

Irregularidad de la capa nitrurada en fundiciones grises

Leonides Peraza López, I.S.T.C.

Alejandro Duffus Scott, U.C.L.V.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia un fenómeno que se presenta durante la nitruración gaseosa a 600°C durante seis horas de las fundiciones perlíticas, en relación con la irregularidad de aparición de las fases nitrogenadas que aparentemente contradice la cinética de formación de estas fases. Mediante técnicas metalográficas y de difracción de Rayos X se pone en evidencia el fenómeno y se explica por la formación de huecos en la superficie de las muestras y por la alta concentración de carbono en estas zonas.

ABSTRACT

It was studied a phenomenon reminded in a gas nitriding of pearlitic gray cast iron at a temperature of 600°C during six hours in relation to the abnormality of the formation of nitrogenized phases which refuse apparently the kinetics of these phases.

This phenomenon was manifested by X Rays and metallographic techniques. It was explained by the formation of superficial holes during the nitriding process as well as the high carbon concentration at these regions.

INTRODUCCIÓN

La nitruración de las fundiciones grises es un método muy efectivo para mejorar las propiedades mecánicas superficiales y la resistencia al desgaste de este tipo de aleación.

Se conoce que la capa nitrurada en las fundiciones grises está constituida por las fases ϵ y γ' (nitruros de hierro) y la fase α_n (Ferrita nitro

genada) al igual que en los aceros ferríticos, (1,2) con espesores de hasta 170 μm de modo que las fases más ricas en nitrógeno aparecen desde la superficie hacia el interior de las muestras.

Este trabajo tiene como objetivo reportar el hecho sorprendente de que al analizar roentgenográficamente una fundición perlítica nitrurada a 600°C durante seis horas se encontrará la presencia de la fase ϵ a profundidades del orden de 110 μm aún cuando la fase γ' ya no estaba presente, lo cual contradice aparentemente la cinética de formación de las fases nitrogenadas.

En este trabajo se brinda además una explicación satisfactoria a este fenómeno, basándose en un modelo simple que se ajusta muy bien a la realidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio, se tomaron muestras de una fundición gris perlítica con grafito en forma laminar que se utiliza en la EMPROMEC "9 de Abril" de Sagua la Grande, para fabricar las bombas que manipulan soluciones azucaradas. La composición química de las fundiciones es: C: 2,9%; Si: 2,00%; Mn: 0,51%; P: 0,23%; S: 0,08%.

Las muestras fueron nitruradas en un horno tubular con flujo continuo de amoníaco cuyo grado de disociación fue de 45 a 55%, la temperatura fue de 600°C y el tiempo de permanencia fue de seis horas.

Se realizaron los registros de R-X con el difractómetro HGZ-3 utilizándose el método de retirada sucesiva de capas por medios mecánicos. [3]. Se utilizó radiación de Fe no filtrada.

El análisis metalográfico se realizó en el microscopio NEOPHOT-2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los difractogramas que aparecen en la figura 1 han sido seleccionados entre otros para mostrar el fenómeno.

Se observa que para profundidades del orden de 10 μm Fig. 1a y 45 μm Fig. 1b. Aparecen los reflejos (111) γ' , (101) ϵ y (110) α indicando la presencia de los nitruros de hierro ϵ y γ' y de la ferrita α . Sin embargo, a profundidades cercanas a 85 μm Fig. 1c, aún cuando aparece el máximo (101) ϵ con cierta intensidad, no aparece ya el máximo (111) γ' lo que atestigua que aunque a esa profundidad existe la fase ϵ no está la fase γ' . Esto es a todas luces una contradicción puesto que la fase ϵ es más rica en nitrógeno que la fase γ' y por lo tanto, si no se tiene en cuenta ningún otro efecto, debería obtenerse una distribución inversa de las fases.

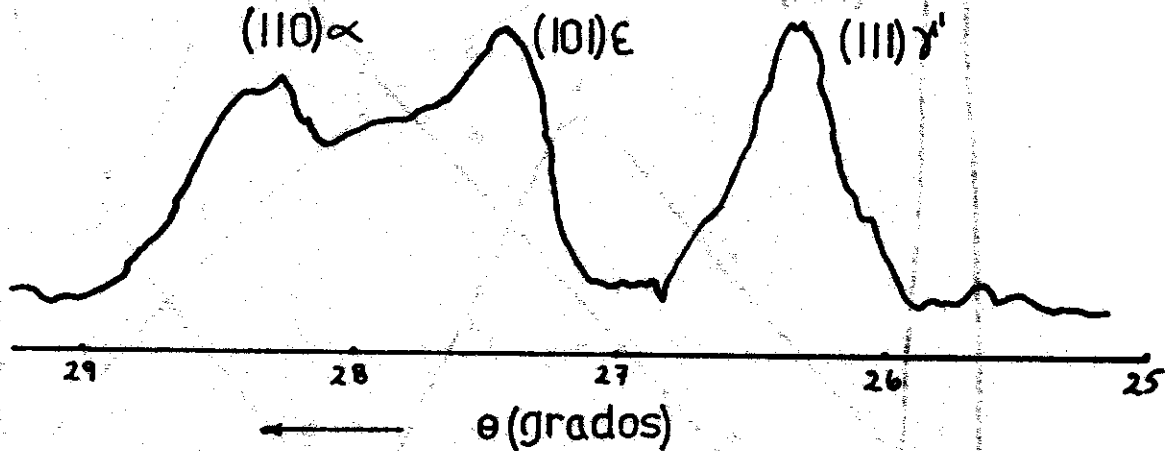
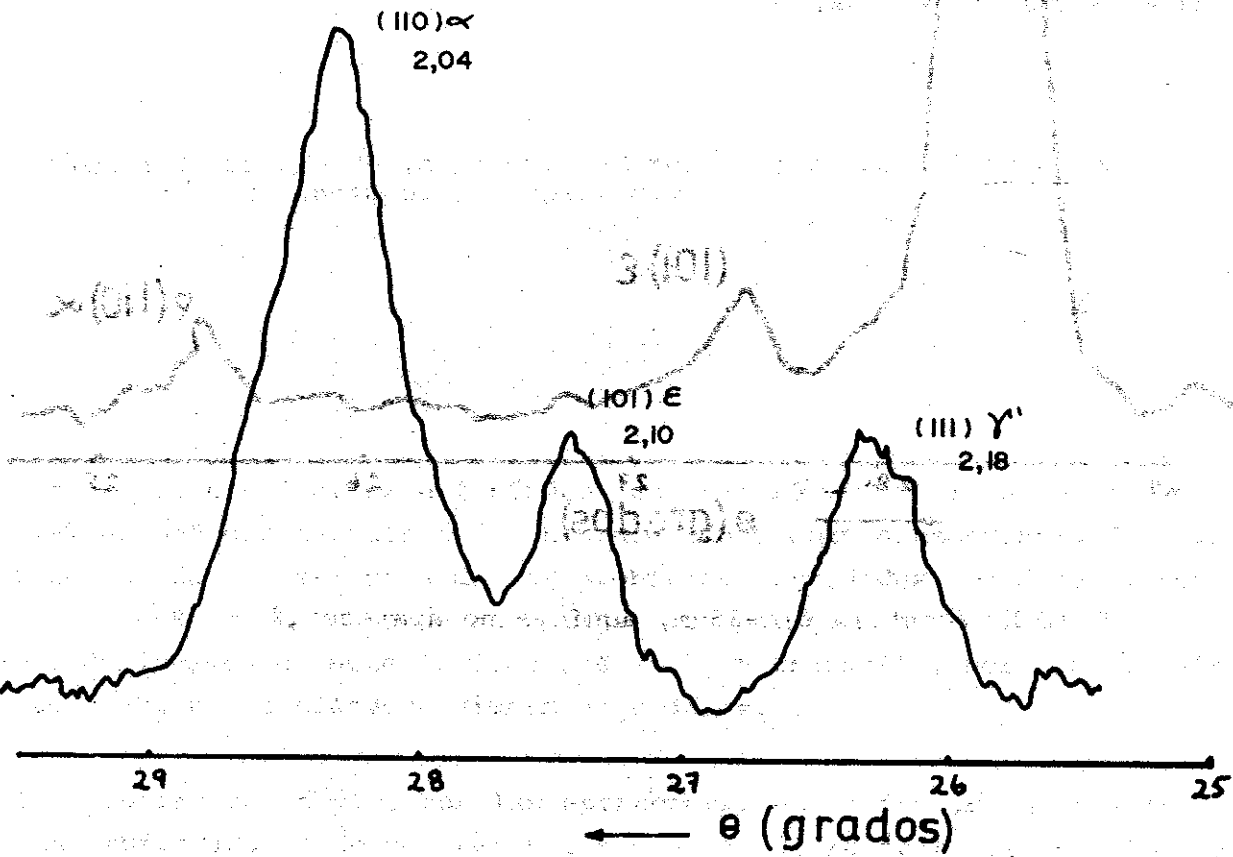


Figura 1. Difractogramas tomados a distintas profundidades.

a) -10 μm, se observa los reflejos característicos de las fases ε, γ' y α



b) -45 m, se observan también los picos de ε, γ' y α

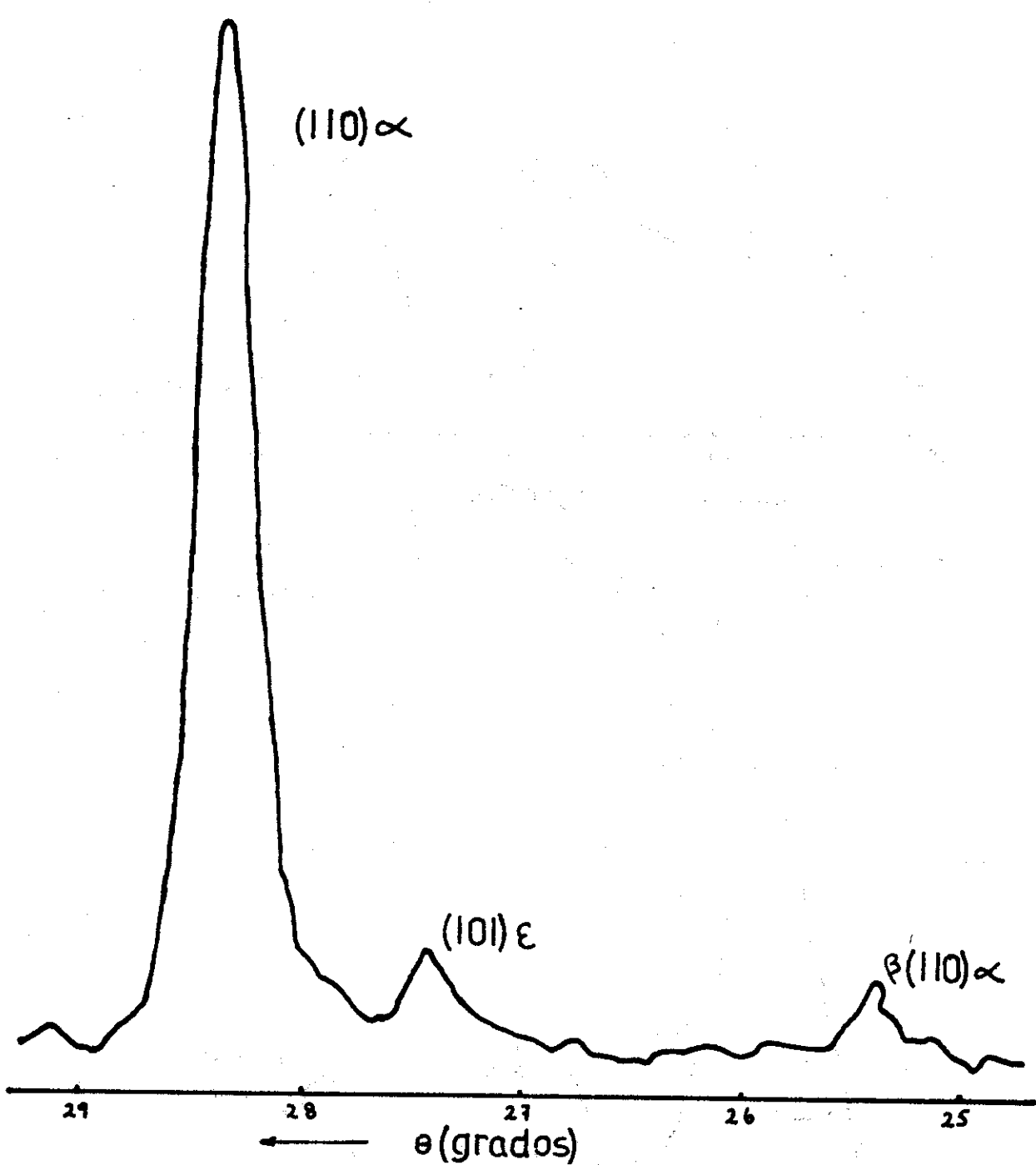


Fig. 1 (cont.) c) $-85\mu\text{m}$, aquí ya no aparece γ'

Para enfatizar este hecho, a partir de 9 difractogramas obtenidos al retirarse sucesivamente las capas nitruradas, se construyó la figura 2 en que se ploteó la intensidad relativa de los máximos de difracción contra la distancia a la superficie de las muestras. Se observa que en la zona entre 35 y $55\mu\text{m}$ la concentración de la fase ϵ aumenta bruscamente.

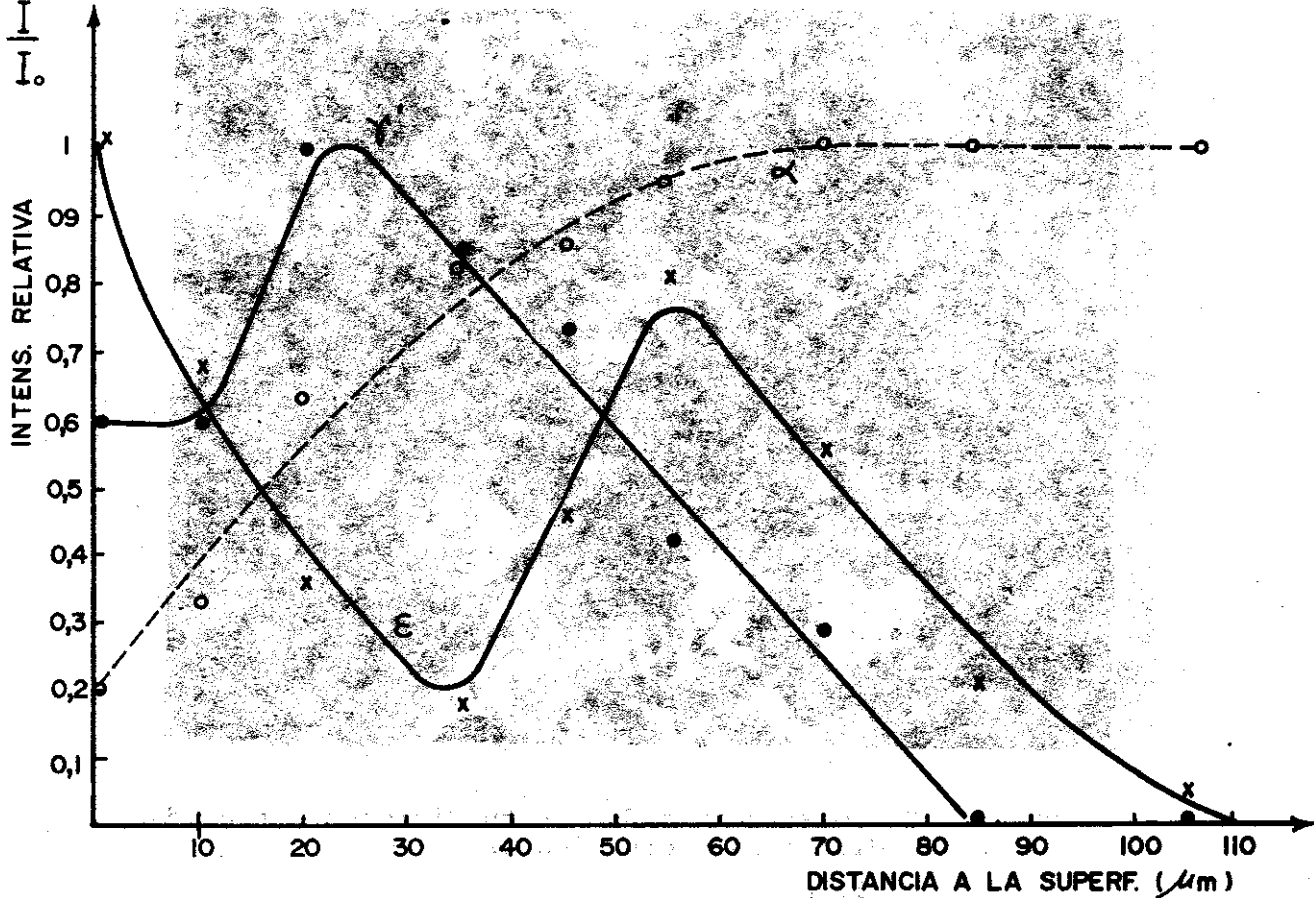


Figura 2. Cambio de la intensidad relativa de los máximos con la distancia de la superficie.

Para poder explicar este fenómeno, se realizó un análisis metalográfico el cual arrojó que después de la nitruración y como consecuencia de ella aparecen en las superficies de las probetas, hoquedades con dimensiones del orden de 60-80 μm. Esto puede aseverarse así por que se realizó un tratamiento de iguales características que en la nitruración, pero en atmósfera inerte de N₂ no revelándose dichas hoquedades.

Las figuras 3a, b y c, son las estructuras de la fundición para las mismas profundidades donde fueron tomados los difractogramas, por lo que existe una correspondencia con las Fig. 1 a, b y c.

Aquí se observa cómo la capa nitrurada persiste alrededor de esas hoquedades aún para profundidades del orden 85 μm.

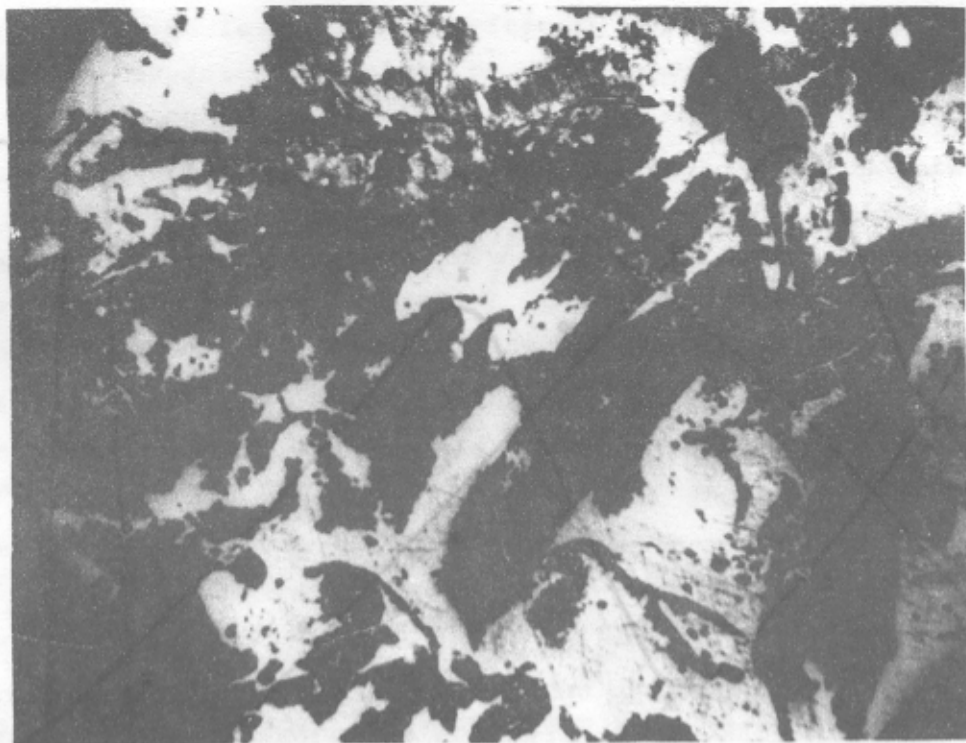


Figura 3. Microestructura de las fundiciones nitruradas a distintas profundidades.

a) $10\mu\text{m}$



Figura 3. b) $45\mu\text{m}$

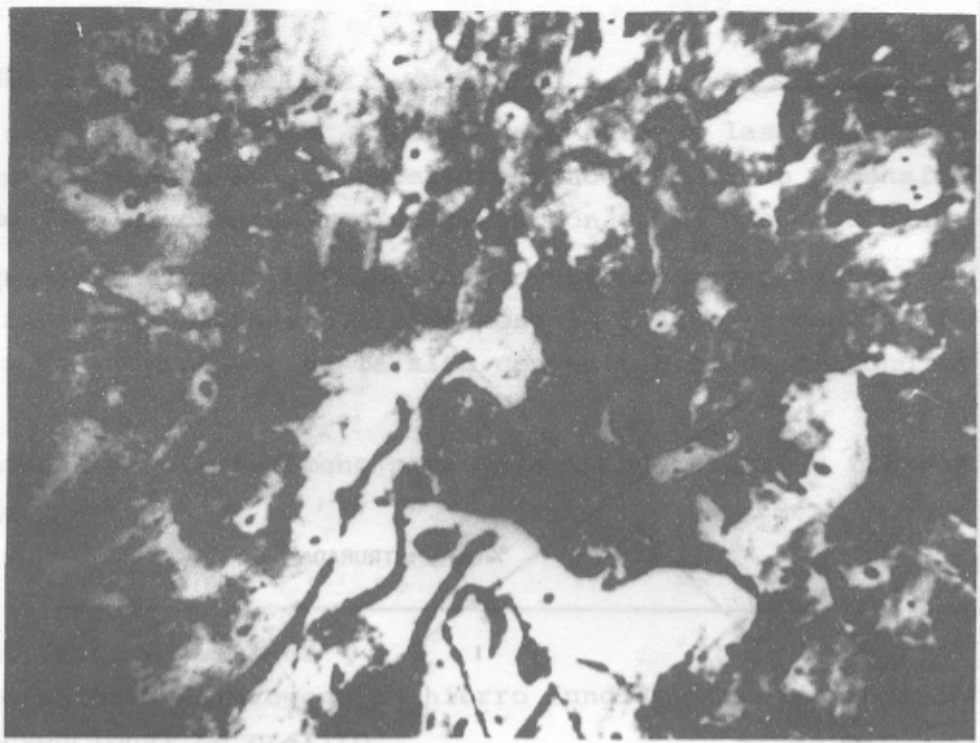


Fig. 3 (cont.) (c) 85 μ m

Const. Año 10, Abril-Junio 1985.

pp. 55

Ruiz, F. y Pérez

(m) 1981, V. U.C.U., Amolita de Diploma, 1981.

En la figura 4 se muestran las gráficas de la abundancia de las hoquedades, de la capa nitrurada y del grafito en dependencia de la profundidad, puede observarse que el por ciento de capa nitrurada sigue la misma tendencia que el por ciento de huecos, anulándose ambos alrededor de 110 μ m. De modo que se puede plantear que esas hoquedades sirven de vía para que penetren los átomos de N y enriquezcan las zonas internas de las muestras, así fue como se construyó el modelo simple que aparece en la figura 5 en la que se observa como para profundidades entre 85 y 105 μ m ya no existe fase γ' mientras que aún está presente la fase ϵ .

Por otro lado, la alta concentración de carbono de las fundiciones grises, y en particular de las paredes de las hoquedades aumenta el dominio de estabilidad de la fase ϵ y disminuye el de la fase γ' puesto que de acuerdo con el diagrama de equilibrio Fe-C-N la fase ϵ puede contener una cantidad considerable de carbono mientras que la fase γ' no. [4]

La unión de ambos factores, las hoquedades y alta concentración de C pueden explicar el hecho aparentemente contradictorio de la presencia de ϵ sin γ' a esas profundidades.

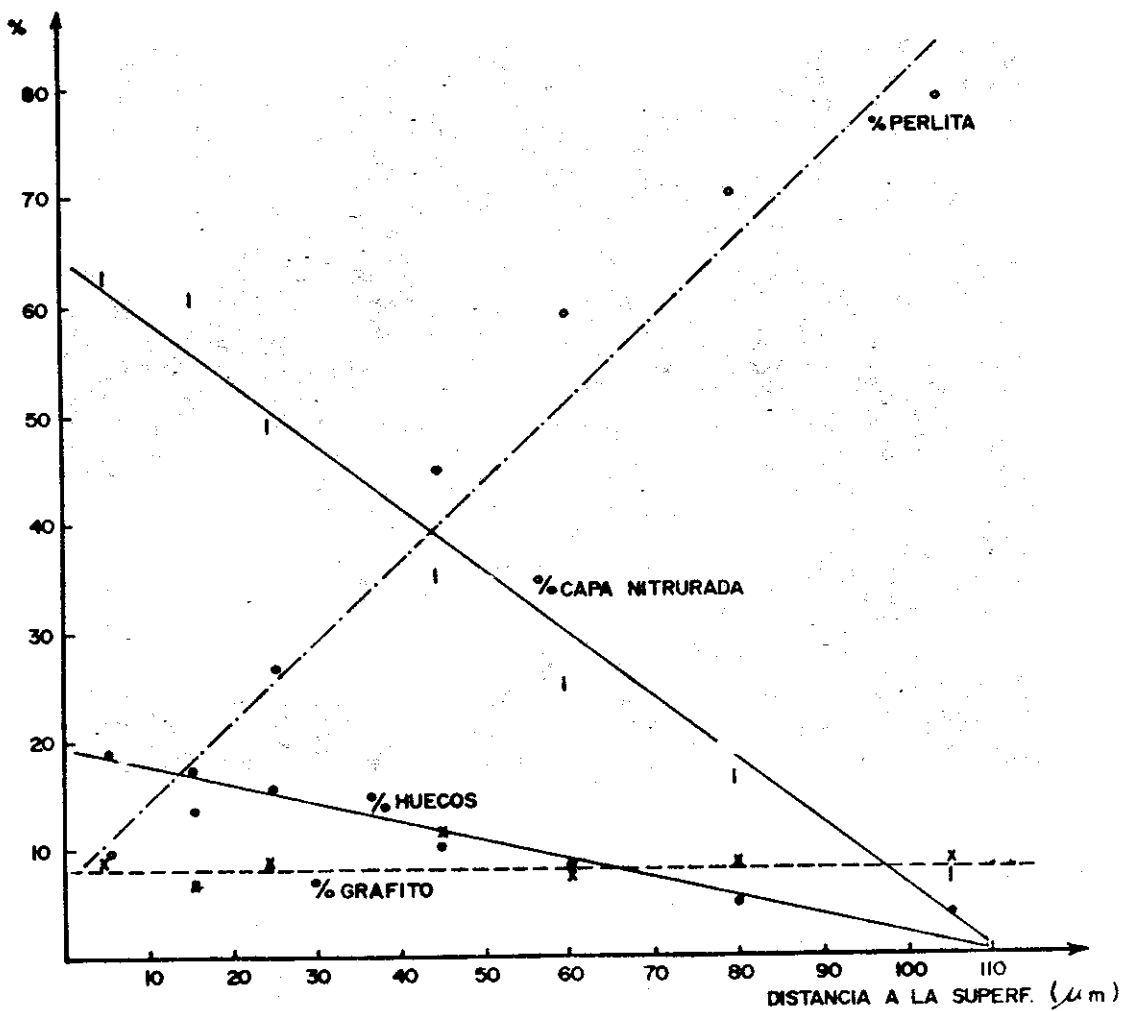


Figura 4. Variación del por ciento de perlita, capa nitrurada, huecos e inclusiones de grafito con la distancia a la superficie.

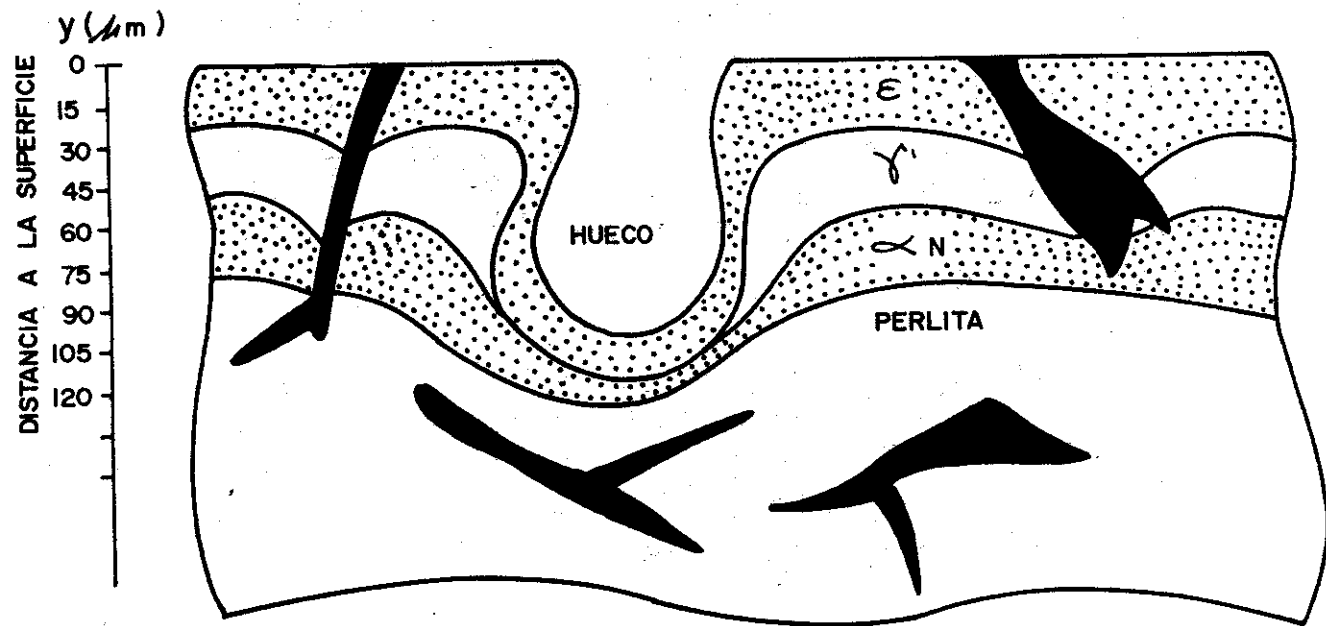


Figura 5. Modelo esquemático de las fases en la capa nitrurada.

CONCLUSIONES

1. Cuando se nitruran a 600°C durante seis horas a las fundiciones grises perlíticas aparecen en las superficies hoquedades de dimensiones del orden de 70µm cuyo mecanismo de formación no es conocido hasta ahora.
2. Las hoquedades sirven la vía para la penetración hacia las capas más internas de átomos de nitrógeno, formándose la fase ε la cual es más estable que la fase γ' producto de la alta concentración de carbono en esas zonas.
3. Debe estudiarse ese fenómeno para otras temperaturas y tiempos de permanencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. González, R.F. y A.Duffus
"Difusión de nitrógeno en hierro fundido con distribución no convencional de grafito".
Construcción de maquinarias, Año 10, No.2, Abril-Junio 1985.
pp. 55.
2. Ruíz, F. y M.Pérez
"Mejoramiento del hierro fundido para la fabricación de bombas de guarapo". Trabajo de Diploma, U.C.L. V. 1983.
3. Sánchez, H., J.León y R.González
Estudio Roengenográfico de muestras nitruradas, 1983.
4. Naumann, F.K. y G.Langenscheid
Archivofur dos Eisen Huttenvesen 36, Jahrgang Heft. 9 de setiembre, 1985, 678.

Recibido: 11 de abril de 1986.