

UNIVERSIDAD  
DE MONTERREY

# UNIVERSIDAD DE MONTERREY

I. C. N. E.

## ESTUDIO SOBRE CONSTANTES E ÍNDICES DE COORDINACIÓN DE COMPLEJOS DE LOS IONES Co (II), Cd (II) Y Cu (II) CON LA FTALIMIDA - DIOXIMA POR EL METODO POLAROGRAFICO

Informe del Trabajo Experimental presentado como  
requisito parcial para la obtención  
del Título de:

### LICENCIADO EN QUIMICA ESPECIALIDAD EN QUIMICA INDUSTRIAL

BIBLIOTECA  
UNIVERSIDAD DE MONTERREY

POR

*Amanda Elisa Concha Martínez*

A MIS PADRES:

BENITO CONCHA DOMINGUEZ Y

FLORA MARTINEZ DE CONCHA.

## INDICE GENERAL

CAPITULO	DESCRIPCION	PAGINA
I.-	RESUMEN:	1
II.-	INTRODUCCION:	2
III.-	MATERIALES:	3
	3-1) Reactivos.	3
	3-2) Aparatos.	3
IV.-	USO Y CALIBRACION DEL POLAROGRAFO RADIO- METER PO3:	4
	4-1) Uso.	4
	4-1-1) Conexiones.	4
	4-1-2) El registrador.	4
	4-1-3) Voltaje aplicado.	5
	4-2) Calibración.	5
V.-	PARTE EXPERIMENTAL:	10
	5-1) Estudio Polarográfico de constantes e índices de coordinación.	10
	5-1-1) Descripción del método.	10
	5-2) Estudio de las condiciones de ope- ración.	14
	5-3) Desarrollo experimental del método.	16
	5-4) Variación del pH y Potencial de me- dia onda en el complejo $Co^{+2}$ -Ftali- mida-dioxima en función del tiempo	44
VI.-	DISCUSION DE LOS RESULTADOS	45

CAPITULO	DESCRIPCION	PAGINA
6-2)	Calculo de la constante e índice de coordinación del complejo $\text{Cu}^{+2}$ - Ftalimida-dioxima a pH =6	45
6-3)	Calculo de la constante e índice de coordinación de el complejo $\text{Cu}^{+2}$ - Ftalimida-dioxima.a pH = 9.2	46
6-3)	Calculo de la constante e índice de coordinación de el complejo $\text{Cu}^{+2}$ - Ftalimida -dioxima a pH= 11	48
6-4)	Calculo de la constante e índice de coordinación de el complejo $\text{Cd}^{+2}$ - Ftalimida-dioxima a pH = 11	49
6-5)	Calculo de la constante e índice de coordinación de el complejo $\text{Cd}^{+2}$ - Ftalimida-dioxima a pH = 12.	50
6-6)	Calculo de la constante e índice de coordinación de el complejo $\text{Co}^{+2}$ - Ftalimida-dioxima a pH = 8.3	51
6-7	Calculo de la constante e índice de coordinación de el complejo $\text{Co}^{+2}$ - Ftalimida-dioxima a pH = 9.9	52
6-8	Calculo de la constants e indece de coordinación de el complejo $\text{Co}^{+2}$ - Ftalimida-dioxima a pH = 11.	53
VII .-	CONCLUSIONES:	54
VIII .-	BIBLIOGRAFIA	55



INDICE DE TABLAS

TABLAS	DESCRIPCION	PAGINA
I .-	Potenciales de media onda de la serie de mezclas de el complejo $\text{Cu}^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH = 6	17
II.-	Potenciales de media onda de la serie de mezclas de el complejo $\text{Cu}^{+2}$ -ftalimida-dioxima a pH = 9.2.	20
III .-	Potenciales de media onda de la serie de mezclas de el complejo $\text{Cu}^{+2}$ -Ftalimida - dioxima a pH = 11.	23
IV.-	Potenciales de media onda de la serie de mezclas de el complejo $\text{Cd}^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH = 11.	27
V.-	Potenciales de media onda de la serie de mezclas de el complejo $\text{Cd}^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH = 12.	30
VI.-	Potenciales de media onda de la serie de mezcla de el complejo $\text{Co}^{+2}$ -Ftalimida - dioxima a pH = 8.3.	34
VII.-	Potenciles de media onda de la serie de mezclas de el complejo $\text{Co}^{+2}$ -Ftalimida-dioxima de pH = 9.9.	38
VIII.-	Potenciales de media onda de la serie de mezcla de el complejo $\text{Co}^{+2}$ -Ftalimida - dioxima a pH = 11.	41

## INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	DESCRIPCION	PAGINA
1.-	Polarogramas de Zn(II), Cu(II) y Cd(II) en KCL .1 M.	7
2.º	Polarograma de los cationes Cu(II), - Cd <sup>+2</sup> y Zn <sup>+2</sup> en KCL .1 M.	8
3.-	Polarogramas de el complejo Cu <sup>+2</sup> -Ftalimida dioxima a pH =6.	18
4.-	Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo Cu <sup>+2</sup> -Ftalimida-dioxima a pH =6.	19
5.-	Polarogramas del complejo Cu <sup>+2</sup> -Ftalimida-dioxima a pH = 9.2.	21
6.-	Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo Cu <sup>+2</sup> -Ftalimida-dioxima a PH = 9,2.	22
7.-	Polarogramas del complejo Cu <sup>+2</sup> -Ftalimida-dioxima a pH = 11.	24
8.-	Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo Cu <sup>+2</sup> -Ftalimida-dioxima a pH = 11	25
9.-	Polarogramas del complejo Cd <sup>+2</sup> -Ftalimida-dioxima a pH = 11.	28
10.-	Variación del potencial de media onda en función de la concentración del complejo Cd <sup>+2</sup> -Ftalimida-dioxima a pH = 11	29

FIGURA	DESCRIPCION	PAGINA
11.-	Polarogramas del complejo $Cd^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH = 12.	31
12.-	Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo $Cd^{+2}$ -Ftalimida -dioxima a PH = 12.	32
13.-	Polarogramas del complejo $Co^{+2}$ - Ftalimida-dioxima a pH = 8.3.	36
14.-	Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo $Co^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH =8.3.	37
15.-	Polarogramas del complejo $Co^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH = 9.9.	39
16.-	Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo $Co^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH =9.9.	40
17.-	Polarogramas del complejo $Co^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH = 11.	42
18.-	Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo $Co^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a pH = 11.	43

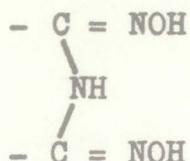
I.- R E S U M E N :

En el presente trabajo se determinaron las constantes e índices de coordinación de los complejos de  $\text{Cu}^{+2}$ -ftalimida-dioxima a (pH=6, pH=9,2, pH=11),  $\text{Co}^{+2}$ -ftalimida-dioxima a (pH=8.3, pH=9.9 y pH=11) y el complejo de  $\text{Cd}^{+2}$ -ftalimida-dioxima a (pH=11 y pH=12). Para controlar la fuerza ionica se utilizó, Nitrato de Potacio .1 M como electrolito soporte. Este estudio fué hecho por el método polarográfico.



## II.- I N T R O D U C C I O N:

Este trabajo está encaminado al estudio del comportamiento de el grupo imido-dioxima:

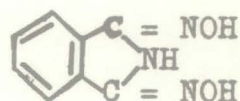


como agente formador de complejos con la mayoría de los cationes metálicos comunes.

En trabajos anteriores (1), (2), se han demostrado la reaccionabilidad, sensibilidad y algunas las propiedades cualitativas de los complejos del ligandos con dicho grupo. Asi mismo (3), (4), se han hecho algunos estudios cuantitativos de complejos de la ftalimida-dioxima.

El presente trabajo es una continuación de los anteriores (3), (4) y tiene por objeto el estudio de las constantes e índices de coordinación de complejos de la ftalimida-dioxima con algunos cationes por el método polarográfico. A fin de tener mas datos para esclarecer el comportamiento del grupo imido-dioxima como agente formador de complejos.

Ftalimida-dioxima:



III.- M A T E R I A L E S:

3-1.- REACTIVOS:

Ftalimida-dioxima.

Sulfato de Cobre. Reactivo, Merck, Lote #21228

Etanol. Reactivo, Merck Uvasol, Lote #3948990

Hidroxido de Sodio. Reactivo, Merck, Lote #408064

Gelatina. Difco Laboratories, Lote #408252

Nitrato de Cadmio. Reactivo, Mallinckrodt, Lote  
#765620-1

Nitrato de Potasio. Reactivo, Baker Analyzed, Lote  
#M-21349

Cloruro de Cinc. Reactivo, Monterrey, Lote #002326

Sulfato de Cadmio. Reactivo, Baker Analyzed, Lote  
#1-307

Cloruro de Potasio. Reactivo, Baker Analyzed, Lote  
#2-9146

Nitrato de Cobalto. Reactivo, Mallinckrodt, Lote  
#VBM

Etanol. Reactivo, Monterrey, Lote #002404

3-2.- APARATOS:

Polarógrafo - Radiometer PO<sub>3</sub>

Potenciómetro Bekman Zeromatic SS-3

IV.- USO Y CALIBRACION DEL POLAROGRAFO RADIOMETER PO3

4-1 USO

4-1-1.- CONEXIONES:

A la línea de fuerza y la tierra. Conectar el alambre blanco que va de el gabinete a la tubería de agua.

Al acumulador. Los contactos de poste para la conexión del acumulador al aparato se localizan en la parte inferior del tablero de controles del aparato.

Al sistema de electrodos. Los postes de conexión para el cátodo y el anodo quedan localizados en la esquina inferior del tablero de controles del aparato.

4-1-2.- EL REGISTRADOR:

En la parte izquierda se encuentra una palanquita que puede estar en tres posiciones:

1.- Posición superior- El registrador tiene candado.

2.- Posición central- El registrador está libre pero la pluma está desplegada del papel.

3.- Posición inferior- El registrador está libre y la pluma escribe sobre el papel.

El papel puede ser enrollado hacia adelante y hacia atrás por medio de una perilla en el costado derecho de el gabinete ( $H_1$ ) y la palanca ( $H_2$ ) sirve para cortar el papel.



#### 4-1-3.- VOLTAJE APLICADO

El potenciómetro principal marcado Sliding tiene divisiones de 0.0 a 2.0 y al oprimir el botón marcado motor esta rueda empieza a girar sincronizadamente con el voltaje aplicado y también con el papel del registrador movido por el motor.

El potenciómetro marcado Constant está dividido de -1.0 a 0 a +1.0. Este potenciómetro está en relación con el Set Voltage Multiplier y dependiendo de el voltaje que se esté tomando de el acumulador y que esta marcado en el medidor, éste se debe de multiplicar por el voltaje que se ha fijado en el disco de Constant para obtener el intervalo de voltaje al que va a trabajar la electrolisis.

#### 4-2.- CALIBRACION:

Seleccione primero el voltaje que ha de poner en el disco de Constant, poner la perilla de Amplifier Sensitivity en una posición arbitraria, la perilla de Compensation of Diffusion Current en 0. Fije la perilla de Input Current en la posición de Calibration Current, y ahí bajan la plumilla a la posición media y se ajusta el papel que empiece en 0, y que la pluma quede en una posición adecuada para hacer un buen polarograma, la pluma se puede mover con los botones Coarse y Fine.

Hecho lo anterior se baja la plumilla a la posición inferior, se enciende el motor por el botón marcado -



Motor bajo el disco de Sliding, empieza a correr el disco de Sliding y el papel del graficador hasta que el disco de Sliding vuelve casi a 0 otra vez, el motor se apaga automáticamente.

Para calibrar el aparato en este trabajo, seleccioné los cationes,  $Zn^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$  y  $Cd^{+2}$ .

Se corrió un polarograma para cada ion por separado y 1 con los tres juntos.

Condiciones de Operación:

Amplifier Sensitivity	- 80
Current Multiplier	- 1.5 x 1000 ampers
Constant	- -5 volts
Damping	- 5
Compensation of Diffusion Current	- 0
Tiempo de Goteo	- 6 gotas en 1/4 de segundo
Nivel de Mercurio	- 31.5

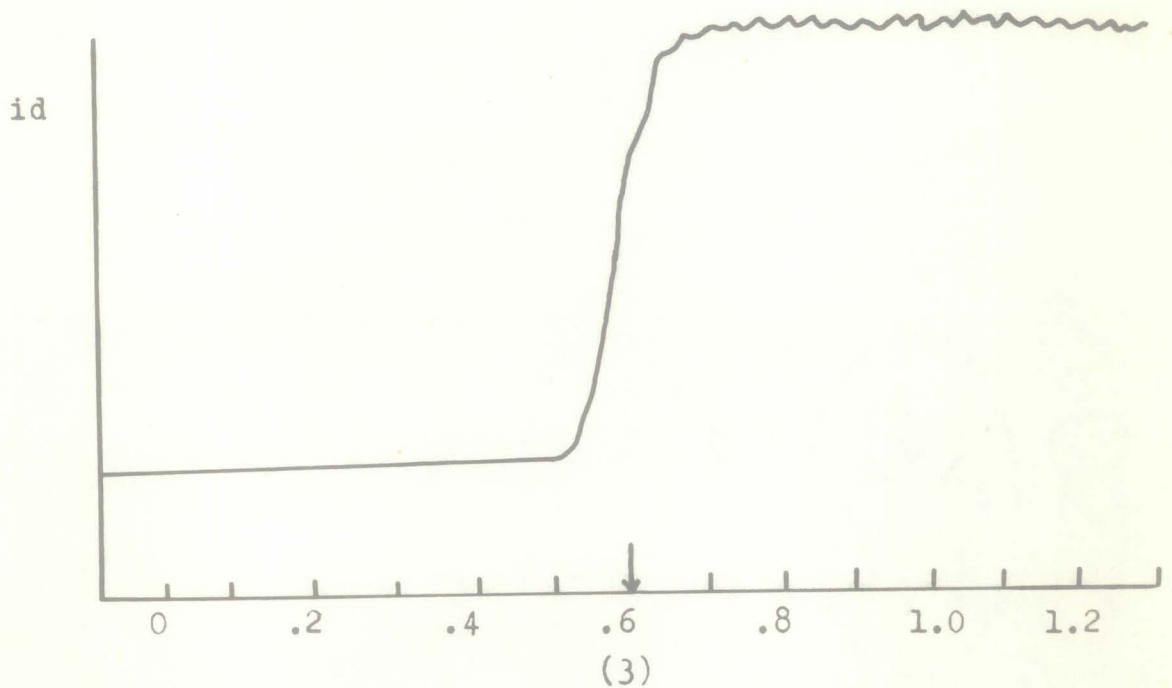
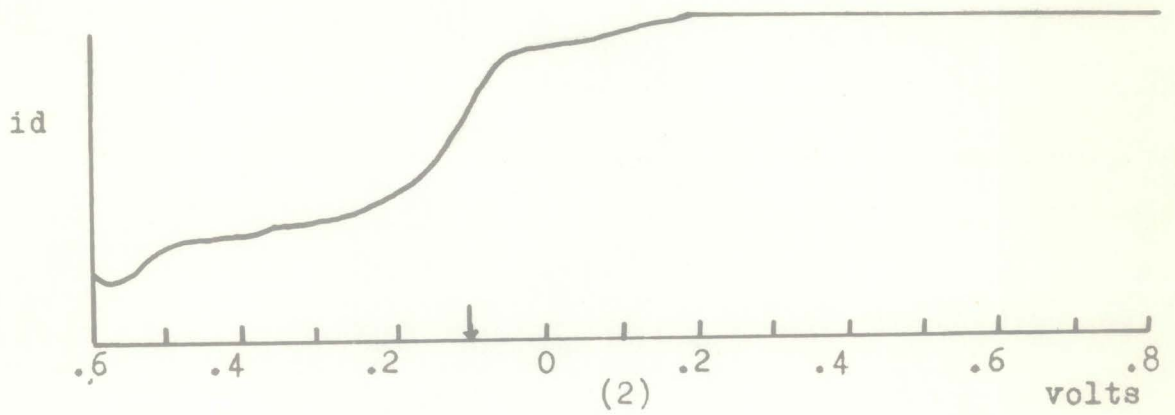
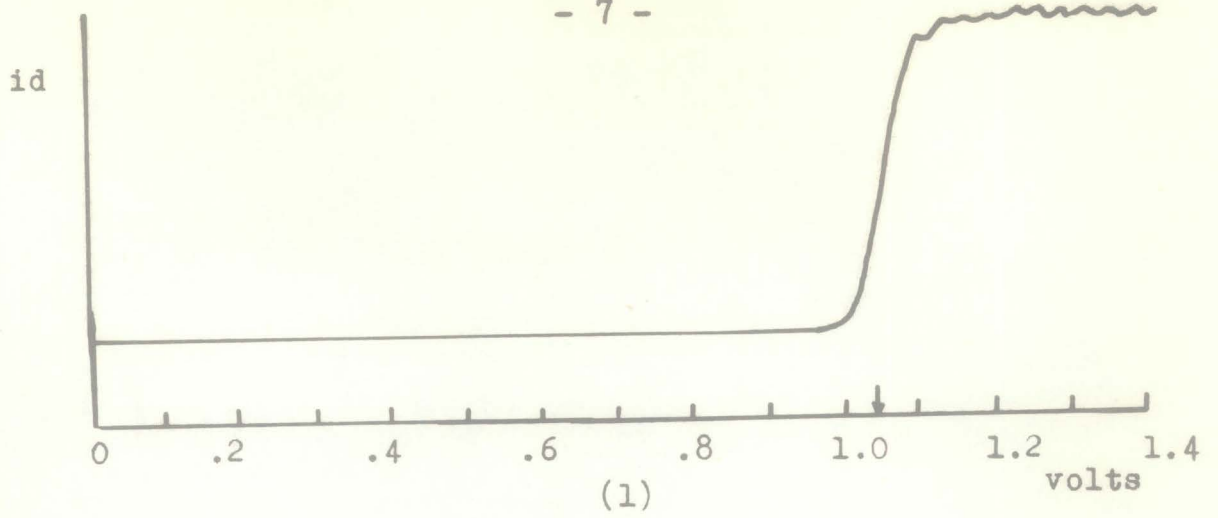


Figura 1: (1) Polarograma de cinc (II) en KCl .1M.  
(2) Polarograma de cobre (II) en KCl .1M.  
(3) Polarograma de cadmio (II) en KCl .1M.

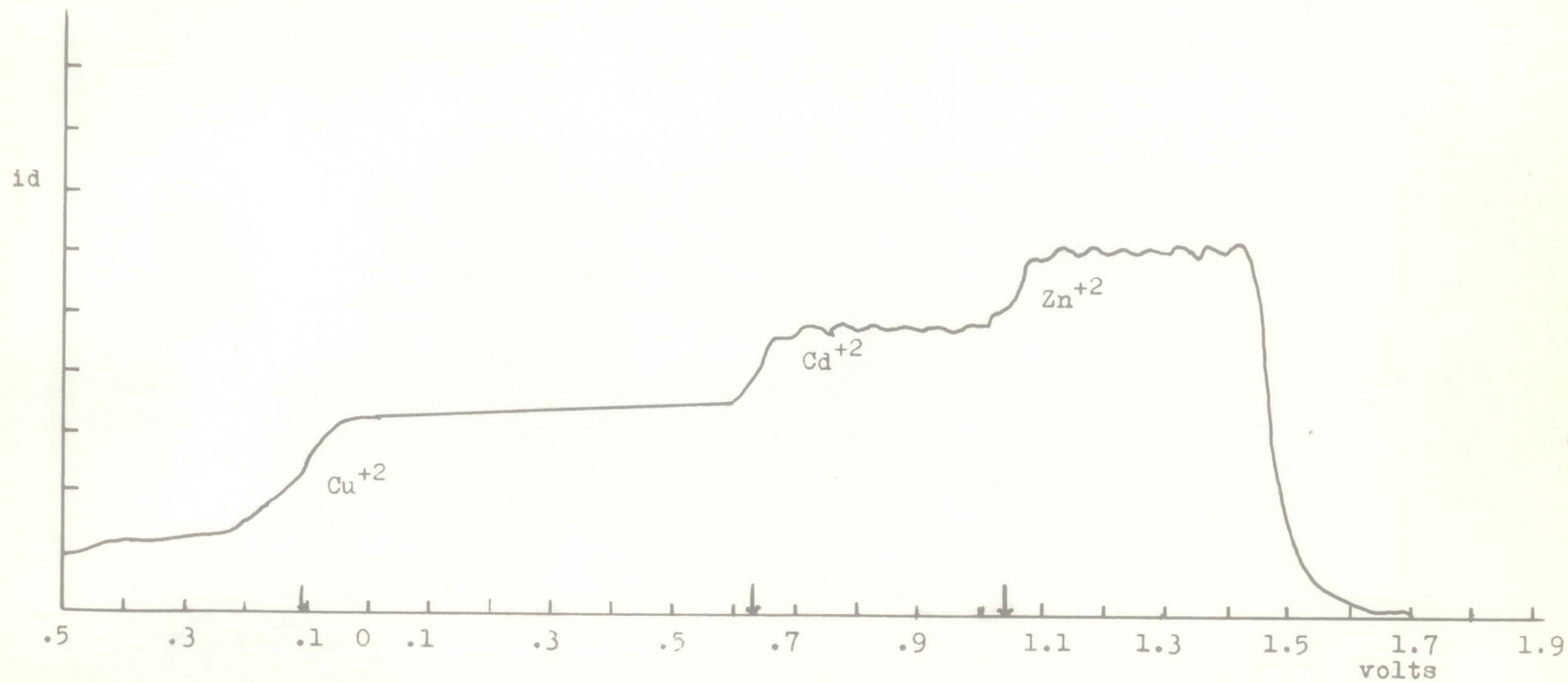


Figura 2: Polarograma de los cationes Cu (II), Cd (II) y Zn (II) en KCl .1 M.

Precauciones para después de usar el aparato.

Retire la solución prueba, el tubo de gas, lave bien la celda. Limpie cuidadosamente el capilar y seque con papel filtro. Baje la reserva de Mercurio para la posición más baja y conserve el capilar tapado con un tubo de ensayo para evitar daños posibles. Ancle el registrador y lave cuidadosamente la pluma con agua destilada. Tenga en todo momento un especial cuidado para la manipulación de el mercurio pues puede ser peligroso cualquier descuido. Revise cuidadosamente el tanque de el Nitrógeno que esté bien cerrada la valvula para la salida de éste y la de la presión que esté abierta.



V.- PARTE EXPERIMENTAL:

5-1.- ESTUDIO POLAROGRAFICO DE CONSTANTES E INDICES DE COORDINACION:

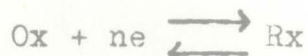
5-1-1.- DESCRIPCION DEL METODO (3), (5):

El método polarográfico para la investigación de complejos de iones metálicos está basado en el hecho de que el potencial de media onda  $E_{\frac{1}{2}}$  característica de un simple ion metálico es cambiado cuando el ion metálico forma un complejo.

La extensión de este cambio en el potencial de media onda varía con la concentración de el agente acomplejante y midiendo el cambio de valores de  $E_{\frac{1}{2}}$  como función de la concentración de el agente acomplejante, es posible obtener información concerniente a la formula de el ion complejo y su constante de disociación.

Para poder entender las relaciones concernientes es necesario hacer una derivación matemática.

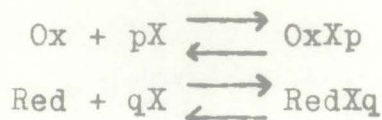
La ecuación general para la reducción de un ion metálico es:



La ecuación de Nerst nos da la relación siguiente:

$$E = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log \frac{(\text{Ox})}{(\text{Red})} \quad (1)$$

Cuando el agente acomplejante está presente forma oxidada de el ion o con la forma reducida o con ambos, podemos escribir la ecuación para la formación de complejos:



Donde X es el agente acomplejante, p es el número de coordinación de la forma oxidada, y q es el número de coordinación de la forma reducida. De la ley de masas, las constantes de disociación para los iones complejos son:

$$K_{\text{Ox}} = \frac{(\text{Ox}) (\text{X})^p}{(\text{OxXp})} \quad K_{\text{Red}} = \frac{(\text{Red}) (\text{X})^q}{(\text{RedXq})}$$

Entonces:

$$(\text{Ox}) = \frac{K_{\text{Ox}} (\text{OxXp})}{(\text{X})^p} \quad (\text{Red}) = \frac{K_{\text{Red}} (\text{RedXq})}{(\text{X})^q}$$

Substituyendo las expresiones obtenidas por (Ox) y (Red) en la ecuación de Nerst (1).

$$E = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log \frac{K_{\text{Ox}} (\text{OxXp}) (\text{X})^q}{K_{\text{Red}} (\text{RedXq}) (\text{X})^p} \quad (2)$$

Ahora por definición, el potencial de media onda  $E_{\frac{1}{2}}$  es el potencial al cual una mitad de toda la forma oxidada que alcanza el electrodo es reducida a la correspondiente forma reducida.

Entonces cuando:

$$E = E_{\frac{1}{2}}$$

Entonces:

$$(\text{OxXp}) = (\text{RedXq})$$

Ecuación (2) viene:

$$E_{\frac{1}{2}} = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log \frac{K_{\text{Ox}}}{K_{\text{Red}}} (\text{X})^{q-p} \quad (3)$$

Rearreglando:

$$E_{\frac{1}{2}} = E^{\circ} + 0.059 \log K_{\text{Ox}} - 0.59(p-q) \log(\text{X}) \quad (4)$$

La ecuación (4) muestra que el potencial de media onda es una función de la relación  $K_{\text{Ox}}/K_{\text{Red}}$ , el número de -

grupos coordinados con los iones oxidados y reducidos y la concentración de el agente acomplejante.

Diferenciando la ecuación (4) con respecto a el  $\log (X)$ , nosotros obtenemos:

$$\frac{dE_{\frac{1}{2}}}{d \log (X)} = \frac{-0.059 (p-q)}{n} \quad (5)$$

De la ecuación anterior se ve evidente que midiendo el  $E_{\frac{1}{2}}$ , o los valores de  $E_{\frac{1}{2}}$  a varias concentraciones de X, y haciendo el diagrama de los valores de  $E_{\frac{1}{2}}$  contra el  $\log (X)$ ,  $(p-q)$  puede ser calculada de la pendiente de la línea recta así obtenida. Después la relación  $K_{ox}/K_{red}$  puede ser calculada de la ecuación (4) substituyendo el valor experimental de  $E_{\frac{1}{2}}$  encontrado  $(X)=1$  y resolviendo la ecuación:

$$E_{\frac{1}{2}} \text{ en } (X)=1 = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log \frac{K_{ox}}{K_{red}} \quad (6)$$

Por este método solo la relación  $K_{ox}/K_{red}$  puede ser obtenida. De cualquier modo si una de las constantes es conocida, la otra puede ser calculada. En el caso especial, cuando el complejo es reducido a el metal amalgama en el cátodo de mercurio, y el complejo no reducido es formado (4) puede ser simplificada a:

$$E_{\frac{1}{2}} = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log K_{ox} - \frac{0.059}{n} p \log (X) \quad (7)$$

y la constante de oxidación es dada directamente de el valor de  $E_{\frac{1}{2}}$  encontrado en  $(X)=1$  de acuerdo con la ecuación:

$$E_{\frac{1}{2}} (X)=1 = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log K_{ox} \quad (8)$$

Después es conocido, para una aproximación cerca-

na a el potencial de media onda de un simple ion metálico es igual a su potencial Redox con respecto a el electrodo de Ca lomel Saturado (S C E). Entonces:

$$E^{\circ}_{SCE} = E_{\frac{1}{2}} \text{ (enlace no complejo del ion metálico)} \quad (9)$$

Escribiendo la ecuación (4) como:

$$E_{\frac{1}{2}} - E^{\circ} = \frac{0.059}{n} \log \frac{K_{ox}}{K_{red}} - \frac{0.059}{n} (p-q) \log (X) \quad (10)$$

Guardando la ecuación (9) en mente, puede ser visto que  $(E_{\frac{1}{2}} - E^{\circ})$  representa el cambio del potencial de media onda en la formación de complejos, este cambio ha sido una función de la relación de las constantes de equilibrio, la diferencia de los números de coordinación de los complejos oxidados y reducidos, y la concentración del agente acomplejante.

Como en general el complejo de la forma oxidada es más estable que el complejo de la forma reducida la  $K_{ox}$  es menor que la  $K_{red}$  y el término toma un valor negativo.

$$\frac{0.059}{n} \log \frac{k_{ox}}{K_{red}}$$

relativamente grande, causando un cambio en el potencial de media onda en la formación de complejos hacia valores de  $E_{\frac{1}{2}}$  negativos. Entonces existe una relación directa entre los cambios de los valores de  $E_{\frac{1}{2}}$  y la estabilidad del complejo: Al ser más grande el valor del potencial de media onda hacia los valores de  $E$  negativos entonces es más estable el complejo oxidado.



## 5-2.- ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE OPERACION

(3), (6):

Al aplicar el método hay que tener en cuenta una serie de condiciones:

1.- La reacción de oxidación o reducción en el cátodo de mercurio debe ser reversible. Esto se determina del polarograma del complejo y obteniendo de él los valores de  $i$  (intensidad) para los valores de  $E$  (potencial), y el valor de  $i_d$ , corriente de difusión. Con estos valores se construye una gráfica de logaritmo de  $i / (i_d - i)$  en función de  $E$ , y si se sale una línea recta el proceso es reversible.

2.- Es necesario añadir un exceso de agente complejante, para hacer que la concentración de agente ligando permanezca lo más constante posible en todo el proceso.

Este punto no es posible en nuestro ensayo, pues dada la poca solubilidad de la ftalimida-dioxima, no es posible lograr una concentración en solución alta, y entonces hay que reducir la del metal a unos valores muy bajos (del orden de  $10^{-5}$ ).

3.- La relación ha de ser rápida para que el paso determinante del proceso sea la velocidad de difusión de los iones, condición imprescindible en el método polarográfico.

4.- pH: en este método la formación de precipitados no interfiere, pero sin embargo hay que hacer un fuer-

te control del pH. Cuando la concentración del agente acomplejante es función del pH, por ser este un ácido o una base débil, el método polarográfico toma características especiales y la ecuación es:

$$E = E^{\circ} + \frac{0.059}{n} \log \frac{K_{ox}}{K_{red}} - \frac{0.059}{n} (p-q)(pH-pK_a) - \frac{0.059}{n} (p-q) \log (HA)$$

HA = es el ligando

KA = constante disociación ácida del ligando.

Como se puede observar, el E es ahora una función del pH si mantenemos tanto el ion metálico como el ligando en concentraciones constantes. En estas condiciones, se puede calcular los valores de E a distintos pH y de la recta obtenida al graficar, se sacan, conociendo Ka, la constante del complejo y su índice de coordinación.

Otra forma de proceder, cuando no se conoce esta constante Ka, es mantener el pH constante y operar como se había indicado antes, variando las concentraciones de ligando y determinando los E correspondientes.

5.- Fuerza iónica - en este caso es necesario la presencia de un electrolito soporte para que el movimiento de los iones, sea debido únicamente a fenómenos de difusión hacia el electrodo gotero. El electrolito cumple a su vez la función de mantener la fuerza iónica constante.

6.- Selección del voltaje: Hay que escoger el intervalo de voltaje apropiado para la operación, para ello -

hay que tener en cuenta la relación que se va a producir y ver cual es su potencial de media onda.

5-3.- DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL METODO:

Complejo de  $\text{Cu}^{+2}$ -Ftalimida-dioxima. Se ajustó el pH de las soluciones al valor seleccionado. Se hicieron en sayos previos con la solución de Cu sin ligando y se vió - que la concentración mínima a la cual aparece el salto de - cobre apreciable en el polarograma correspondía a una mez - cla que contenía una concentración de  $\text{Cu}^{+2}$   $5 \times 10^{-5}$  M.

Se efectuaron una serie de mezclas de la siguien- te manera: En matraces de 25 mililitros se añadieron canti- dades diferentes de Ftalimida-dioxima, 10ml. de  $\text{KNO}_3$ , 1 ml. de cobre, un mililitro de gelatina y el resto es alcohol e- tílico.

Las series de mezclas, fueron alcalinizadas con - hidroxido de sodio .1 M, a diferentes pH. Se obtuvieron a pH = 6.0, pH = 9.2 y pH = 11.

Los datos y gráficas se dan a continuación.

TABLA I

POTENCIALES DE MEDIA ONDA DE LA SERIE DE MEZCLAS DEL COM-  
PLEJO  $\text{Cu}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA (pH = 6).

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	( $\text{Cu}^{+2}$ )
#1	1 ml. Cu	.240	$5 \times 10^{-4}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.2 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#2	1 ml. Cu	.235	$1.785 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$7.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#3	1 ml. Cu	.245	$2.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$11.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#4	1 ml. Cu	.250	$3.75 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$16.6 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#5	1 ml. Cu	.265	$4.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$19.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			



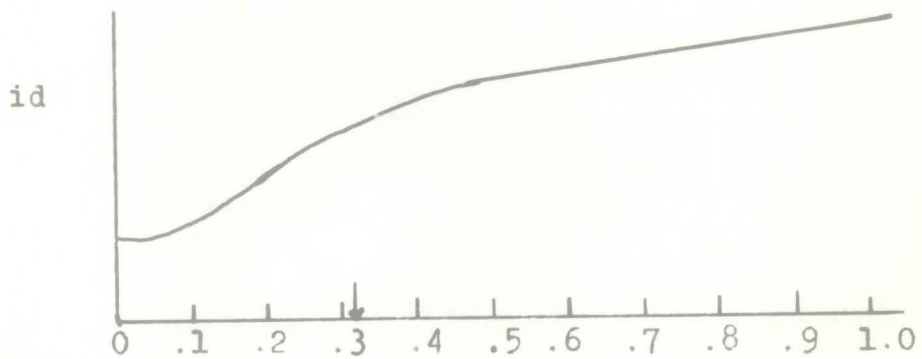
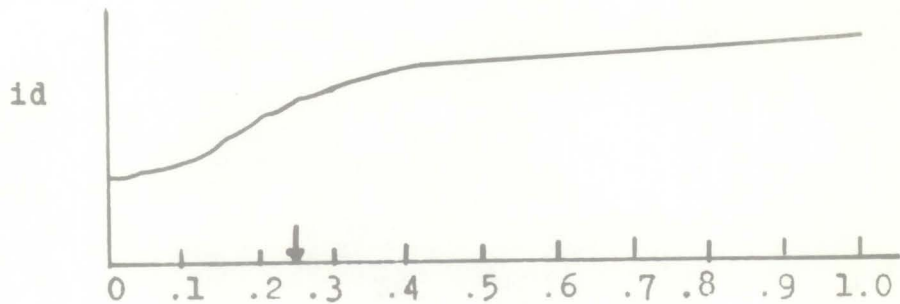
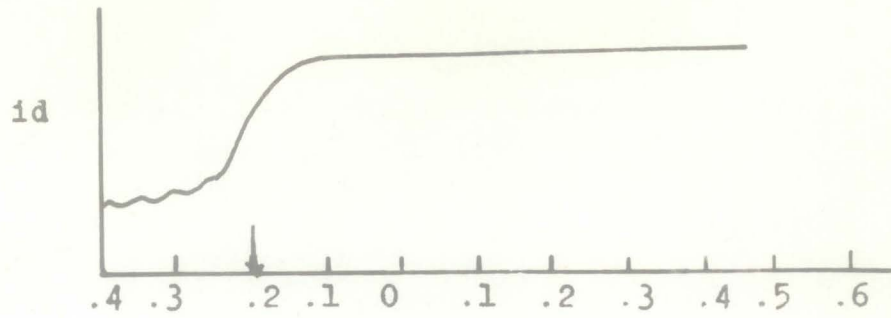


Figura No. 3 . (1) Polarograma de Cu II en  $\text{KNO}_3$  a pH 6.0. (2) Polarograma de Complejo Cu (II)-ftalimida dioxima de  $X 5 \times 10^{-4}$  a pH 6.0. (3) Polarograma de Complejo Cu(II)- ftalimida dioxima de  $X 5 \times 10^{-3}$  a pH 6.0.

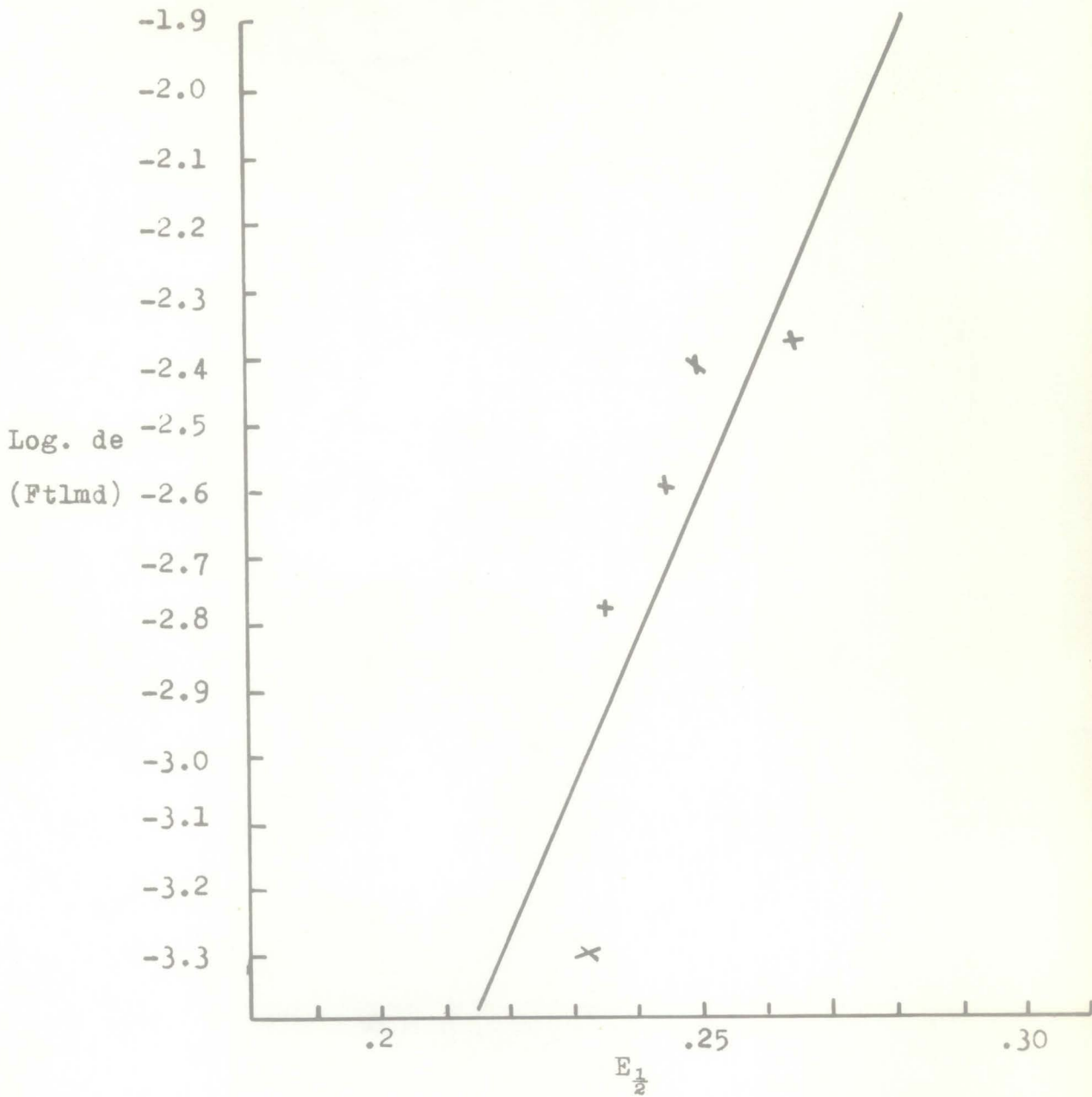


Figura 4: Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo  $\text{Cu}^{+2}$ , ftalimida-dioxima a  $\text{pH} = 6.0$ .

TABLA II

POTENCIALES DE MEDIA ONDA DE LA SERIE DE MEZCLAS DEL COM-  
PLEJO  $\text{Cu}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA (pH = 9.2).

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	( $\text{Cu}^{+2}$ )
#1	1 ml. Cu	.255	$1 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$4.4 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#2	1 ml. Cu	.270	$1.785 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$7.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#3	1 ml. Cu	.290	$2.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$11.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#4	1 ml. Cu	.300	$5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.2 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#5	1 ml. Cu	.310	$7.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$3.31 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			

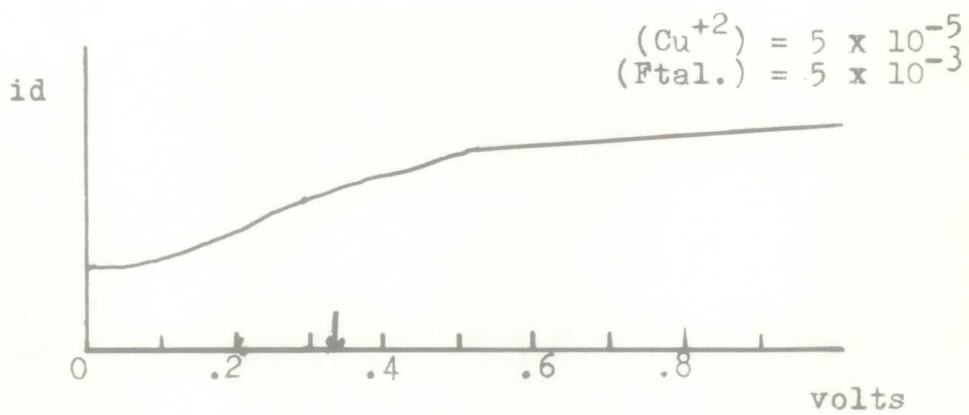
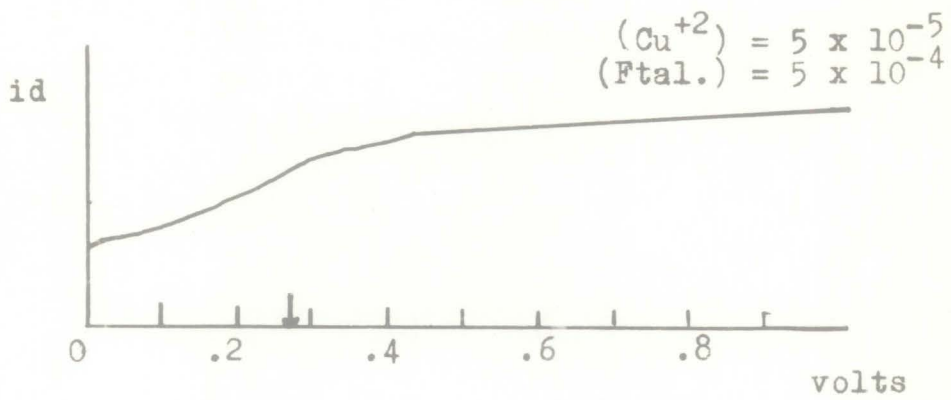
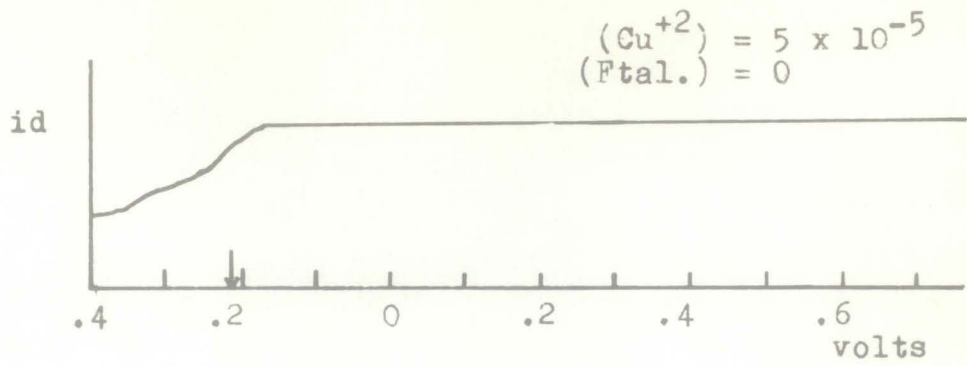


Figura 5: Polarogramas del complejo  $\text{Cu}^{+2}$ -  
Ftalimida-dioxima a pH = 9.2 .



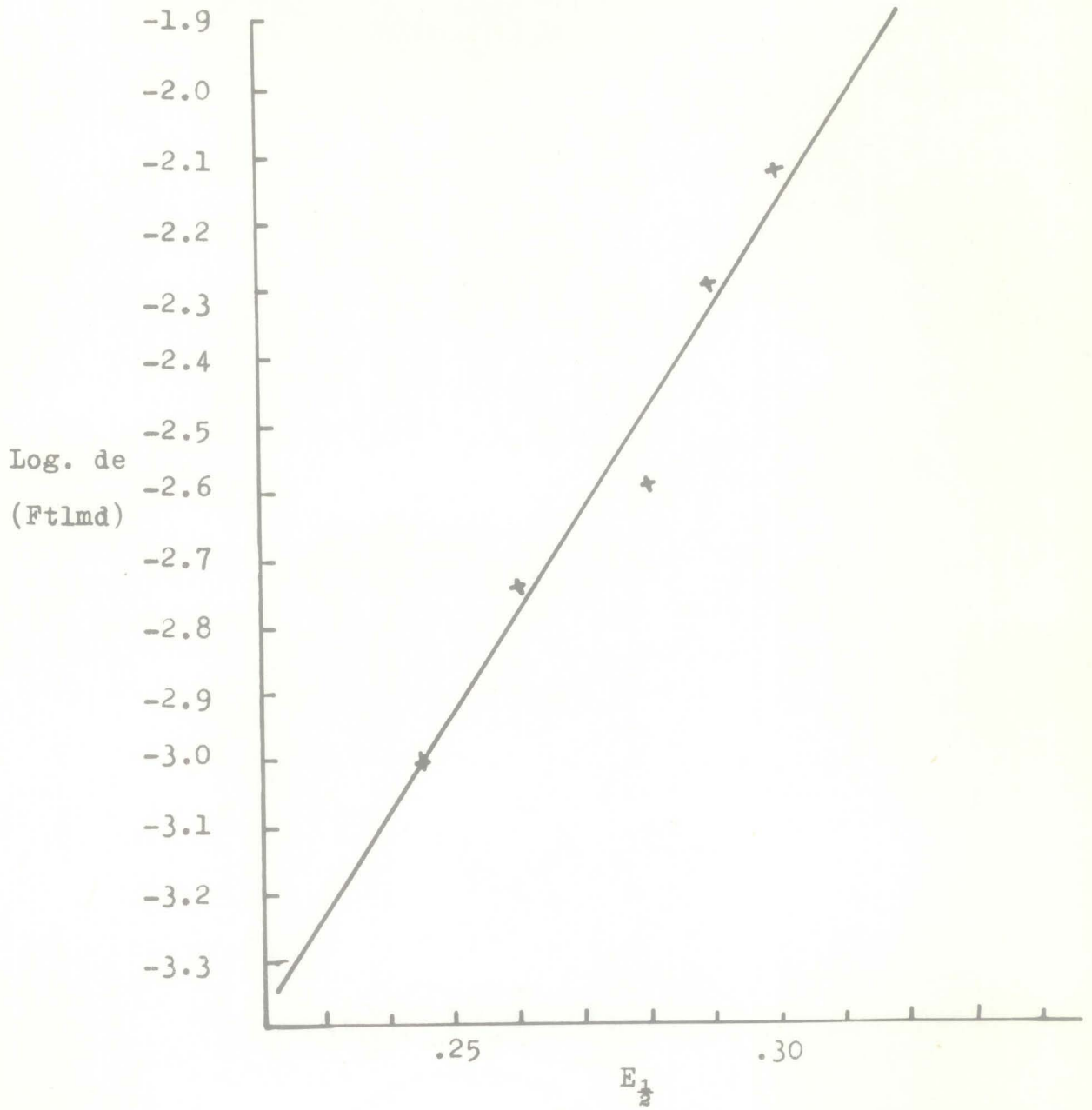


Figura 6: Variación del potencial de media onda en función de la concentración para el complejo  $\text{Cu}^{+2}$ -Ftalimina-dioxima a  $\text{pH} = 9.2$ .

TABLA III

POTENCIALES DE MEDIA ONDA DE LA SERIE DE MEZCLAS DEL COM-  
PLEJO  $\text{Cu}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA (pH =11).

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	( $\text{Cu}^{+2}$ )
#1	1 ml. Cu	.250	$5 \times 10^{-4}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.2 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#2	1 ml. Cu	.300	$1 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$4.4 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#3	1 ml. Cu	.320	$1.785 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$7.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#4	1 ml. Cu	.350	$3.75 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$16.6 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#5	1 ml. Cu	.345	$5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.21 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			

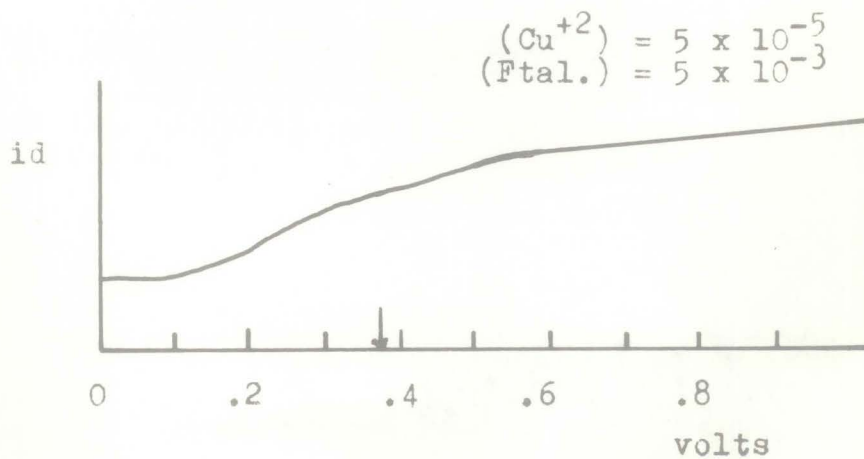
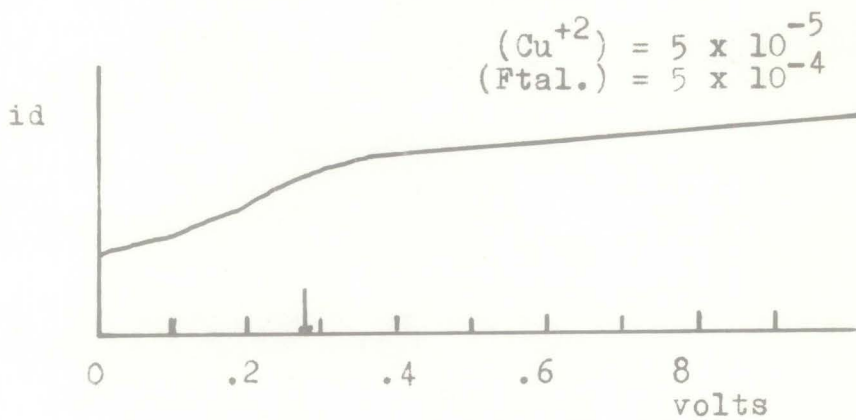
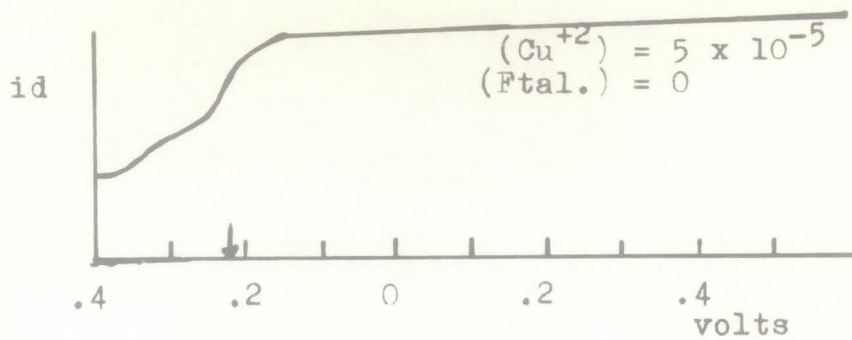


Figura 7: Polarogramas del complejo Cu<sup>+2</sup>-  
Ftalimida-dioxima a pH = 11 .

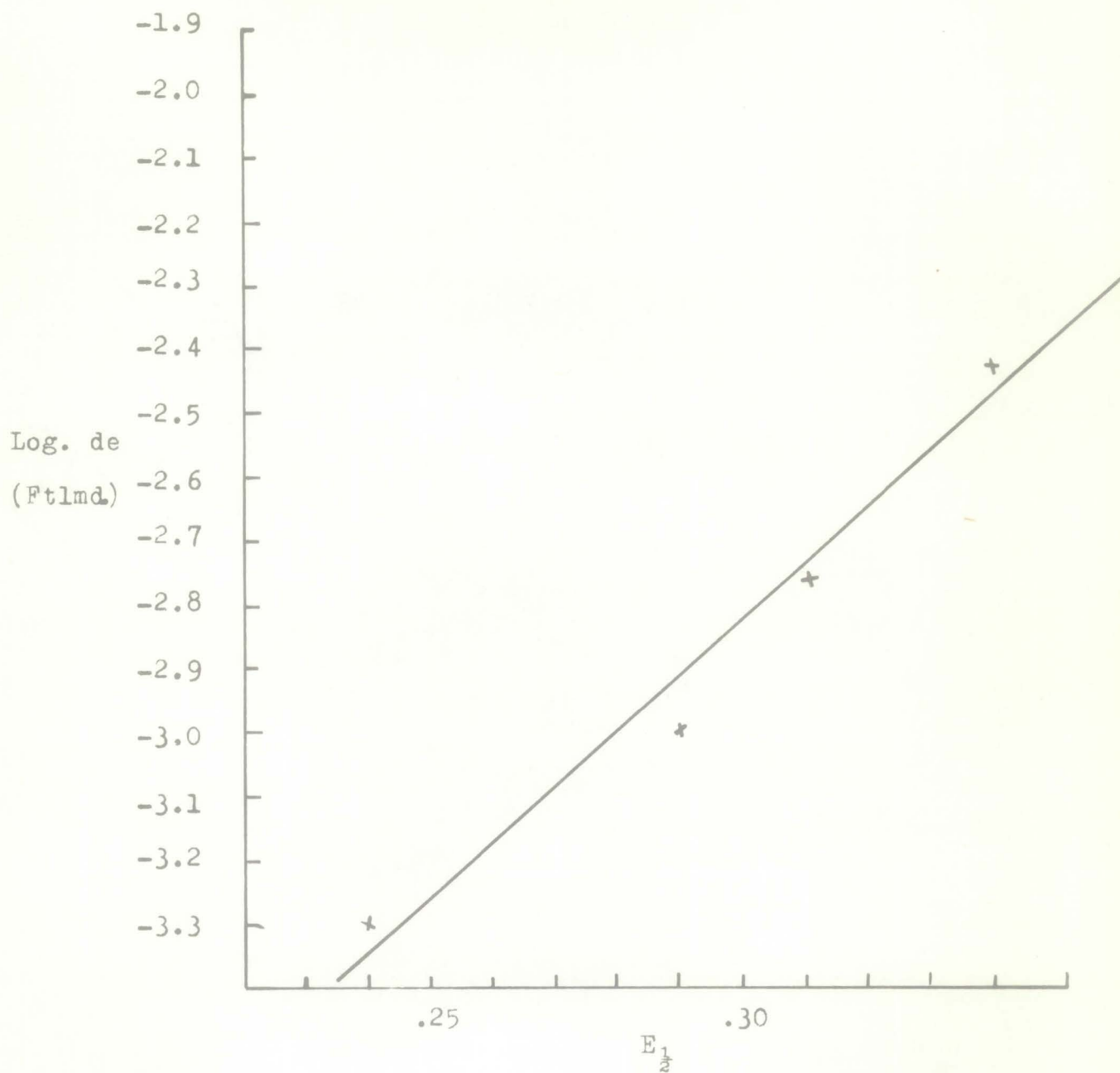


Figura 8: Variación del potencial de media onda - en función de la concentración del complejo  $\text{Cu}^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a  $\text{pH} = 11$ .



COMPLEJO  $\text{Cd}^{+2}$  - FTALIMIDA-DIOXIMA.

Se prepararon soluciones de  $\text{Cd}^{+2}$  con una concentración de  $5 \times 10^{-5}$  M.

Se hicieron dos series de muestras alcalinizadas con hidroxido de sodio .1 M, a pH = 11 y pH = 12.

Se hicieron diferentes mezclas aforando en un matráz de 25 ml. conteniendo cantidades diferentes de ftalimida-dioxima, 10 ml. de  $\text{KNO}_3$ , 1 ml. de cadmio, 1 ml. de gelatina y al resto alcohol etílico.

Se corrieron polarogramas de cadmio solo en KCl a pH = 11 y pH = 12, y los respectivos polarogramas para cada serie de mezclas de complejos.

Los datos y gráficas se dan a continuación.

TABLA IV

POTENCIALES DE MEDIA ONDA DE LA SERIE DE MEZCLAS DEL COM-  
PLEJO  $\text{Cd}^{+2}$ -FTALMIDA-DIOXIMA (pH = 11).

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	( $\text{Cd}^{+2}$ )
#1	1 ml. Cd	.260	$5 \times 10^{-4}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$212 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#2	1 ml. Cd	.270	$1 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$4.4 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#3	1 ml. Cd	.265	$1.785 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$7.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#4	1 ml. Cd	.280	$2.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.21 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#5	1 ml. Cd	.285	$3.75 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$1.66 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#6	1 ml. Cd	.310	$5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$22.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			

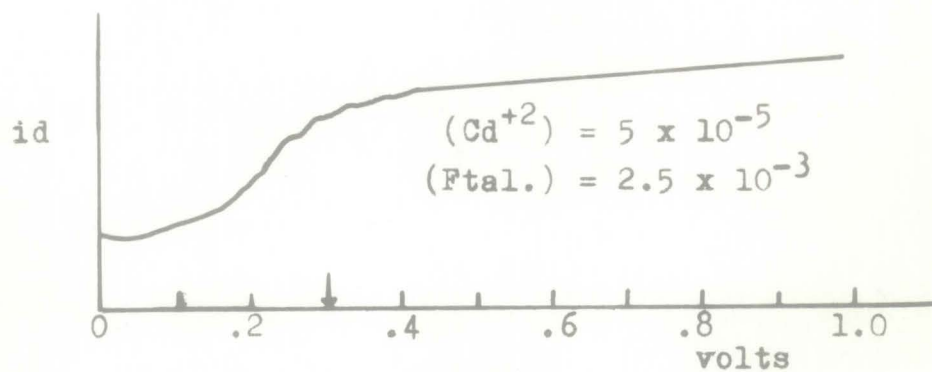
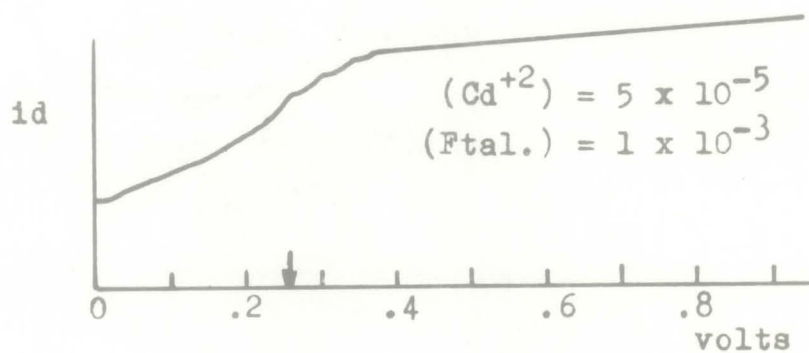
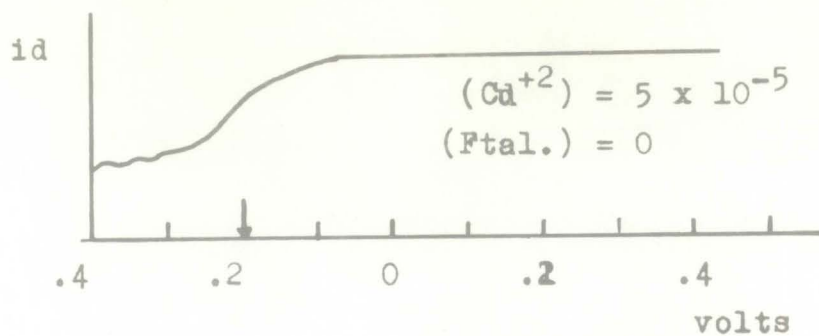


Figura 9: Polarogramas del complejo  $\text{Cd}^{+2}$ -  
Ftalimida-dioxima a pH = 11 .

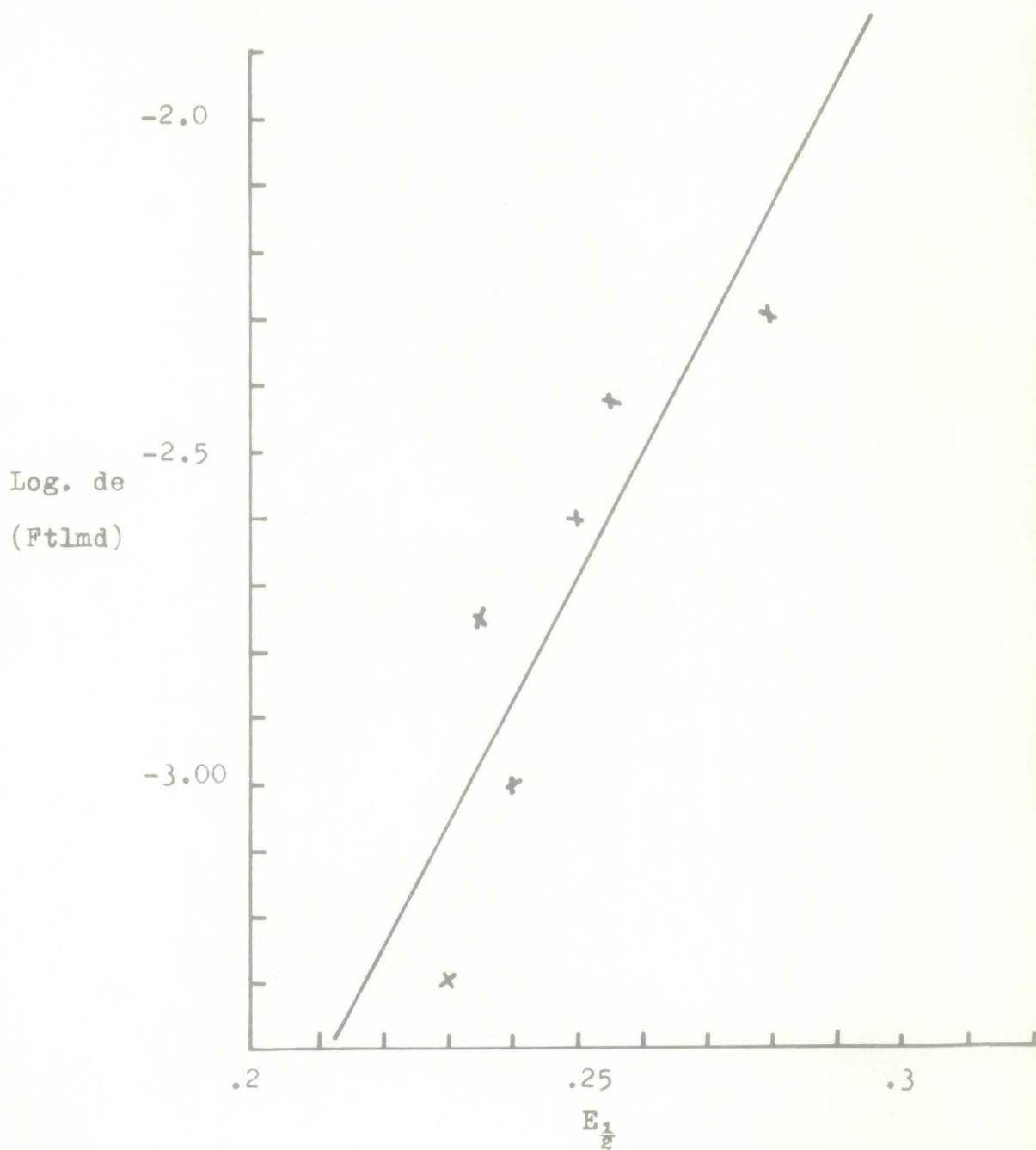


Figura 10: Variación del potencial de media onda en función de la concentración del complejo  $\text{Cd}^{+2}$ - Ftalimida-dioxima a  $\text{pH} = 11$  .



TABLA V

POTENCIALES DE MEDIA ONDA DE LA SERIE DE MEZCLAS DEL COM-  
 PLEJO  $\text{Cd}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA (pH = 12).

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	( $\text{Cd}^{+2}$ )
#1	1 ml. Cd	.250	$5 \times 10^{-4}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.2 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#2	1 ml. Cd	.275	$1.785 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$7.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#3	1 ml. Cd	.280	$2.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$11.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#4	1 ml. Cd	.315	$3.75 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$16.6 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#5	1 ml. Cd	.320	$4.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$19.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#6	1 ml. Cd	.335	$5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$22.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			

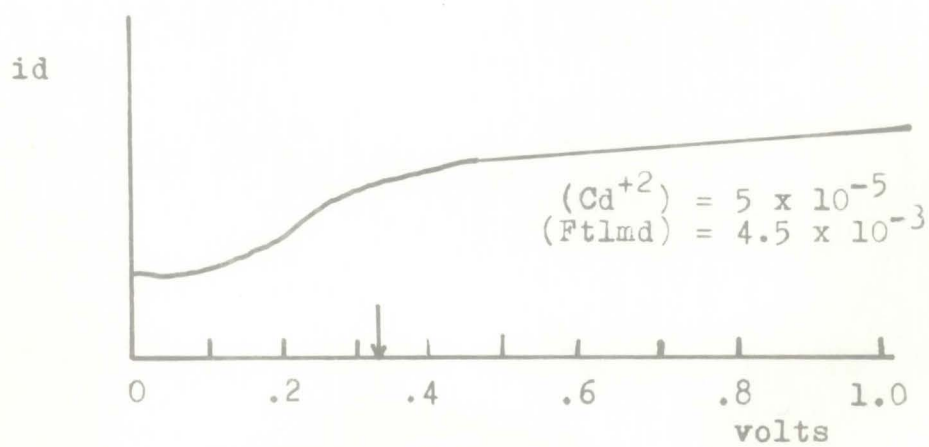
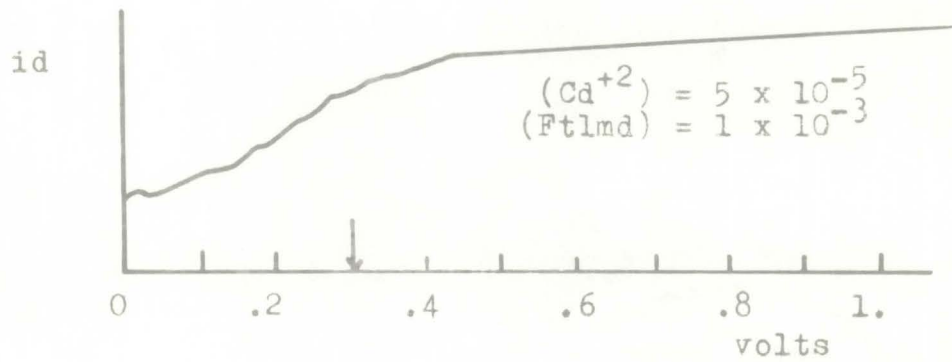
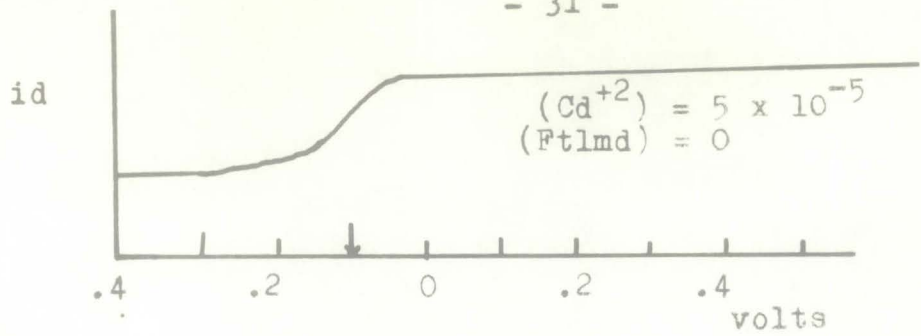


Figura 11: Polarogramas del complejo  $Ca^{+2}$ -  
Ftalimida-dioxima a pH = 12.

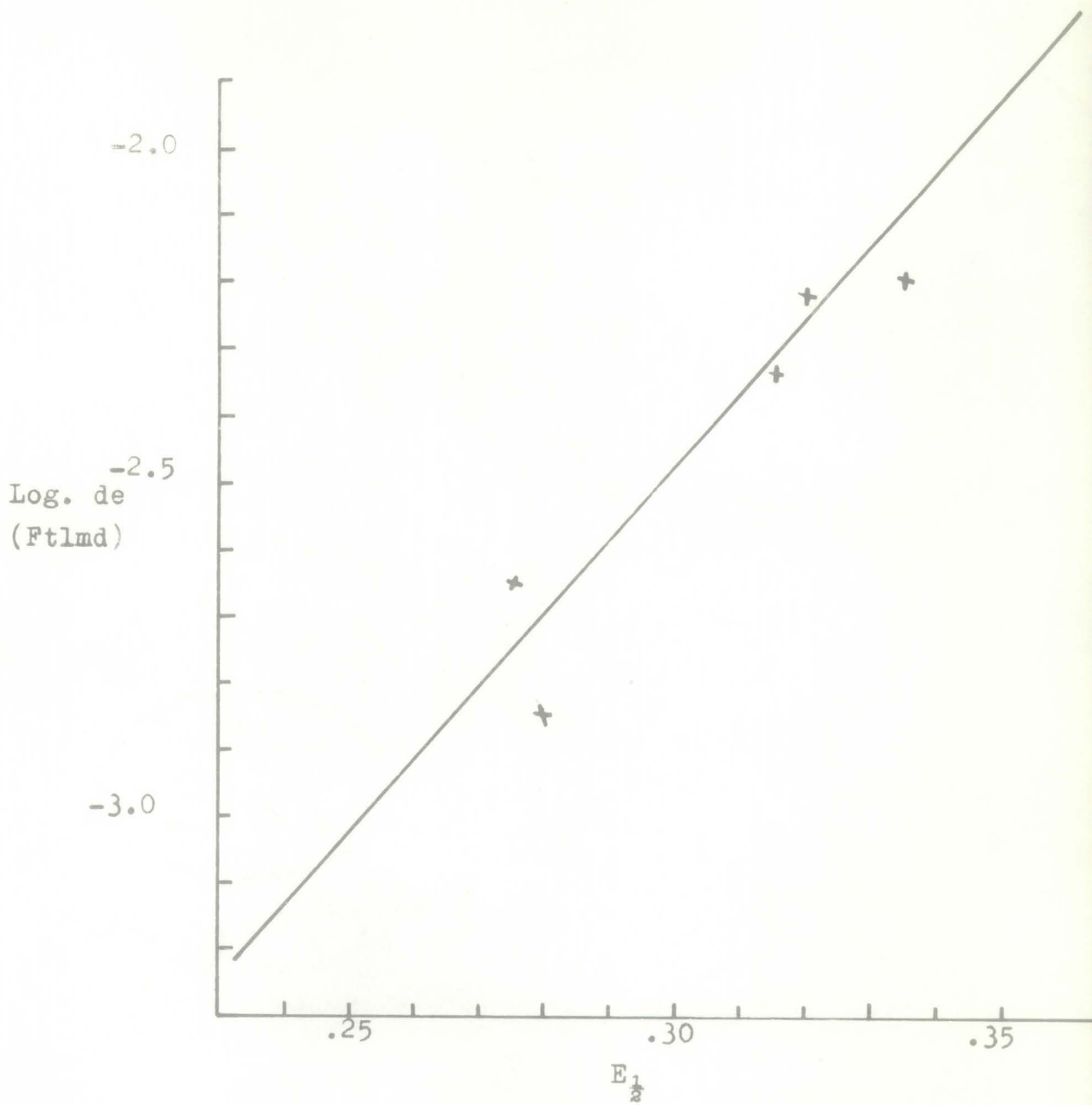


Figura 12: Variación del potencial de media onda en función de la concentración del complejo del Cd<sup>2+</sup>-Ftalimida-dioxima a pH = 12.

COMPLEJO  $\text{Co}^{+2}$  - FTALIMIDA-DIOXIMA:

Se prepararon soluciones de cobalto con una concentración de  $5 \times 10^{-5}$  M.

Se hicieron tres series de mezclas de complejos que fueron alcalinizados con hidroxido de sodio .1 M, a diferentes pH. pH = 8.3, pH = 9.9 y pH = 11.

Se obtuvieron las diferentes mezclas aforando en un matraz de 25 ml. conteniendo diferentes cantidades de Ftalimida-dioxima, 10 ml. de nitrato de potasio, 1 ml. de cobalto, 1 ml. de gelatina y el resto es alcohol etílico.

Se corrieron polarogramas de cobalto solo a pH = 8.3, 9.9, 11 y los respectivos polarogramas de las diferentes mezclas.

TABLA VI

POTENCIALES DE MEDIA ONDA DE LA SERIE DE MEZCLAS DEL COM-  
PLEJO  $\text{Co}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA (pH =8.3).

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	( $\text{Co}^{+2}$ )
#1	1 ml. Co	1.25	$5 \times 10^{-4}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.2 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#2	1 ml. Co	1.26	$1 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$4.4 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#3	1 ml. Co	1.275	$1.785 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$7.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#4	1 ml. Co	1.265	$2.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$11.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#5	1 ml. Co	1.290	$3.75 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$16.6 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#6	1 ml. Co	1.300	$4.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$19.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			



TABLA VI (CONT.)

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	(Co <sup>+2</sup> )
#7	1 ml. Co	1.270	$5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$22.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. KNO <sub>3</sub>			
#8	1 ml. Co	1.280	$7.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$33.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. KNO <sub>3</sub>			

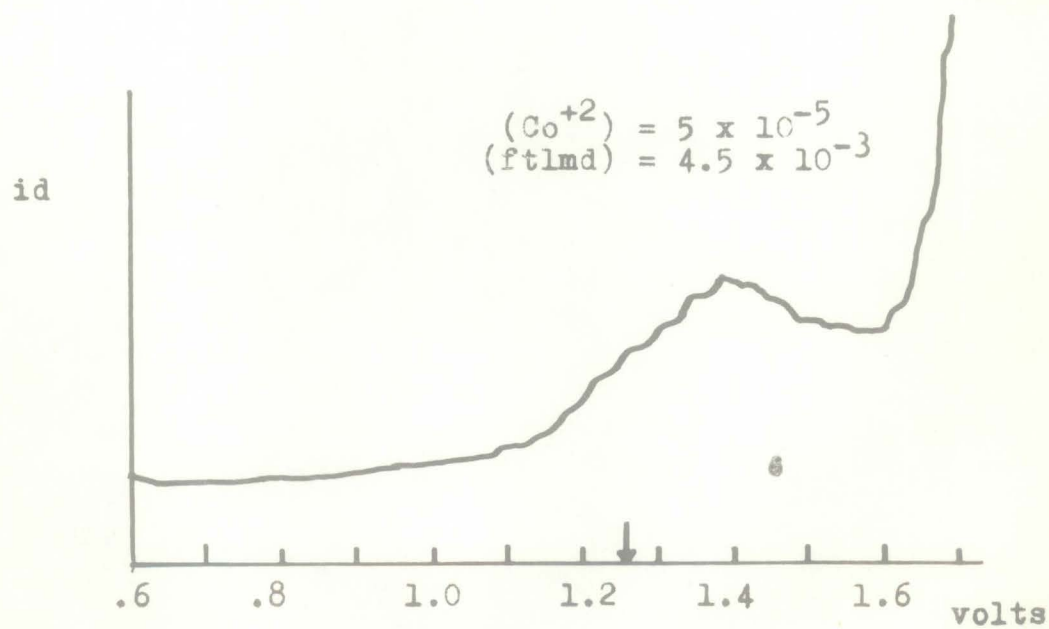
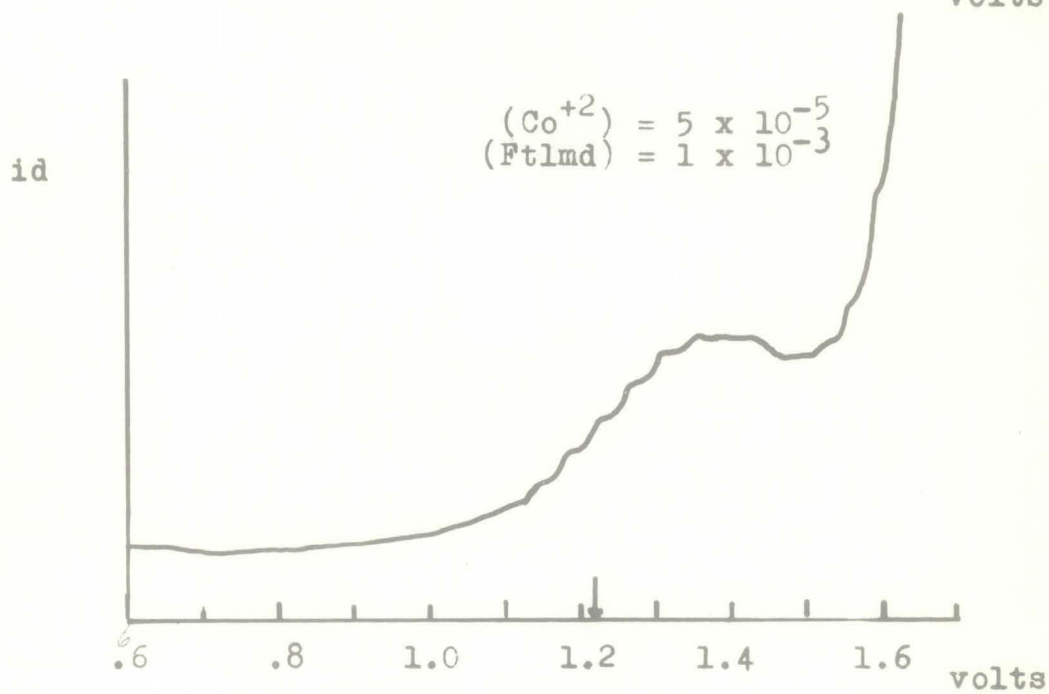
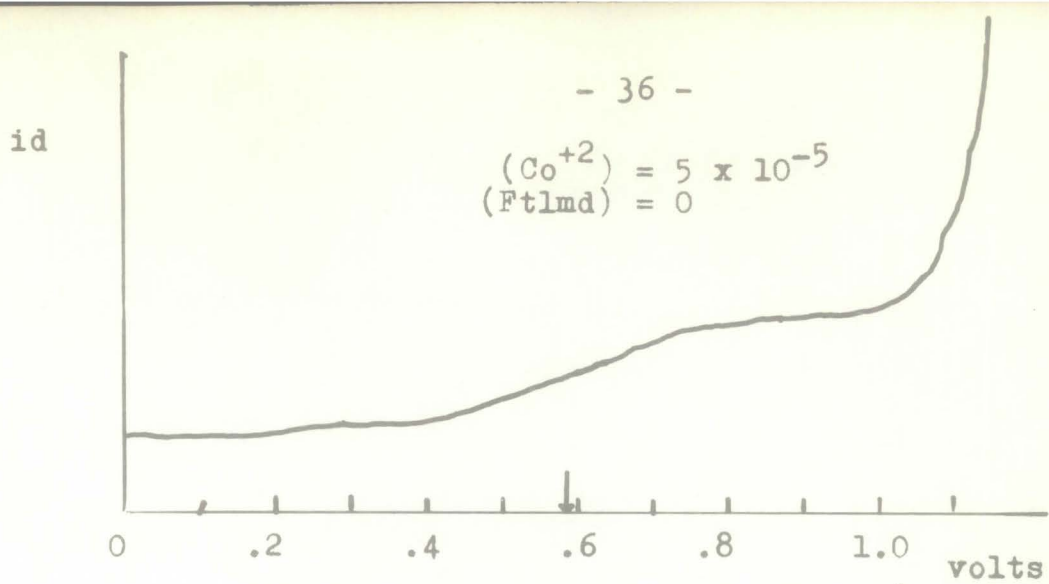


Figura 13: Polarogramas del complejo  $Co^{+2}$ -  
Ftalimida-dioxima a pH = 8.3

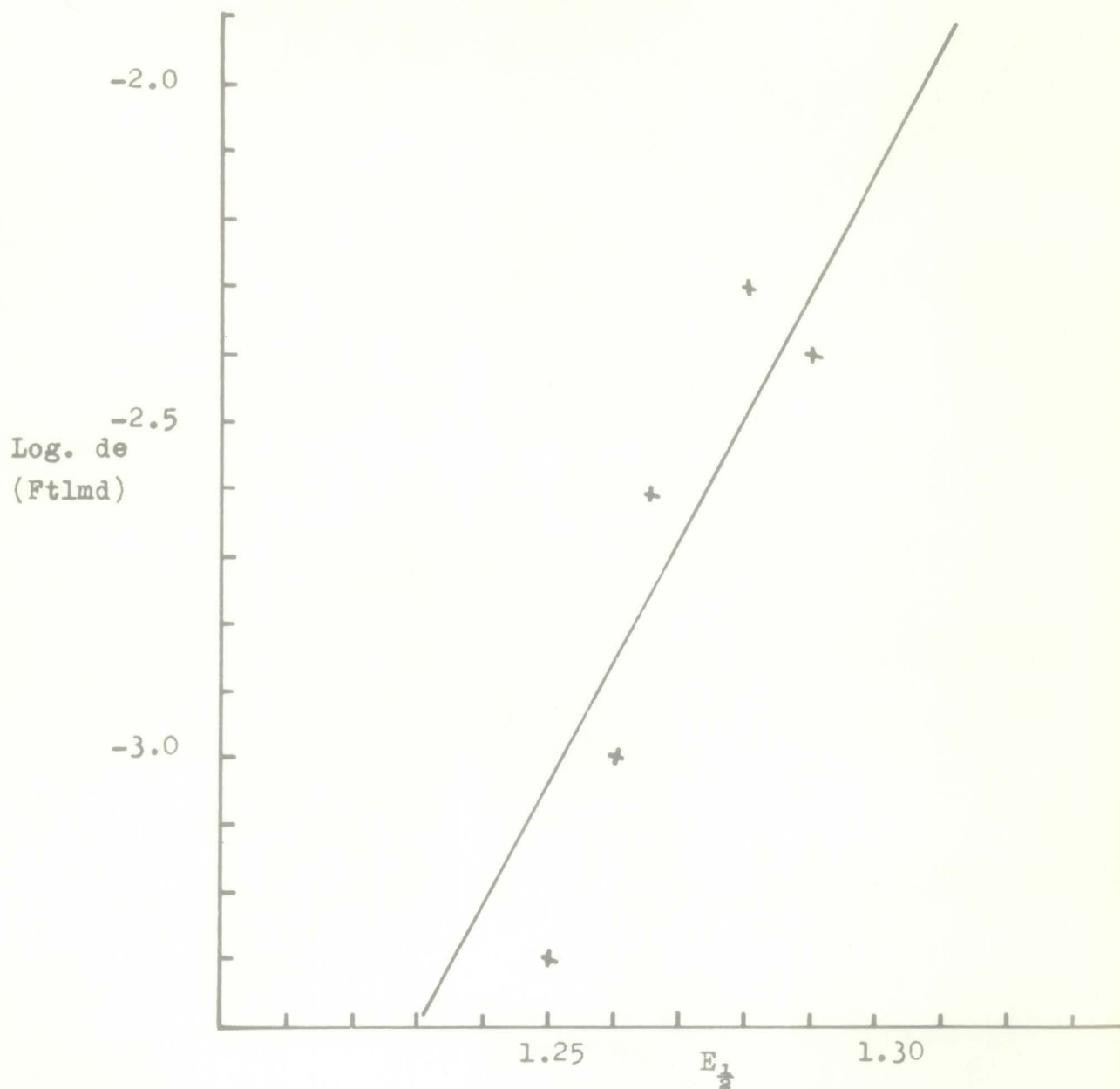


Figura 14: Variación del potencial de media onda en función de la concentración de el complejo  $\text{Co}^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a  $\text{pH} = 8.3$  .

TABLA VII

POTENCIALES DE MEDIA ONDA DE LA SERIE DE MEZCLAS DEL COM-  
PLEJO  $\text{Co}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA (pH = 9.9).

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	( $\text{Co}^{+2}$ )
#1	1 ml. Co	1.250	$5 \times 10^{-4}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.2 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#2	1 ml. Co	1.270	$1 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$4.4 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#3	1 ml. Co	1.300	$1.785 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$7.4 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#4	1 ml. Co	1.310	$2.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$11.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#5	1 ml. Co	1.320	$5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$22.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#6	1 ml. Co	1.380	$7.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$33.1 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			

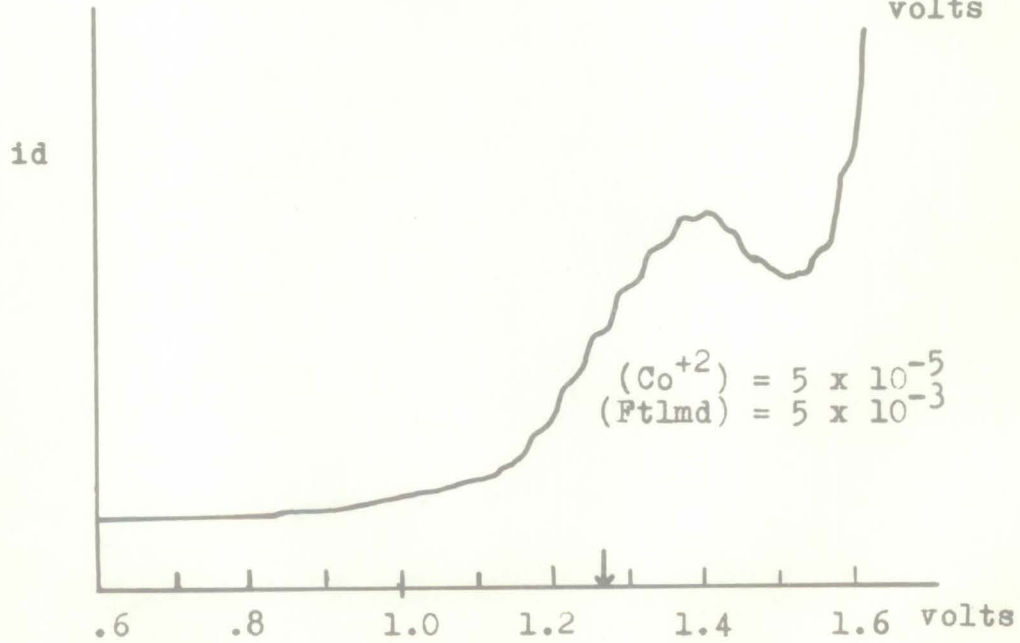
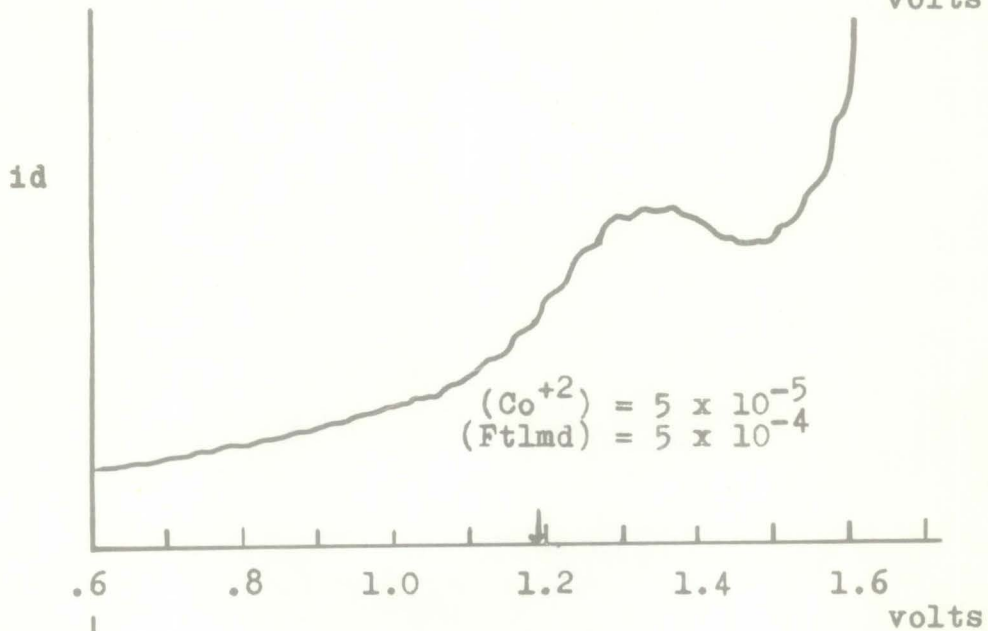
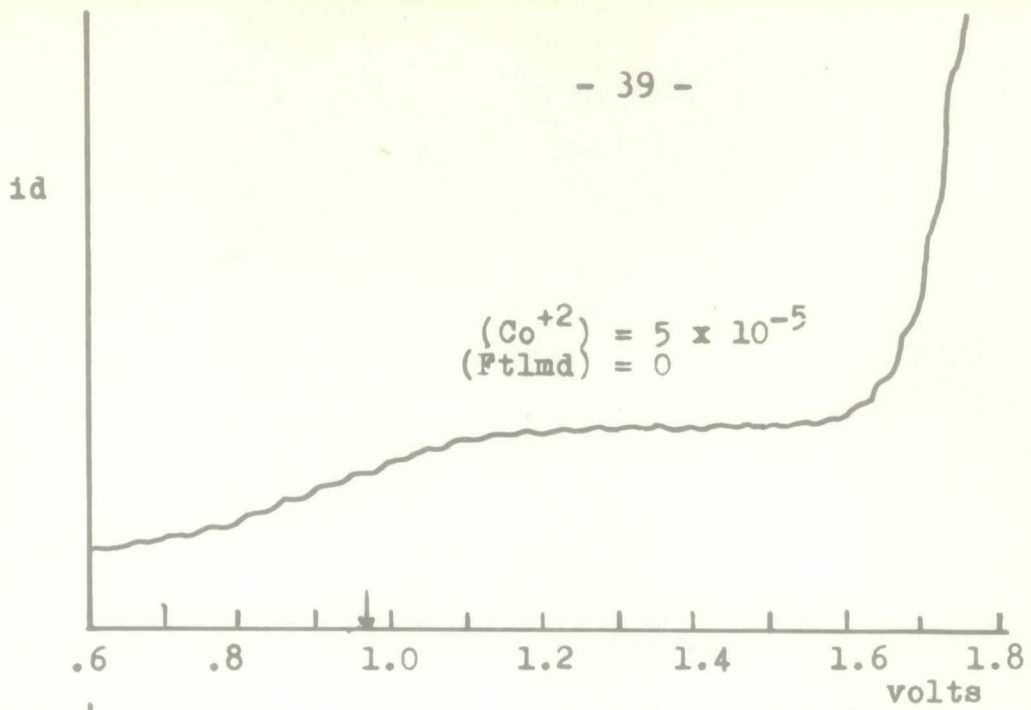


Figura 15: Polarogramas del complejo  $Co^{+2}$ -  
Ftalimida-dioxima a pH = 9.9



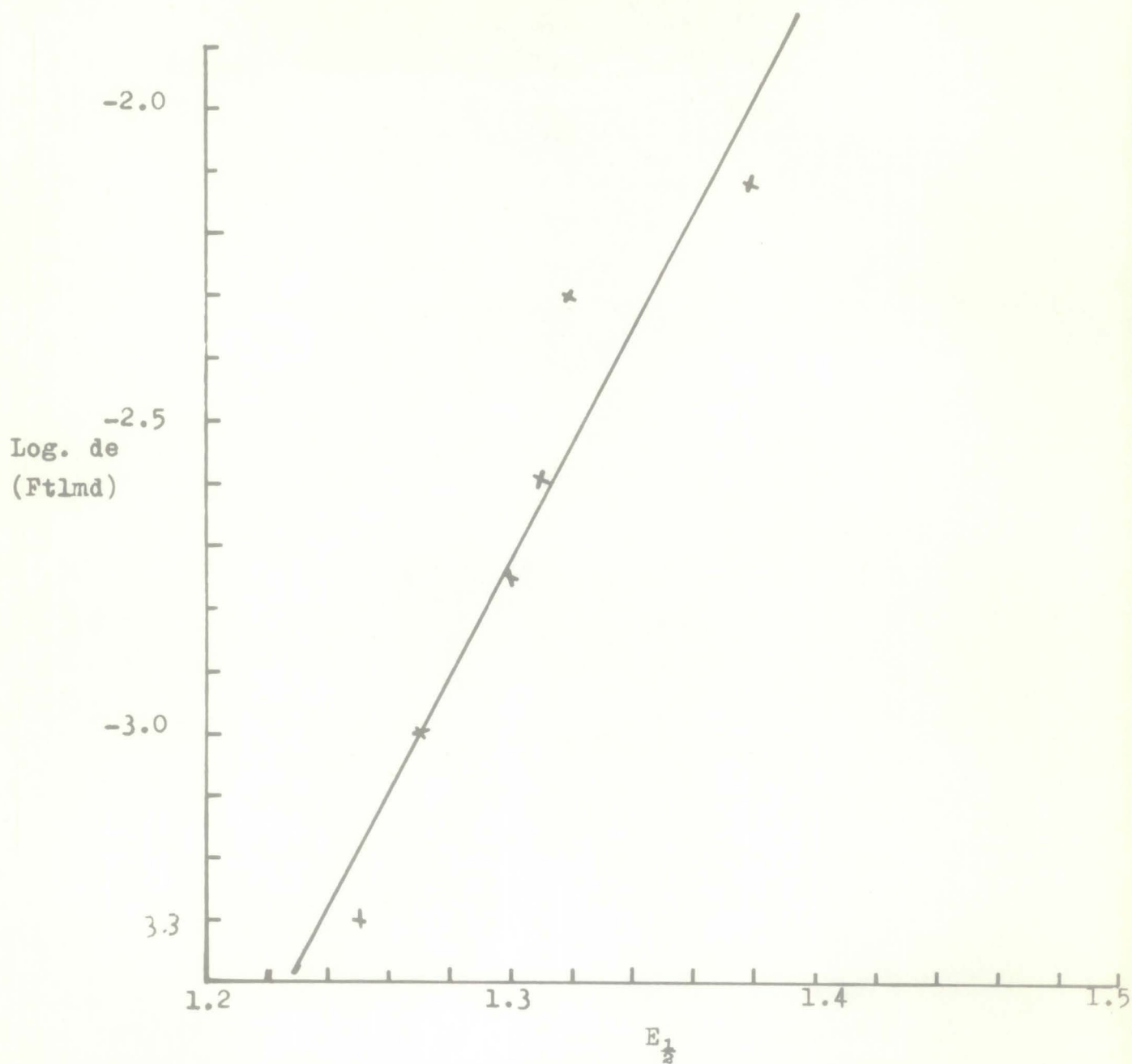


Figura 16: Variación del potencial de media onda en función de la concentración del complejo  $\text{Co}^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a  $\text{pH} = 9.9$  .

TABLE VIII

POTENCIALES DE MEDIA ONDA DE LA SERIE DE MEZCLAS DEL COM-  
PLEJO  $\text{Co}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA (pH = 11).

MEZCLAS	COMPOSICION	$E_{\frac{1}{2}}$	(Ftlmd)	( $\text{Co}^{+2}$ )
#1	1 ml. Co	1.150	$5 \times 10^{-4}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$2.2 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#2	1 ml. Co	1.200	$1 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$4.4 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#3	1 ml. Co	1.300	$1.78 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$7.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#4	1 ml. Co	1.320	$3.75 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$11.6 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			
#5	1 ml. Co	1.360	$4.5 \times 10^{-3}$ M	$5 \times 10^{-5}$ M
	$19.9 \times 10^{-3}$ gr. ftal.			
	10 ml. $\text{KNO}_3$			

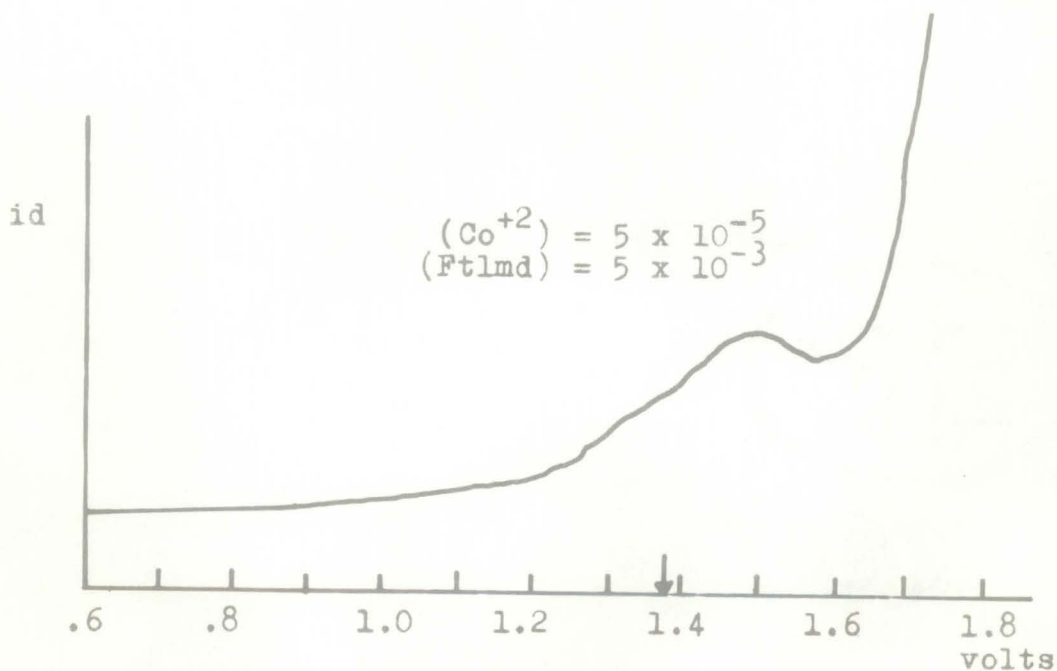
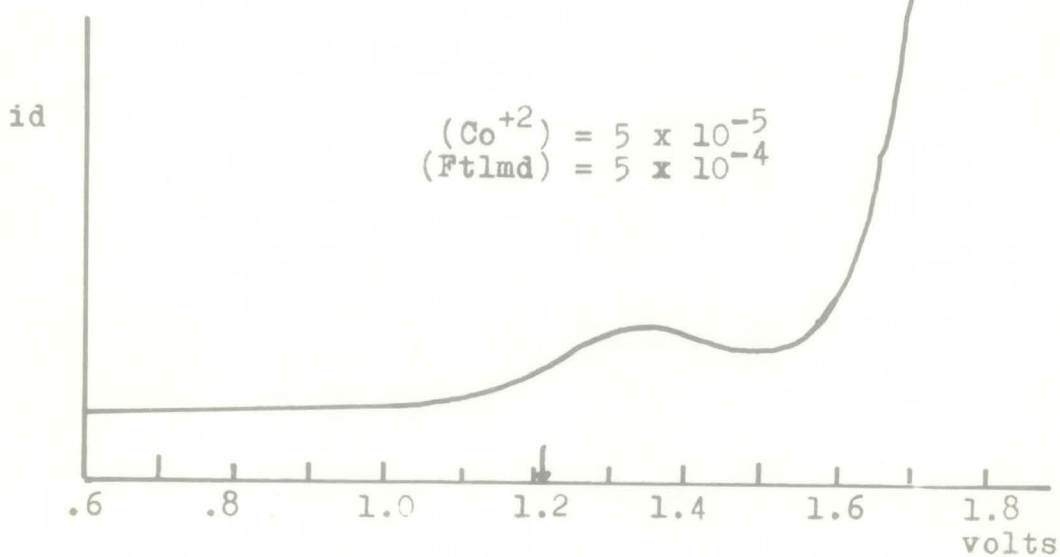
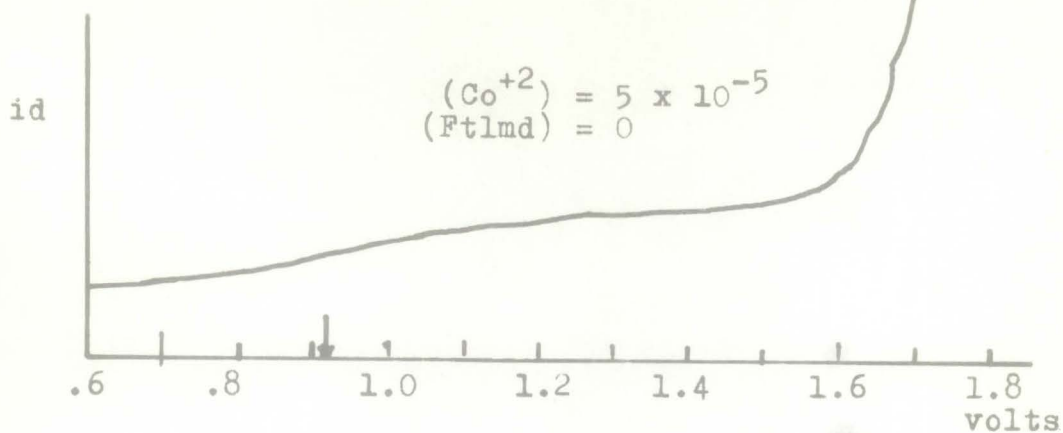


Figura 17: Polarogramas del complejo  $Co^{+2}$  -  
Ftalimida-dioxima a pH = 11

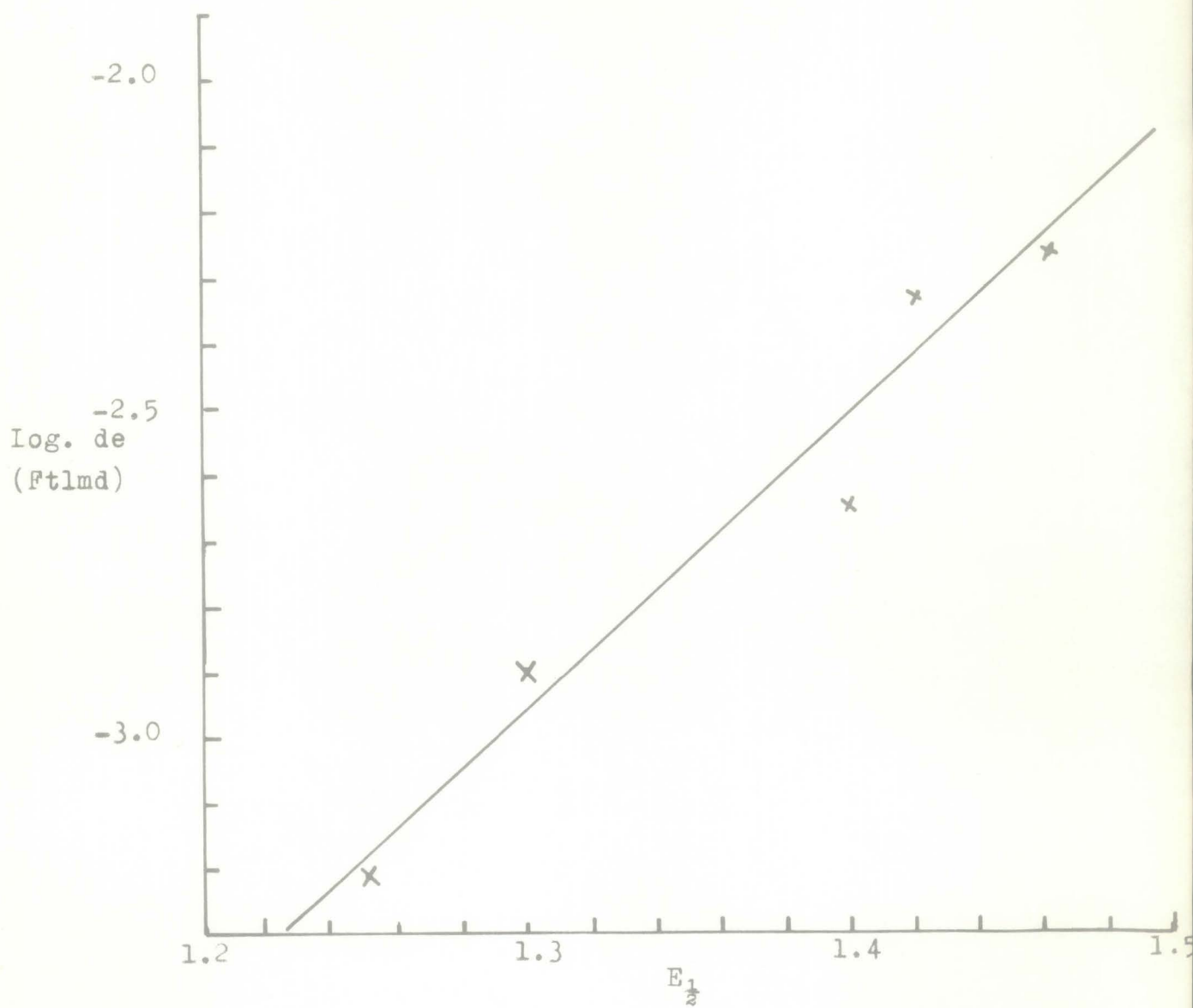


Figura 18: Variación del potencial de media onda en función de la concentración del complejo  $Co^{+2}$ -Ftalimida-dioxima a  $pH = 11$  .

5-4.- VARIACION DEL pH Y POTENCIAL DE MEDIA ONDA  
EN EL COMPLEJO  $\text{Co}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA EN -  
FUNCION DEL TIEMPO.

Con este guión se hizo un estudio para ver como van variando el pH y el potencial de media onda de los complejos a través del tiempo. Para esto se usó el complejo - que tenía una concentración de cobalto de  $5 \times 10^{-5}$  y ftalimida-dioxima  $5 \times 10^{-3}$ .

<u>pH</u>	<u><math>E_{\frac{1}{2}}</math></u>	<u>Tiempo</u>
11	1.30	inicial
10.75	1.29	$\frac{1}{2}$ hora
10.60	1.29	1 hora
10.50	1.30	$1\frac{1}{2}$ horas
10.00	1.30	2 horas
9.80	1.27	$2\frac{1}{2}$ horas
9.50	1.25	3 horas
9.50	1.25	6 horas



VI.- D I S C U S I O N D E L O S R E S U L T A D O S .

6-1.- CALCULO DE LA CONSTANTE E INDICE DE COORDINACION DEL COMPLEJO  $Cu^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA A pH=6.0

Calculo de p: En la figura 4 se calcula la pendiente de la linea recta y se sustituye en la ecuación:

$$\frac{D \text{ Log Cx}}{D E_{\frac{1}{2}}} = \frac{n}{p0.0591}$$

D Log Cx- Equivale a la variación de la concentración de Ftalimida.

$D E_{\frac{1}{2}}$  - Equivale a la variación del potencial de media onda.

n - Equivale al numero de electrones.

p - Equivale al Indice de Coordinación.

$$\frac{D \text{ Log Cx}}{D E_{\frac{1}{2}}} = \frac{.23}{.01} = 23$$

$$n=2$$

$$23 = \frac{2}{p0.0591}$$

$$p = 1.44$$

Calculo de K: Para efectuar los calculos de K es necesario conocer el  $E_{\frac{1}{2}}$  del ion simple y del complejo, y la K está en función de la concentración.

$$E_{\frac{1}{2}c} - E_{\frac{1}{2}s} = \frac{0.0591}{n} \log K - p \frac{0.0591}{n} \log Cx.$$

$E_{\frac{1}{2}c}$  = Potencial de media onda del complejo.

$E_{\frac{1}{2}s}$  = Potencial de media onda del ion simple.

K = Constante de disociación del complejo.

p = Número de iones involucrados en el complejo

Cx = Concentración molar del ion complejo.

$$E_{\frac{1}{2}c} = .21$$

$$E_{\frac{1}{2}s} = .20$$

$$\log Cx = 3.1$$

$$p = 1.44$$

$$n = 2$$

$$.21 - .20 = \frac{.0591}{2} \log K - 1.44 \left( \frac{.0591}{2} \right) (3.1)$$

$$K = 1.3 \times 10^{-5}$$

Esta constante así obtenida es una constante condicional, es la constante efectiva que corresponde a las condiciones en que se ha formado el complejo, de concentración y pH.

6-2 CALCULO DE LA CONSTANTE E INDICE DE COORDINACION DEL COMPLEJO Cu-FTALIMIDA DIOXIMA pH = 9.2

Calculo de p: En la figura 6 se calcula la pendiente de la linea recta y se obtiene el valor de :

$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}}$  que se sustituye en la ecuación para calcular

el valor de p.

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = \frac{n}{p0.0591}$$

$$n = 2$$

p = indice de coordinación

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = 15.4848$$

$$p = \frac{2}{(15.4848) (.0591)}$$

$$p = 2.15$$

Calculo de la K: Teniendo los valores de p,n,log Cx y  $E_{\frac{1}{2}c}$   
 $E_{\frac{1}{2}s}$  se puede calcular la K.

$$E_{\frac{1}{2}c} - E_{\frac{1}{2}s} = \frac{0.0591}{n} \log K - \frac{p0.0591}{2} \log Cx$$

$$E_{\frac{1}{2}c} = .256$$

$$E_{\frac{1}{2}s} = .215$$

$$\log Cx = 3.00$$

$$p = 2.15$$

$$n = 2$$

$$.256 - .215 = \frac{.0591}{2} \log K - 2.15 \left( \frac{.0591}{2} \right) (3.0)$$

$$K = 1.1 \times 10^{-6}$$

Esta constante así obtenida es una constante condicional,  
que corresponde a las condiciones en que se ha formado el  
complejo de concentración y pH.

6-3 CALCULO DE LA CONSTANTE E INDICE DE COORDINACION DEL COMPLEJO Cu-FTALIMIDA DIOXIMA pH=11

Calculo de p : En la figura 6 se calcula la pendiente de la linea recta y se sustituye en la ecuación:

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = \frac{n}{p0.0591}$$

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = 8.709$$

$$8.709 = \frac{2}{p0.0591}$$

$$p = 3.892$$

Calculo de K : Conocidas n, p, log Cx,  $E_{\frac{1}{2}} s$ ,  $E_{\frac{1}{2}} c$ , se puede obtener K.

$$E_{\frac{1}{2}} c - E_{\frac{1}{2}} s = \frac{0.0591}{n} \log K - \frac{p0.0591}{n} \log Cx$$

$$E_{\frac{1}{2}} c = .280$$

$$E_{\frac{1}{2}} s = .220$$

$$\log Cx = 3.2$$

$$p = 3.892$$

$$.280 - .22 = (.0295 \log K + 3.892) \left( \frac{0.0591}{2} \right) (3.2)$$

$$.06 = .0295 \log K + .3674048$$

$$K = 2.6 \times 10^{-11}$$

Esta constante así obtenida es una constante condicional, es la constante efectiva que corresponde a las condiciones en que se ha formado el complejo, de concentración y pH.

6-4 CALCULO DE LA CONSTANTE E INDICE DE COORDINACION DEL COMPLEJO  $\text{Ca}^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA  
pH=11

Calculo de p: En la figura 8 se puede calcular la pendiente de la línea recta y así poderla sustituir en la ecuación.

$$\begin{aligned} \frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} &= \frac{n}{p0.0591} \\ \frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} &= 18.2947 \end{aligned}$$

Calculo de K:

$$E_{\frac{1}{2}C} - E_{\frac{1}{2}S} = \frac{0.0591}{n} \log K - \frac{p0.0591}{n} \log Cx$$

$$E_{\frac{1}{2}C} = .252$$

$$E_{\frac{1}{2}S} = .190$$

$$p = 1.843$$

$$\log Cx = 3.2$$

$$n = 2$$

$$.252 - .190 = \frac{0.0591}{2} \log K - (1.843) \left( \frac{0.0591}{2} \right) (3.2)$$

$$K = 6.6 \times 10^{-4}$$

Esta constante así obtenida es una constante condicional, es la constante efectiva que corresponde a las condiciones en que se ha formado el complejo de concentración y pH.



6-5 CALCULO DE LA CONSTANTE E INDICE DE COORDINACION DEL COMPLEJO Cd- FTALIMIDA DIOXIMA

pH = 12

Calculo de n: De la figura 12 calcular la pendiente de la linea recta  $\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}}$  y sustituido en la ecuación

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = \frac{n}{p0.0591}$$

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = 10.9166$$

n = 2

$$10.9166 = \frac{2}{0.0591p}$$

p = 3.09

Calculo de K : Conocido  $E_{\frac{1}{2} c}$ ,  $E_{\frac{1}{2} s}$ , log Cx, p, n se sustituyen en la ecuación.

$$E_{\frac{1}{2} c} - E_{\frac{1}{2} s} = \frac{0.0591}{n} \log K - \frac{p0.0591}{n} \log Cx$$

log Cx = 3.2

$E_{\frac{1}{2} c} = .243$

$E_{\frac{1}{2} s} = .105$

p = 3.09

n = 2

$$.243 - .105 = .0295 \log K - (3.09) \left(\frac{.0591}{2}\right) (3.2)$$

$$K = 1.6 \times 10^{-6}$$

Esta constante así obtenida es una constante condicional, es la constante efectiva que corresponde a las condiciones en que se ha formado el complejo de concentración y pH.

6-6 CALCULO DE LA CONSTANTE E INDICES DE COORDI  
NACION DE EL COMPLEJO Co-FTALIMIDA DIOXIMA

$$\text{pH} = 8.3$$

Calculo de n : De la figura 14 el calculo de n

$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}}$  y se sustituye en la ecuación:

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = \frac{n}{0.0591}$$

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = 18.1241$$

$$n=2$$

$$18.1241 = \frac{2}{p0.0591}$$

$$p = 1.867$$

Calculo de K :

$$E_{\frac{1}{2}} c - E_{\frac{1}{2}} s = \frac{0.0591}{n} \log K - \frac{p 0.0591}{n} \log Cx$$

$$E_{\frac{1}{2}} c = 1.22$$

$$E_{\frac{1}{2}} s = 1.09$$

$$n = 2$$

$$p = 1.867$$

$$\log Cx = 3.3$$

$$1.22 - 1.09 = 0.0295 \log K - 1.867 (.0295) (3.3)$$

$$K = 9.1 \times 10^{-3}$$

Esta constante así obtenida es una constante condicional,  
es la constante efectiva que corresponde a las condiciones  
en que se ha formado el complejo de concentración y pH.

6-7 CALCULO DE LA CONSTANTE E INDICE DE COORDI-  
NACION DEL COMPLEJO Co-FTALIMIDA DIOXIMA

$$\text{pH} = 9.9$$

Calculo de n : de la figura 16 calcular la  
pendiente  $\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}}$  y sustituirlo en la ecuación:

$$D E_{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = \frac{n}{p 0.0591}$$

$$\frac{D \log Cx}{D E_{\frac{1}{2}}} = 9.2024$$

$$D E_{\frac{1}{2}}$$

$$n = 2$$

$$9.2024 = \frac{2}{0.0591 p}$$

$$p = 3.677$$

Calculo de K : Conocidos  $E_{\frac{1}{2}c}$ ,  $E_{\frac{1}{2}s}$ ,  $\log Cx$ , p y  
n se puede encontrar el valor de K substituyendo en la -  
ecuación:

$$E_{\frac{1}{2}c} - E_{\frac{1}{2}s} = \frac{0.0591}{n} \log K - \frac{p 0.0591}{n} \log Cx$$

$$E_{\frac{1}{2}c} = 1.236$$

$$E_{\frac{1}{2}s} = .985$$

$$\log. Cx = -3.3$$

$$n = 2$$

$$p = 3.677$$

$$1.23 - .985 = .0295 \log K - (3.677) \left( \frac{.0591}{2} \right) (3.3)$$

$$K = 4.5 \times 10^{-4}$$

6-8 CALCULO DE LA CONSTANTE E INDICE DE COORDINACION DEL COMPLEJO Co-FTALIMIDA DIOXIMA A  
pH = 11

Calculo de n : Se puede calcular directamente de figura 18 la pendiente de la línea recta y substituir en la ecuación :

$$\frac{D \text{ Log. Cx}}{D E_{\frac{1}{2}}} = \frac{n}{0.059p}$$

$$\frac{D \text{ Log. Cx}}{D E_{\frac{1}{2}}} = 4.422761$$

$$n = 2$$

$$4.422 = \frac{2}{0.059p}$$

$$p = 7.6515$$

Calculo de K : Conocidos los valores de  $E_{\frac{1}{2}c}$ ,  $E_{\frac{1}{2}s}$ , p, n, y Log Cx se puede calcular el valor de K substituyendo en la ecuación:

$$E_{\frac{1}{2}c} - E_{\frac{1}{2}s} = \frac{0.0591}{n} \log K - \frac{p \cdot 0.0591}{n} \log Cx$$

$$E_{\frac{1}{2}c} = 1.169$$

$$E_{\frac{1}{2}s} = .915$$

$$n = 2$$

$$\log. Cx = 3.2$$

$$p = 7.6515$$

$$1.169 - .915 = \frac{0.059}{2} \log K - (7.65) \left(\frac{.059}{2}\right) (3.2)$$

$$K = 7.3 \times 10^{-16}$$

VII.- C O N C L U S I O N E S:

De los resultados obtenidos se ponen de manifies-  
to una serie de hechos:

- 1.- Disminución del pH durante un intervalo de -  
tiempo desde que se mezclan los reactivos.
- 2.- El índice de coordinación de los complejos au-  
menta con el pH.
- 3.- La constante de inestabilidad disminuye con  
el pH.

VARIACION DE LA CONSTANTE DE INESTABILIDAD E INDICE DE COOR-  
DINACION CON EL pH EN LOS COMPLEJOS  $Co^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA,  
 $Ca^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA Y  $Cu^{+2}$ -FTALIMIDA-DIOXIMA.

(Ca <sup>+2</sup> )		
pH	K	p
11	$6.6 \times 10^{-4}$	1.8
12	$1.6 \times 10^{-6}$	3.09

(Cu <sup>+2</sup> )		
pH	K	p
6	$1.3 \times 10^{-5}$	1.44
9.2	$1.1 \times 10^{-6}$	2.15
11	$2.6 \times 10^{-11}$	3.89

(Co <sup>+2</sup> )		
pH	K	p
8.3	$9.1 \times 10^{-3}$	1.86
9.9	$4.5 \times 10^{-4}$	3.67
11	$7.3 \times 10^{-16}$	7.6

De los anteriores hechos se infiere que el ligan-  
do imido-dioxima esta altamente influenciado por el pH en



la reacción de formación de complejos. Característica esta que es inherente a complejos de tipo quelato. En apoyo de esto está el hecho de que el pH disminuye al formarse el complejo, la explicación es que el grupo imido-dioxima libera protones pasando al estado aniónico correspondiente, para formar el enlace iónico que acompaña al coordinado en este tipo de compuestos.

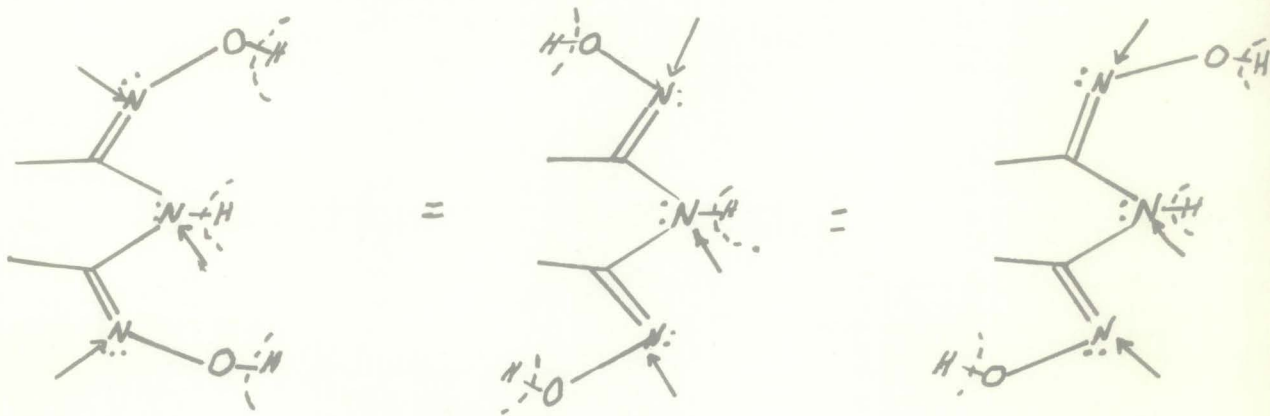
Por otra parte la variación del índice de coordinación a medida que aumenta el pH puede explicarse en base a que a mayor pH el grupo imido-dioxima alcanza más fácilmente la forma aniónica al perder sus protones ácidos, por lo que un mayor número de imido-dioxima puede englobar al catión central.

La gran complejidad del grupo imido-dioxima unido a la posición de varios posibles centros pueden hacer difícil asignar a este grupo un número de coordinación determinado, ya que es probable que en distintas condiciones de pH y catión central sean distintos los átomos que actúan como donadores de pares electrónicos al ion central.

La estructura de el grupo imido-dioxima presenta grupos ácidos =NH (imina), =NOH (oxima) y grupos coordinantes (fundamentalmente la oxima tal como se puede ver en su estructura).

VIII.- B I B L I O G R A F I A

- (1).- Buscarons F., Abelló J., Análes de Física y Química, 50-B, 591 (1962).
- (2).- Buscarons F., Iturriaga H., Anales de Física y Química, 62, 601, (1966).
- (3).- Fernández Alonso M., Estudio comparativo de constantes e índices de coordinación de complejos de los iones Cu(II) y Ag(II) con la Ftalimida-dioxima por los métodos espectrofotométricos de resinas de intercambio iónico y polarográfico.  
ITESM (1974)
- (4).- Torres Gonzalez L., Estudio sobre constantes e índices de coordinación de complejos de los iones Co(II) y Ag(I) con la Ftalimida-dioxima por el método espectrofotométrico.  
UDEM (1974)
- (5).- Gayer K., Demmler A. y Elkind M., J. Chem. Ed., 37, 557, (1953).
- (6).- Meloan Co.y Kiser R., Problemas y Experimentos en Análisis Instrumental, Editorial Reverté Mexicana, - S.A. , Mexico D.F., 317 (1973).



⊙ Indica centro donador de electrones

$\overset{+}{\text{H}}$  Indica grupo acido

Posibles estructuras de el grupo imido-dioxima

## FECHA DE DEVOLUCION

---

El último sello marca la fecha tope para ser devuelto este libro.

Vencido el plazo, el lector pagará 1.00 peso por cada día que pase.

Plata 153,314

---

--	--	--