

CONTROL METALOGRAFICO NO DESTRUCTIVO DE CARBUROS DE CROMO
Y FASE SIGMA EN UN RECIPIENTE DE ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO
AISI 310

Ramón CASTILLO GUERRA
José OVEJERO GARCIA

C.N.E.A. (R. Argentina)

I INTRODUCCION

Como consecuencia de rotura, fue reemplazado el recipiente construido en acero inoxidable tipo AISI 310 del equipo de destilación y magnesioterapia de esponja de Circonio. El análisis de dicha falla, determinó que las fisuras estaban asociadas a la presencia de partículas precipitadas en los límites de grano y en el interior de los mismos. Dichas partículas precipitaron durante la operación del equipo. Técnicas metalográficas adecuadas, puestas a punto en esa oportunidad y resultados de la literatura (1) permitieron determinar la naturaleza de dichas partículas: fase (de gran fragilidad) y carburos de cromo. Como es sabido la presencia de dichas partículas, en los aceros inoxidables austeníticos, disminuye las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión. Por este motivo se realizaron estudios de puesta a punto de tratamientos térmicos que diesen como resultado la solubilización de dichas partículas. Estos permitieron arribar a las siguientes condiciones de tratamientos térmicos:

$$T = 1100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t = 1 \text{ h.}$$

Enfriamiento= al aire

En base a estos resultados se resolvió realizar, previo análisis metalográfico, al nuevo recipiente del equipo de destilación y al recipiente del reactor de magnesioterapia (construido también en acero AISI 310) dicho tratamiento térmico con el objeto de prolongar la vida útil de los mismos.

II TRABAJO REALIZADO

II - 1 Análisis metalográfico

Fue realizado el análisis metalográfico no destructivo mediante el empleo de la técnica de réplicas (2) (3), del equipo de destilación y del reactor de magnesioterapia, antes y después del tratamiento térmico de solubilización.

Fueron tomadas en total 16 réplicas.

II.2 Tratamiento térmico

II.2.1.- Equipo de destilación

El tratamiento térmico de puesta en solución de carburos y fase $\sqrt{\text{V}}$ fue realizado llevando el horno a 1100°C y manteniéndolo a esta temperatura durante 1 (una) hora; el enfriamiento fue realizado al aire.

II.2.2.- Reactor de magnesio termia

En este caso, como no era posible calentar todo el recipiente a 1100°C , se intentó calentar la parte inferior (que en principio era más afectada) a esta temperatura. Tampoco fue logrado este objetivo. Sólo pudo llegarse a una temperatura de aproximadamente 1000°C ; se le mantuvo, a esta temperatura, durante 1 (una) hora.

III RESULTADOS

III.1 Equipo de destilación

El análisis metalográfico, previo al tratamiento térmico, fue realizado en diferentes zonas del recipiente (como se indica en la Fig.1). Como es mostrado en las fotomicrografías de las réplicas 1 D - 2 D y 3 D, se observa una precipitación importante de partículas en los límites de grano y en el interior de las mismas. Estos precipitados, fase $\sqrt{\text{V}}$ y carburos de cromo, se formaron durante la operación del equipo. Un hecho a destacar, es la presencia de microfisuras intergranulares en el material base observadas a simple vista y que son mostradas en la fotomicrografía de la réplica 1 D. La fotomicrografía correspondiente a la réplica 4 D, que corresponde a la parte inferior del recipiente, no muestra esta precipitación, debido a que en esa zona la temperatura es unos pocos grados sobre la temperatura ambiente ($\approx 35^{\circ}\text{C}$).

Luego de un primer tratamiento térmico, en el que hubo problemas con el control de la temperatura, se realizó el análisis de microestructura y no se observaron variaciones de la misma. Esto es mostrado en las fotomicrografías de las réplicas 1 DTT y 3 DTT. Luego de realizar un segundo tratamiento térmico (II.2.1.) fue realizado el análisis metalográfico en dos zonas del recipiente (1 y 3 de la Fig.1), y como muestran las fotomicrografías de las réplicas 1 DTT (2) y 3 DTT (2) sólo se observan unos pocos precipitados en borde de grano, consecuencia de la velocidad de enfriamiento.

III.2 Reactor de magnesio termia

El análisis metalográfico, previo al tratamiento térmico, realizado en distintas zonas de calentamiento del reactor (Fig.2) revela:

- Zona superior I

En esta zona que está construída con acero inoxidable tipo AISI 316 (el resto es de AISI 310) presenta una importante precipitación de carburos de cromo en límite de grano, como es mostrado en las fotomicrografías de las réplicas M - 4 y M - 5. En otras palabras este material es sensible, en alto grado, a la corrosión intergranular. (4)

- Zona superior II

En esta zona, construída de acero inoxidable tipo AISI 310, no se observaron cambios importantes en la microestructura. Fotomicrografía de la réplica M1.

- Zona intermedia

En una primera observación, realizada in situ sin la preparación adecuada de las réplicas, una estructura austenítica de borde de granos bien marcados sin presencia de carburos en sus límites. Luego de la preparación de la réplica, la observación detallada de la misma permitió detectar microfisuras intergranulares, muy numerosas y con casos de desgranado. Se observan también fisuras en el cordón de soldadura y una fisura importante, longitudinal, situada entre el cordón de soldadura y el material base; como es mostrado en las fotomicrografías de réplica, M2. Este fenómeno puede estar asociado a una fina precipitación de fase γ en borde de grano.

- Zona III

Una estructura austenítica con abundante precipitación (fase γ y carburos de cromo) en el límite de grano y en el interior de los mismos. Fotomicrografías réplica M3.

El análisis metalográfico realizado posterior al "cuasi tratamiento térmico" muestra una puesta en solución de un número importante de partículas ($\approx 40\%$). Fotomicrografías réplica M3TT.

IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 Equipo de destilación

En el tratamiento térmico realizado, se comprobó que era sumamente difícil alcanzar la temperatura de 1100°C . Por el contrario, la temperatura de 1050°C se alcanza con relativa facilidad. Es así que el horno y el recipiente se mantienen a una temperatura muy elevada durante un tiempo prolongado; situación que no es recomendable.

Por estos motivos y teniendo en cuenta que a la temperatura de 1050°C se obtiene la puesta en solución de

una importante cantidad de precipitados, se recomienda realizar el tratamiento térmico a esta temperatura durante 2 (dos) horas.

IV.2 Reactor de magnesio termia

Es imprescindible realizar ensayos no-destructivos de tintas penetrantes con el objeto de evaluar el grado de fisuración y proceder, en caso necesario, a su reparación.

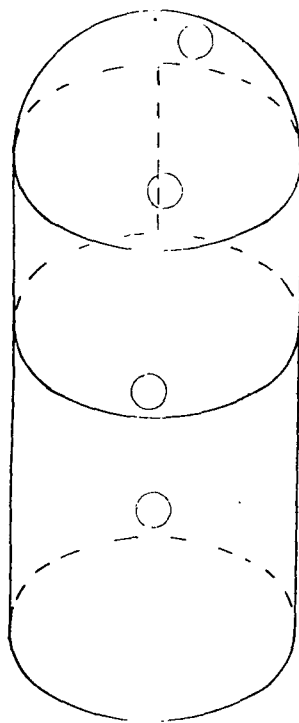
Es necesario realizar, a todo el recipiente, un tratamiento térmico de puesta en solución de los precipitados con el objeto de evitar la continuación del fenómeno de corrosión observado. Dicho tratamiento deberá realizarse a 1050°C durante 2 horas enfriando el recipiente al aire, lo más rápido posible.

V REFERENCIAS

- [1] G. Mathern - J.Lefeure et R.Tricot
Mém.Sci.Rev.Met. 71 - N°12 (1974). 841
- [2] P.A.Jacquet - Rev. Met. 54 N°2 (1957). 127
- [3] P.A.Jacquet - Rev. Met. 55 N°6 (1958). 531
- [4] D . Vassallo - J.Ovejero García - S. Zalcmán
Reunión Anual A.A.T.N. - 1980 - Bariloche - Argentina

EQUIPO DE DESTILACION

Fig 1



3 D
Cordon
1 D
Cordon
2 D
4 D

REACTOR DE MAGNETOCHEMIA

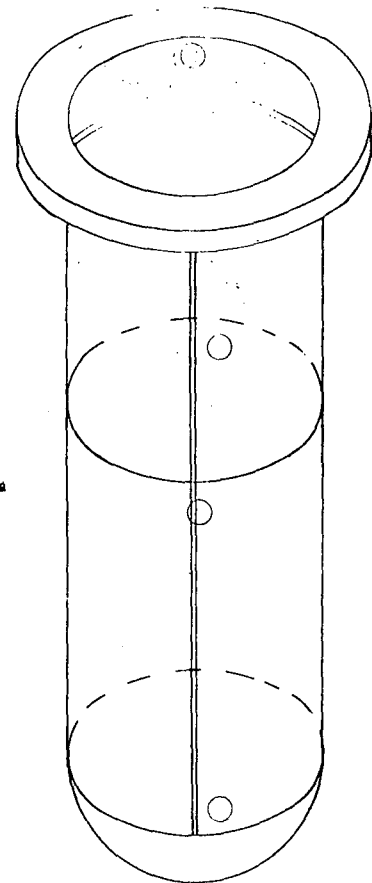
Fig 2

Zona
I Sup.

Zona
II Sup.

Zona
Intermedia

Zona
III Inf.



M 1 - 5

M 1

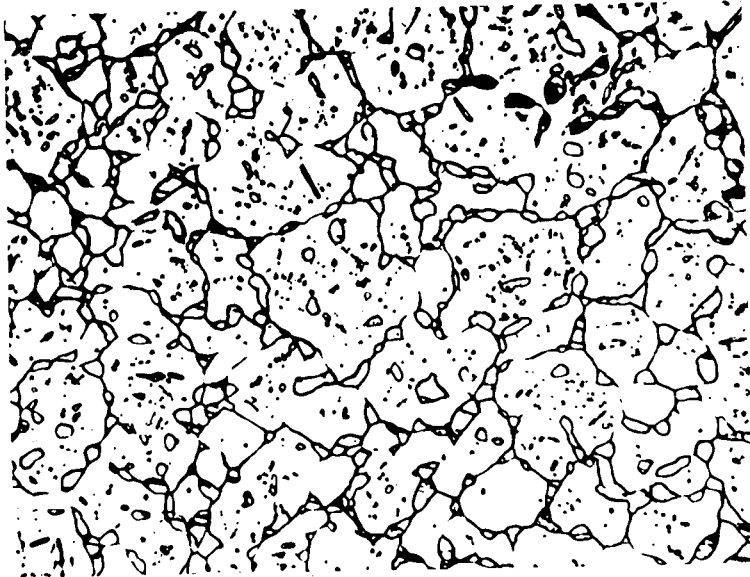
M 2

M 3



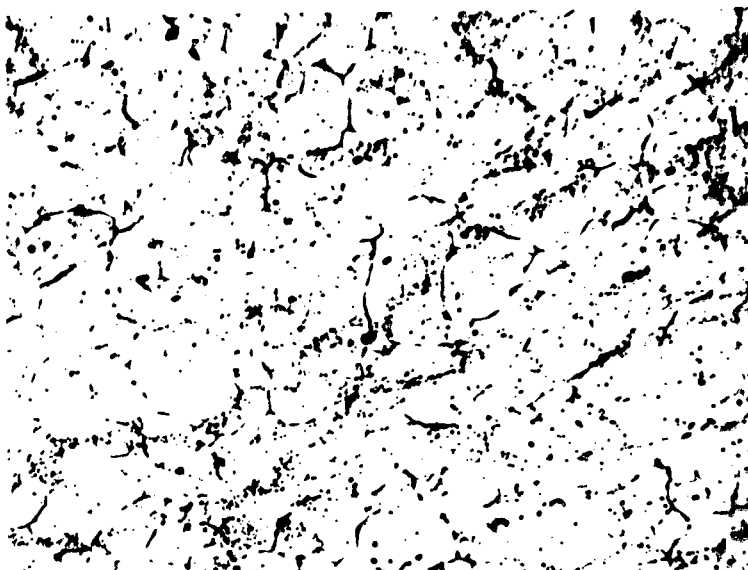
1-D

500x



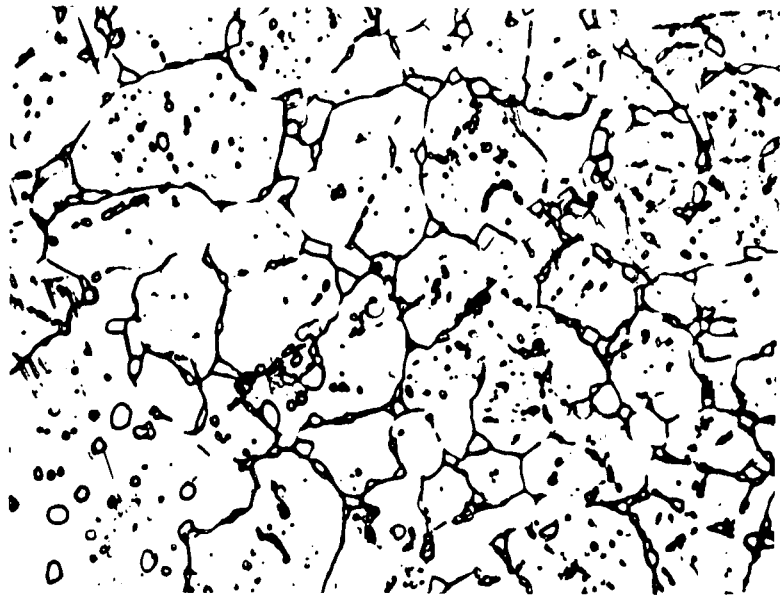
2-D

500x



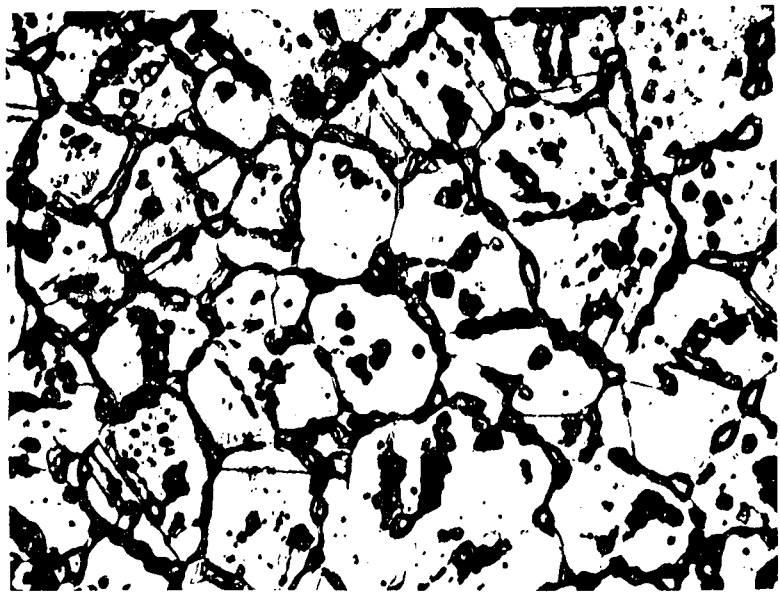
4-D

500x



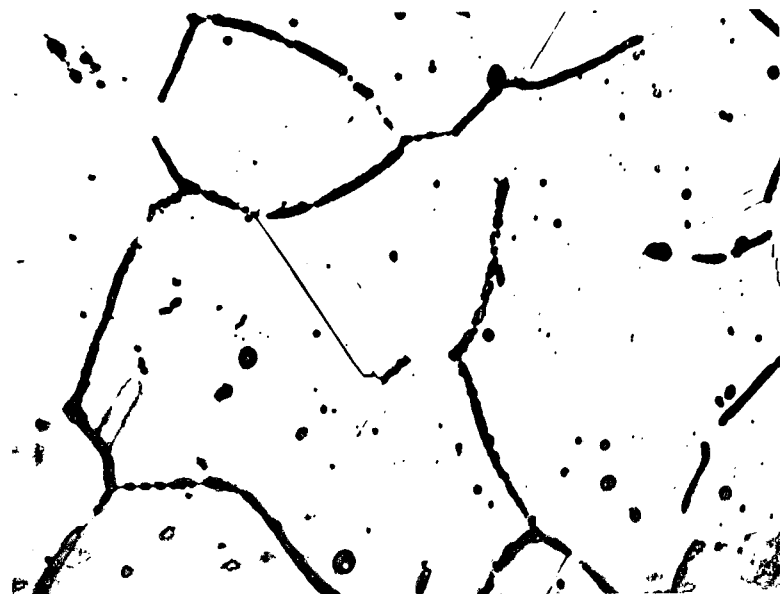
3-D

500x



3-DTT

500x



3-DTT(2)

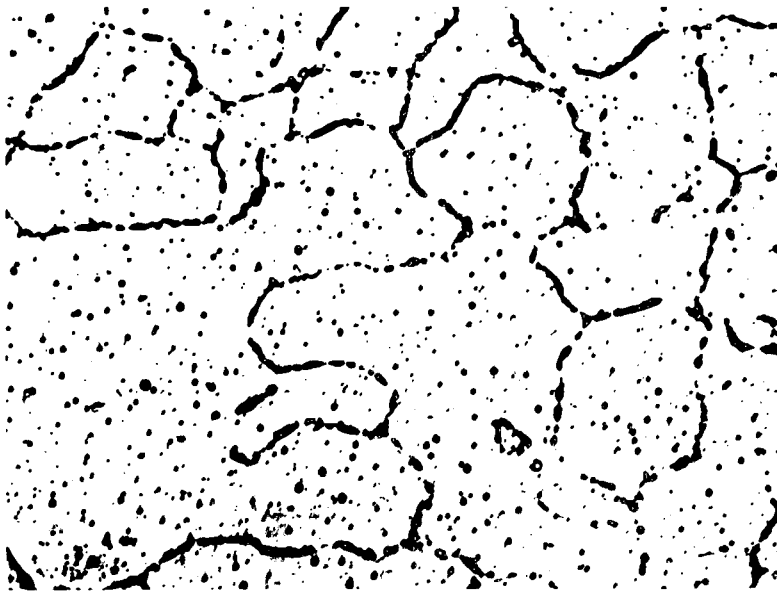
500x

Materil Base



3-DTT

500x

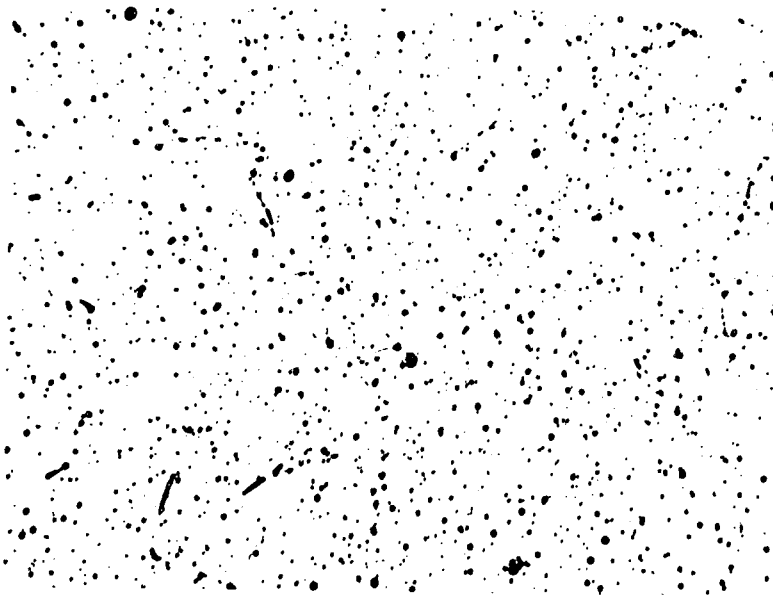


3-DTT(2)

500x

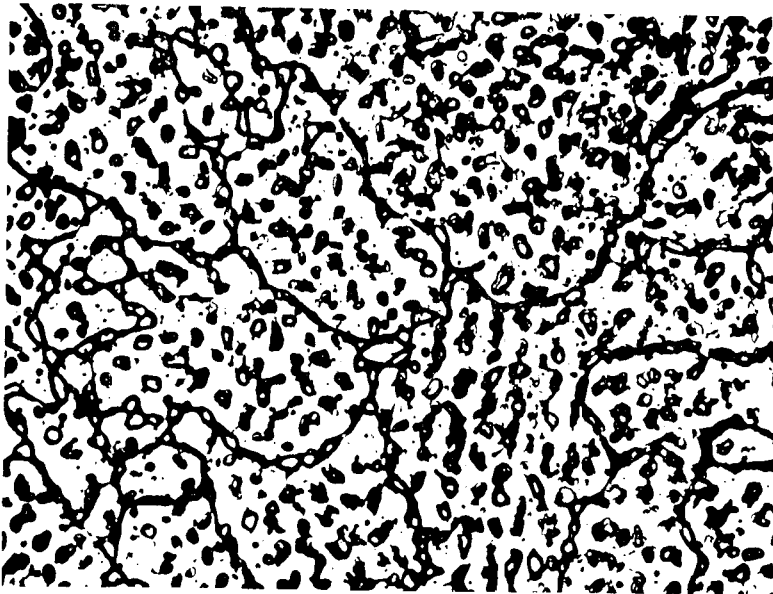
500x

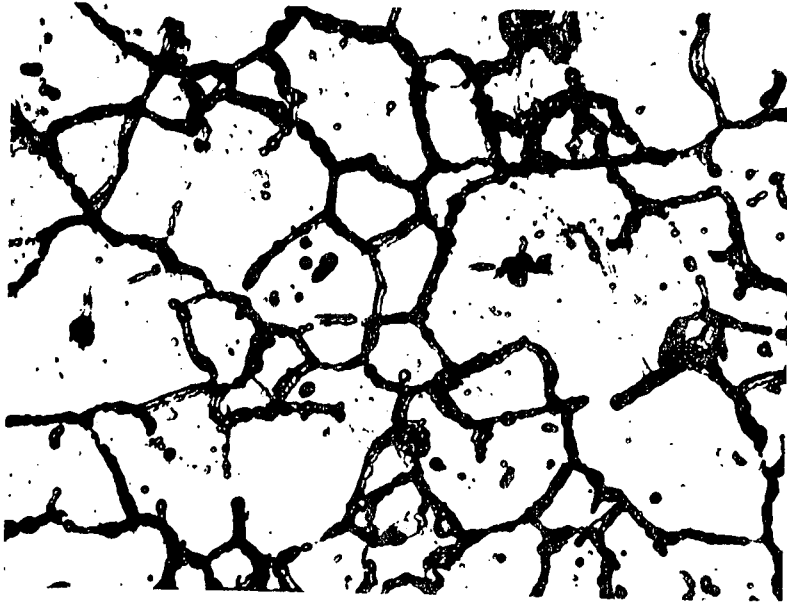
1-DIT(2)



500x

1-DIT

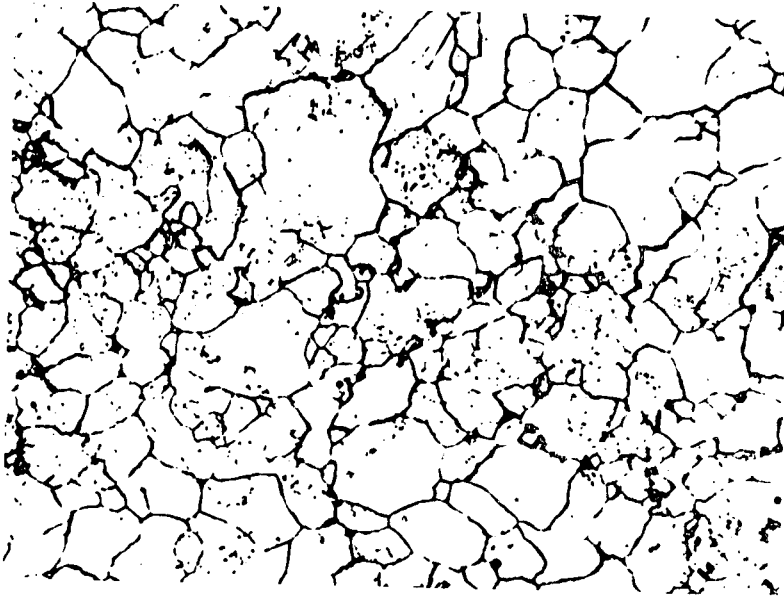




Zona
superior
I

M-4

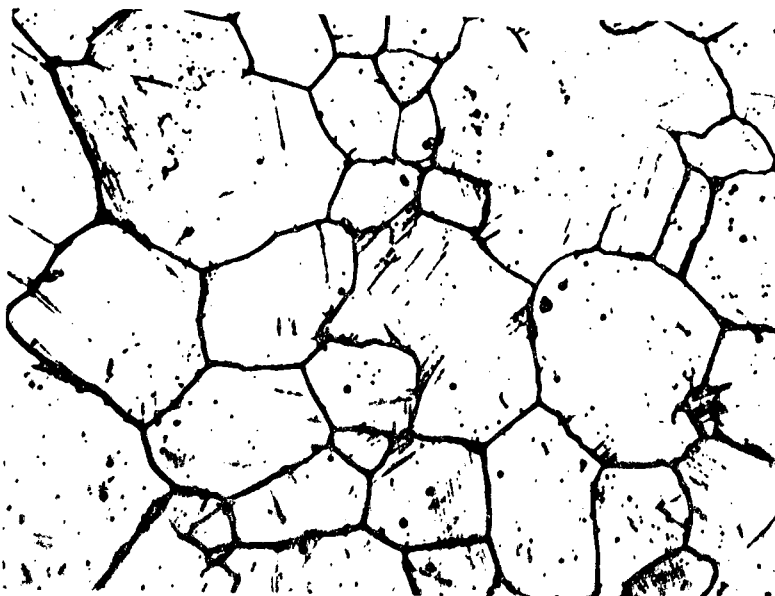
500x



Zona
superior
I

M-5

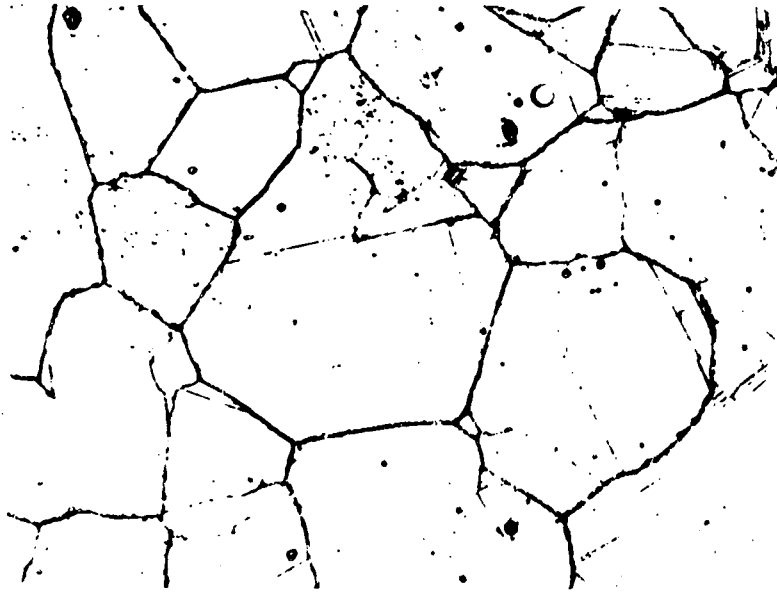
500x



Zona
superior
II

M-1

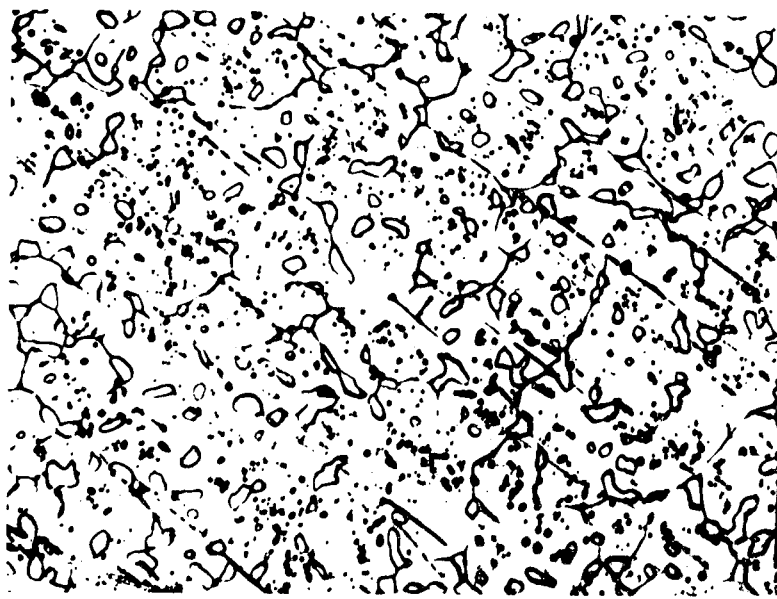
500x



Zona
intermedia

M-2

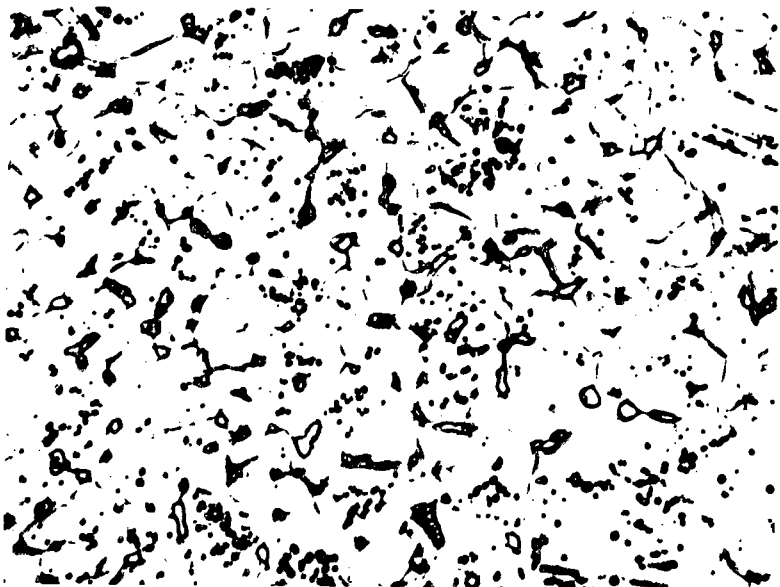
500x



Zona III

M-3

500x

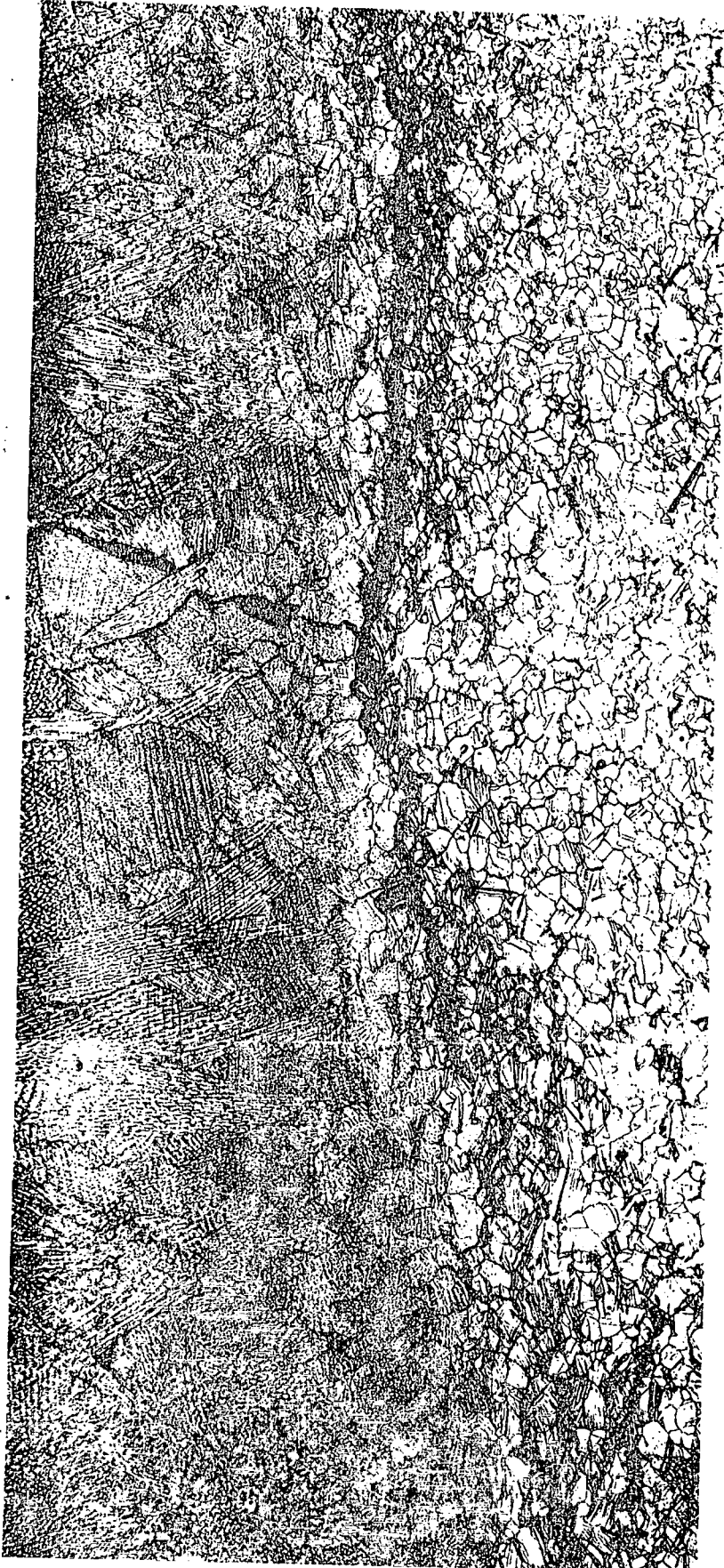


Zona III

M-3TT

500x

Zona Intermedia



M-2'

60x