvo de fondo de una variedad de fuentes incluyendo tanto las muestras de campo como las de referencia. El responsable del laboratorio debe custodiar los portaobjetos de referencia y debe suplir a cada contador con un mínimo de un portaobjeto de referencia por día de trabajo. Cambie los rótulos en los portaobjetos de referencia periódicamente de manera que el contador no se familiarice con las muestras.
- b) De los conteos de repetición a ciegas sobre los portaobjetos de referencia, estime la precisión de los inter e intra contadores. Obtenga valores separados de desviación estándar relativa para cada matriz de muestra analizada en cada uno de los siguientes intervalos: 5 a 20 fibras en 100 campos cuadrículados, 21 a 50 fibras en 100 campos cuadrículados, 51 a 100 fibras en 100 campos cuadrículados. Mantenga un gráfico de control para cada uno de estos datos.

NOTA 16. Ciertas matrices de muestras (e.g. Asbesto Cemento) han mostrado tener una pobre precisión.

7.3 Prepare y cuente los blancos junto con las muestras de campo. Reporte los conteos en cada blanco de campo.

NOTA 17. La identidad de los filtros de blancos debe ser desconocida para el analista hasta que todos los conteos hayan sido completados.

NOTA 18. Si el conteo del blanco de campo da más de 7 fibras por 100 campos cuadrículados, reporte una posible contaminación de las muestras.

7.4 Realice los reconteos a ciegas por el mismo contador sobre 10% de los filtros contados (láminas rerotuladas por otra persona diferente al contador). Use la siguiente prueba para determinar si un par de conteos por el mismo contador sobre el mismo filtro deba ser rechazado por posible sesgo: Descarte la

muestra si el valor absoluto de la diferencia entre las raíces cuadradas de los dos conteos (fibras/mm²) excede $2,77 (X) S_r$, donde:

X = Promedio de las raíces cuadradas de los dos conteos de fibras (fibras/mm²) y;

$S_r = S_r / 2$, donde:

S_r es la desviación estándar relativa del contador interno para el adecuado conteo (en fibras) establecido en el punto 7.2.

NOTA 19. Ya que el conteo de fibras es la medición de fibras colocadas al azar que pueden ser descritas por una distribución Poisson, una transformación de raíz cuadrada de los datos de conteo de fibra resultara en datos distribuidos aproximadamente normal.

NOTA 20. Si un par de conteos es rechazado por esta prueba, recuente las muestras restantes del grupo, sométalos a la prueba y compárelos con los primeros. Descarte las parejas de conteos rechazadas. No es necesario usar esta estadística en conteo de blancos.

7.5 El analista es una parte crítica de este proceso. Deber tomarse mucho cuidado para proveer un ambiente confortable y sin stress para poder realizar el conteo de fibras adecuado. Debe usarse una silla diseñada ergonómicamente, con el ocular del microscopio situado a una altura cómoda para la visión. Las luces externas deben situarse a un nivel similar al nivel de iluminación del microscopio para reducir la fatiga ocular. Además los analistas deberían tomar descansos de entre 10 a 20 min apartados del microscopio cada 1 ó 2 h. Durante estos descansos, deben realizarse ejercicios tanto para los ojos como para la parte superior de la espalda y el cuello a fin de aliviar la tensión.

7.6 Todos los laboratorios que realicen conteos de asbesto deben participar en un programa de calibración interlaboratorios (por ejemplo: AIHA-NIOSH Proficiency Analytical Testing (PAT) Program) y rutinariamente intercambiar muestras de campo con otros laboratorios para comparar el desempeño de los analistas.

8 MEDICIÓN

8.1 Centre el portaobjeto en el lente del microscopio y enfóquelo en el plano del filtro.

8.2 Ajuste el microscopio (véase 7.1).

NOTA 21. La calibración con el portaobjeto de prueba (HSE/NPL) determina el diámetro mínimo de fibra detectable (ca. 0,25 μ m).

8.3 Reglas de conteo

8.3.1 Cuento cualquier fibra mayor de 5 μ m que esté contenida dentro del área de la cuadrícula.

8.3.1.1 Cuento solo fibras mayores de 5 μ m. Mida la longitud de la fibra incluyendo sus curvas.

8.3.1.2 Cuento solo fibras con una relación longitud/ancho de 3:1.

8.3.2 Para fibras que crucen el límite del campo reticulado:

8.3.2.1 Cuento como $\frac{1}{2}$ fibra cualquier fibra que tenga solo uno de sus extremos dentro del área de la cuadrícula, que cumpla con las reglas de medición señalados anteriormente.

8.3.2.2 No cuente las fibras que crucen los límites de la cuadrícula más de una vez.

8.3.2.3 Rechace y no cuente todas las otras fibras.

8.3.3 Cuento manojos de fibras como una fibra a menos que se puedan identificar las fibras individuales al observar los dos extremos de la misma.

8.3.4 Cuento suficientes campos cuadrículados hasta obtener 100 fibras. Cuento un mínimo de 20 campos. Deténgase en 100 campos cuadrículados indiferentemente del conteo.

8.4 Empiece el conteo desde la punta del filtro y continúe a lo largo de una línea radial hacia el margen exterior. Gire hacia arriba o abajo del filtro, y continúe en dirección reversa. Seleccione los campos cuadrículados al azar, manteniendo apartado el ocular brevemente mientras se avanza la platina mecánica.

Asegúrese que, como mínimo, cada análisis cubra una línea radial desde el centro del filtro al extremo exterior del mismo. Cuando un aglomerado cubre ca. 1/6 o más del campo cuadrículado, rechácelo y seleccione otro. No reporte los campos cuadrículados rechazados en el número total contado.

NOTA 22. Cuando cuente un campo cuadrículado, examine cuidadosamente un rango de planos focales moviendo el botón del enfoque preciso para detectar fibras delgadas que se hayan incrustado en el filtro. Las fibras de diámetro pequeño estarán muy desvanecidas pero son una contribución importante para el conteo total. Un tiempo mínimo de conteo de 15 s por campo es apropiado para un conteo preciso.

NOTA 23. Este método no permite la diferenciación de las fibras basadas en la morfología. A pesar de que algunos analistas experimentados son capaces de contar selectivamente sólo fibras que parecen ser amiantiformes, no hay hasta el presente un método aceptado para asegurar uniformidad de juicio entre los laboratorios. Por ello es necesario que los laboratorios usen este método para reportar conteos totales de fibras. Si una contaminación considerable de fibras que no son de asbesto ocurre en las muestras, deben usarse otras técnicas, tales como la transmisión del microscopio electrónico a fin de identificar la fracción de fibras de asbesto presente en la muestra (véase método NIOSH 7402). En algunos casos (i.e.) para fibras con diámetros > 1 µm, puede ser usado el microscopio de luz polarizada (e.g. Método NIOSH 7403) para identificar y eliminar interferencias de fibras no cristalinas.

NOTA 24. No realice conteos cuando los bordes del filtro estén rotos. Muévase a por lo menos 1 mm hacia adentro del borde.

NOTA 25. Bajo ciertas condiciones, la carga electrostática puede afectar el muestreo de las fibras. Dichos efectos pueden ocurrir generalmente cuando la humedad relativa del aire es baja (por debajo de 20%), y cuando el muestreo se realiza cerca de fuentes de aerosol. Los resultados es que esta deposición de fibras en el filtro es reducida, especialmente cerca del borde del mismo, y tal diseño se evidencia durante el conteo de fibras, seleccione campos tan cercanos al centro del filtro como sea posible.

NOTA 26. Los conteos deben registrarse en una hoja de datos que suministre, como mínimo, espacios en los cuales se registre: el conteo para cada campo, número de identificación del filtro, nombre del analista, fecha, conteo total de fibras, total de campos contabilizados, promedio de conteos, densidad de fibra y comentarios. El promedio de conteos se calcula dividiendo el total de fibras contadas entre el número de campos observados. La densidad de fibra se define como el promedio de conteos (fibras/campo) dividido por el área (cuadrículado) del campo (mm²/campos).

9 CÁLCULO Y REPORTE DE RESULTADOS

9.1 Calcule y reporte la densidad de la fibra en el filtro, E(fibras/mm²), dividiendo el promedio del conteo total de fibras por campo cuadrículado, F/nf, menos la media del conteo de blancos de campo por campo cuadrículado, B/nb, por el área de campo cuadrículado, Af(0,00785 mm² para un cuadrículado Walton-Beckett calibrado aproximadamente):

$$E = \frac{\left(\frac{F}{nf} - \frac{B}{nb}\right)}{Af}, \text{ en fibras/mm}^2$$

NOTA 27. Los conteos de fibra por encima de 1300 fibras/mm² y conteos de fibras de muestras con > 50% del área del filtro cubierta con particulado deben ser reportados como "incontables" o "probablemente sesgados". Otros conteos de fibras cuyo rango esté entre 100 y 1300 fibras/mm² deben reportarse como que "mayor que la variabilidad óptima" y como "probablemente sesgados".

9.2 Calcule y reporte la concentración, C(fibras/cc), de fibras en el volumen de aire muestreado, V(L), usando el área efectiva de recolección del filtro, Ac (385 mm² para un filtro de 25 mm).

$$C = \frac{(E)(Ac)}{V \cdot 10^3}$$

NOTA 28. Chequee periódicamente y ajuste el valor de Ac, si es necesario.

9.3 Reporte las desviaciones estándar relativas de intralaboratorio e interlaboratorios (del punto 7.2) con cada grupo de resultados.

NOTA 29. La precisión depende del número total de fibras contadas. La comparabilidad interlaboratorios puede consultarse en Crawford, N. P., H.L. Torpe [2]. Como una primera aproximación, use 213% por encima y 49% por debajo del conteo como los límites superior e interior de confianza para conteos de fibras mayores que 20

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Asbesto and other Fibers by PCM (Phase Contrast Microscopy). NIOSH Method 7400, issue 2.
- [2] Crawford, N. P., H.L. Torpe, and W. Alexander. "A Comparison of the Effects of Different Counting Rules and Aspect Ratios on the Level and reproducibility of Asbestos Fiber Counts," Part I: Effects on Level (Report N° TM/82/83), Part II: Effects on Reproducibility (Report N° TM/82/84), Institute of Occupational Medicine, Edinburgh, Scotland (December, 1982).

ANEXO A

CALIBRACIÓN DE LA CUADRÍCULA WALTON-BECKETT

Antes de ordenar una cuadrícula Walton-Beckett, la siguiente calibración debe ser hecha para obtener un área de conteo (D) de 100 μm de diámetro en el plano de la imagen. El diámetro, d_c (mm), del área de conteo circular y el diámetro del disco deben ser especificados cuando ordene la cuadrícula.

- A.1 Inserte cualquier cuadrícula disponible en el ocular y enfoque de manera que las líneas se vean claras y definidas.
- A.2 Fije la distancia interpupilar apropiada y, si es aplicable, reajuste la cabeza binocular, de manera que la ampliación quede constante.
- A.3 Instale el objetivo de fase de 40 a 45x.
- A.4 Coloque un micrómetro de platina en el objeto del microscopio y enfóquelo con las líneas graduadas.
- A.5 Mida la longitud de la rejilla ampliada de la cuadrícula, L_o (μm), usando el micrómetro de platina.
- A.6 Remueva la cuadrícula del microscopio y mida su longitud de rejilla real, L_a (mm). Esto se hace mejor usando un portaobjeto sujeto con verniers.
- A.7 Calcule el diámetro circular, d_c (mm), para la cuadrícula Walton-Beckett:

$$d_c = \frac{L_a}{L_D} \times D$$

Ejemplo: si $L_c = 112 \mu\text{m}$, $L_a = 4,5 \text{ mm}$ y $D = 100 \mu\text{m}$, luego $d_c = 4,02 \text{ mm}$.

- A.8 Chequee el diámetro de campo, D (intervalo aceptable $100 \mu\text{m} \pm 2 \mu\text{m}$) con un micrómetro de platina según las recomendaciones del fabricante. Determine el área de campo (intervalo aceptable $0,00785 \text{ mm}^2 \pm 0,00032 \text{ mm}^2$).

**COVENIN
3689:2001**

**CATEGORÍA
C**

FONDONORMA
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

publicación de:



I.C.S: 13.040.30

ISBN: 980-06-2844-4

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Asbesto.