



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-B-004-1991

**METODO PARA EVALUAR LA MICROESTRUCTURA DEL
GRAFITO
EN HIERROS COLADOS**

*METHOD FOR EVALUATING THE MICROSTRUCTURE OF GRAPHITE
IN IRON CASTINGS*

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

PREFACIO

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ACEROS SIDENA, S.A. DE C.V.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
- COMPAÑIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
- FABRICACION Y MAQUINAS, S.A.
- FACULTAD DE QUIMICA - U.N.A.M.
- FORD MOTOR COMPANY, S.A.
- FUNDICION MONCLOVA, S.A.
- FUNDIDORA DE ACEROS TEPEYAC, S.A. DE C.V.
- FUNDIDORA Y LAMINADORA, S.A.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- JOHN DEERE, S.A.
- SOCIEDAD MEXICANA DE FUNDIDORES
- TALLERES INDUSTRIALES, S.A.

METODO PARA EVALUAR LA MICROESTRUCTURA DEL GRAFITO
EN HIERROS COLADOS

METHOD FOR EVALUATING THE MICROSTRUCTURE OF GRAPHITE
IN IRON CASTINGS

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece el método para clasificar el grafito en hierros colados, conforme a la forma, distribución y tamaño. Este método está encaminado para aplicarse a todas las aleaciones hierro carbono que contengan partículas de grafito, y puede aplicarse a hierro gris, maleable y dúctil (nodular).

1.2 Los diagramas de referencia que se incluyen en esta norma no deben tomarse como base para aceptar o rechazar las piezas coladas, se indican solamente como información. Cuando la microestructura del grafito se considera importante en un hierro colado, debe especificarse dicha estructura y lo establecido en esta norma puede utilizarse como referencia para definir adecuadamente la micro estructura requerida.

2 RESUMEN DEL METODO.

2.1 Cuando se examinan bajo un microscopio aleaciones de hierro-carbono, el grafito observado puede clasificarse por:

- a) Su forma (designada por números romanos, ver figura 1).
- b) Su distribución (designada por letras mayúsculas, ver figura 2).
- c) Su tamaño (designada por número arábigos, ver figuras 3 a 6).

2.2 En esta norma se incluyen tres series de diagramas de referencia para evaluar la forma del grafito en base a su clasificación. Las características principales de las partículas de grafito en las cuales se pueden presentar se designan con número y letras. Para estos propósitos, la microestructura del grafito es ordenada en series.

2.3 La forma, distribución y tamaño del grafito observado, se determina por comparación con los diagramas de referencia, que se asemejen lo más cercanamente posible. Este método permite una identificación rápida del grafito, promueve un mutuo entendimiento entre los técnicos en este campo, permite la clara representación del grafito observado, facilita el análisis y ahorra una gran cantidad de trabajo fotográfico.

2.4 La comparación del grafito observado con los que se muestran en los diagramas de referencia, proporciona una información descriptiva aproximada de la forma (tipo), distribución y tamaño del grafito en la probeta que está siendo evaluada. Este análisis no

indica exactamente el origen del grafito o la conveniencia del uso de aleaciones de hierro-carbono para un servicio particular.

3 REFERENCIAS.

Esta norma se complementa con la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente:

NOM-B-079 “Metodo para la preparación de probetas metalográficas”.

4 PROCEDIMIENTO.

4.1 Las probeta pulidas, deben observarse bajo el microscopio de tal manera que pueda inspeccionarse totalmente el área pulida. Debe hacerse, primero, una comparación con los diagramas de referencia para determinar la forma y la distribución (ver figuras 1 y 2), e identificar la microestructura observada con la del diagrama de referencia correspondiente. A continuación debe determinarse el tamaño de las partículas de grafito a un aumento de 100X, usando como referencia los diagramas de las figura 3 a 6 y/o la tabla 1.

4.2 El examen microscópico puede llevarse a cabo por observación directa o proyectando el campo observado en una pantalla. El campo proyectado debe tener aproximadamente el mismo diámetro que los diagramas de referencia (aproximadamente 80mm de diámetro).

4.3 La medición de las partículas de grafito puede facilitarse usando oculares con escala.

4.4 El procedimiento descrito anteriormente proporciona buenos resultados, pero puede usarse cualquier otro método de examen que proporcione los mismos resultados.

5 DIAGRAMAS DE REFERENCIA.

Los diagramas de referencia se utilizan para identificar la forma, distribución y el tamaño de grafito. Estos diagramas muestran la microestructura de una característica ideal, en lugar de una fotomicrografía real, de éste modo se evitan efectos menores que pueden interferir con los resultados de la observación.

5.1 Diagramas de referencia para la forma del grafito.

Los diagramas de referencias para la forma del grafito (ver figura 1) muestran seis formas características, las cuales designan con numeros romanos I a VI. Estas formas representan los principales tipos de grafito que pueden presentarse en los hierros colados. Sin embargo, ocasionalmente se pueden presentar otras.

5.2 Diagramas de referencia para la distribución del grafito.

Los diagramas de referencia para la distribución del grafito (ver figura 2) muestran cinco ejemplos designados por letras A,B,C,D Y E. Estos diagramas son aplicables a la forma de grafito I. Las otras formas de grafito se presentan generalmente en la distribución A, pero en algunas ocasiones pueden encontrarse en otras distribuciones.

5.3 Diagramas de referencia para el tamaño de grafito.

Las figuras de la 1 a 3 a la 6 y la tabla 1, se emplean para determinar el tamaño del grafito. Con el fin de facilitar la comparación, existen dos series de diagramas para determinar el tamaño de grafito, uno para el grafito laminar y otra para el grafito nodular, tal y como se muestra en la figura 4. Los tamaños de grafito se muestran en los diagramas de referencia a un aumento de 100X y van desde una partícula de dimensión mayor de 100mm (tamaño 1) hasta una partícula de dimensión menor de 1.5mm (tamaño 8). Los límites de tamaños cubiertos por los números de tamaño de referencia del 3 al 7, están basados en un tamaño de partícula promedio, la cual es la mitad del intervalo de tamaño de partícula promedio, la cual es la mitad del intervalo de tamaño más grande, tal como se indica en la tabla 1.

Nota: Lo anterior es aplicable cuando se proyecta el campo observado en una pantalla, y el diámetro de la proyección es de 80mm.

6 INFORME DE LA MICROESTRUCTURA DEL GRAFITO.

6.1 El informe de la microestructura del grafito en los hierros colados debe indicar la forma, distribución y tamaño del grafito. Para este propósito las diferentes formas de grafito se identifican con números romanos de I al VI (ver figura 1), las diferentes distribuciones con letras mayúsculas A,B,C,D y E (ver figura 2), y los tamaños con números arábigos del 1 al 8 (ver figuras 3 a 6 y tabla 1). La distribución del grafito se usa siempre para denominar hierro con grafito laminar, pero puede omitirse para hierro maleables y dúctiles.

6.2 Por ejemplo; un hierro colado gris típico con estructura grafitica normal, puede designarse como I A 4, lo que significa que observado a 100X, las partículas son de la forma I, con la distribución A y tienen una dimensión máxima entre 12 y 25mm.

6.2.1 Si el grafito observado está entre dos tamaños, es posible referirse a ambos, separando el número de designación de los tamaños por una diagonal (por ejemplo 3/4, 2/3, etc.). En dado caso el tamaño predominante, se puede indicar subrayándolo; por ejemplo $\frac{3}{4}$.

6.2.2 Este método puede emplearse para estructuras donde existan más de dos tamaños.

6.3 Puede definirse la mezcla de estructuras con diferentes tipos de grafito; estimando el porcentaje de los distintos tipos de grafito, por ejemplo: 60% I A 4 + 40% I D 7

que indica 60% de grafito de la forma I, distribución A, tamaño 4, y 40% de grafito de la forma I, distribución D y tamaño 7.

7 MUESTREO Y PREPARACION DE PROBETAS

7.1 La muestra más adecuada para la observación de la microestructura del grafito, es la que se obtiene por corte de la pieza que va a evaluarse. Cuando ésto no sea práctico, puede colocarse una muestra como prolongación de la pieza y posteriormente separarse de ellas para utilizarse como una probeta en la determinación. Si ninguno de los procedimientos es adecuado, por acuerdo entre fabricante y comprador puede establecerse otro método.

7.1.1 Cuando las probetas se tomen de la pieza colada, debe tomarse en consideración en forma especial, su localización, los espesores de pared, la distancia a la superficie y a la presencia de enfriadores. Además, en el informe debe hacerse un registro cuidadoso de la superficie examinada.

7.2 El esmerilado y pulido de las probetas puede efectuarse siguiendo el procedimiento descrito en la NOM-B-079. En el esmerilado y pulido de las probetas debe tenerse especial cuidado para que las partículas de grafito aparezcan en su verdadera forma y tamaño, así como para evitar que el grafito sea arrancado en ésta operación y pueda observarse correctamente. El uso de polvo de diamante en uno de los pasos finales del pulido, permite que el grafito sea retenido en forma efectiva en la sección pulida sin atacar, en el caso de piezas coladas aleadas se recomienda un ataque final (con agua regia), por ejemplo aquellas con una alto contenido de silicio.

7.3 El área de la superficie pulida debe ser suficiente para que represente realmente la distribución del grafito.

TABLA 1.- Dimensiones de las partículas de grafito (de la forma I hasta VI) cuando se proyectan en una pantalla a 100X.

Número de designación del tamaño	Dimensión de las partículas a 100x, en mm	Dimensión real, en mm
1	> 100	> 1
2	> 50 a 100	> 0.5 a 1
3	> 25 a 50	> 0.25 a 0.5
4	> 12 a 25	> 0.12 a 0.25
5	> 6 a 12	> 0.06 a 0.12
6	> 3 a 6	> 0.03 a 0.06
7	> 1.5 a 3	> 0.0015 a 0.03
8	< 1.5	< 0.015

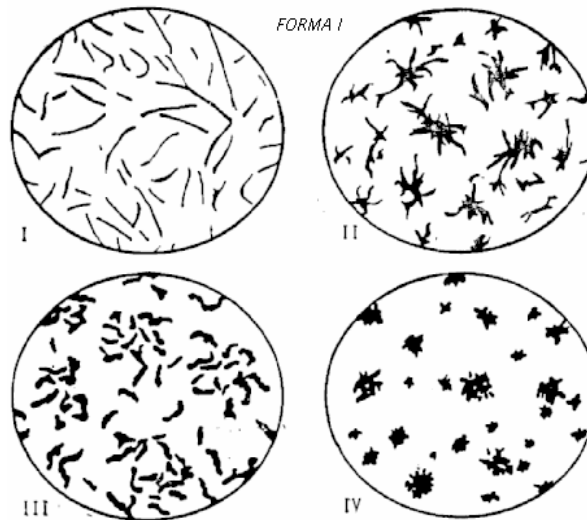


FIGURA 1.- DIAGRAMAS DE REFERENCIAS* PARA LA FORMA DE GRAFITO (DISTRIBUCION A).

Los diagramas muestran únicamente la línea exterior y no la estructura del grafito.

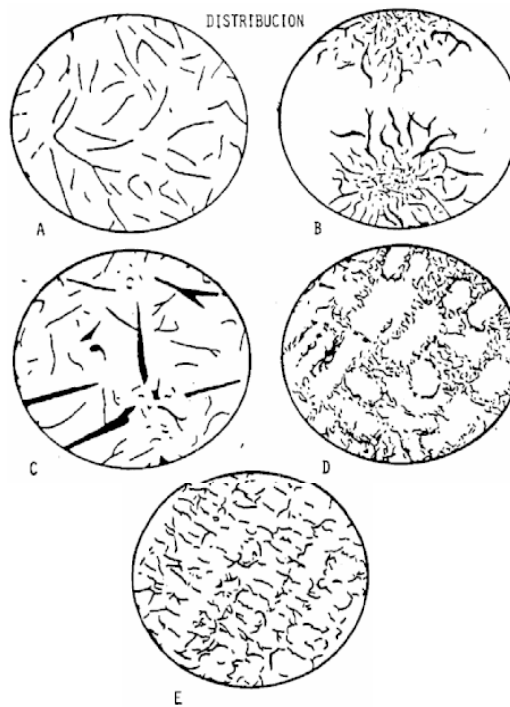


FIGURA 2.- DIAGRAMAS DE REFERENCIA * PARA LA DISTRIBUCION DEL GRAFITO (FORMA 1).

Los diagramas muestran únicamente la línea exterior y no la estructura del grafito.

NOTAS DE LA FIGURA 2:

- A.- Distribución uniforme, sin orientación preferente.
- B.- Distribución en rosetas, sin orientación preferente.
- C.- Grafito de tamaños variables superpuestos, sin orientación preferente.
- D.- Segregación interdendrítica sin orientación preferente.
- E.- Segregación interdendrítica, con orientación preferente.

TAMAÑO

FORMA I



1



2

FIGURA 3.- DIAGRAMAS DE REFERENCIAS * PARA EL TAMAÑO DE GRAFITO FORMA I.- DISTRIBUCION A (A 100X) NUMEROS DE REFERENCIA 1 Y 2.

* Los diagramas muestran únicamente la línea exterior y no la estructura del grafito.

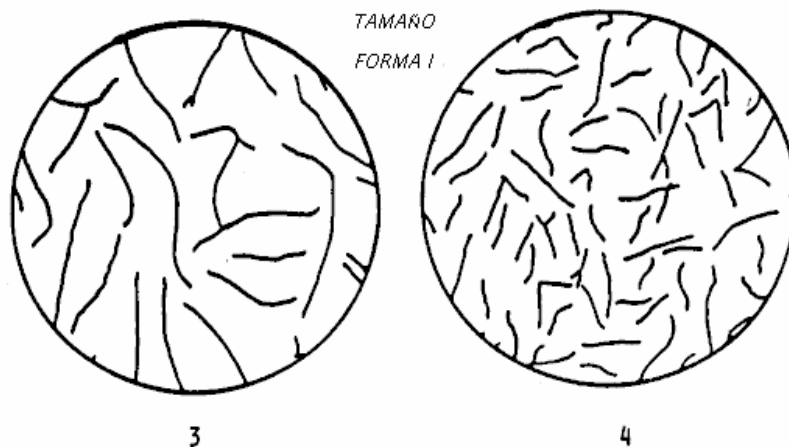


FIGURA 4.- DIAGRAMA DE REFERENCIA * PARA EL TAMAÑO DEL GRAFITO FORMAS I Y VI (A 100X) NUMEROS DE REFERENCIA 3 Y 4.

* Los diagramas muestran únicamente la línea exterior y no la estructura del grafito.

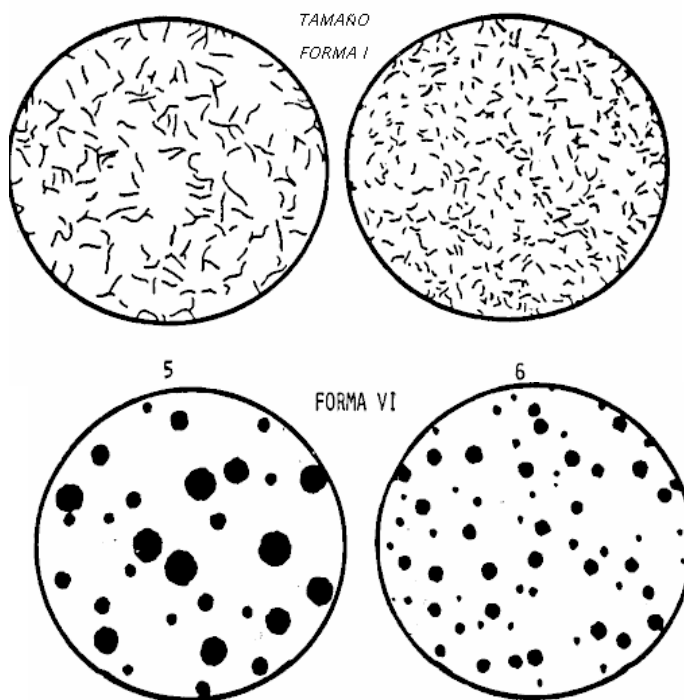


FIGURA 5.- DIAGRAMAS DE REFERENCIA * PARA E TAMAÑO DEL GRAFITO FORMAS - I Y VI - DISTRIBUCION A (A 100X) NUMERO DE REFERENCIA 5 Y 6.

*Los diagramas muestran únicamente la línea exterior y no la estructura del grafito.

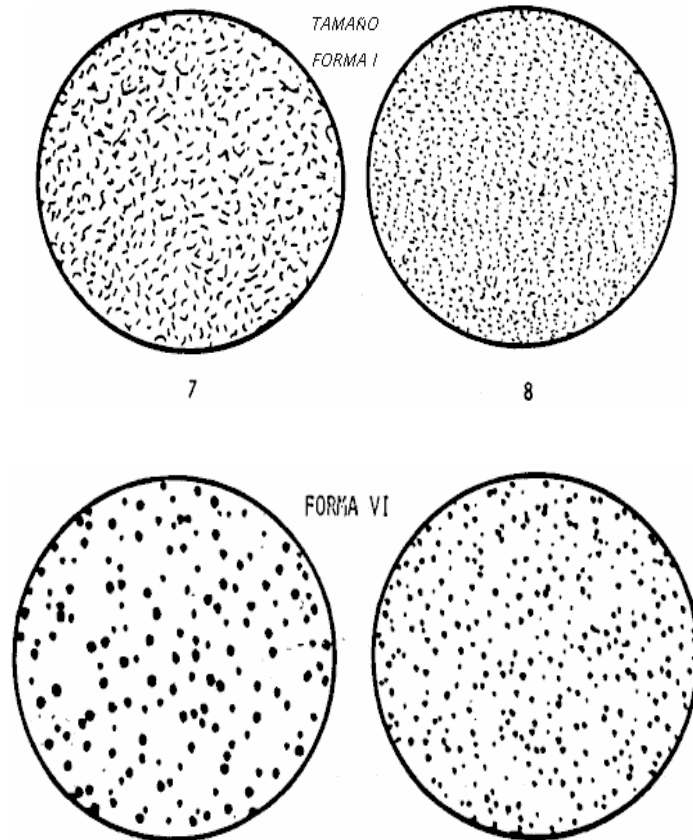


FIGURA 6.- DIAGRAMAS DE REFERENCIA *PARA EL TAMAÑO DEL GRAFITO FORMAS - I Y VI - DISTRIBUCION A (A 100X) NUMEROS DE REFERENCIA 7 Y 8.

* Los diagramas muestran únicamente la línea exterior y no la estructura del grafito.

8 BIBLIOGRAFIA

ASTM-A-247-1984 "Method for evaluating the microstructure of graphite in iron castings".

ISO-945-1975 "Castings - Designation of microstructure of graphite"

México. D.F., Diciembre 9, 1991

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Agustín Portal Ariosa', written in a cursive style.

LIC. AGUSTIN PORTAL ARIOSA