

03.76.16

Recuperación por Electrólisis del Cobre de los Líquidos de Lixiviación de la Mena de Malargüe (Mendoza)

A. A. Suñer
J. M. García Bourg

J. N. Gestoso
J. E. López Pardo

DIVISION DESARROLLO DE PROCESOS

XIa. SESIONES QUIMICAS ARGENTINAS
1964

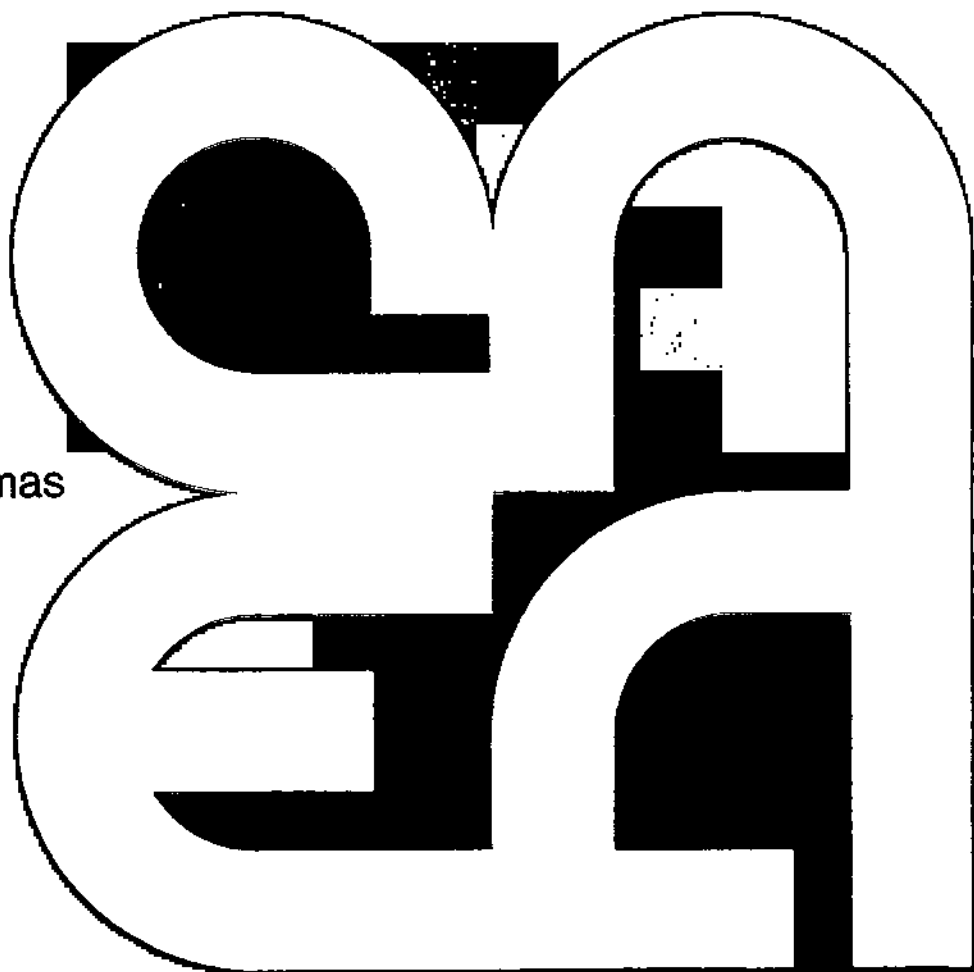
Comisión
Nacional
de
Energía
Atómica

Area
Materias Primas

Servicio
Hidrometalurgia

República
Argentina

Buenos Aires,
Enero 1976



Recuperación por Electrólisis del Cobre de los Líquidos de Lixiviación de la Mena de Malargüe (Mendoza)

A. A. Suñer
J. M. García Bourg

J. N. Gestoso
J. E. López Pardo

DIVISION DESARROLLO DE PROCESOS

XIa. SESIONES QUIMICAS ARGENTINAS
1964

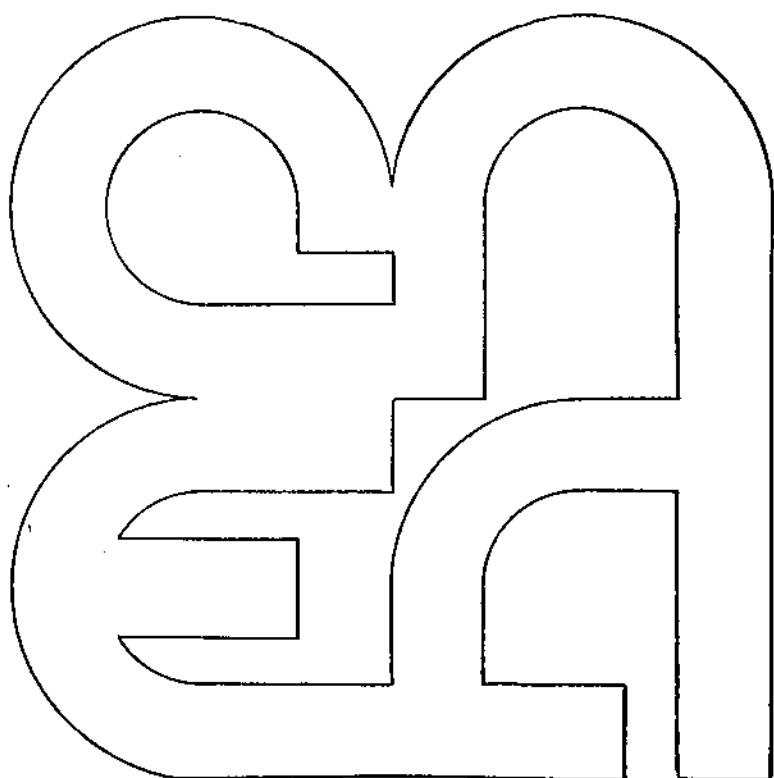
Comisión
Nacional
de Energía
Atómica

Area
Materias Primas

Servicio Hidrometalurgia

República Argentina

Buenos Aires, Enero 1976



"RECUPERACION POR ELECTROLISIS DEL COBRE DE LOS LIQUIDOS
DE LIXIVIACION DE LA MENA DE MALARGUE (MENDOZA)"

I.- INTRODUCCION

II.- EXPERIENCIAS EN CONTINUO

- A. Descripción del Equipo y Condiciones de Operación
- B. Influencia de la Densidad de Corriente
- C. Límite de Agotamiento en Cobre del Electrolito
- D. Tiempo de retención en las Celdas de Electrólisis
- E. Ley en Cobre en los líquidos de Entrada a las Celdas

III.- CURVAS DE POLARIZACION

- A. Objeto del Ensayo
- B. Materiales Empleados
- C. Ensayos Realizados
- D. Resultados Obtenidos

IV. DISCUSION DE LOS RESULTADOS

V. BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

Se describen las experiencias realizadas en continuo con lixiviado sulfúrico de la mena del rubro. A tal efecto se presentan 4 flow-sheets posibles que fueron estudiados experimentalmente y en los que se determinaron los valores más convenientes de las siguientes variables:

- 1.- Densidad de corriente a la que se realiza la electrólisis
- 2.- Mínima ley en cobre de los líquidos agotados
- 3.- Tiempo de retención en las celdas de electrólisis
- 4.- Ley en cobre más conveniente de los líquidos de entrada a las celdas
- 5.- Sobrevoltaje existente con diferentes clases de ánodos y diferentes concentraciones de electrolitos

I.- INTRODUCCION:

Dada la conveniencia de recuperar el cobre como sub-producto, del procesamiento de la mena "Cerro Huelmo - Agua Botada" (Malargüe, Provincia de Mendoza), se estudiaron diferentes líneas de industrialización de dicho metal.-

Una vez determinada la línea de recuperación del cobre por "cementación" (1,2), se iniciaron los ensayos correspondientes a la obtención de un producto final de fácil comercialización y precio competitivo.-

En el presente trabajo, se describen las condiciones de operación para la electrodeposición del cobre, concentrado previamente por cementación.-

La "electrodeposición" del cobre, posee características de operación similares a la "refinación" de este producto, con la sola excepción del empleo de ánodos insolubles, en nuestro caso (3).-

II.- EXPERIENCIAS EN CONTINUO:

Sobre la base de un esquema convencional de producción, fueron ensayadas distintas posibilidades. En el transcurso de este estudio se muestran los resultados obtenidos a través de las experiencias descritas en los gráficos 1, 2, 3 y 4.-

A.- Descripción del Equipo y Condiciones de Operación:

1. Características del Equipo:

Las características del equipo de laboratorio empleado para este estudio son las siguientes:

- a. Número de celdas: 2(dos)
- b. Capacidad de cada celda: 2.200 ml (en régimen)
- c. Dimensiones de las celdas: 35 cm x 6,3 cm x 11,2 cm
- d. Material de las celdas: "Lucite"
- e. Número de cátodos por celda: 3 (tres)
- f. Dimensiones de los "cátodos iniciales": 9 cm x 5 cm x 0,3 cm
- g. Material de los "cátodos iniciales": Cobre electrolítico
- h. Número de ánodos por celda: 3 (tres)
- i. Dimensiones de los ánodos: 8,7 cm x 4,6 cm x 0,5 cm
- j. Material de los ánodos: Plomo + 5 % de Sb.
- k. Distancia entre electrodos: 5 cm

2. Condiciones de Operación:

- a. Circuito eléctrico: mixto
- b. Circulación del electrolito: celdas en paralelo
- c. Recirculación del electrolito: Bombas dosificadoras
- d. Temperatura del electrolito: 28 - 29 °C

B.- Influencia de la Densidad de corriente:

Se hicieron experiencias con densidades de corriente de 1 y 1,5 A/dm². Las condiciones resultantes se pueden ver en los gráficos 1, 2, 3 y 4. En el curso de las mismas, pudo observarse que la densidad de corriente es la causa determinante del límite inferior de la ley en cobre de los líquidos en proceso, y como se verá más adelante, también tiene influencia sobre el rendimiento energético de la operación.-

C.- Límite del Agotamiento en Cobre del Electrolito:

Las posibilidades de agotamiento en cobre del electrolito por electrólisis, son teóricamente ilimitadas, pero las condiciones de operación en la industria exigen imponer un límite, tomando en cuenta los rendimientos energéticos y la calidad de los depósitos. Al mantener la densidad de corriente es decir, la velocidad de depósito constante, se producen cátodos de cobre "quemado", por debajo de cierta concentración límite y condiciones estipuladas.-

Trabajando a una densidad de corriente de 1,0 A/dm², se ha estimado como límite inferior, para la concentración de cobre en el electrolito, 15 g/l, con respecto a las condiciones ensayadas.-

Correspondientemente, para una densidad de corriente de 1,5 A/dm², quedaría fijada la concentración de 199 Cu/l como límite de agotamiento.-

Estos datos son el resultado de experiencias realizadas en continuo y difieren de los valores obtenidos anteriormente a partir de las curvas de agotamiento.-

D.- Tiempo de Retención del electrolito en las celdas:

Se han hecho ensayos a diferentes tiempos de retención (TR) en las celdas. A altos valores de TR no se han observado variaciones apreciables en los sobrevoltajes de concentración.-

Se adjuntan los resultados de ensayos a 1 h y 2 hs de TR en los gráficos 1, 2, 3 y 4.-

La influencia del TR se puede prever teóricamente a partir de los resultados obtenidos en las "curvas de polarización" (ver gráficos 5 a 11).-

E.- Ley en Cobre de los líquidos de entrada a las celdas:

Es ésta una de las variables a determinar para el diseño definitivo de una planta, pero el valor de la misma quedará supeditado a las condiciones de operación que se elijan, influyendo especialmente, la superficie catódica en cada celda, la densidad de corriente, el tiempo de retención de los líquidos, límite de agotamiento de los mismos, etc.-

El dato mencionado se puede obtener, una vez fijadas las características de las celdas industriales y condiciones de trabajo, por extrapolación de los resultados apuntados en los correspondientes "flow-sheets" adjuntos (ver gráficos 1, 2, 3 y 4).-

III.- CURVAS DE POLARIZACION:

A. Objeto del ensayo:

Medir en una electrólisis en régimen los sobrevoltajes correspondientes a diferentes electrodos y diferentes composiciones de electrolitos y de ese modo determinar el rendimiento de la energía eléctrica empleada en la electrólisis. Dicho sobrevoltaje fué medido de las curvas de voltaje aplicado (V_{ap}) densidad de corriente (J) totales de la celda electrolítica.-

Las curvas dichas, fueron determinadas directamente empleando un circuito en potenciómetro como fuente de potencial variable que se aplicaba a una cuba electrolítica donde se medía la intensidad que circulaba a cada valor del potencial aplicado.-

B. Materiales empleados:

1. Los cátodos fueron de cobre electrolítico. En cada serie de experiencias se emplearon ánodos de plomo puro (99,9%); plomo con 5% de antimonio, plomo con 10% de antimonio y plomo con 1% de plata.-

2. Cuba: las electrólisis fueron hechas en vasos de precipitados de 400 ml dentro de los cuales se colocaba una canasta hecha de "lucite" que servía de soporte a los electrodos, de modo de conservar siempre la misma geometría en las diferentes experiencias
[4].-

3. Soluciones ensayadas: su composición está descripta en los gráficos 5, 6, 7 y 8.-

C. Ensayos realizados:

Se determinó la curva de polarización en régimen, es decir se hicieron dos, tres o más series de lecturas $J - V_{ap}$ hasta que dieran valores coincidentes, con cada una de las soluciones y cada uno de los ánodos, empleando siempre cátodo de cobre electrolítico. El volumen del líquido empleado en cada experiencia era tal que el tiempo total empleado en los ensayos producía un depósito de cobre o generaba una cantidad de ácido sulfúrico, inferior al 1% de la cantidad total existente en la cuba.-

D. Resultados obtenidos:

Los resultados se consignan en los gráficos Nos 5 a 11.-

IV.- DISCUSION DE RESULTADOS:

Se observa en las curvas $J - V_{ap}$ de los gráficos 5, 6, 7 y 8 una gran amplitud de los valores. En el gráfico N° 9 se han representado en "bandas" de polarización, donde se han agrupado las curvas correspondientes a una misma composición del ánodo. En estas "bandas de polarización" puede observarse que la correspondiente a ánodos con 1% de plata, es la más empinada y estrecha, es decir doble ventaja pues las electrólisis hechas con estos electrodos consumen menos energía eléctrica, además de producir en menor cantidad el fenómeno de heterogeneidad electrolítica como veremos más adelante.-

Cuando se hace una electrólisis, se deposita cobre en el cátodo y se generan iones hidrógeno en cantidades equivalentes. Si el proceso se hace en una cuba electrolítica con ánodos de Pb con 1% de plata por ej. conectada en serie, se puede representar en las curvas del gráfico N° 5, con una línea horizontal que une la curva que indica la composición del electrolito que entra a la cuba, con la correspondiente a electrolito de salida. Cuando el proceso se hace en paralelo, lo que ahora es constante en la cuba, es el voltaje aplicado (V_{ap}) y la electrólisis se representa ahora con una recta vertical que une las dos curvas de electrolito de alimentación y salida de la cuba. Es decir que con el empleo de las curvas

de polarización podemos hacer un cálculo real del consumo de energía eléctrica en diferentes condiciones de composición de electrolito y tiempo de retención del electrolito en la cuba (a una dada J), con el fin de determinar las condiciones de mínimo consumo de energía, para una dada producción horaria de cobre, que en análisis último es buscar en forma empírica valores mínimos de sobrevoltajes.-

Un ejemplo de como es la variación de V_{ap} en función de la composición de cobre y de ácido sulfúrico a J constante se representa en el gráfico N° 11 que se ha obtenido de los correspondientes en la curva de polarización a J constante y el análogo de J a V_{ap} constante que se representa en el gráfico N° 10. Mediante ese par de gráficos se pueden interpolar valores de V_{ap} ó J para valores de concentraciones de cobre o ácido sulfúrico intermedios de los hechos en las experiencias y que se necesitan como datos para el diseño de equipos.-

- AGRADECIMIENTO -

Se quiere dejar expreso, el reconocimiento a la DIVISION ANALISIS QUIMICOS (Gerencia de Materias Primas), como así también a la DIVISION QUIMICA ANALITICA (Dirección de Investigaciones Científicas), por su amplio espíritu de colaboración demostrado en el transcurso del presente estudio.-

BIBLIOGRAFIA

- 1.- GESTOSO, J.N. y CADIROLA, R.J.C.
"Recuperación del cobre contenido en los líquidos de
lixiviación de los minerales "Cerro Huemul - Agua Botada",
Malargüe, (Pcia. de Mendoza).-
C.N.E.A. - Gerencia de Materias Primas - 1962.-
- 2.- GARCIA BOURG, J.M.
"Informe sobre la modificación propuesta al circuito
Malargüe".-
C.N.E.A. Gerencia de Materias Primas - Octubre 1963
- 3.- BRAY, J.L.
"Non-Ferrous Production Metallurgy"
John Wiley and Sons, N. York - 1959.-
- 4.- ROUSSELOT, R.H.
"Répartition du Potentiel et du Courant dans les Elec-
trolys"
Dunod, Paris - 1959 .-

FLOW-SHEET I — ELECTROLISIS DE COBRE PARA FABRICA "MALARGÜE"

EQUIPO DE LABORATORIO

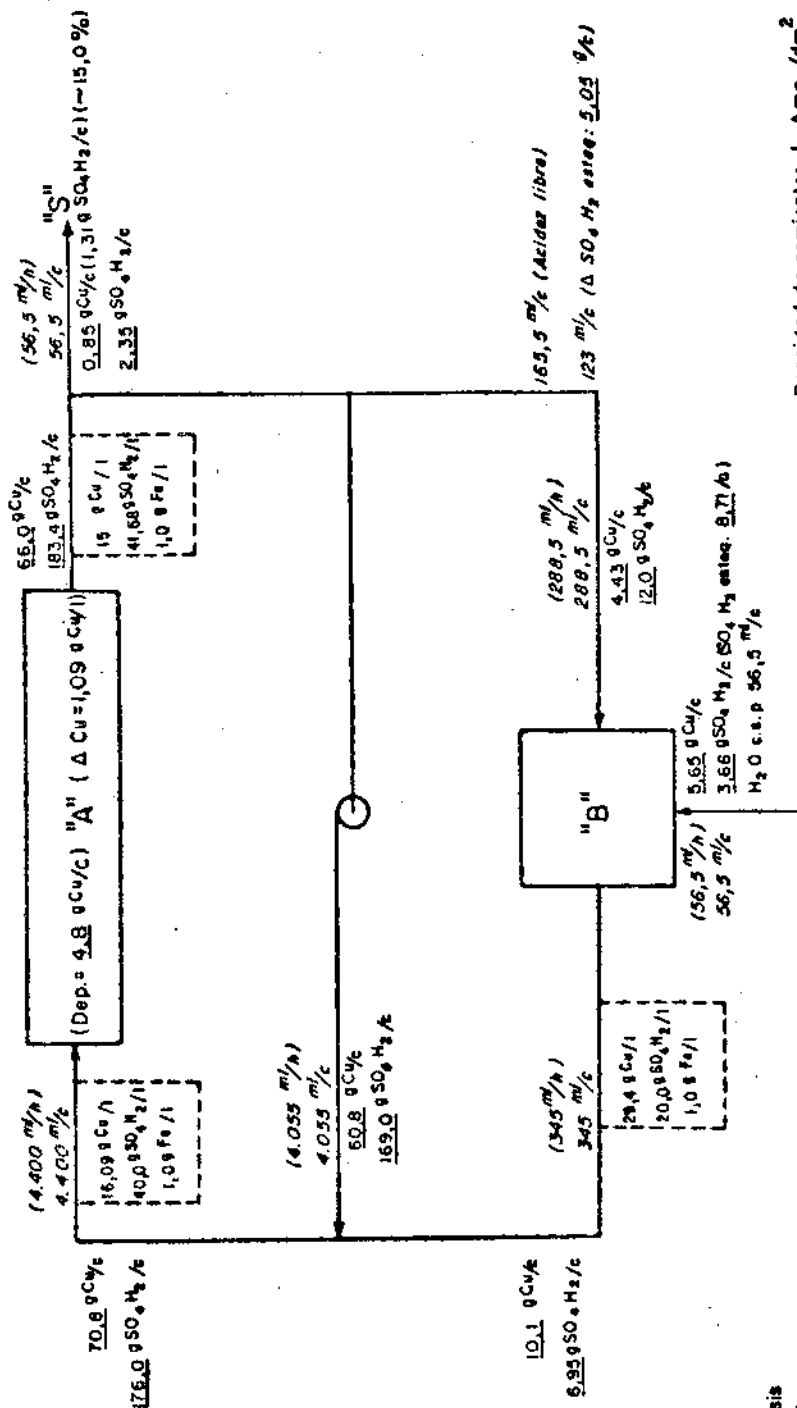
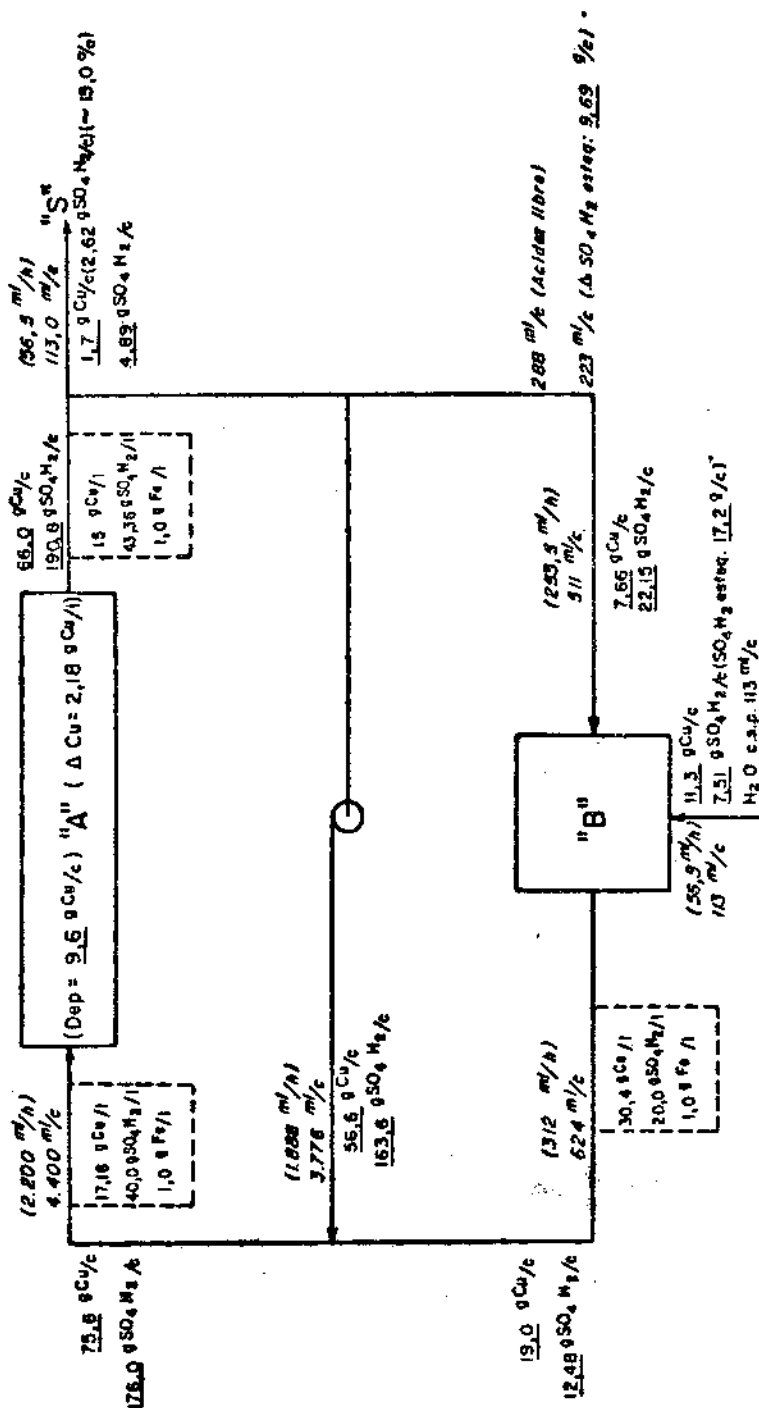


GRÁFICO I

FLOW-SHEET II - ELECTROLISIS DE COBRE PARA FABRICA "MALARGUE"

EQUIPO DE LABORATORIO



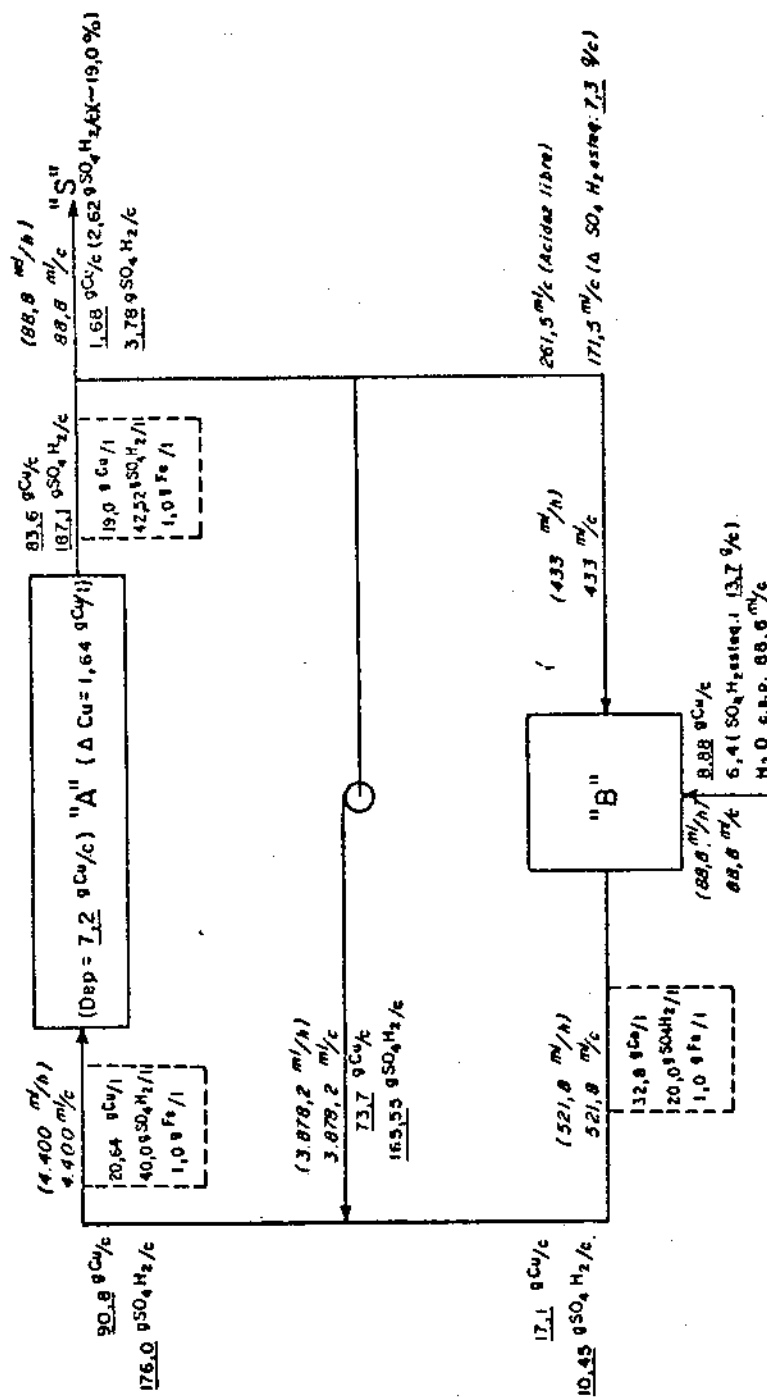
"A" Electrólisis
 "B" Disolución cobre-cemento
 "S" Sangría

Densidad de corriente: 1 Amp./dm²
 Tiempo de retención: 2 horas

GRÁFICO 2

FLOW-SHEET III - ELECTROLISIS DE COBRE PARA FABRICA "MALARGÜE"

EQUIPO DE LABORATORIO

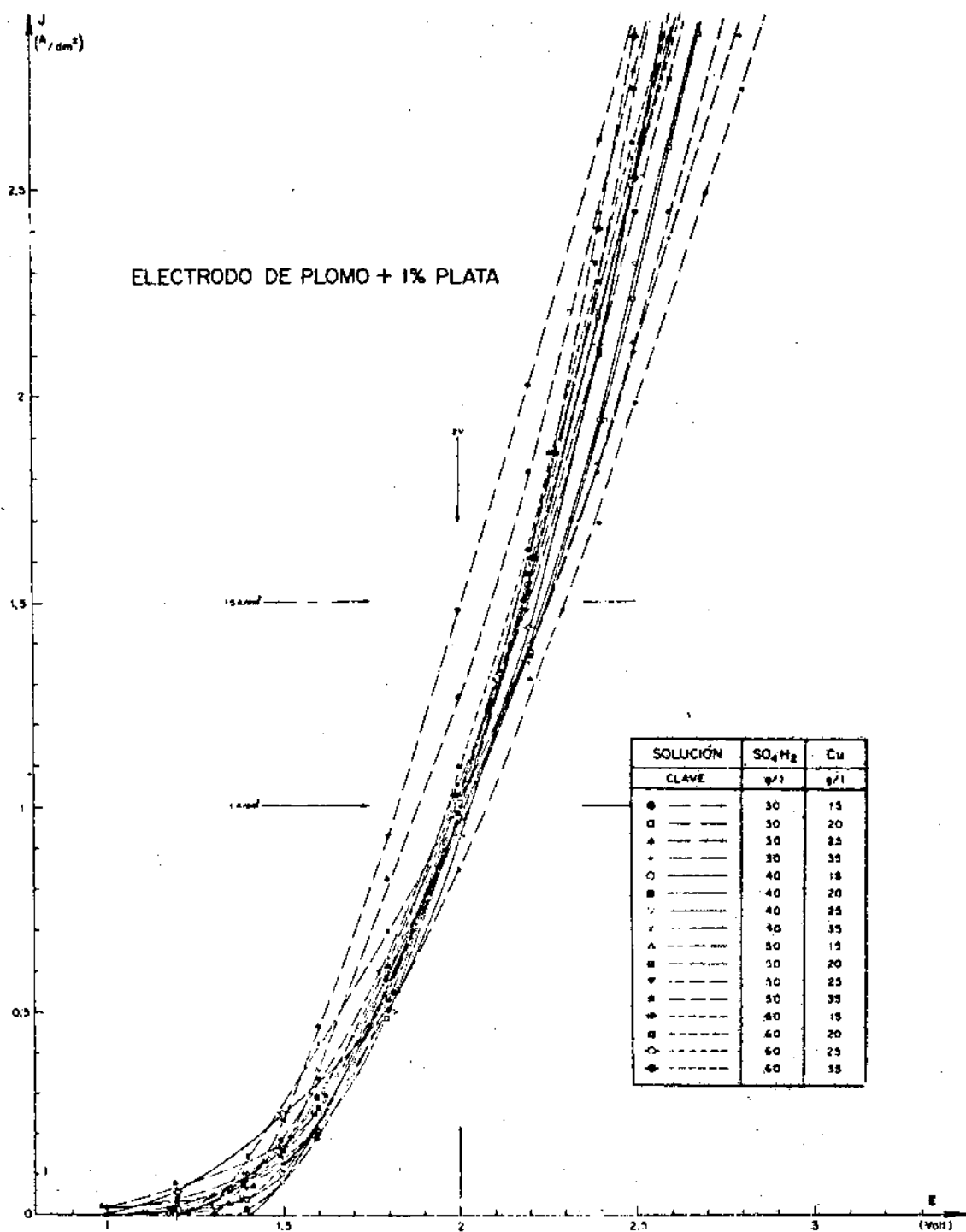


"A" Electrolisis
 "B" Disolución cobre-cemento
 "S" Sangría

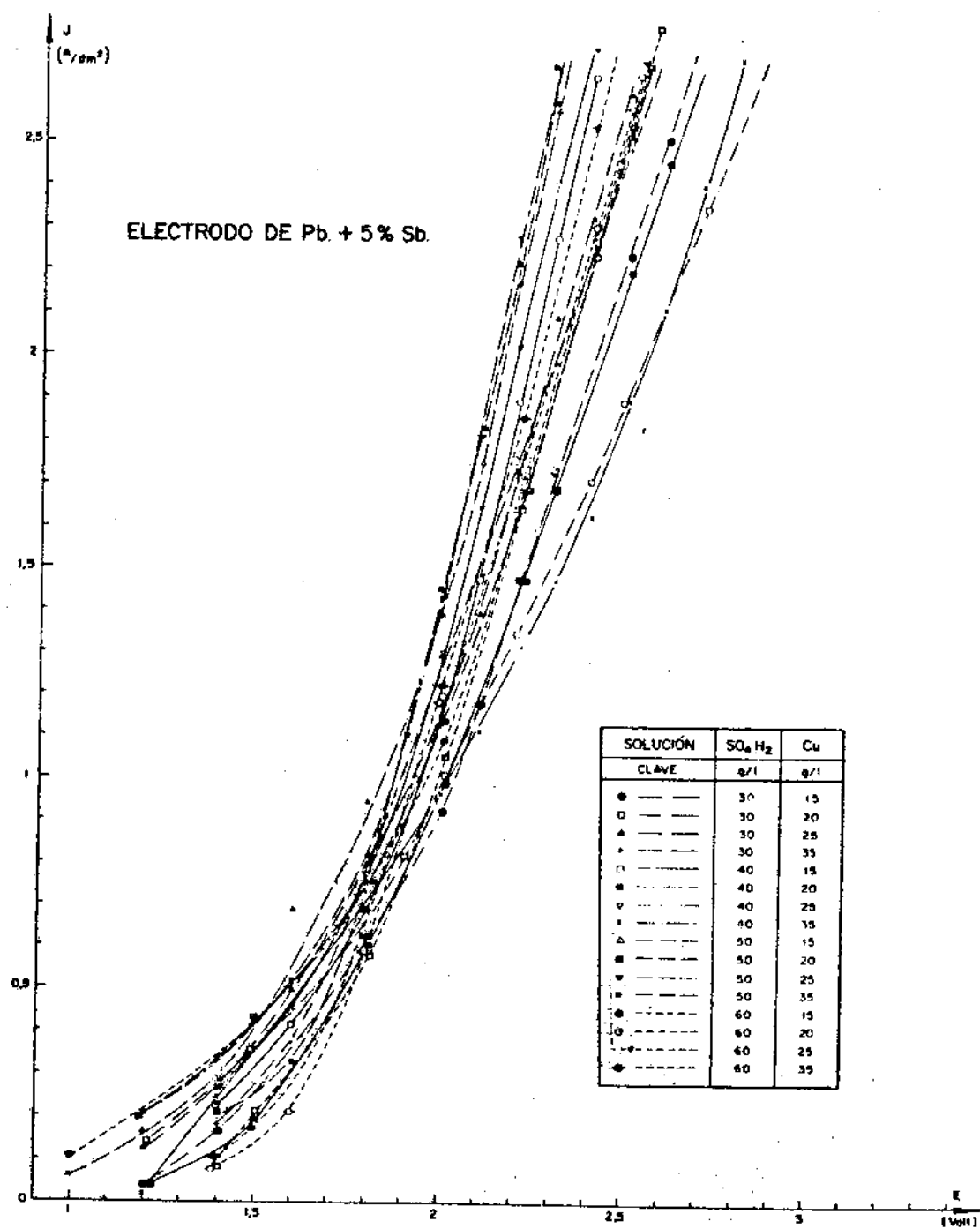
Densidad de corriente: 1,5 Amp./dm²
 Tiempo de retención: 1 hora

GRÁFICO 3

CURVAS DE POLARIZACIÓN



CURVAS DE POLARIZACIÓN



CURVAS DE POLARIZACIÓN

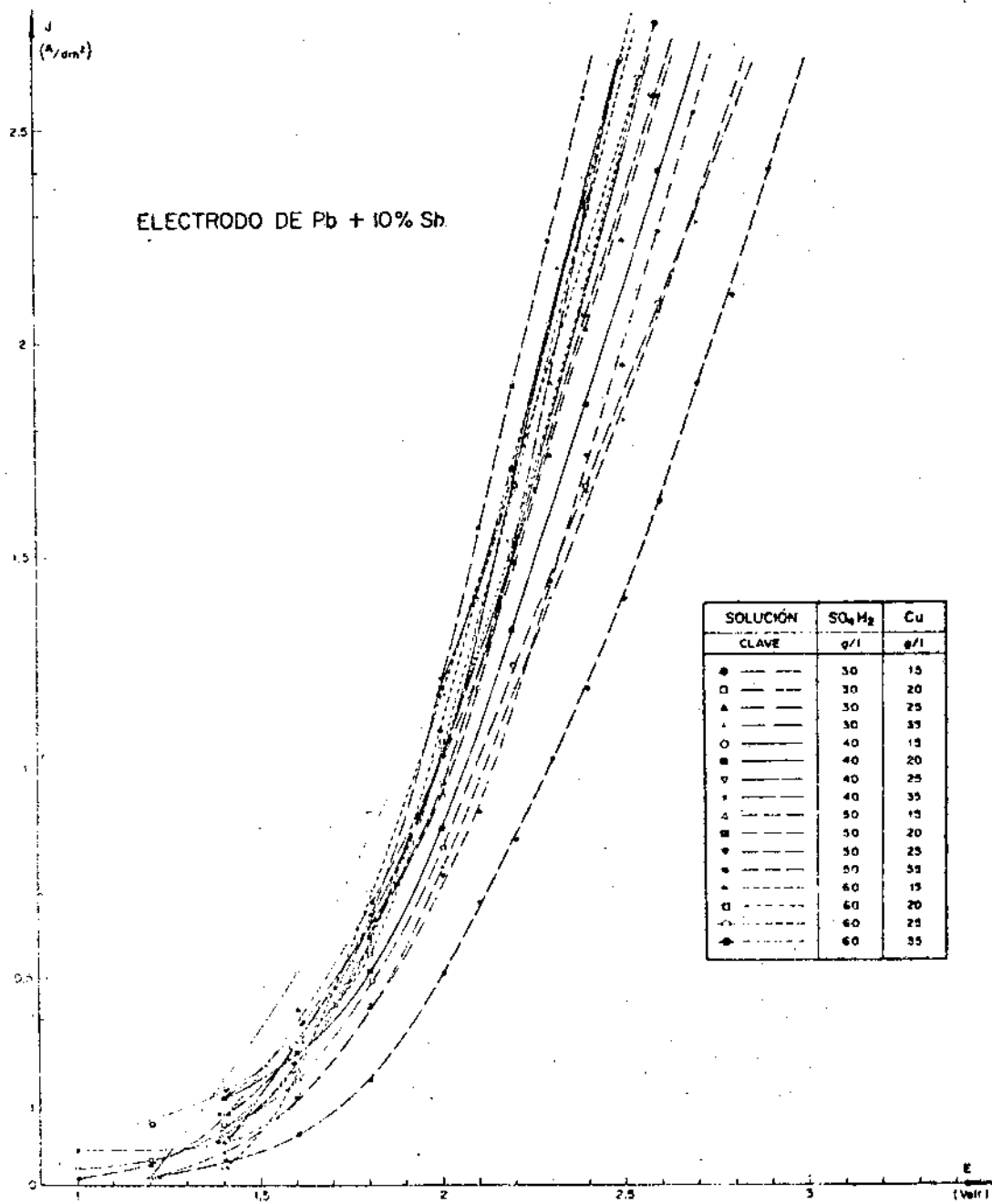


GRÁFICO 7

CURVAS DE POLARIZACIÓN

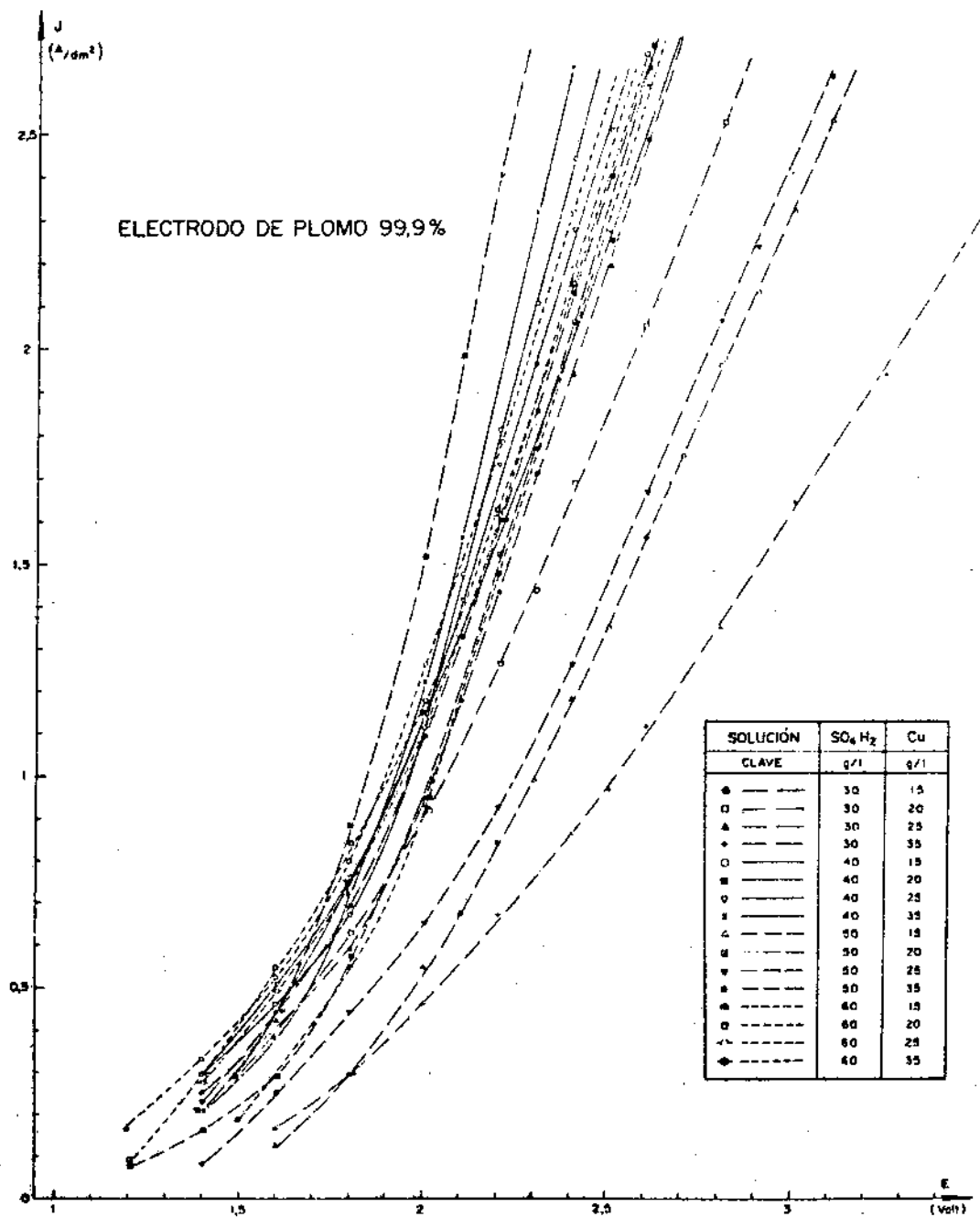


GRÁFICO B

'BANDAS' DE CURVAS DE POLARIZACIÓN EN FUNCION DE LA COMPOSICIÓN DEL ÁNODO

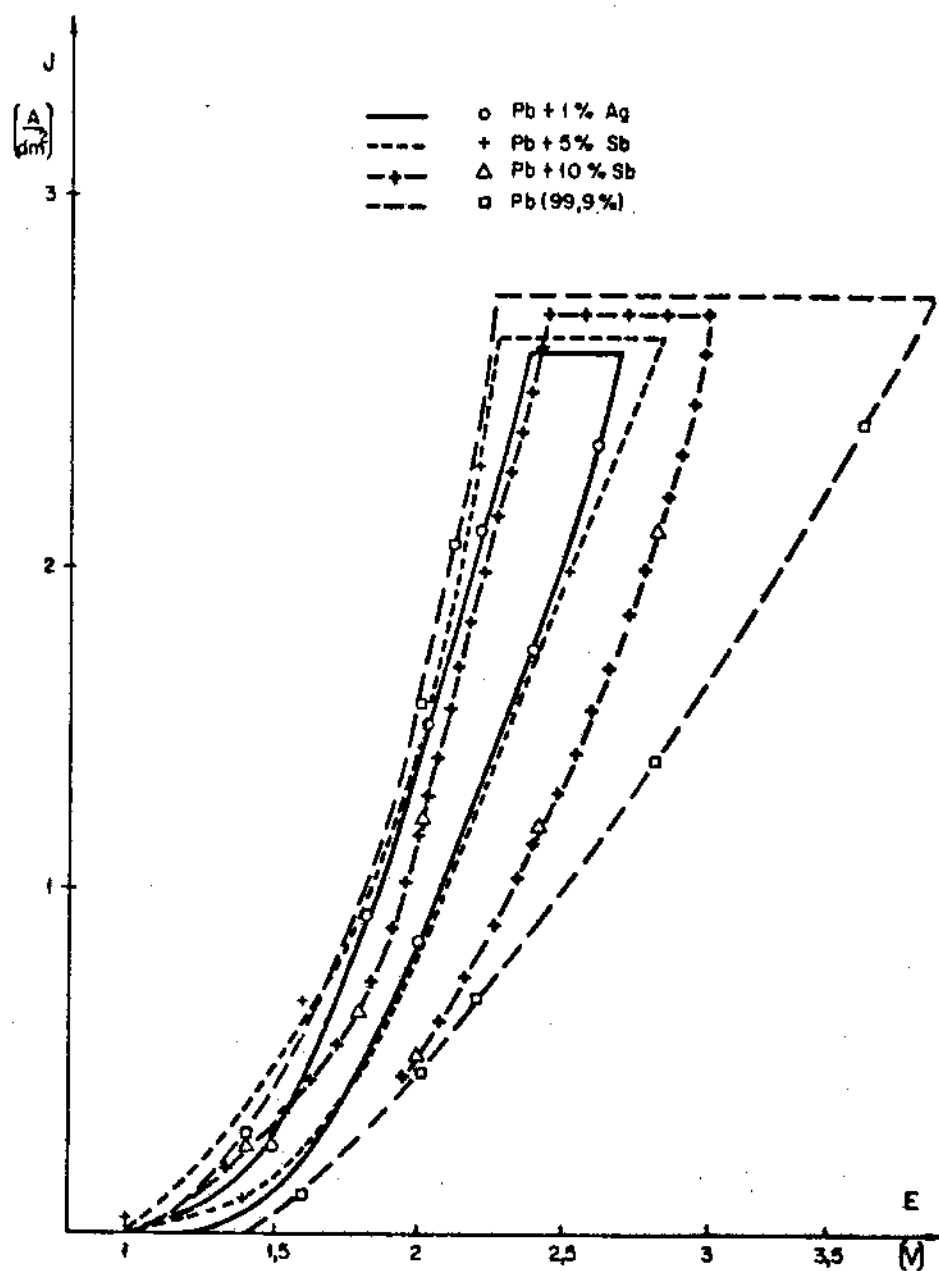
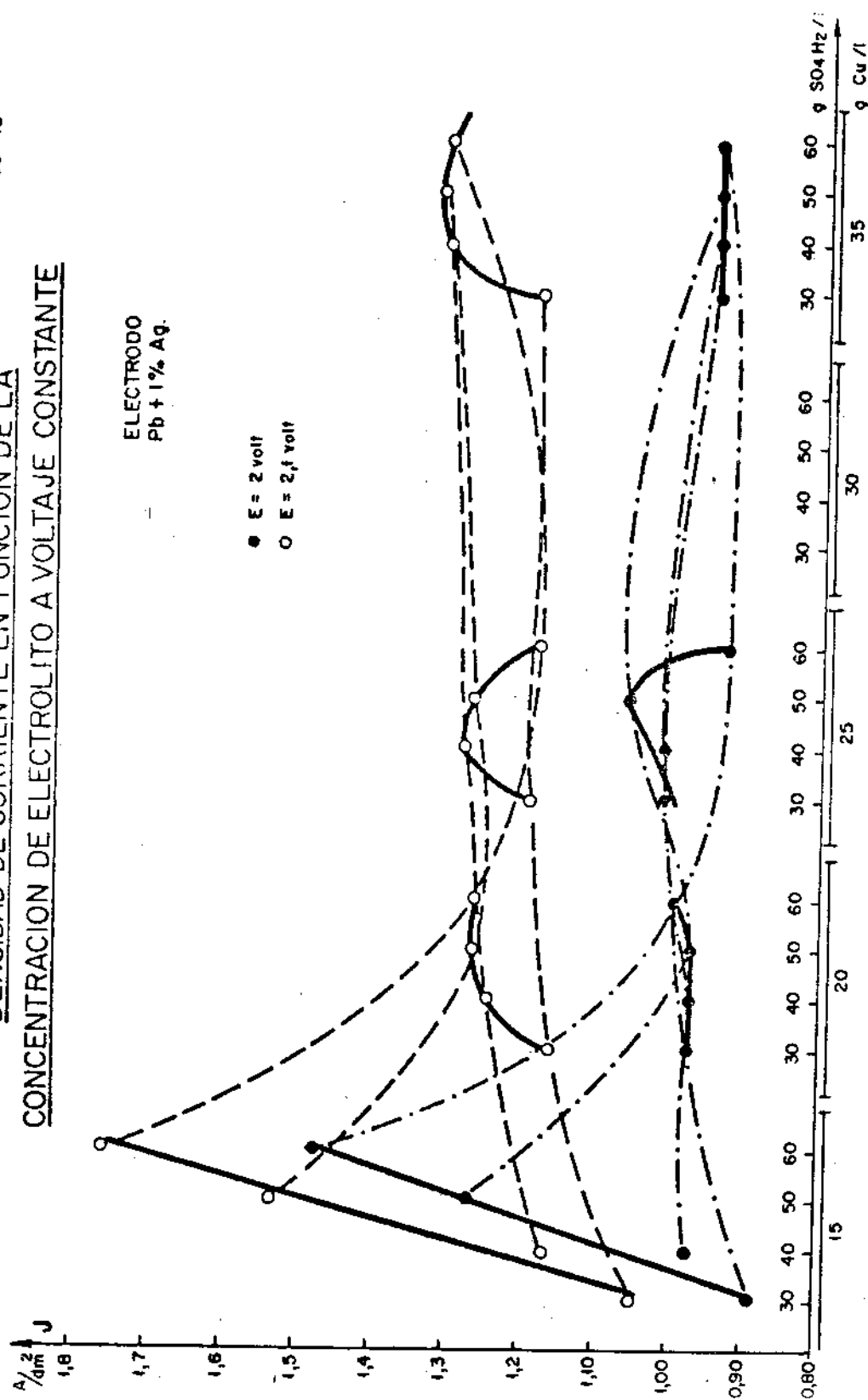


GRÁFICO 9

DENSIDAD DE CORRIENTE EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACION DE ELECTROLITO A VOLTAJE CONSTANTE

GRÁFICO 10



VOLTAJE APLICADO EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACION DE ELECTROLITO A DENSIDAD DE CORRIENTE CONSTANTE

GRÁFICO II

