



# informe progresivo

nº  
37

Julio  
1996

## **Trazas de metales en sedimentos superficiales en la Bahía del Callao-Ventanilla durante 1994**

Convenio CORDE Callao /IMARPE

*Manuel Guzmán Roca*

## **Nomenclatura actualizada de peces comerciales del Perú**

*Walter Elliott Rodríguez (Sede Central), Flor Paredes Bulnes (Sede Central),  
Jorge Zeballos Flor (L. C. Pisco), Luis Juárez Arrunátegui (L. C. Paita),  
Jesús Barreto Meza (L. C. Huacho)*

DGIO - 13  
DGIRH - 22

El Informe Progresivo es una serie de distribución nacional, que contiene artículos científicos y tecnológicos, con información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos .

Podrá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú - Callao (mimeo)

**INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)**

**Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito - Callao.**

**Apartado 22, Callao - Perú.**

**Tel. 4297630 - 4299811 Fax. 4656023**

**E - mail: imarpe + @amauta.rcp.net.pe**

## CONTENIDO GENERAL

Trazas de metales en sedimentos superficiales en la Bahía del Callao-Ventanilla durante 1994

Convenio CORDE Callao /IMARPE

*Manuel Guzmán Roca*

3

Nomenclatura actualizada de peces comerciales del Perú

*Walter Elliott Rodríguez (Sede central), Flor Paredes Bulnes (Sede central),*

*Jorge Zeballos Flor (L. C. Pisco), Luis Juárez Arrunátegui (L. C. Paita),*

*Jesús Barreto Meza (L. C. Huacho)*

21

# TRAZAS DE METALES EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES EN LA BAHIA DEL CALLAO-VENTANILLA DURANTE 1994

CONVENIO CORDE CALLAO/IMARPE

*Manuel Guzmán Roca*

## CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	3
1. INTRODUCCION	3
2. MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Muestreo	4
2.2 Métodos	4
3. RESULTADOS Y DISCUSION	5
3.1 Metales pesados	5
3.2 Afinidad química y su relación con la materia orgánica	6
4. CONCLUSIONES	6
REFERENCIA	7
TABLAS	8
FIGURAS	12

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe da a conocer, la distribución espacial de cobre, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales de la bahía Callao-Ventanilla y su relación con la materia orgánica total (M.O.T.)(28-30 de Marzo 94) asimismo con el tamaño de grano durante el período 1994.

Los resultados muestran que los mayores contenidos de metales pesados, se deben a las descargas de los ríos Rímac, Chillón y desechos industriales. Este informe presenta la siguiente secuencia de afinidad química del metal pesado por la materia orgánica:

<u>Zona I</u>	<u>Zona II</u>	<u>Zona III</u>
Cd>Pb>Cu	Cd>Pb>Cu	Cd>Cu>Pb

## 1. INTRODUCCION

El comportamiento de los metales pesados en los sedimentos marinos es distinto al que ocurre en las aguas marinas, ya que aquellos por la dinámica de sus cambios, son una matriz integradora de las modificaciones al balance geoquímico.

La revisión bibliográfica muestra que la concentración natural de los metales en los sedimentos son de tres órdenes de magnitud mayor que en el agua de mar.

A nivel de áreas costeras las fuentes de metales son de origen antrópico (industrial y relaves mineros).

En estas condiciones es posible esperar que la distribución de los metales en los sedimentos superficiales, estén distribuidos siguiendo un patrón que es consistente con los procesos dinámicos locales (Ahumada, 1992).

El presente trabajo ha sido realizado tomando como base los datos obtenidos en sedimentos marinos del convenio **CORDE CALLAO/IMARPE** durante 1994.

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Muestreo

Los muestreos se realizaron a bordo de lanchas de aproximadamente 20 m de eslora.

El primer muestreo fue del 28 al 30 de Marzo 1994 (verano).

El segundo muestreo fue del 22 al 24 de Junio 1994 (otoño).

El tercer muestreo fue del 08 al 10 Diciembre 1994 (primavera).

En las 25 estaciones programadas distribuidos en tres zonas (Fig. 1), se colectaron muestras de sedimento superficial empleando una draga Van Veen de aproximadamente 0.016 m<sup>2</sup>; adicionalmente se tomaron muestras para análisis granulométrico y de materia orgánica total (solo en verano).

Las muestras de sedimentos para análisis de metales pesados y sedimentología fueron preservadas en congelación hasta su análisis.

### 2.2 Métodos

Las determinaciones analíticas empleadas, fueron las siguientes:

- Método modificado de Eggiman y Betzer; Johnson y Maxwell para el tratamiento químico de sedimentos marinos, cuyo procedimiento es el siguiente:

Se pesa aproximadamente 0.3 g de muestra seca pasada por una malla 100 y se coloca en tubos de teflón de 25 ml de capacidad con tapa rosca. Enseguida se agrega 4 ml de ácido clorhídrico concentrado y 2 ml de ácido nítrico concentrado se tapa parcialmente y se coloca en baño maría a 95°C durante 2 horas con agitación constante en periodos de 15 minutos.

Luego las muestras se enfrían a temperatura ambiente y se les adiciona 3 ml de ácido fluorhídrico concentrado a cada tubo. Seguidamente las muestras se ubican en un autoclave aproximadamente a 115°C por dos horas y finalmente se transfieren a fioles de 50 y/o 100 ml para ser enrasadas con agua bidestilada encontrándose listas para el análisis de trazas de metales por espectrofotometría de absorción atómica-sistema horno de grafito.

- Análisis granulométrico y contenido de materia orgánica (Fuente: Area de Bentos y Sedimentología).
- Los datos obtenidos se procesaron con la hoja de cálculo **Lottus 1.2.3** y el procesador de textos **WP 5.1**.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Metales pesados

Las concentraciones de **plomo** se aprecian en las figuras: 2, 3 y 6. Los mayores valores durante 1994, se presentaron al centro de la bahía (zona II). Fig. 1.

Las concentraciones medias de plomo en la zona II fueron: verano (293.80  $\mu\text{g/g}$ ), otoño (323.23  $\mu\text{g/g}$ ), primavera (314.58  $\mu\text{g/g}$ ). Tablas 4, 5 y 6 figuras 7, 8 y 9.

La variación de la concentración media de plomo a lo largo del año pueden ser apreciados por épocas y zonas en las tablas 7, 8 y 9 figuras 10, 11 y 12.

Las mayores concentraciones de cadmio durante 1994, se presentaron al NW del Río Rímac. Figuras 2, 4 y 6.

Las concentraciones medias de cadmio en la zona II fueron: verano (3.36  $\mu\text{g/g}$ ), otoño (4.46  $\mu\text{g/g}$ ), primavera (2.80  $\mu\text{g/g}$ ). Tablas 4, 5 y 6 figuras 7, 8 y 9.

La variación de la concentración media de cadmio a lo largo del año puede ser apreciada por épocas y zonas en las tablas 7, 8 y 9 figuras 10, 11 y 12.

La concentración de **cobre** es apreciado según las figuras: 2,5 y 6. Los mayores valores durante 1994, se presentaron al centro de la bahía (zona II).

Las concentraciones medias de cobre en la zona II fueron: verano (120.04  $\mu\text{g/g}$ ), otoño (155.35  $\mu\text{g/g}$ ), primavera (152.60  $\mu\text{g/g}$ ). Tablas 4, 5 y 6 figuras 7, 8 y 9.

La variación de la concentración media de cobre a lo largo del año puede ser apreciada por épocas y zonas en las tablas 7, 8 y 9 figuras 10, 11 y 12.

En el análisis de las muestras de sedimentos superficiales durante el período 1994, se encontró una media representativa de:

**Zona I:** 20.69  $\mu\text{g/g}$  de cobre, 33.86  $\mu\text{g/g}$  de plomo y 1.46  $\mu\text{g/g}$  de cadmio.

**Zona II:** 142.66  $\mu\text{g/g}$  de cobre, 310.54  $\mu\text{g/g}$  de plomo y 3.54  $\mu\text{g/g}$  de cadmio.

**Zona III:** 87.38  $\mu\text{g/g}$  de cobre, 122.29  $\mu\text{g/g}$  de plomo y 2.17  $\mu\text{g/g}$  de cadmio.

Si estos valores los comparamos con lo obtenido en el sedimento superficial de la bahía San Vicente, Chile calificada de no contaminada (Ahumada,

1992); los rangos de (50-68) $\mu\text{g/g}$  de cobre, (19-54) $\mu\text{g/g}$  de plomo y (3-5.8)  $\mu\text{g/g}$  de cadmio fueron los que se encontraron en la zona costera.

La comparación entre estos valores y los encontrados en la bahía del Callao-Ventanilla durante el período 1994, nos permite apreciar que existe un comportamiento variable dependiendo de la zona y del metal pesado.

### 3.2 Afinidad química y su relación con la materia orgánica

Como una forma de establecer las relaciones cuantitativas, se realizó un análisis de regresión múltiple entre la materia orgánica como variable independiente y las concentraciones de Cu, Cd y Pb como variables dependientes para todas las estaciones.

Los coeficientes de correlación son mostrados en las tablas 10, 11 y 12 para las zonas I, II y III respectivamente.

La materia orgánica parece ser un factor determinante en la distribución de este grupo específico de metales en los sedimentos superficiales. Un ordenamiento de los coeficientes mas altos muestra la siguiente secuencia de afinidad química en relación a la materia orgánica:

<u>Zona I</u>	<u>Zona II</u>	<u>Zona III</u>
Cd>Pb>Cu	Cd>Pb>Cu	Cd>Cu>Pb

La zona II, es influenciada por las descargas industriales, ríos Rímac y Chillón y la circulación marina de fondo para la época de verano; asimismo por la mala clasificación del tamaño de grano de la bahía del Callao, lo cual se manifiesta en los coeficientes de correlación (Tabla 11).

## 4. CONCLUSIONES

- La distribución espacial de los metales pesados en los sedimentos superficiales, está relacionada con la topografía del área estudiada, la circulación marina, los mecanismos de dispersión y otros factores externos que juegan un rol importante en la determinación de la concentración absoluta.
- Las concentraciones de Cu, Pb y Cd en los sedimentos superficiales muestran un patrón general de distribución, donde las máximas concentraciones coinciden con las áreas de sedimentos finos y mayor concentración de materia orgánica.
- Los núcleos de concentración de metales, probablemente se formen debido a que el material orgánico particulado, sería la primera matriz que produce un «**secuestro**» de los metales disueltos en la columna de agua (adsorción y complejos organo-metálicos).
- El enriquecimiento y la acumulación de metales pesados en sedimentos superficiales son manejados por variables como: advección, dispersión y sedimentación.

## **AGRADECIMIENTO**

Un reconocimiento especial al Bach. Federico Velazco, por el trabajo analítico de contenido de materia orgánica total y textura en los sedimentos superficiales.

Asimismo al Tco. Donato Ynga, por su ayuda en la elaboración de tablas y gráficos.

## **REFERENCIA**

**Ahumada, R.1992.** Patrones de distribución espacial de Cr, Ni, Cu, Zn, Cd y Pb en sedimentos superficiales de bahía San Vicente, Chile. Rev. Biol. Mar., Valparaíso, 27(2):265-282.

Tabla 1. Características, contenido de materia orgánica y metales pesados en sedimentos superficiales (marzo 94)

## Zona I

Est.	Textura	M.O.T. (%)	Cu(ug/g)*	Pb(ug/g)*	Cd(ug/g)*
1	Arena	1.33	13.77	51.46	0.96
3	Arena	1.71	14.65	47.2	0.84
4	Fango arenoso	5.14	33.58	64.71	2.68
5	Arena	4.63	18.01	58.71	2.04
6	Arena	3.54	19.06	49.92	1.62

Tabla 2. Características, contenido de materia orgánica y metales pesados en sedimentos superficiales (marzo 94)

## Zona II

Est.	Textura	M.O.T. (%)	Cu(ug/g)*	Pb(ug/g)*	Cd(ug/g)*
7	Limo arcilloso	4.53	255.43	411.21	3.5
8	Limo arcilloso	3.64	109.76	269.05	3.12
9	Arcilla limosa	11.77	16.18	490.37	3.6
10	Arcilla limosa	11.4	145.34	235.52	2.41
11	Arcilla limosa	9.02	136.08	526.86	3.02
12	Limo arcilloso	1.88	77.42	302.88	2.82
13	Arcilla limosa	8.43	192.39	311.08	3.74
14	Arcilla limosa	9.35	137.26	207.14	4.32
15	Arcilla limosa	8.92	82.5	105.66	3.56
16	Fango arenoso	7.59	48.08	78.24	3.48

Tabla 3. Características, contenido de materia orgánica y metales pesados en sedimentos superficiales (marzo 94)

## Zona III

Est.	Textura	M.O.T. (%)	Cu(ug/g)*	Pb(ug/g)*	Cd(ug/g)*
17	Arena	1.43	—	—	—
18	Arena limosa	1.89	34.12	45.91	1.4
19	Arena limosa	1.92	31.16	39.2	1.21
20	Limo arcilloso	3.42	97.16	108.04	2.62
21	Arena limosa	1.79	52.86	59.64	1.41
22	Limo arenoso	2.88	87.34	65.69	1.32
23	Fango arenoso	7.42	129.66	132.32	4
24	Fango arenoso	3.85	138.73	277.83	3.44
25	Limo arcilloso	7.58	187.2	401.91	5.04

\* Referido a muestra seca.

Fuente : Area de Bentos y Sedimentología.



Tabla 4. Concentración media de metales pesados  
en sedimentos superficiales 28-30 marzo  
1994 (ug/g)\*

ZONA	ELEMENTO		
	COBRE	PLOMO	CADMIO
I	19.81	54.40	1.63
II	120.04	293.80	3.36
III	94.78	141.32	2.56

Tabla 5. Concentración media de metales pesados  
en sedimentos superficiales 22-24 junio  
1994 (ug/g)\*

ZONA	ELEMENTO		
	COBRE	PLOMO	CADMIO
I	21.91	26.50	1.72
II	155.35	323.23	4.46
III	85.68	104.62	2.34

Tabla 6. Concentración media de metales pesados  
en sedimentos superficiales 08-10 diciembre  
1994 (ug/g)\*

ZONA	ELEMENTO		
	COBRE	PLOMO	CADMIO
I	20.34	20.67	1.04
II	152.60	314.58	2.80
III	81.69	120.94	1.61

\* Referido a muestra seca.

Tabla 7. Concentración media de metales pesados en sedimentos superficiales durante 1994 (ug/g)\*  
Zona I

EPOCA	ELEMENTO		
	COBRE	PLOMO	CADMIO
VERANO	19.81	54.40	1.63
OTOÑO	21.91	26.50	1.72
PRIMAVERA	20.34	20.67	1.04

Tabla 8. Concentración media de metales pesados en sedimentos superficiales durante 1994 (ug/g)\*  
Zona II

EPOCA	ELEMENTO		
	COBRE	PLOMO	CADMIO
VERANO	120.04	293.80	3.36
OTOÑO	155.35	323.23	4.46
PRIMAVERA	152.60	314.58	2.80

Tabla 9. Concentración media de metales pesados en sedimentos superficiales durante 1994 (ug/g)\*  
Zona III

EPOCA	ELEMENTO		
	COBRE	PLOMO	CADMIO
VERANO	94.78	141.32	2.56
OTOÑO	85.68	104.62	2.34
PRIMAVERA	81.69	120.94	1.61

\* Referido a muestra seca.

Tabla 10. Datos de la matriz de correlación múltiple para materia orgánica versus Cu,Cd y Pb 28-30 marzo 1994. Zona I

	MOT*	[Cu]	[Cd]	[Pb]
MOT	1.0000	0.7853	0.9680	0.8366
[Cu]		1.0000	0.8912	0.8385
[Cd]			1.0000	0.9249
[Pb]				1.0000

Tabla 11. Datos de la matriz de correlación múltiple para materia orgánica versus Cu,Cd y Pb 28-30 marzo 1994. Zona II

	MOT*	[Cu]	[Cd]	[Pb]
MOT	1.0000	-0.1953	0.1759	0.0524
[Cu]		1.0000	0.0532	0.2122
[Cd]			1.0000	-0.1385
[Pb]				1.0000

Tabla 12. Datos de la matriz de correlación múltiple para materia orgánica versus Cu,Cd y Pb 28-30 marzo 1994. Zona III

	MOT*	[Cu]	[Cd]	[Pb]
MOT	1.0000	0.8763	0.9353	0.7259
[Cu]		1.0000	0.9416	0.9118
[Cd]			1.0000	0.8856
[Pb]				1.0000

\* Materia Orgánica Total.

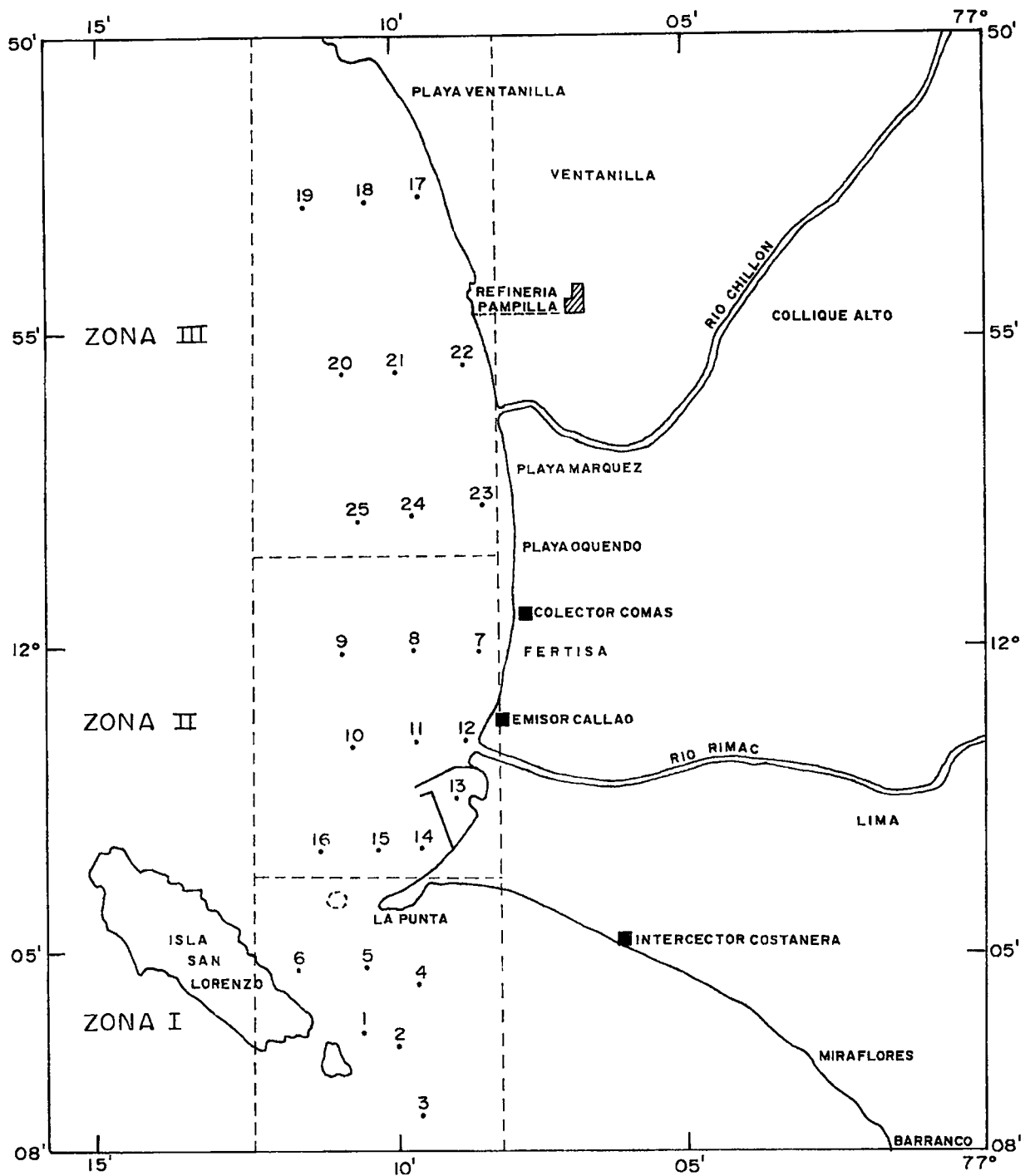


Fig. I Zonación del area de estudio y estaciones de muestreo.

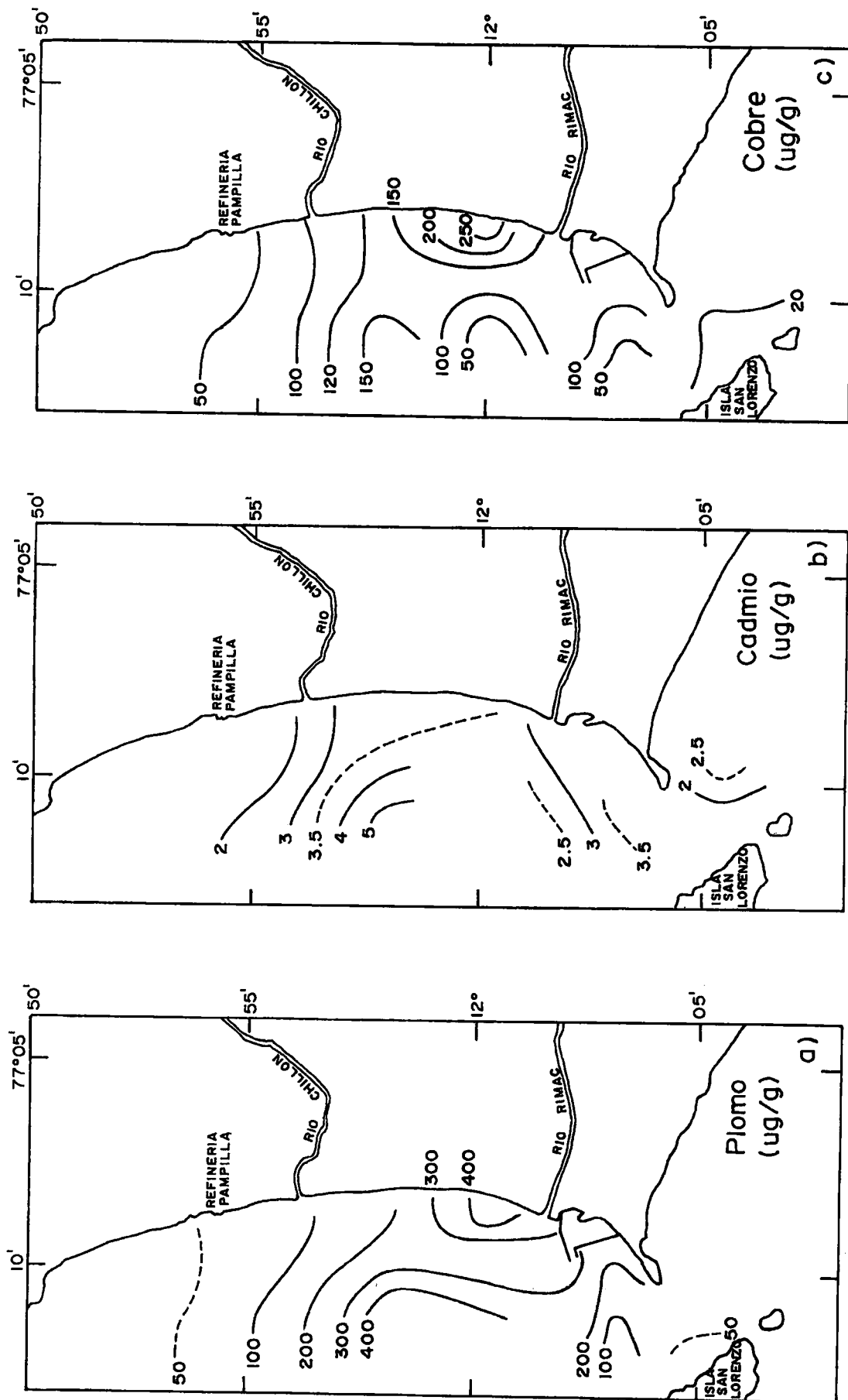


Fig.2 Distribución de metales pesados en sedimentos a) Plomo, b) Cadmio y c) Cobre Muestras obtenidas del 28 al 30 de Marzo de 1994.

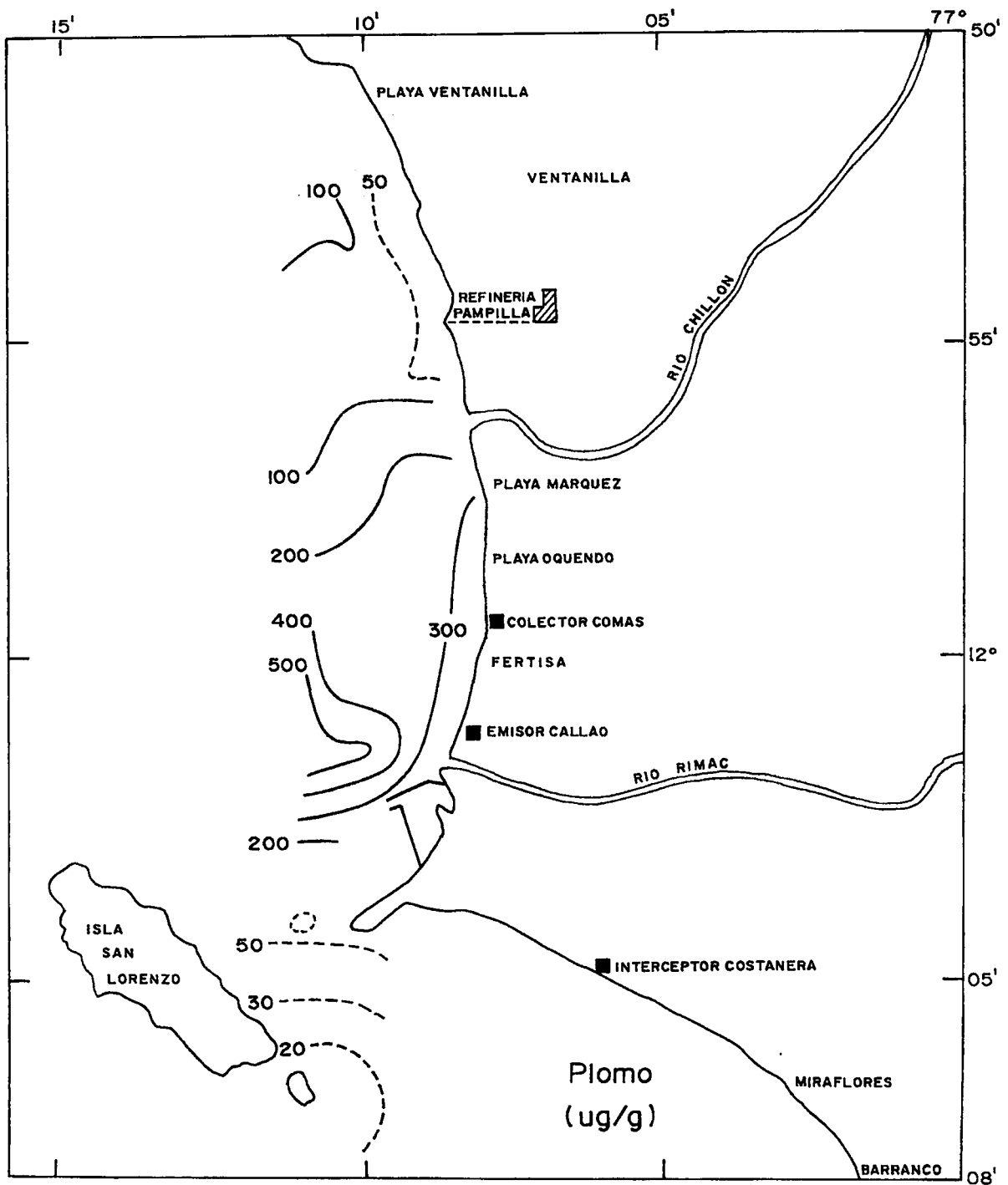


Fig. 3 Distribución de plomo en sedimentos marinos.  
Muestras obtenidas del 22 al 24 de junio de 1994.

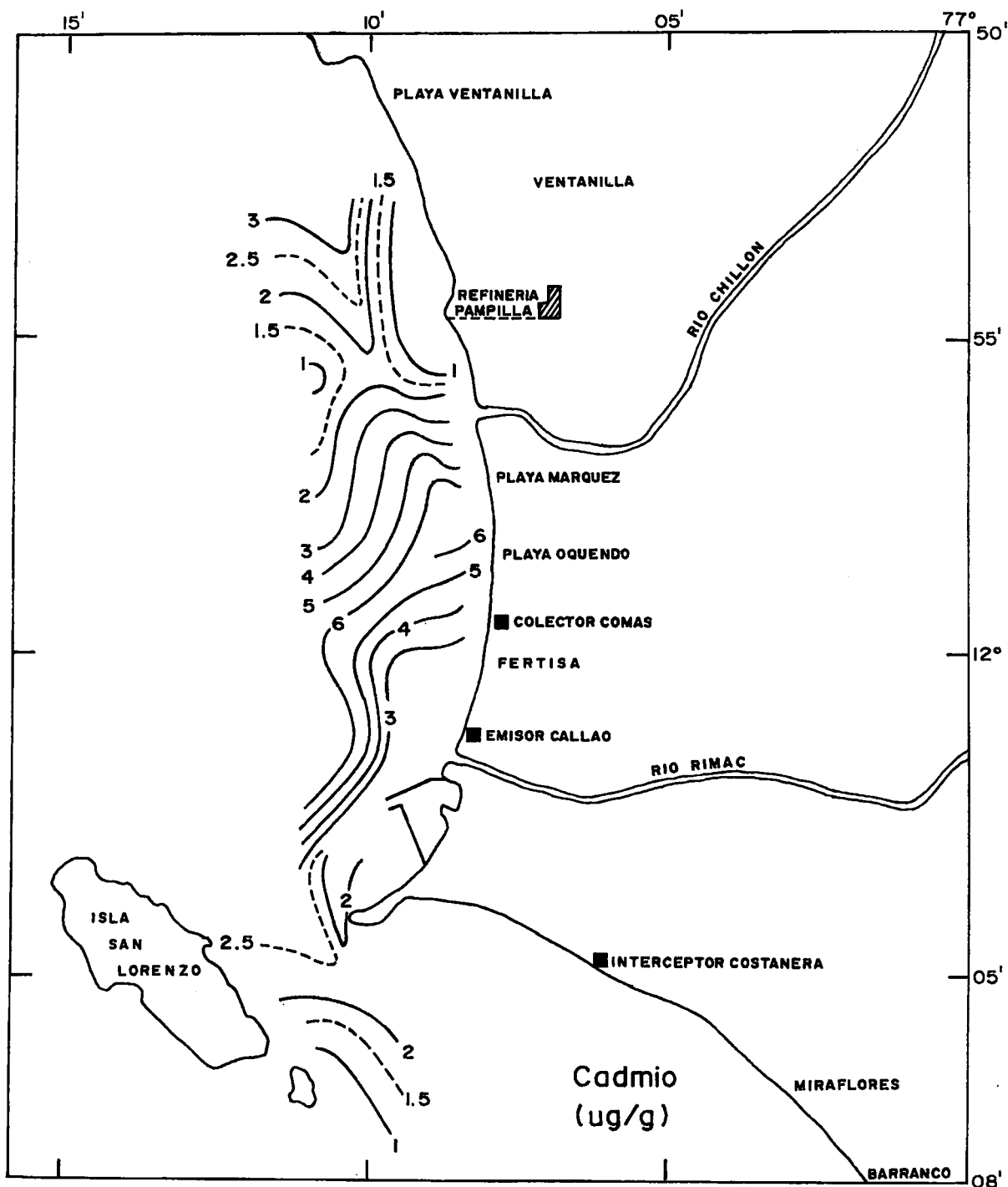


Fig. 4 Distribución de cadmio en sedimentos marinos.  
Muestras obtenidas del 22 al 24 de junio de 1994.

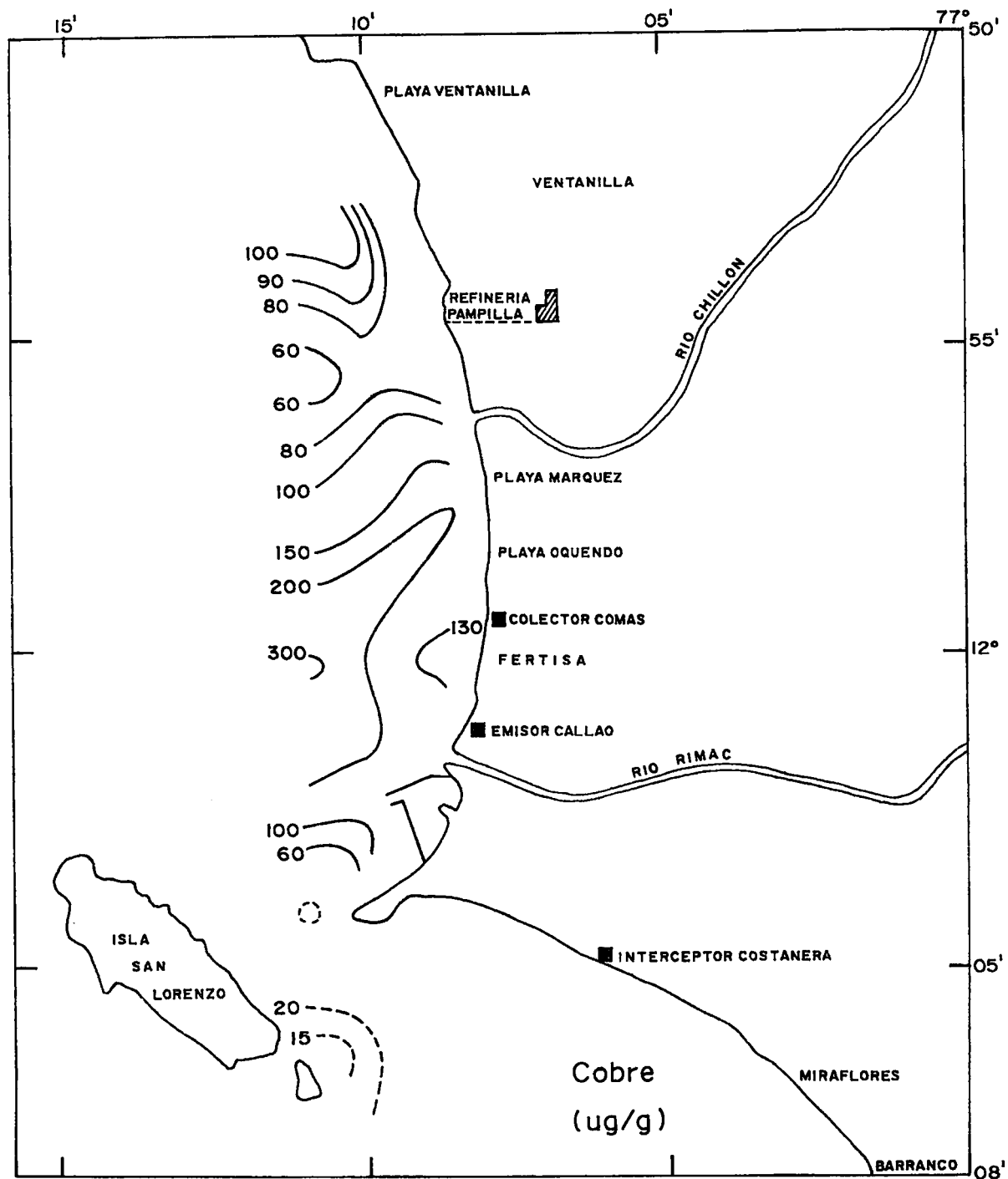


Fig.5 Distribución de cobre en sedimentos marinos.  
Muestras obtenidas del 22 al 24 de junio de 1994.



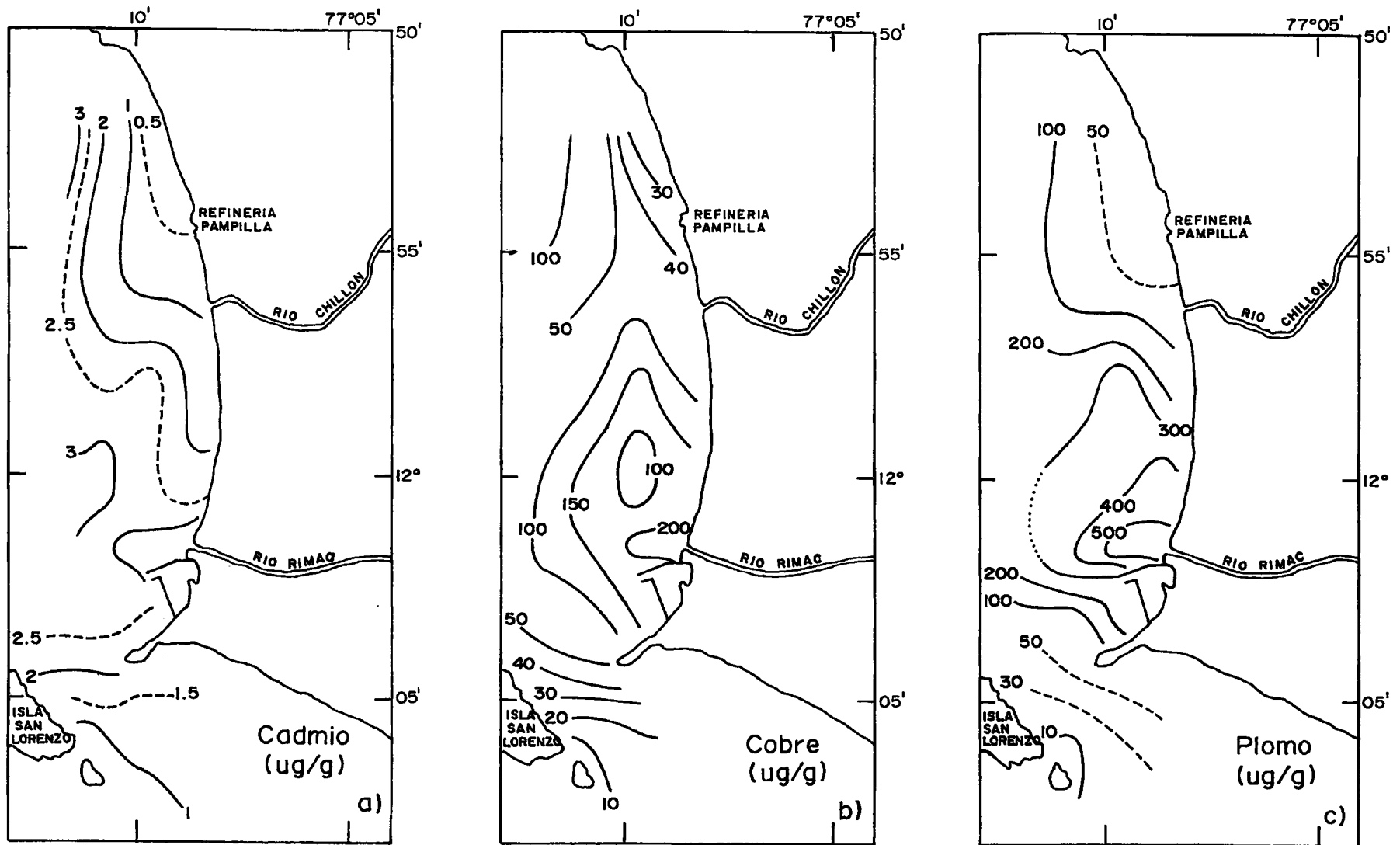
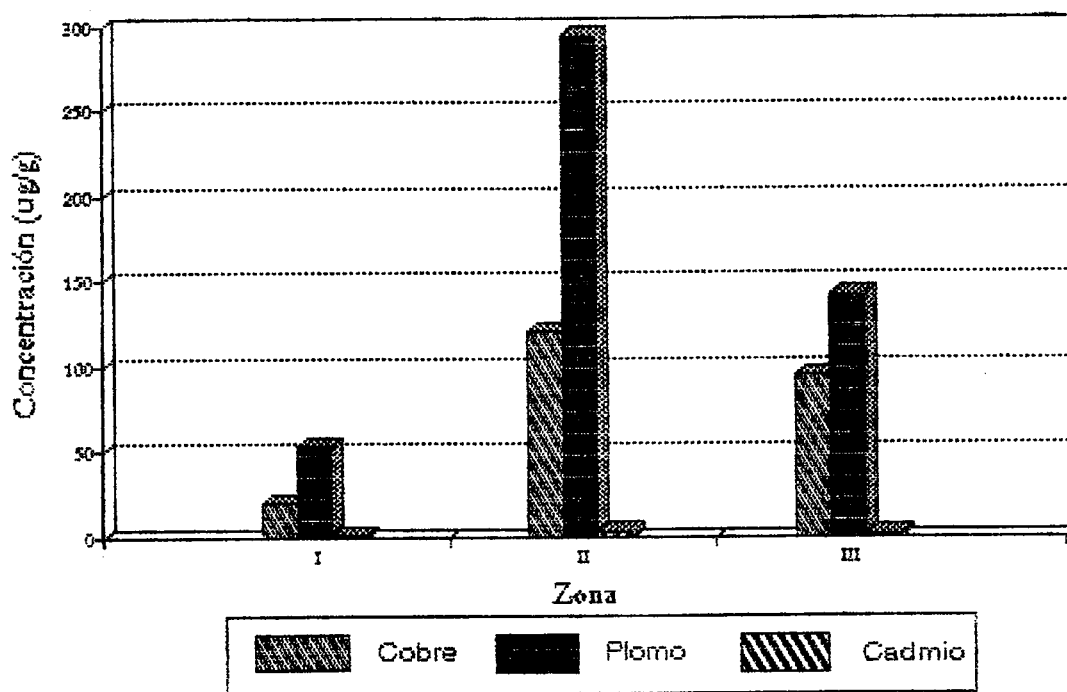
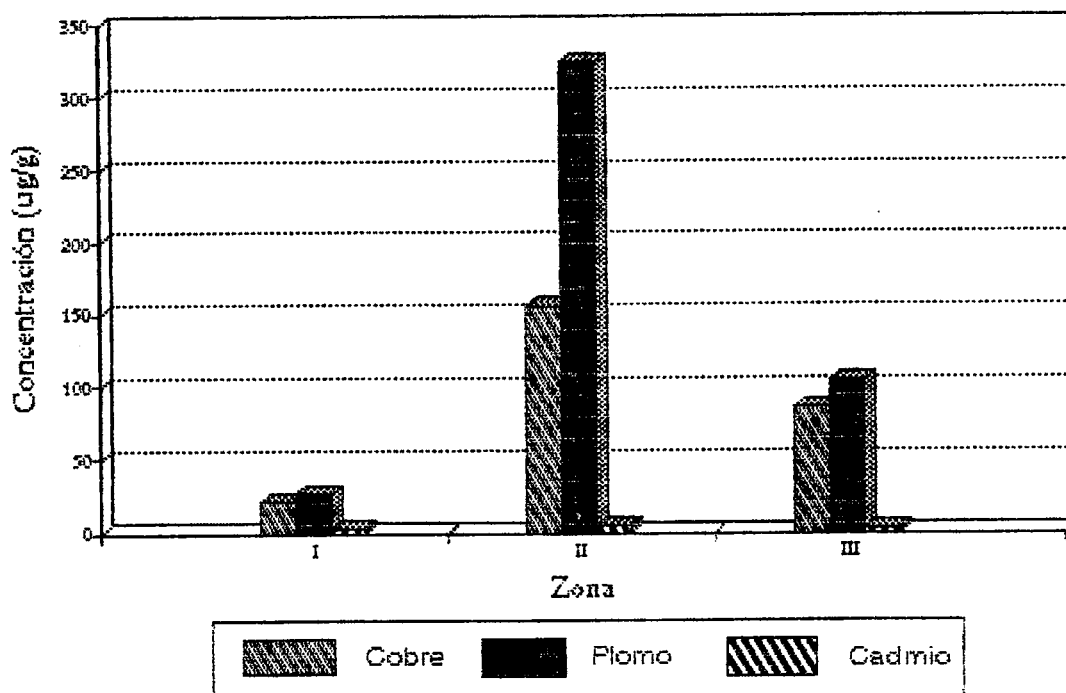


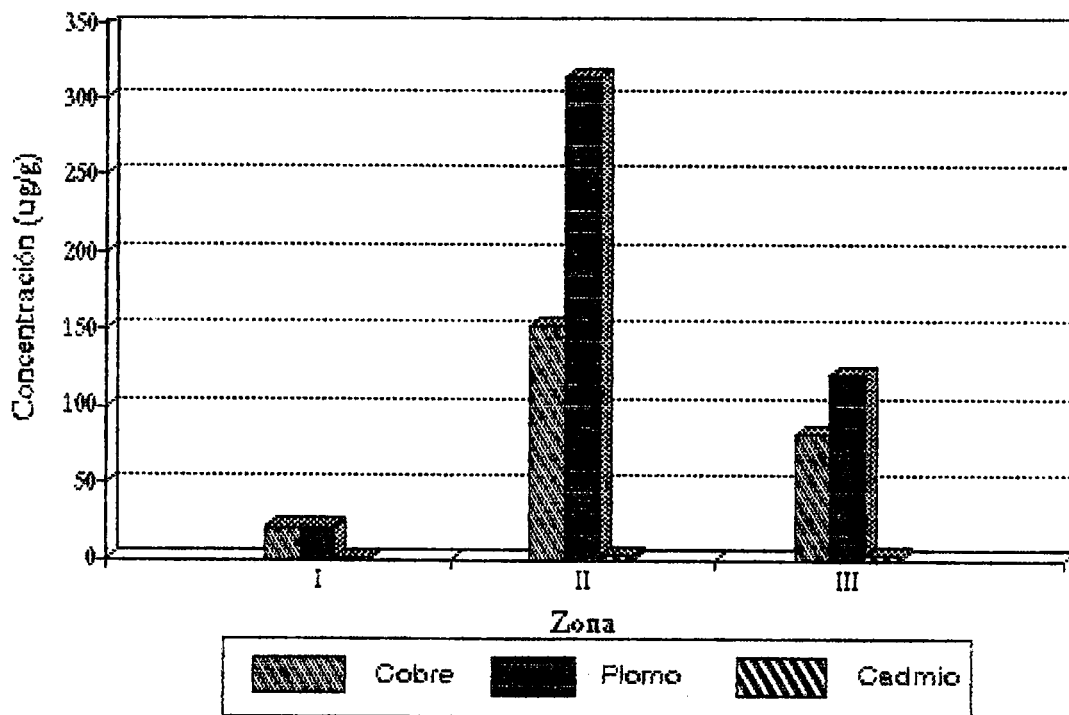
Fig.6 Distribucion de metales pesados en sedimentos a) Cadmio,b) Cobre y c) Plomo.  
Muestras obtenidas del 08 al 10 de diciembre de 1994.



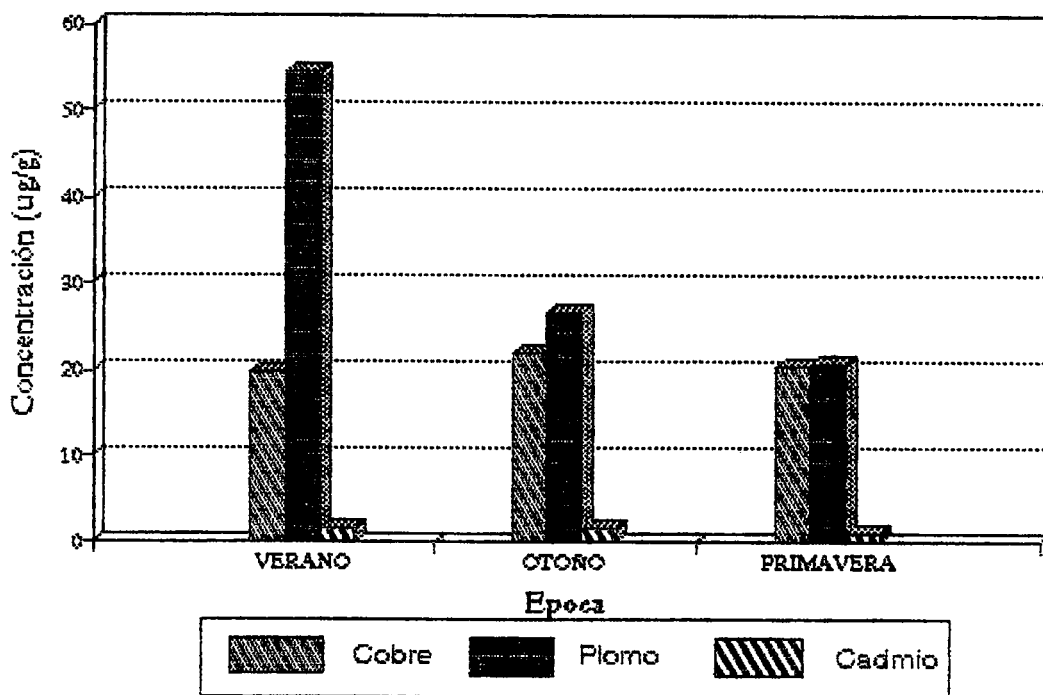
**Fig7. Variación media de metales pesados en sedimentos superficiales marzo-1994**



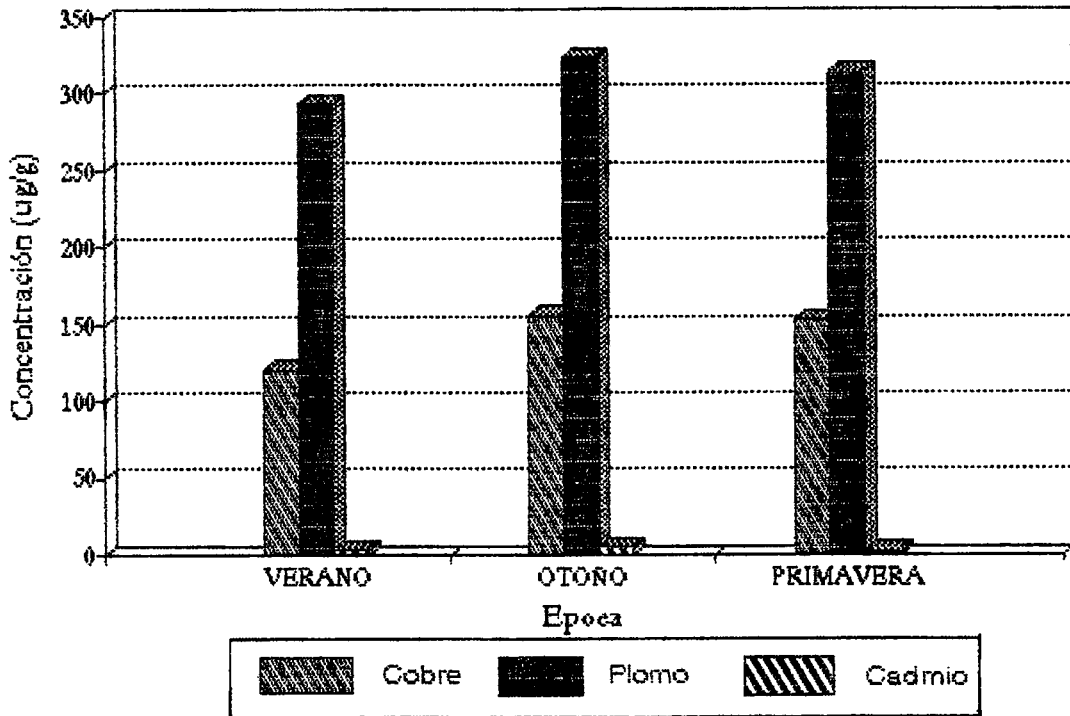
**Fig8. Variación media de metales pesados en sedimentos superficiales junio-1994**



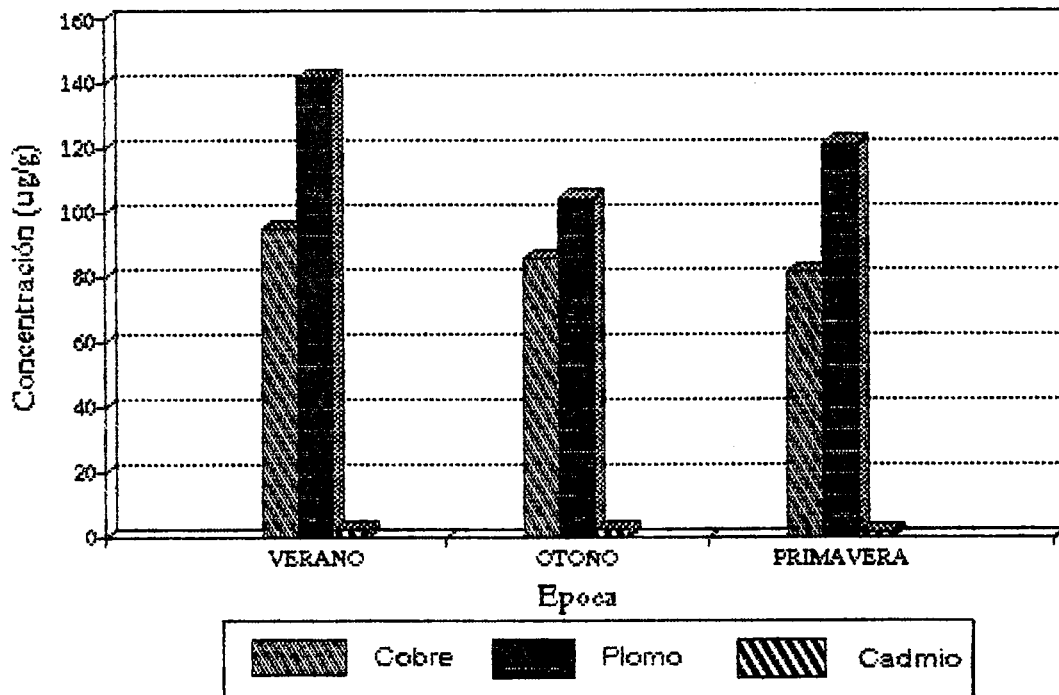
**Fig. 9 Variación media de metales pesados en sedimentos superficiales diciembre - 1994**



**Fig 10. Variación media de metales pesados en sedimentos superficiales 1994 Zona I**



**Fig 11. Variación media de metales pesados en sedimentos superficiales 1994 Zona II**



**Fig 12. Variación media de metales pesados en sedimentos superficiales 1994 Zona III**