

**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION**

**PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA
(Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico-OEA)**

ESTUDIO DE LA MAQUINABILIDAD DE UN BRONCE AL 3.7% DE PLOMO

R. Castillo y A.M. Hey

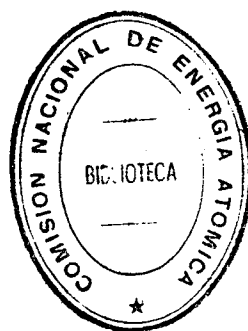
**Gerencia de Tecnología
Buenos Aires-Argentina
1976**

**COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION**

**PROGRAMA MULTINACIONAL DE METALURGIA
(Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico-OEA)**

ESTUDIO DE LA MAQUINABILIDAD DE UN BRONCE AL 3.7% DE PLOMO

R. Castillo y A.M. Hey



**Gerencia de Tecnología
Buenos Aires-Argentina
1976**

ESTUDIO DE LA MAQUINABILIDAD DE UN BRONCE AL 3,7% DE PLOMO

R E S U M E N

Se han evaluado someramente las características de maquinabilidad del bronce al plomo experimental.

Se varió la velocidad y profundidad de corte y se midió la rugosidad del acabado, evaluándose el tipo de viruta producida.

Se determinó un rango de operación óptima para ángulos de corte constantes. Se hacen observaciones sobre la vida de la herramienta.

INTRODUCCION

El uso de aditivos, tales como el plomo, en aleaciones destinadas a ser elaboradas mediante arranque de viruta, tiene efectos adversos en algunas propiedades mecánicas que se han discutido precedentemente. Estos efectos adversos son balanceados por las indudables ventajas que se manifiestan en el maquinado; por ejemplo

- a) Mejor acabado superficial.
- b) Viruta pequeña, la cual facilita la operación en máquinas automáticas.
- c) Mayor vida útil de la herramienta.

Si bien las razones para que ello suceda no están del todo claras existe acuerdo en que una dispersión fina y uniforme de partículas equiaxiales de una sustancia, tal como el plomo, en una matriz de estructura apropiada, contribuye en la forma arriba indicada al mejoramiento efectivo del proceso de maquinado.

Un cierto grado de deformación en frío es ventajoso, aún cuando un exceso puede resultar contraproducente, de la misma manera que la presencia de porosidades, inclusiones abrasivas, estructura inhomogénea, etc., pueden atentar contra la vida útil de la herramienta.

PARTE EXPERIMENTAL

Se emplearon tres velocidades de corte, comunes en los tornos de alta producción. El material fué ensayado con tres avances diferentes para cada una de las velocidades empleadas.

Para cada velocidad y avance se determinó el estado superficial de la muestra ensayada, como así también el tamaño de las virutas.

EQUIPO EMPLEADO

Torno TURRI, modelo 250, distancia entre centros 1500 mm. con una gama de velocidades de 35 a 1500 rpm y avances desde 0,06 a 0,76 mm/revolución.

Rugosímetro HOMMELWERKE MANHEIM - KAFERTAL P 1.

COMPOSICION QUIMICA DEL MATERIAL

Sn = 4,1%

Pb = 3,7%

Zn = 3,6%

Fe = trazas

resto Cu

ESTADO DEL MATERIAL

Se prepararon tres probetas, denominadas a, b, c.

PROBETA a

Fundido en coquilla, diámetro de fundición 38 mm. La estructura de fundición puede observarse en la micrografía de la figura 1.

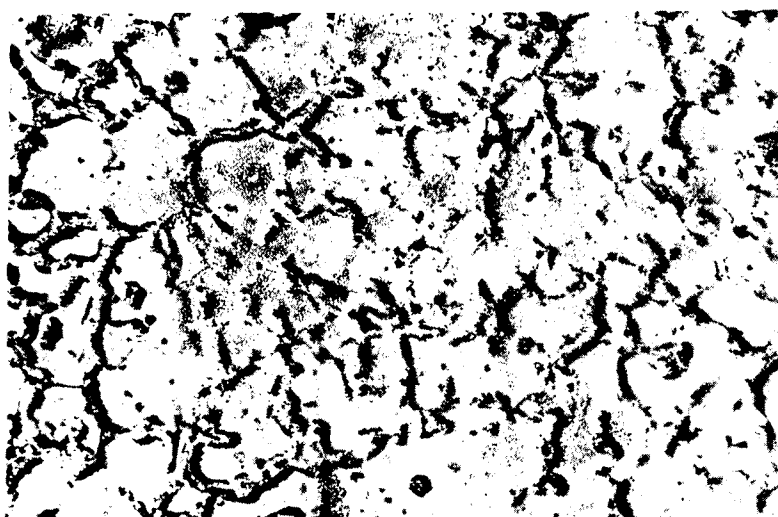


Figura 1 150 x

Se observan dendritas de una solución sólida de fase α . La distribución del plomo es bastante uniforme, presentando éste una forma esferoidal. Dureza del material vickers Hv = 60.

PROBETA b

Fundido en coquilla, homogeneizado a 700°C durante 3 horas. La estructura se observa en la micrografía de la figura 2.

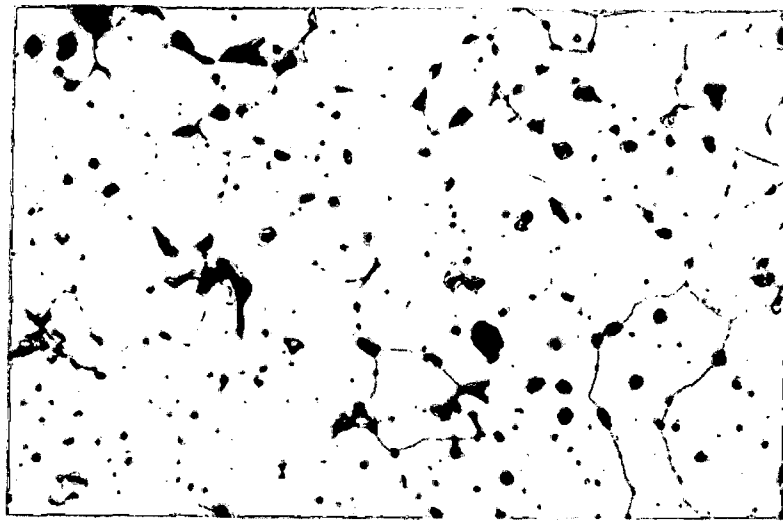


Figura 2 150 x

Se observa una distribución bastante homogénea del plomo, el cual tiende a situarse en los límites del grano.

PROBETA c

El material fué trefilado, realizándose cuatro pasadas. Las dos primeras con aproximadamente 18% de reducción en área y recocidos intermedios; una tercera de un 30% de reducción en área y una última con 17% de reducción en área, sin recocidos intermedios. La deformación total fué de un 63% de reducción en área llegándose a un diámetro final de 14 mm. La dureza del material en este estado es de Vickers Hv = 150.

La estructura del material puede observarse en la micrografía de la figura 3.

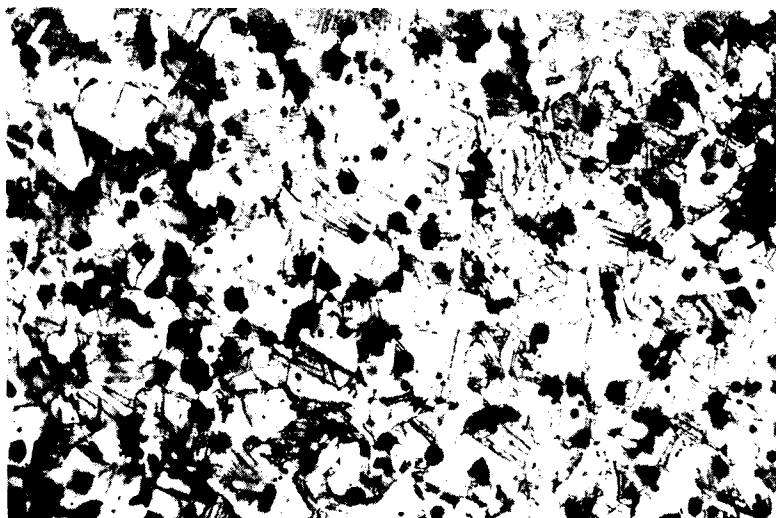


Figura 3 150 x

Se pueden observar las maclas producidas por deformación y por recocido, puede apreciarse también una distribución uniforme del plomo en forma esferoidal.

VELOCIDADES DE ROTACION Y DE CORTE EMPLEADAS

Para cada una de las probetas se emplearon las siguientes velocidades de rotación y avances, las mismas se detallan en el cuadro I

Cuadro I

rpm	avances longitudinales mm / revolución		
580	0,06	0,12	0,24
800	0,06	0,12	0,24
1160	0,06	0,12	0,24

La profundidad de corte, posteriormente a unos ensayos tentativos fue normalizada y mantenida constante en 2 mm. Las velocidades de corte, como así también las secciones de viruta están indicadas en el cuadro II.

Para la determinación de la velocidad de corte, se consideró el diámetro de corte medio

$$\emptyset \text{ medio} = \frac{\emptyset \text{ mayor} + \emptyset \text{ menor}}{2}$$

Para las probetas a) y b) el diámetro medio es igual a 33 mm, mientras que para la probeta trefilada c), resultó ser de 12 mm.

Cuadro II

probeta	vel. de corte m/min.			sec. de viruta mm ²		
a	60	83	120	0,12	0,24	0,48
b	60	83	120	0,12	0,24	0,48
c	22	30	44	0,12	0,24	0,48

La forma y las dimensiones de las probetas utilizadas se muestran en la figura 4. Durante los ensayos se maquinó la mitad de la longitud de cada probeta, es decir 50 mm.

No se empleó ningún tipo de lubricante.

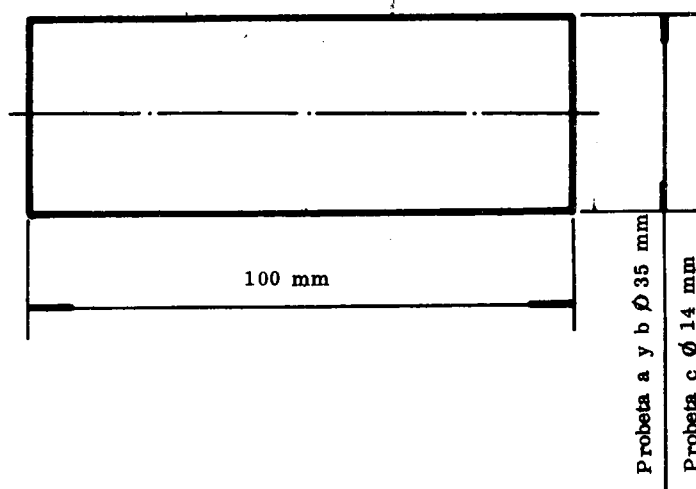
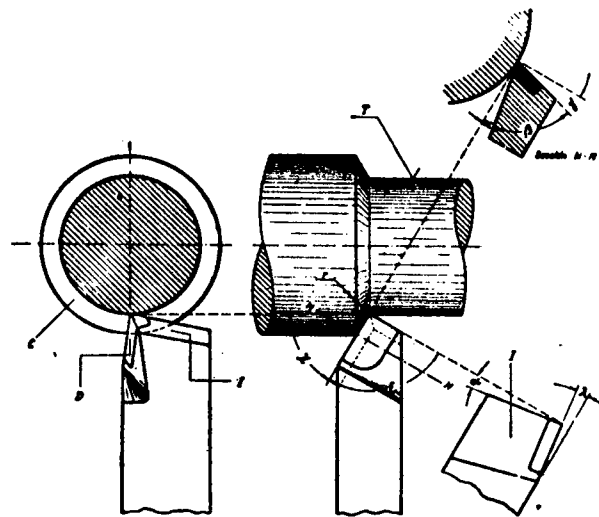


Figura 4

HERRAMIENTA EMPLEADA

Se empleó una herramienta de acero rápido al 18% de cobalto y cuya geometría según normas DIN 768, se detalla en la figura 5.

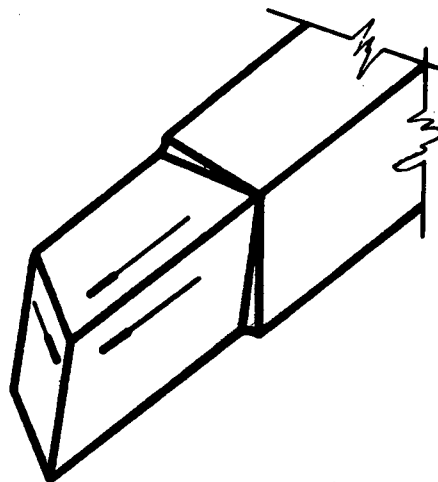


- | | |
|---|--|
| C Superficie de corte | β Angulo de filo |
| D Superficie de desprendimiento | γ Angulo de desprendimiento |
| I Superficie de incidencia | ϵ Angulo de la punta |
| T Superficie de trabajo | λ Angulo de inclinación o de caída |
| α Angulo de incidencia o de des-
talonado | x Angulo de posición o de ataque |
| | r Radio de la punta |

$$\begin{aligned}\alpha &= 6^\circ \\ \gamma &= 1^\circ \\ \lambda &= 90^\circ \\ \beta &= 84^\circ \\ \epsilon &= 75^\circ \\ \lambda &= 90^\circ \\ r &= 0,1 \text{ mm}\end{aligned}$$

Figura 5

Siguiendo las direcciones indicadas en la figura 6, se controló con el rugosímetro HOMMEL la rugosidad de las superficies de trabajo de la herramienta por considerarse que la misma influye apreciablemente en el proceso.



— INDICA SENTIDO DE MEDICION

Figura 6

Los gráficos de la figura 7, corresponden al registro de la rugosidad absoluta R_t . Está registrada también la rugosidad media R_a . En las mediciones fueron empleadas las siguientes escalas.

- $R_t = 3$ En el gráfico corresponde a $3,16 \mu\text{m}$ por centímetro en la escala vertical.
- $R_a = 1$ En el gráfico corresponde a $348 \mu\text{m}$ por centímetro en la escala horizontal.

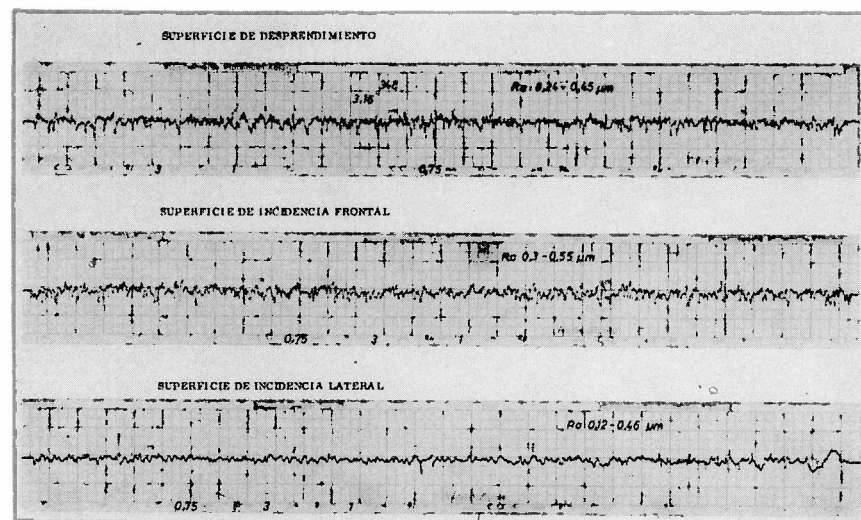


Figura 7

RESULTADOS OBTENIDOS

En las figuras 8a a 8f, se muestran los registros de las rugosidades para las superficies maquinadas en las condiciones mencionadas.

Las escalas empleadas son las siguientes:

$$R_t = 30 \qquad R_a = 10$$

No se ha podido medir la excesiva rugosidad para los avances de $0,24 \text{ mm/rev.}$, debido a que la capacidad del aparato de medición no lo admitía.

En la figura 9, se muestra una comparación entre los distintos avances con la terminación superficial del material. Esta comparación se la ha realizado para una velocidad de corte de 44 m / min. Puede observarse en la zona superior izquierda la terminación superficial para un avance de $0,24 \text{ mm/rev.}$, en la zona central para un avance de $0,12 \text{ mm/rev.}$, y en la zona inferior derecha para un avance de $0,06 \text{ mm/rev.}$

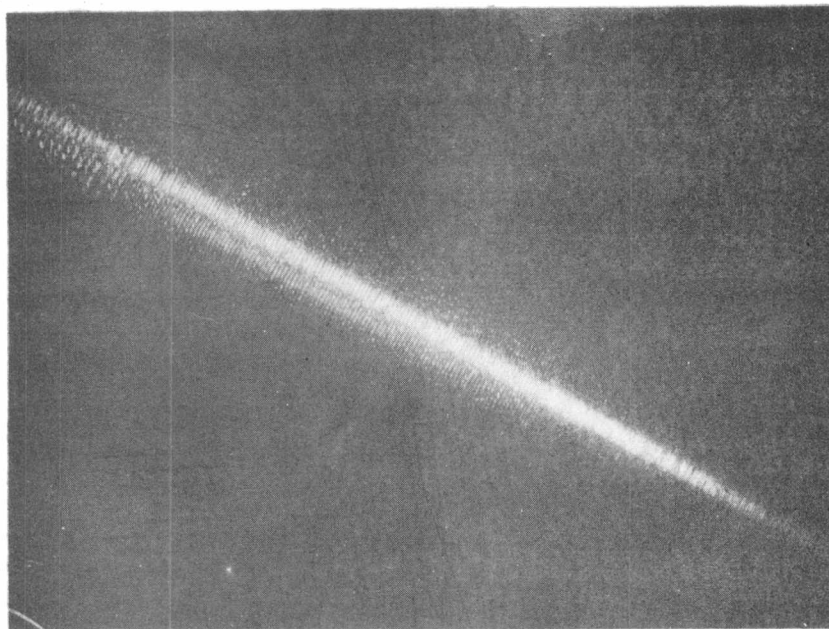


Figura 9

Se ha graficado también la variación de la rugosidad en función del número de revoluciones (figura 10).

Se tomaron macrografías de la superficie de desprendimiento y de la superficie de incidencia frontal de la herramienta (Figs. 11 y 12 respectivamente). Se observa la faceta de desgaste producida por la abrasión del material.

Los distintos tamaños de virutas obtenidos para la probeta c, pueden observarse en las Figs. 13 a a 13i. Se muestra en la Fig. 14 una micrografía de la viruta como observándose en la misma zona de deformación como así también la distribución del plomo.

El material no sujeto a deformación plástica (probetas a y b), presenta una excesiva porosidad que hace irrelevante su consideración en el presente caso.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La figura 10 muestra que los valores de rugosidad superficial no presentan variaciones significativas con el aumento de velocidad y que los valores de rugosidad son aceptables. Se nota una cierta tendencia a mejorar con la velocidad y es de esperar que el uso de este material a velocidades mayores que las aquí usadas no presentará problemas.

En cambio, el tipo de viruta obtenida tiende a empeorar con el aumento de velocidad y solamente se obtienen virutas aceptables a velocidades medias y bajas.

El desgaste que presenta la herramienta es anormalmente alto considerando el escaso tiempo de uso. Habiéndose eliminado una capa superficial, utilizando otra herramienta, previamente al ensayo se considera que el fenómeno es representativo de la masa del material.

Es de esperar que una mejora en la fineza y distribución en las partículas de plomo mejore en algo la tendencia al desgaste (también podrían mejorar las características de la viruta a altas velocidades), pero fundamentalmente debe vigilarse el contenido de inclusiones en particular sílica y sulfuro de zinc que también pueden afectar seriamente las características antifricción de este material.

CONCLUSIONES

El material estudiado presenta resultados aceptables de rugosidad superficial cuando se lo maquina en las condiciones del presente ensayo.

A medianas y bajas velocidades de corte se obtienen virutas aceptables para máquinas automáticas.

Se ha notado un desgaste anormal de la herramienta que podría suprimirse mejorando la distribución de plomo y controlando el nivel de inclusiones.

A G R A D E C I M I E N T O S:

Los autores agradecen la financiación prestada por el Programa Multinacional de Metalurgia de la OEA, para la realización del trabajo.

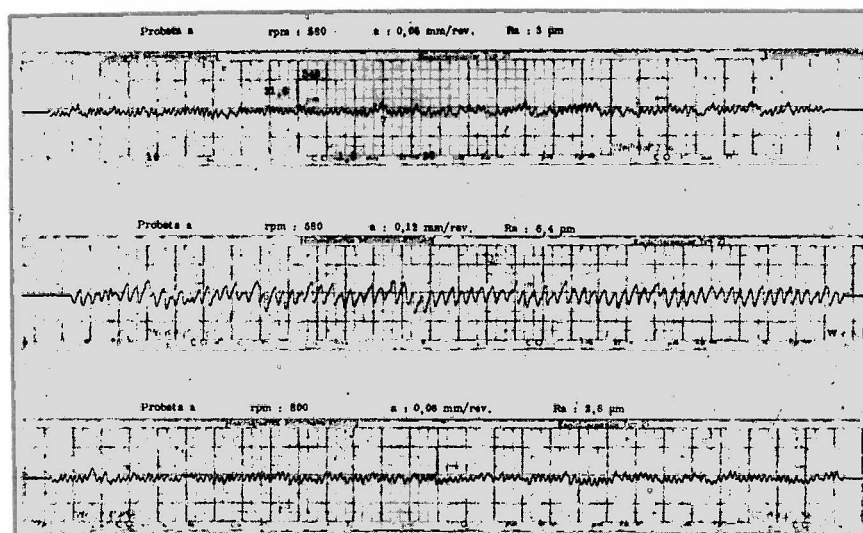


Figura 8 a

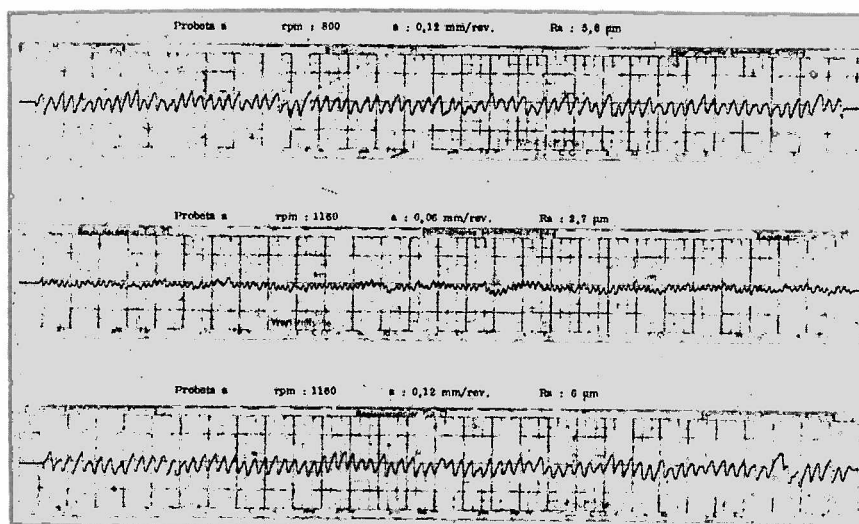


Figura 8 b

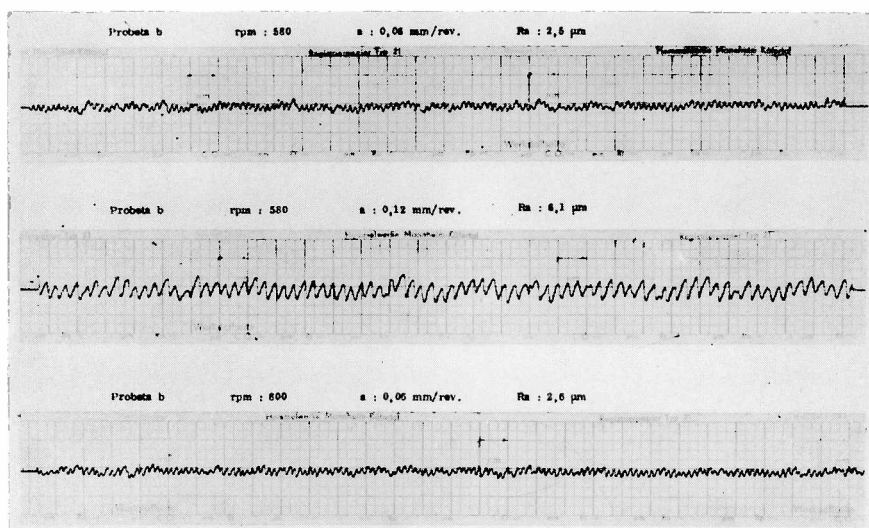


Figura 8 c

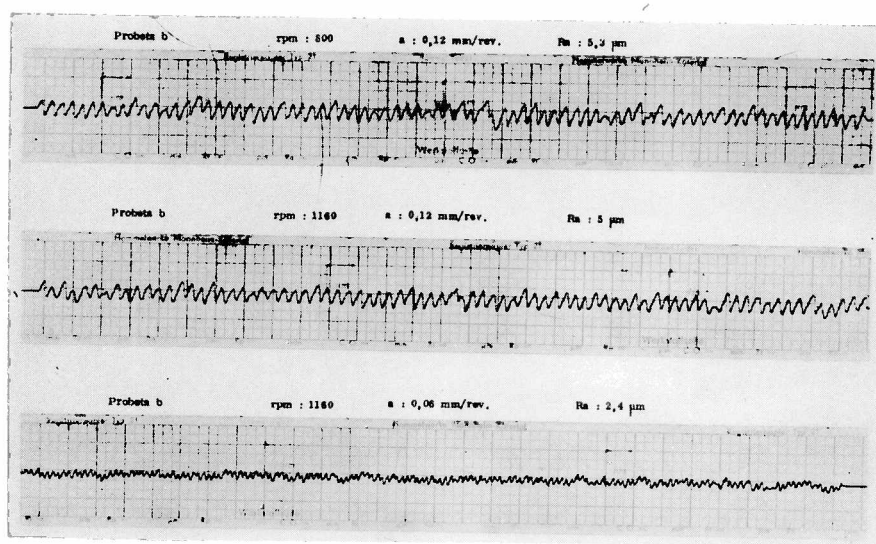


Figura 8 d

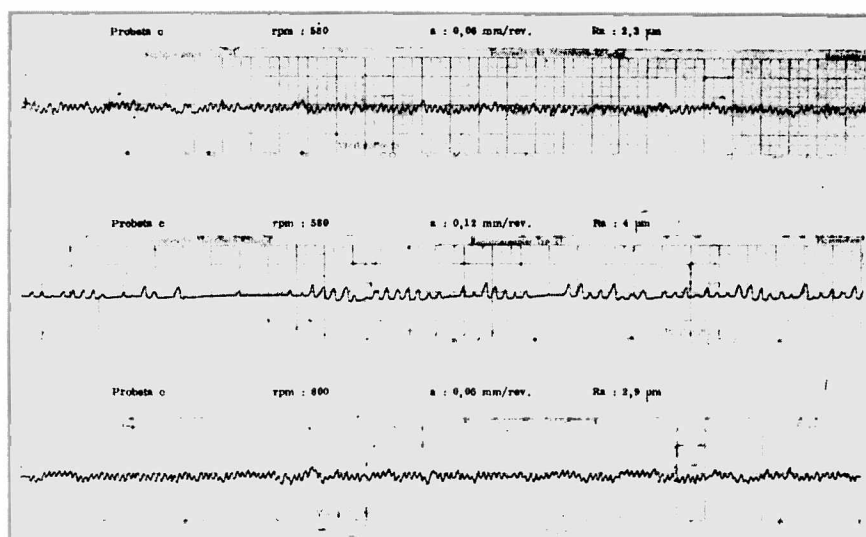


Figura 8 e

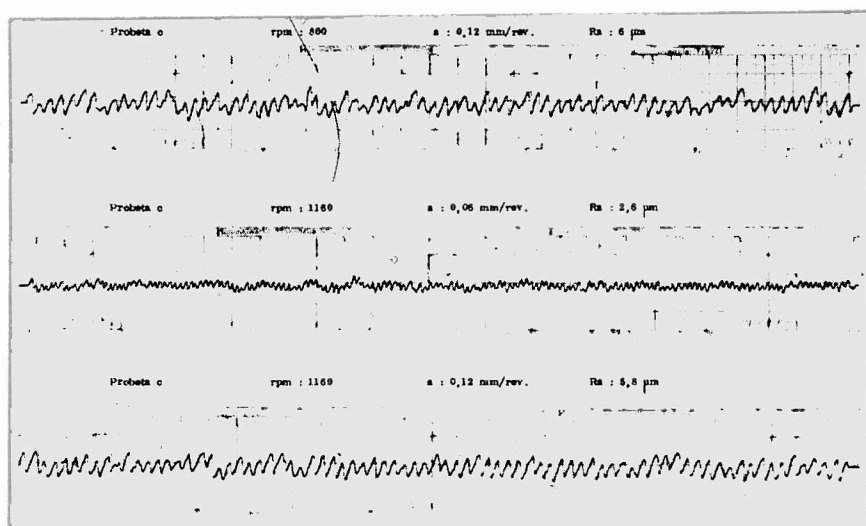


Figura 8 f

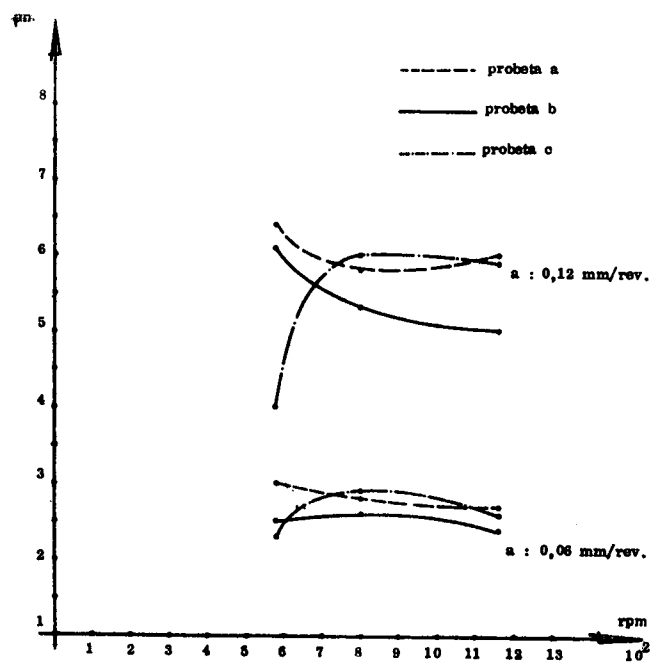


FIG. 10.- Grafica de rugosidad vs. rpm.

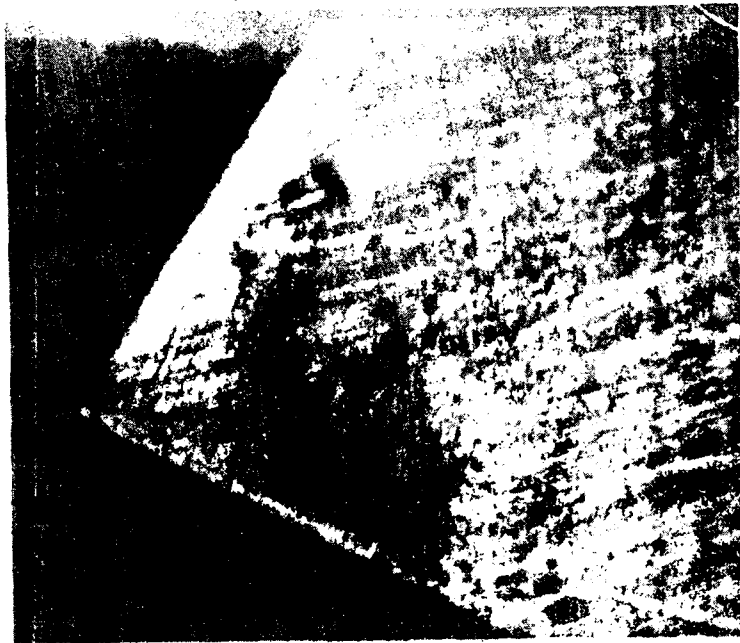


Figura 11 (sup. de desprendimiento)

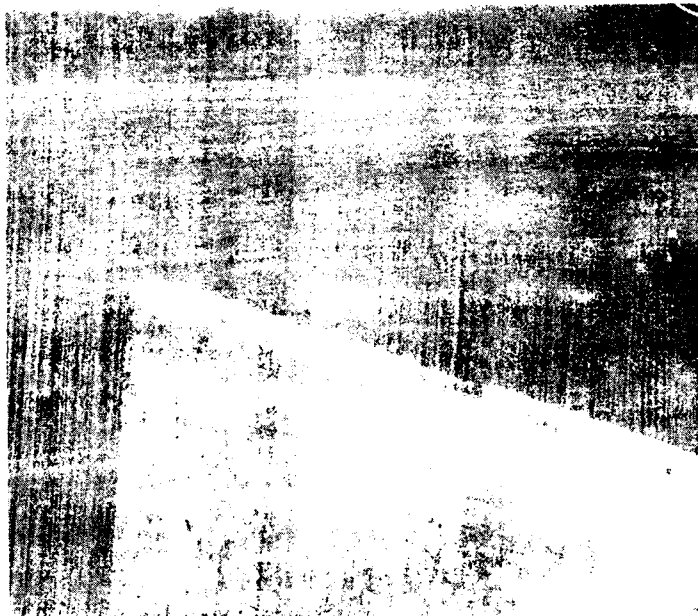


Figura 12 (sup. de incidencia frontal)

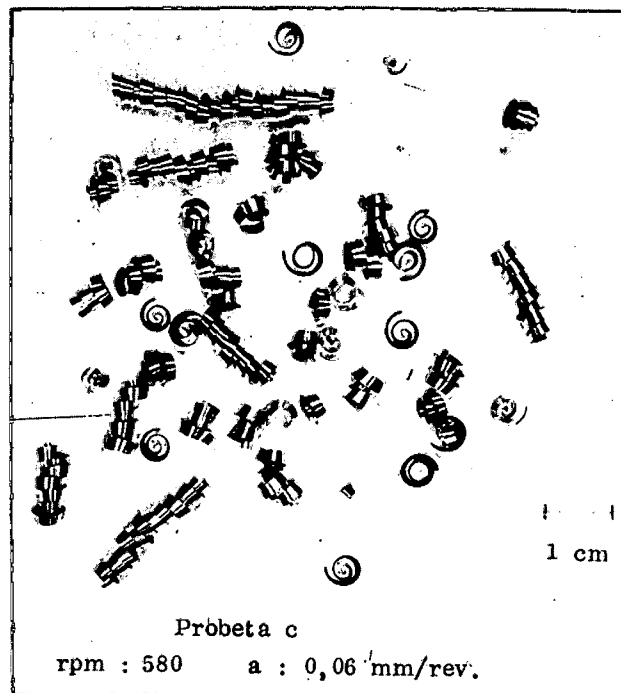


Figura 13 a Ra = 2,3 μ m

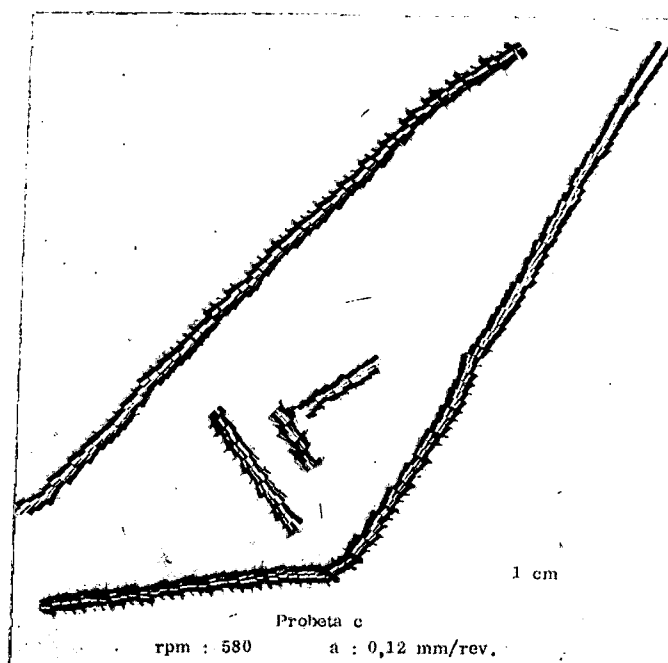


Figura 13 b Ra = 4 μ m

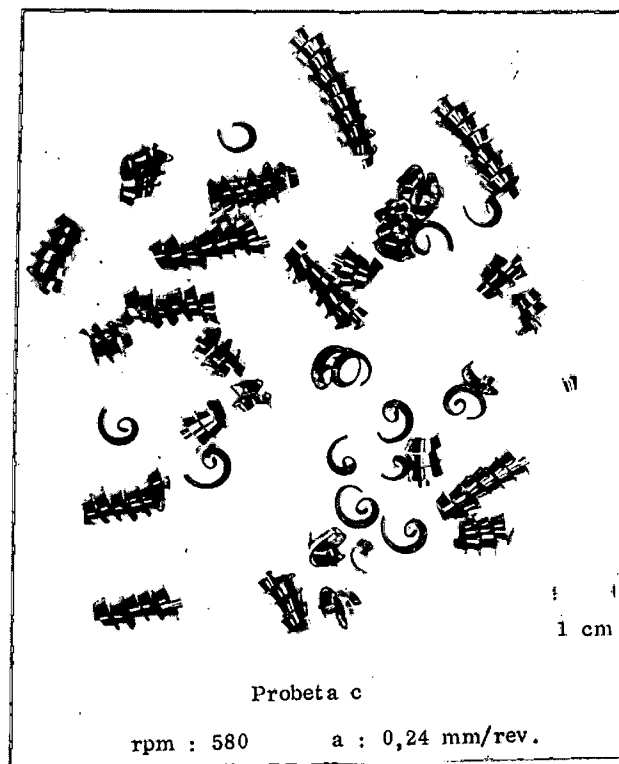


Figura 13 c

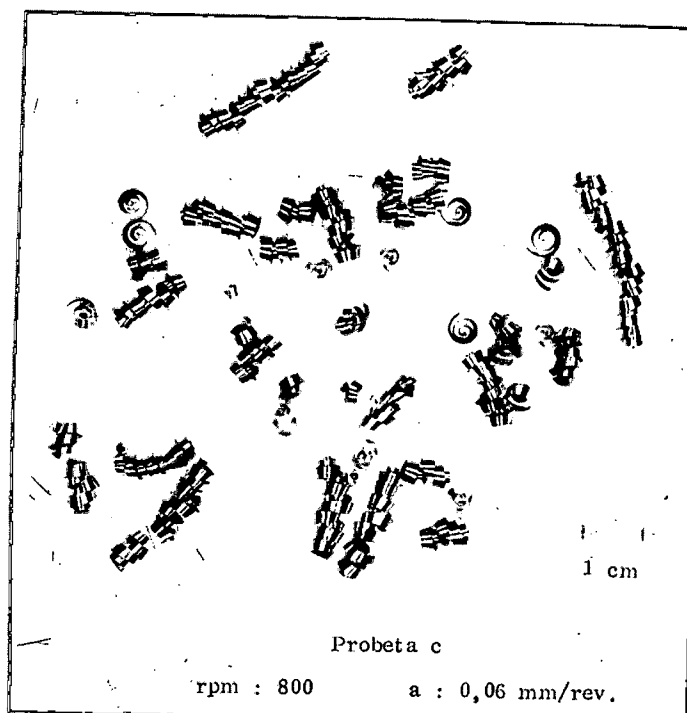


Figura 13 d Ra = 2,9 μ m

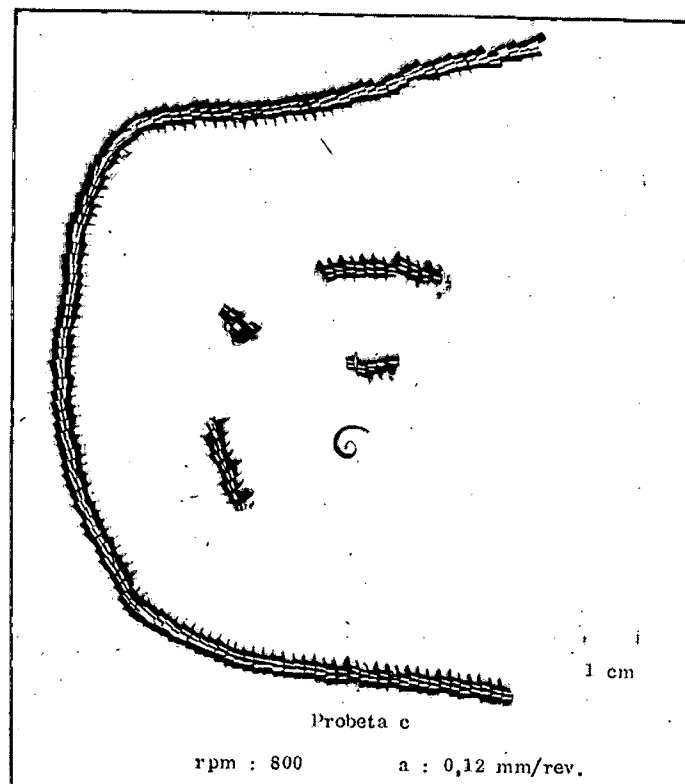


Figura 13 e Ra = 6 μ m

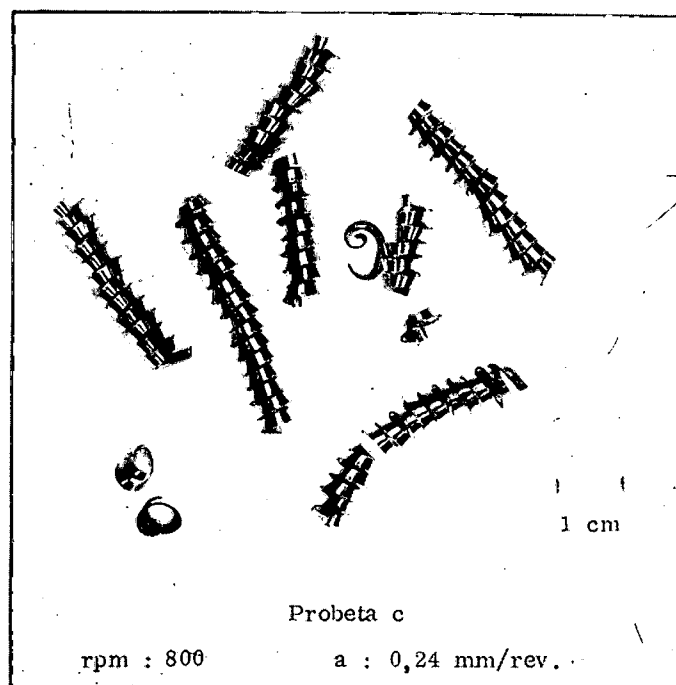


Figura 13 f

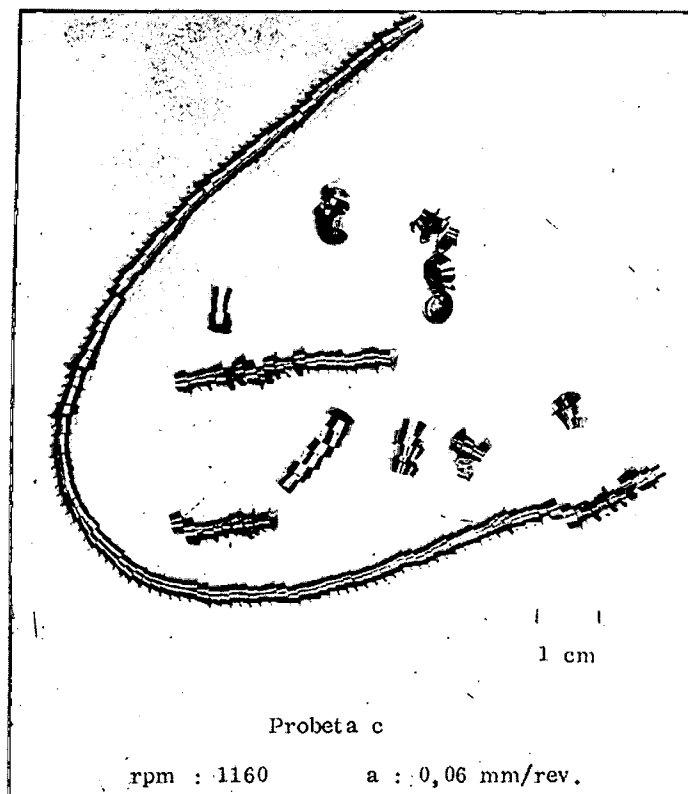


Figura 13 g Ra = 2,6 μ m

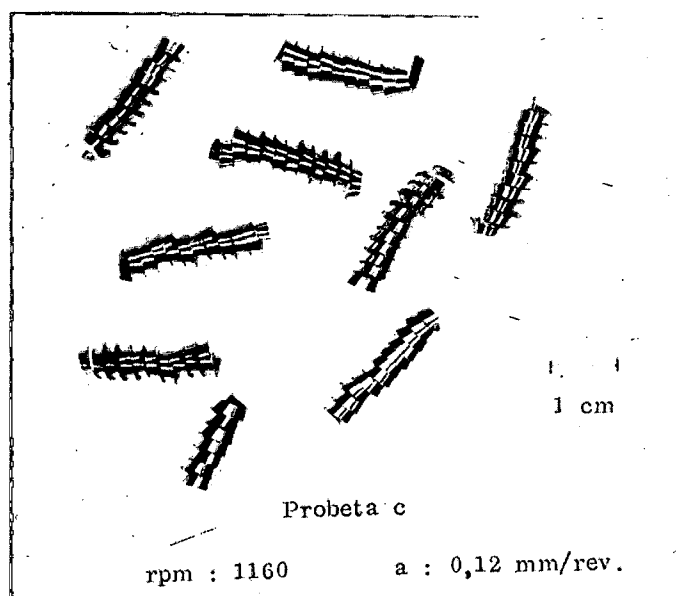


Figura 13 h Ra = 5,8 μ m

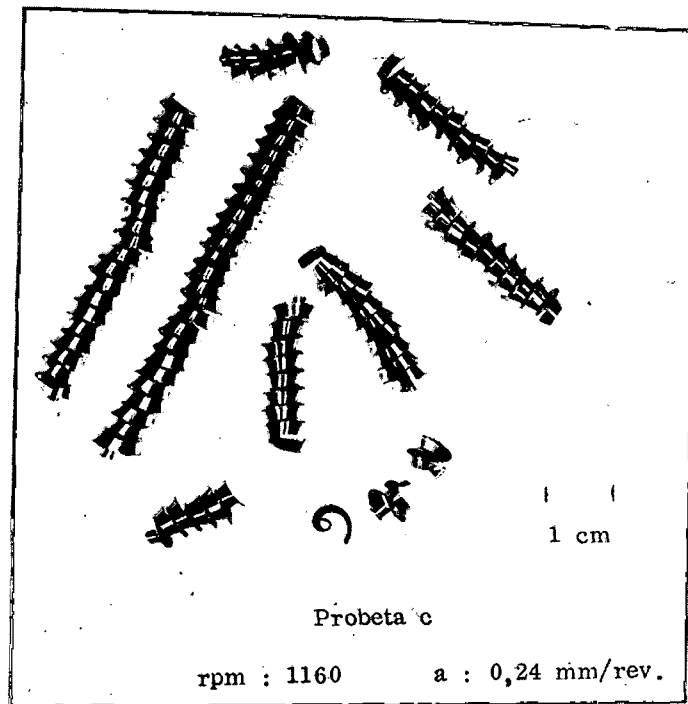


Figura 13 i



Figura 14