

03065
242



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS
PROFESIONAL Y DE POSGRADO
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN CIENCIAS DEL MAR

GEOQUÍMICA DE LOS METALES PESADOS EN LOS
SEDIMENTOS DEL MAR DE CORTÉS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS DEL MAR
(ESPECIALIDAD OCEANOGRAFÍA QUÍMICA)

P R E S E N T A

FEDERICO PAEZ OSUNA

1988

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Pág.
1. <i>Introducción</i>	1
2. <i>Area de estudio</i>	1
2.1 <i>Fisiografía</i>	2
2.2 <i>Meteorología</i>	2
2.3 <i>Circulación general y masas de agua</i>	5
2.4 <i>Productividad y oxígeno disuelto</i>	7
2.5 <i>Tectónica y actividad hidrotermal en el golfo de California</i>	7
2.6 <i>Sedimentología</i>	10
3. <i>Metodología</i>	19
3.1 <i>Muestreo</i>	19
3.2 <i>Mediciones de pH y Eh</i>	22
3.3 <i>Análisis de agua intersticial</i>	22
3.4 <i>Análisis de sedimentos</i>	23
3.5 <i>Extracción selectiva de metales pesados</i>	31
4. <i>Sulfato reducción en el Golfo de California</i>	38
4.1 <i>Potencial Redox y pH</i>	38
4.2 <i>Sulfato reducción y tasas de sedimentación en el Golfo de California</i>	50
4.3 <i>Distribución y acumulación de la materia orgánica</i>	58
5. <i>Distribución y acumulación de metales pesados en el Golfo de California</i>	66
5.1 <i>Proveniencia de los metales pesados</i>	66
5.2 <i>Concentración y distribución de metales pesados en los sedimentos del Golfo de California</i>	68
5.3 <i>Clasificación de los depósitos del Golfo de California</i>	96
5.4 <i>Acumulación de los metales pesados en la parte centro y sur del Golfo de California</i>	101

	Pág.
6. Metales pesados en las fases geoquímicas de los sedimentos del Golfo de California	114
6.1 Distribución de metales pesados en las fases geoquímicas de los sedimentos superficiales	114
6.2 Metales pesados en las fases geoquímicas de la columna sedimentaria	145
6.3 Balance geoquímico de Manganeso	159
7. Conclusiones	167
8. Literatura citada	170
Apéndice 1. Relación de muestras superficiales colectadas en los cruceros CORTES 2 y PALEO 1.	189
Apéndice 2. Relación de núcleos colectados en los cruceros BERMEJO-1 y PALEO 2. Resultados analíticos de Eh, pH, sulfatos y carbono orgánico.	193
Apéndice 3. Concentración de metales pesados en los núcleos y sedimentos superficiales del Golfo de California.	208
Apéndice 4. Concentración de metales pesados en las fases geoquímicas de los sedimentos de la parte centro y sur del Golfo de California	222
Apéndice 5. Perfiles de metales pesados en las fases geoquímicas de los sedimentos en la parte centro y sur del Golfo de California.	268

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue para investigar la geoquímica de los metales pesados en los sedimentos del Mar de Cortés (Golfo de California). Se colectaron 48 núcleos y 85 muestras superficiales en cuatro cruceros oceanográficos (PALEO-1, PALEO-2, BERMEJO-1 y CORTES-2). A los núcleos se les midió a bordo (en secciones de 5 cm) el potencial redox y pH, posteriormente en el laboratorio fueron analizadas en la fase sólida el contenido de metales pesados y carbono orgánico, mientras que en el agua intersticial se cuantificaron los sulfatos.

La tasa de sedimentación fue estimada en varios de los núcleos mediante el modelo diagénético de Berner (1978). La aplicabilidad del método de Berner fue evaluada con los datos de varios núcleos previamente "fechados" desde las cuencas principales del Golfo. La regresión entre la tasa de sedimentación y el gradiente de sulfatos presentó la siguiente ecuación: (tasa de sedimentación) = 1.26 (gradiente intersticial de sulfatos) - 0.005.

Las concentraciones de carbono orgánico se encontró que oscilan entre 0.1 y 5%; dependiendo de la localización y textura de las muestras. La constante de descomposición de C-orgánico fluctuó entre $0.7-80 \times 10^{-3} \text{ año}^{-1}$; correspondiendo estas a una vida media entre 50-450, 100-1000 y 10-330 años para la plataforma continental, el talud y las depresiones de las cuencas respectivamente. La tasa de acumulación de C-orgánico en los sedimentos del golfo se encontró que está relacionada con la tasa de acumulación sedimentaria y puede ser descrita por la ecuación: (tasa de acumulación de C-orgánico) = 0.057 (acumulación sedimentaria)^{0.82}.

Las muestras para el análisis de metales pesados "totales" (Cu, Ni, Co, Cr, Zn, Pb, Cd, Ag, Mn, Fe y Al) se digirieron con una mezcla de HNO₃ y HCl (3:1) en un sistema de descomposición múltiple de teflón. Las concentraciones se determinaron por técnicas de absorción atómica. La concentración superficial de la mayoría de los metales mostró una tendencia a aumentar hacia la boca del golfo; aunque los niveles más elevados de Cd coinciden con los sedimentos que interceptan la capa del mínimo de oxígeno. Los núcleos que revelan mayor carácter hidrotermal fueron los que se colectaron en las depresiones de las cuencas de Guaymas y Pescadero, mientras que el núcleo del fondo pelágico adyacente a el golfo de California tuvo carácter hidrogénico.

Adicionalmente en 19 núcleos se realizó una extracción secuencial para diferenciar geoquímicamente las fracciones de metales pesados en los sedimentos. Cuatro fracciones geoquímicas fueron separadas y las concentraciones de los metales en cada una de ellas determinada; se encontró que Cu, Ni, Cr y Mn están asociadas principalmente a la fracción litogénica, siendo mayores los niveles en la plataforma continental que en las depresiones de las cuencas. En ambos rasgos morfológicos se observó que Fe, Cu, y Co poseen mayores concentraciones en la fracción reducible que en la oxidable en contraste a Ni, Cr, Pb y Mn. Cd por su parte en todas las muestras presentó proporciones (50-65%) altas en el extracto de peróxido. Asimismo en este estudio se desarrollaron varios modelos para explicar la transformación geoquímica de algunos metales en la columna sedimentaria.

SUMMARY

The objective of this study was to investigate the geochemistry of heavy metals in sediments from the Mar de Cortes (Gulf of California); forty-eight cores and 85 surface samples were collected in four oceanographic cruises (PALEO-1, PALEO-2, BERMEJO-1 y CORTES-2). The cores were sectioned (every 5 cm) aboard and the following measurements made; redox potential and pH. In the laboratory, sulfates in the pore waters, and organic carbon and heavy metals in the solid phase were analysed.

The sedimentation rate was estimated in various cores with Berner's (1978) diagenetic model. The reliability of the Berner method was evaluated with the data of various cores previously dated from the principal basins of the Gulf. The regression between sedimentation rate and sulfate gradient gave the following equation: (Sedimentation rate) = 1.25 (initial gradient of sulfate) - 0.005.

The organic carbon concentrations were found to oscillate between 0.1 and 5% depending on location and texture of samples. The decay constant of organic carbon ranged from $0.7-80 \times 10^{-3}$ years⁻¹, corresponding to half-lives between 50-450, 100-1000 and 10-330 years for the continental shelf, the slope and the basin depressions respectively. The rate of accumulation of organic carbon in the Gulf sediments is closely related to the bulk sediment accumulation rate and can be described by the equation: (organic carbon accumulation rate) = 0.057 (accumulation sedimentary)^{0.82}.

The samples for "total" heavy metals (Cu, Ni, Co, Cr, Zn, Pb, Cd, Ag, Mn, Fe and Al) were leached with a 3:1 mixture of HNO₃ and HCl in a teflon decomposition manifold system. The concentrations were determined by atomic absorption techniques. The surface concentration of most metals approaches their highest values towards the mouth of Gulf; however, the highest levels of Cd coincide with the sediments that intercept the oxygen minimum layer. The cores that reveal a hydrothermal nature were collected from depressions of the Guaymas and Pescadero basins, while the core from the pelagic floor adjacent to the Gulf of California was of hydrogenic character.

Additionally a sequential chemical extraction for the geochemical partitioning of heavy metals in the sediments was made in 19 cores. Four geochemical fractions were separated and the concentrations of metals were determined in each. The results show that Cu, Ni, Cr and Mn were associated principally with the lithogenic fractions, their overall levels being higher in the continental shelf than in the basin depressions. In both morfologic features it was observed that Fe, Cu and Co have high concentrations, more so in the reducible than in the oxidizable fraction, in contrast to Ni, Cr, Pb and Mn. Cd in all samples leached in higher proportions (50-65%) in the peroxide extraction than any other metal. Various models for the explanation of the geochemical transformation of some metals in the sedimentary column were developed.

1. Introducción

Desde el punto de vista geoquímico, los sedimentos del Golfo de California o Mar de Cortés son interesantes de estudiar debido a que en ellos se percibe una gran variedad de procesos sedimentológicos y tectónicos que como consecuencia dan un ambiente geoquímico único.

Una gran cantidad de literatura científica ha establecido una serie de características que pueden explicar el intenso interés por estudiar el golfo de California: (1) la presencia de una capa mínima de oxígeno en buena parte de las masas de agua que penetran al golfo; (2) la existencia de actividad hidrotermal en la cuenca de Guaymas; (3) fenómenos de surgencia y de productividad masiva; (4) presencia de turbiditas bien localizadas; y (5) la tasa de sedimentación relativamente alta en comparación a las áreas oceánicas.

Como resultado de tales características los sedimentos se van a acumular en distintas condiciones redox, y según la magnitud y localización de los fenómenos, van a imprimir particularidades distintas a las aguas intersticiales y a los sedimentos mismos.

Entre las consecuencias más importantes de los procesos sedimentarios está el control que estos pueden ejercer sobre la composición química de las aguas suprayacentes, pudiendo recibir estas aguas aportes significativos por este medio, que incluso pueden llegar a ser del mismo orden que los recibidos desde los ríos o las "ventilas" hidrotermales.

De los rasgos geoquímicos más peculiares de los sedimentos del Golfo y en particular de las depresiones de las cuencas es la presencia de concentraciones altas y anómalas de manganeso. Este enriquecimiento ha sido explicado principalmente en base al aporte hidrotermal (Campbell, 1985), aunque también se ha reconocido la exportación diagénica desde el talud. Sin embargo esto solo se ha demostrado en la cuenca de Guaymas quedando por investigar si también el aporte hidrotermal es el que ocasiona las anomalías en las otras cuencas; la cual, si así fuese, que daría por determinar si dicha contribución hidrotermal puede ser detectada en la geoquímica de los sedimentos del golfo. Por otra parte el golfo de California, brinda la oportunidad de examinar la sedimentación hemipelágica y procesos sedimentológicos en una margen continental joven.

Bajo tal contexto el propósito del presente trabajo es analizar la geoquímica de los metales pesados en los sedimentos del Golfo de California haciendo mayor énfasis en la porción central y sur del mismo; siendo uno de los principales objetivos el de dilucidar como la actividad hidrotermal imprime su influencia en los sedimentos. El trabajo esencialmente está dividido en tres partes; una primera donde se discuten los aspectos del Eh, sulfato-reducción, tasa de sedimentación y acumulación de la materia orgánica; otra segunda trata sobre la distribución y acumulación de los metales pesados en cada uno de los rasgos morfológicos del golfo de California y una tercera parte donde se discute la proporción de varios metales pesados en las fases geoquímicas; de intercambio/adsorción, oxidable (de la materia orgánica/sulfuros), reducible y la residual o litogénica.

2. Área de Estudio

El área de estudio comprende al golfo de California y áreas adyacentes a la boca del mismo.

2.1 Fisiografía

Con unos 1,000 Km de longitud, y un ancho de 100 a 200 Km, el golfo de California está orientado de noroeste a sureste (Fig. 2.1). Las dos principales provincias fisiográficas y oceanográficas, el alto y bajo golfo están separadas por un grupo de islas en los 29°N; el alto golfo es básicamente una plataforma semicircular, la cual encierra las regiones más profundas alrededor de la Isla Angel de la Guarda; el bajo golfo consiste en una serie de cuencas, las cuales van aumentando de profundidad progresivamente, desde los 2,000 m en el centro de la cuenca de Guaymas (en la parte norte), a profundidades de 3,600 m en la boca del golfo.

Mientras que en la parte occidental se presentan fuertes pendientes, en el lado oriental, las planicies deltáicas esparcidas sobre las cuencas, suavizan los fondos (Rusnak *et al.*, 1964). Sobre bases morfológicas, estos autores, dividieron el golfo en tres regiones; la Norte, la Central y la Sur. La primera es considerada, en general, desde el delta del río Colorado a las Islas Tiburón y Angel de la Guarda, esta región es caracterizada por sus profundidades someras y por un espesor de sedimentos considerable (>500 m) que han cubierto las irregularidades superficiales; la parte más profunda de esta zona es la cuenca del Delta.

La región Central, que se extiende en diagonal respecto al eje del golfo, incluye a la más larga depresión del golfo, la cuenca de Guaymas, y a una isla volcánica, la Isla Tortuga.

La región Sur está caracterizada por la diversidad de formas en las cuencas, las cuales están separadas entre sí por riscos o dorsales transversales denominados "sills" (Shepard, 1950), haciéndose más profundas hacia el sur (Fig. 2.2); así mientras que en el norte la cuenca de San Pedro Mártir alcanza una profundidad máxima de 1,000m, en el sur la cuenca Pescadero posee una profundidad máxima de 3,600m. En relación a estos riscos o "sills", Campbell (1985) señala que estos actúan como diques o represas de aguas, los cuales hasta cierto punto previenen que el agua de una cuenca se mezcle horizontalmente con el agua de otra cuenca de profundidad similar.

2.2 Meteorología

La región en cuestión está situada en su mayor parte dentro de la faja subtropical de altas presiones siendo, el extremo sur la excepción, ya que es afectado por los ciclones tropicales. Ahora debido a la presencia de tierras y mares el cinturón subtropical de altas presiones se separa en varios centros anticiclónicos de los cuales dos influyen en la circulación de la República Mexicana según las diversas épocas del año, éstos son el anticiclón de Bermudas-Azores y el anticiclón del Pacífico septentrional. El golfo de California de hecho, queda entre estos dos centros anticiclónicos, si bien sufre mayor influjo del segundo, localizado al oeste de la península, que del primero, pues éste, por quedar al oriente, sobre el continente, interviene muy indirectamente en la circulación del aire en la región de estudio (Maderoy, 1975).

Durante la primavera, conforme el centro de alta presión atmosférica del Pacífico inicia su desplazamiento hacia el norte, los vientos geostroficados anticiclónicos se hacen paralelos al eje axial del golfo; entre este centro de alta presión y el centro de baja presión del desierto de Sonora, tal evento produce fuertes vientos regulares en el golfo, los que transportan agua superficial al sur y generan intensas surgencias a lo largo de la costa oriental, de febrero a abril.

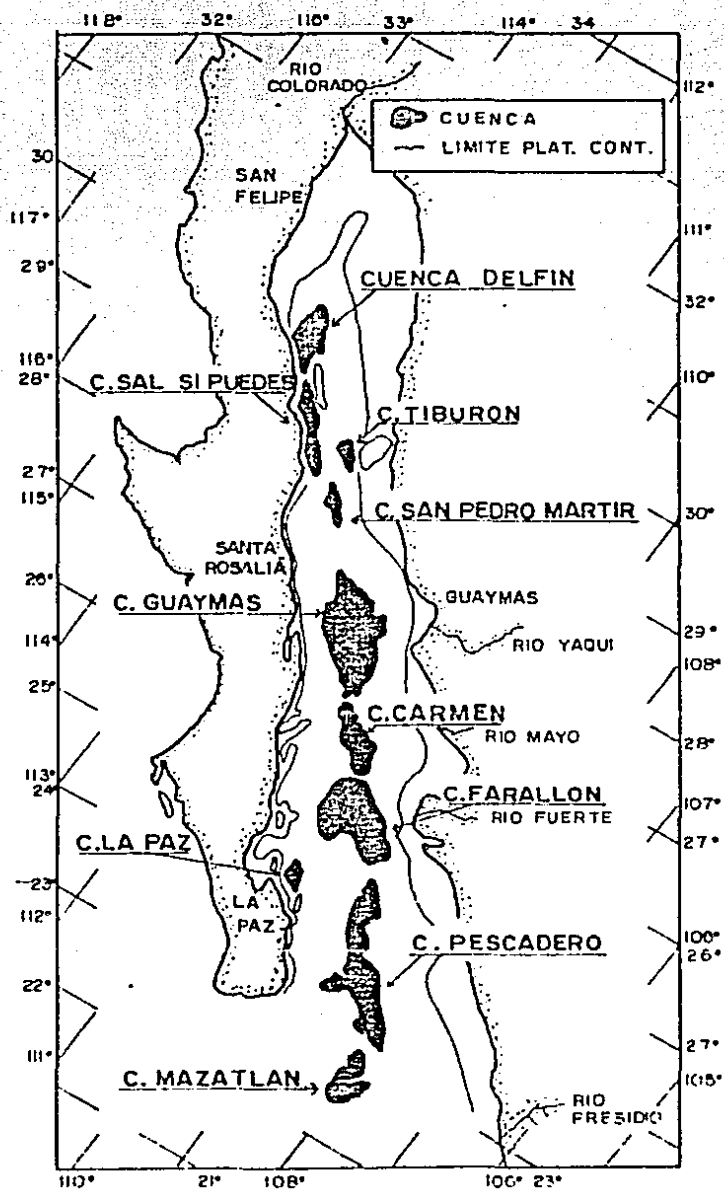


Figura 2.1. Golfo de California
 6
 Mar de Cortés

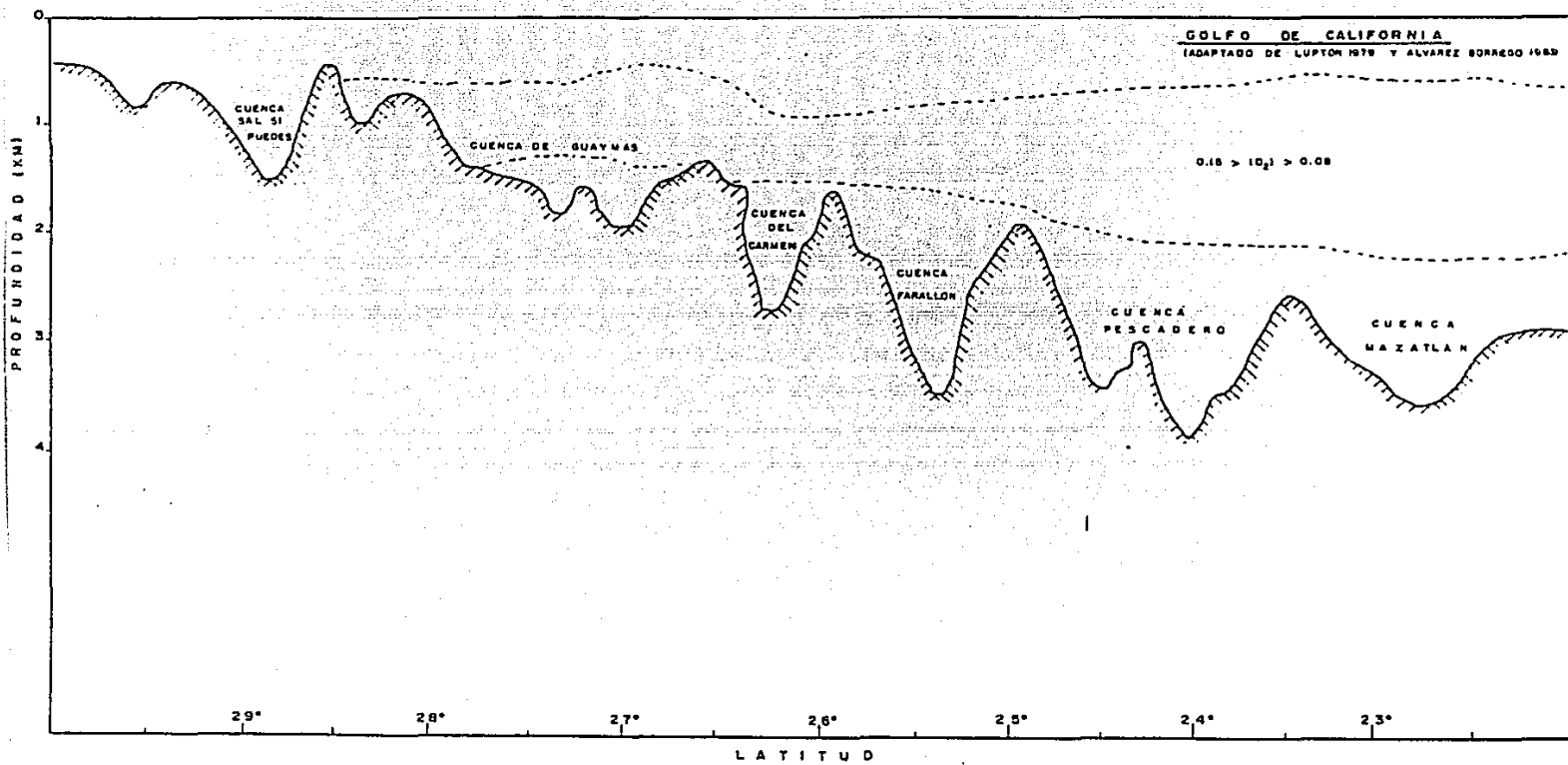


Figura 2.2: Corte longitudinal del Golfo de California.

De junio a octubre, los vientos del sureste producen surgencias en la costa occidental (Roden, 1972; Donegan y Shrader, 1982).

El golfo de California está situado entre dos zonas áridas; la Península de Baja California, que lo limita al occidente, y los estados de Sonora y Sinaloa que lo hacen al oriente. El efecto termorregulador del océano Pacífico sobre el clima del golfo está muy restringido, debido a la larga cadena montañosa que corre a lo largo de la península de Baja California. Por consiguiente, el clima del golfo es más continental que oceánico; lo que explica los grandes rangos en los registros de temperatura, tanto diurnas como anuales (Roden, 1964). La temperatura del aire decrece hacia el interior del golfo durante el invierno, mientras que en verano se incrementa.

La precipitación es más abundante sobre la costa oriental, donde la descarga fluvial se incrementa hacia el sur. Poca precipitación se registra en el margen occidental, por lo que pocas corrientes fluviales drenan estas costas. La mayor precipitación se registra de junio a octubre cuando predominan los vientos del sureste. En el invierno y principios de primavera, con vientos dominantes del noroeste, el clima es seco (Donegan y Shrader, 1982).

Los rangos de temperatura anual en una localidad dada, van de 6°C en cabo Corrientes a 18°C cerca de la desembocadura del río Colorado, la temperatura del agua superficial en el alto golfo va desde 16°C en invierno y 30°C en verano. El número de días lluviosos por año, decrece de 60 en cabo Corrientes a 5 en la porción central del golfo (Roden, 1964).

2.3 Circulación general y masas de agua

Las intensas fuerzas de marea, el sistema de vientos, el calentamiento solar, y las interacciones con el Océano Pacífico juegan, junto con la batimetría un papel importante en los procesos de circulación del golfo (Dangon - Badan et al., 1985).

La circulación de las aguas superficiales en la parte sur del golfo de California está muy ligada al patrón de vientos, siendo predominantes hacia el sureste durante el invierno y hacia el noroeste en el verano. Roden (1964), realizando una sección entre cabo San Lucas y cabo Corrientes, determinó un flujo oceánico superficial hacia el sureste, con velocidades entre 10 y 15 cm/seg de febrero a mayo, y hacia el noroeste, con velocidades máximas de 10 cm/seg, entre junio y septiembre. —Haciendo un cálculo hidrodinámico, el mismo autor definió una corriente superficial neta de -10 cm/seg en febrero y de +21 cm/seg en agosto (el signo negativo denota salida y el positivo entrada).

Santiago-Mandujano (1980), usando datos de un transecto entre Punta Arena y Alta, señaló la existencia de cuatro flujos alternados hacia adentro y hacia afuera del golfo, hasta una profundidad de 500m. El flujo principal y más persistente lo sitúa en la costa oeste, cerca de Punta Arena, fluyendo hacia afuera del golfo, con velocidades hasta de 50 cm/seg entre 0 y 200m, y de 10 cm/seg hasta los 500m. El considera que este flujo está formado por las llamadas "aguas del golfo" (Roden y Groves, 1959), con salinidades hasta de 35.2 ‰. Al oriente de este flujo, hay otro que corre hacia adentro del golfo, con velocidades hasta de 30 cm/seg entre 0 y 150m hasta de 25 cm/seg hasta los 700m de profundidad.

Este flujo introduce aguas de baja salinidad, aproximadamente de 34.8‰ . En la parte centro oriental y extremo oriental se observan flujos hacia afuera y hacia adentro del golfo respectivamente, aunque no tan consistentes como los antes descritos. En general, los flujos que entran al golfo son de más baja salinidad que los que salen.

Se han observado en la entrada del golfo tres tipos de aguas superficiales; (1) el agua de la Corriente de California, de salinidad y temperaturas bajas ($T < 22^{\circ}\text{C}$, $S < 34.6\text{‰}$), (2) el agua cálida del Pacífico tropical oriental, de salinidad intermedia ($T = 25^{\circ}\text{C}$, $34.6\text{‰} < S < 34.9\text{‰}$) y, (3) el agua originada en el interior del golfo, de muy alta salinidad y temperatura.

La masa de agua del Pacífico tropical oriental, proveniente del sureste, durante el verano, penetra muy al norte, limitando posiblemente la influencia de la Corriente de California dentro del golfo (Robinson, 1973; Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979). El agua del golfo es producto de fenómenos de evaporación, ejercidos sobre la masa de agua del Pacífico tropical oriental (Roden y Groves, 1959). Roden (1964) estimó una evaporación del orden de 130 cm.año^{-1} en la parte sur del golfo, y en la parte norte realizó mediciones que fluctúan entre 200 y 250 cm.año^{-1} .

Subsuperficialmente, cerca de la boca del golfo, Warsh et al (1973) describen la existencia de una masa de agua formada por la mezcla de aguas de la Corriente de California y del Pacífico Subtropical Subsuperficial ($13^{\circ}\text{C} < T < 20^{\circ}\text{C}$, $34.6\text{‰} < S < 34.9\text{‰}$), a profundidades entre 50 y 200m. Mundhenke (1969) reporta aguas de estas características hasta los 29°N , dentro del golfo.

La influencia del golfo de California sobre el océano Pacífico es pequeña. El flujo de entrada y salida del golfo ha sido estimada en $1.19 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ y $1.17 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ respectivamente, siendo la diferencia del orden de $1.7 \times 10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Roden, 1958). Warsh y Warsh (1971) estimaron mayores valores, transporte mínimo de entrada y salida de 2.57 a $3.65 \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Desde el punto de vista oceanográfico, lo que más destaca en la boca del golfo de California es la existencia de "frentes oceánicos" (Alvarez-Arellano, 1984). Askren y Badan (1978) definen dicho término como la existencia de un fuerte gradiente horizontal de temperatura en zonas de divergencia y convergencia, o el formado por el encuentro de corrientes de temperatura distinta.

Griffiths (1963) sugirió que en la boca del Golfo de California pueden ser formados frentes oceánicos en los 120m más superficiales, por el encuentro de dos o tres tipos de agua: (1) la del Golfo de California, (2) la de la Corriente de California y (3) la del Pacífico Subtropical Nororiental. Warsh y sus colaboradores (1973) sin embargo, llegaron a detectar una cuarta masa de agua subsuperficial, producida por la mezcla de agua de la Corriente de California y de la masa de agua subtropical subsuperficial, entre 50 y 200m de profundidad.

La variación en la posición geográfica de los sistemas de frentes está determinado por procesos atmosféricos (Wyrtki, 1965) por lo que la entrada del golfo resulta altamente "sensible" a los cambios oceanográficos y atmosféricos regionales (Alvarez-Arellano, 1984).

2.4 Productividad y oxígeno disuelto

Uno de los aspectos más sobresalientes del golfo de California viene a ser su gran fertilidad, lo cual genera comúnmente los florecimientos de plancton, producidos por las surgencias de aguas ricas en nutrimentos, las cuales a su vez están relacionadas con el patrón de vientos estacionales; (Van Andel, 1964). Los vientos provenientes del sureste en verano, además de producir lluvias en Sonora y Sinaloa, traen consigo fenómenos de surgencias a lo largo de la costa occidental del golfo (Hastings y Turner, 1965; Roden, 1972). Durante el invierno y primavera, los vientos del noroeste gobiernan los procesos de surgencias y florecimiento de plancton en las costas orientales del golfo (Scutar et al., 1981). Los principales centros de surgencias parecen estar en los sotavientos de cabos, islas y puntas (Roden y Groves, 1959). Así Badan-Dangon et al. (1985) han explicado como sigue el fenómeno de surgencia en el golfo; las surgencias aparecen sobre las diferentes costas dependiendo de la dirección del viento, en todos los casos la pluma de agua fertilizada, parece ser mayor en la costa este que en la oeste, aunque en todos los casos la pluma se origina en un punto, desde donde se mueve a lo largo de la costa en dirección del viento hasta un cabo o punta, y entonces se mueve mar adentro, de esta manera la pluma fertilizada cruza el golfo a la costa opuesta, en donde al llegar ésta se divide generalmente en dos brazos que finalmente se extienden para cruzar nuevamente el golfo.

Zeitzschel (1969) sugiere que la productividad del golfo de California puede ser comparada con la del golfo de Bengala, que tiene uno de los índices más altos del mundo $198.6-193.5 \text{ g C.m}^{-2} \text{ año}^{-1}$.

Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en las profundidades intermedias son muy características en las aguas del golfo de California (Roden, 1964). Con excepción de la parte norte, se observa al cruzar el golfo que las concentraciones de oxígeno son mayores que 1 ml.l^{-1} en los primeros 100m superficiales, mientras que a profundidades de 150m las concentraciones bajan a menos que 0.5 ml.l^{-1} . En profundidades intermedias (500-1100m) la concentración de oxígeno generalmente es indetectable por el método de Winkler (Alvarez-Borrego, 1983). Entre los procesos que aumentan la fertilidad del golfo de California (Mee et al., 1985), están: (1) las surgencias y (2) la mezcla por la corriente de mareas, sobre todo en el canal de Ballenas. Este último proceso indudablemente influye sobre la cuenca de Guaymas y permanece todo el año y durante eventos del fenómeno de El Niño. Esto y los florecimientos de plancton producidos por las surgencias, vienen a jugar un importante papel en la ecología y geoquímica del golfo de California, ya que van a definir condiciones estrechas de Eh y pH.

2.5 Tectónica y actividad hidrotermal en el Golfo de California

Tectónicamente se considera que el golfo de California se originó a partir de la separación de Baja California desde el continente en el sitio de una antigua cuenca intra-continental denominada "protogolfo". Comenzando aparentemente la principal fase de dispersión hace unos cuatro millones de años (Larson et al., 1968; Moore, 1973; Curray et al., 1982).

Por otra parte López-Ramos (1980), indica que tomando en cuenta la primera actividad volcánica (hace 28 millones de años), en la sierra de la Giganta al sur de la península en el oligoceno; la presencia de prácticamente todo el mioceno marino de San Felipe e Isla Tiburón; así como las rocas clásticas del cretácico superior de bahía de Banderas al oeste de Puerto Vallarta; así como los datos

cronológicos de anomalías del fondo del golfo de California y del Océano Pacífico, se concluye que la edad o el desplazamiento de la península se inició antes del mioceno, estando en concordancia con lo propuesto por Atwater (1970) quien indica que el movimiento de la península empezó hace treinta millones de años en el oligoceno.

El crecimiento de la corteza en el golfo, ocurre en una serie de ejes de dispersión cortos menores a 50 Km, en echelon, y fallas transformes, generalmente mayores a los 100 Km (Lonsdale y Lawver, 1980), que en el sur se conectan con el dorsal del Pacífico oriental y en el Norte al sistema de San Andrés (Hamilton, 1961) así esta alternación de ejes de expansión vienen a constituir el límite entre las placas Pacífico y Norteamericana. En la figura 2.3 se presenta una representación esquemática de los límites de las placas tectónicas en la parte centro y sur del Golfo de California.

Los ejes de dispersión dentro del golfo están marcados también por pequeñas concavidades o depresiones lineales que Lonsdale y Lawver (1980) han interpretado como fuentes de regeneración de las cuencas axiales, con acreción de la corteza en los fondos.

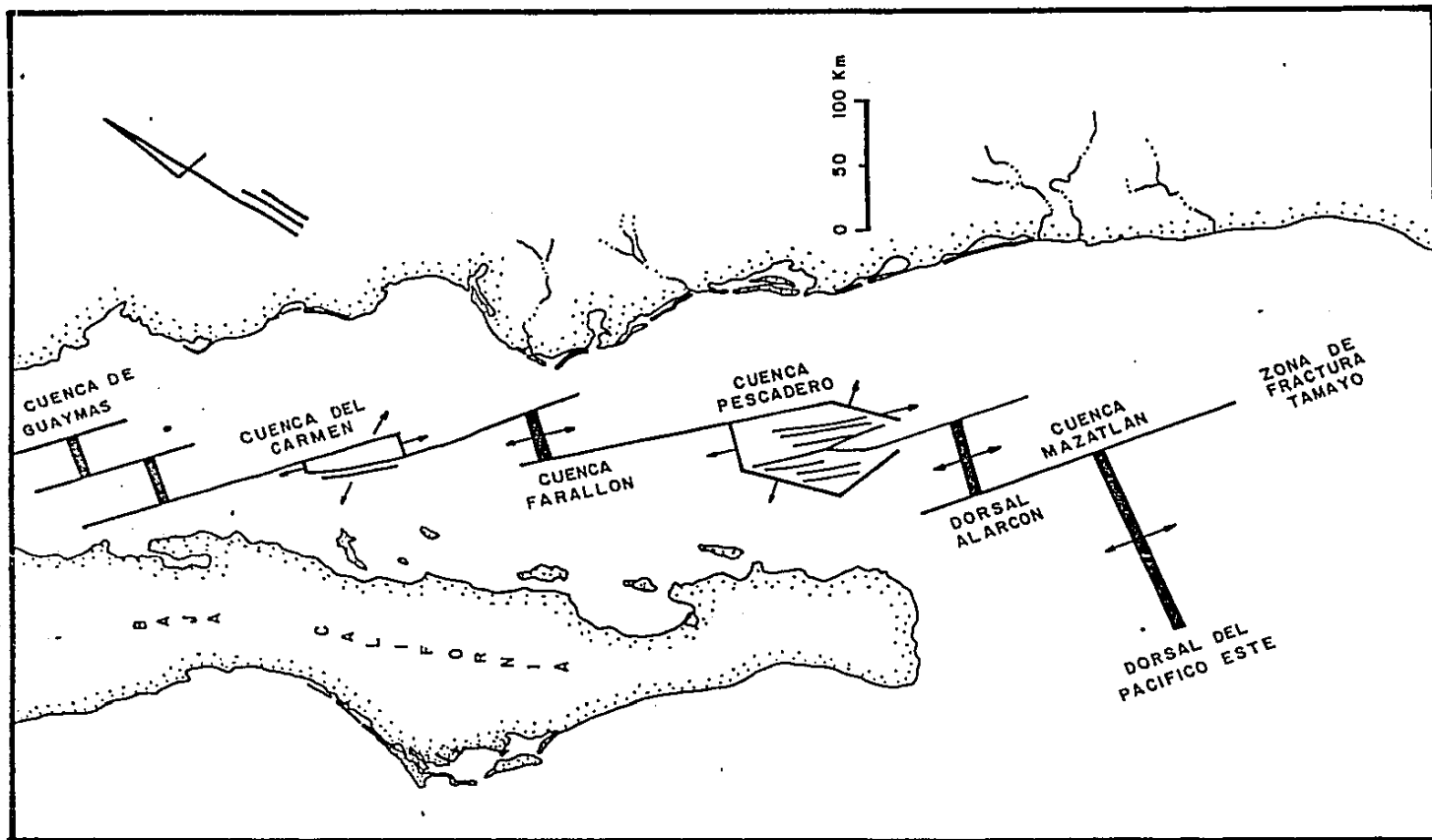
Otra notable diferencia entre el alto y bajo golfo es el tipo de corteza sobre la que descansan las cuencas; mientras que en la parte centro y sur las cuencas yacen en una corteza de tipo oceánica flanqueada por corteza continental sobre el talud y la plataforma continental, en el norte el golfo reposa sobre un material intermedio en densidad entre corteza continental y oceánica (Harrison y Mathur, 1964).

Uno de los aspectos que más ha atraído a la comunidad científica es sin duda la actividad hidrotermal, debido entre otras cosas a que en estos sitios se depositan sulfuros polimetálicos que es posible observar directamente como laboratorios naturales en los que se están formando minerales y creando condiciones físicas, químicas y biológicas muy peculiares.

En la década de los setenta se puede decir que se realizaron los primeros estudios que manifestaron que el golfo de California presenta regiones con alto flujo calorífico y variable (Lawver et al., 1973; Lawver y Williams, 1979; Williams et al., 1979). Posteriormente las mediciones de ^3He vinieron a demostrar una clara evidencia de inyección desde el manto; Lupton (1979) realizó las mediciones en las seis principales cuencas del centro y sur del golfo, encontrando que la Cuenca de Guaymas posee una proporción de $^3\text{He}/^4\text{He}$ de 65-70% mayor que el nivel atmosférico. Adicionalmente las cuencas del Carmen y Farallón mostraron también un exceso de ^3He , pero esto fue interpretado como derivado desde la anomalía de la cuenca de Guaymas. Posteriormente y ya en 1980 fueron descubiertas las ventilas hidrotermales en la cuenca de Guaymas (Lonsdale, 1980) y desde entonces se han realizado dos expediciones más con el sumergible DS/R Alvin en 1982 y 1985. Convirtiéndose así la cuenca de Guaymas en el sitio más estudiado dentro del golfo.

A diferencia con el centro de expansión de los Galápagos y el dorsal del Pacífico oriental en 21°N , la depositación de sedimentos en el Golfo de California es cien veces o más elevada que en dichos lugares; jugando así la capa de sedimentos un papel primordial en la inyección del magma, debido a que este material se introduce en la columna sedimentaria en contraste a las cordilleras meso-oceánicas donde este es expulsado sobre los fondos prácticamente sin sedimentos (Einsle et al., 1980; Einsele, 1982). Así pues el golfo de California y en particular la cuenca de Guaymas se considera como representativa de los estadios iniciales de la evolución oceánica, donde el magma basáltico que forma el nuevo basamento oceánico se introduce como "intrusión" en sedimentos rápidamente depositados, creando así un

Figura 2.3. Representación esquemática de los ejes de acreción y fallas en la parte centro y sur del Golfo de California (Modificado de Niemitz, 1977)



basamento posiblemente distinto al modelo común de las ofiolitas (Gieskes *et al.*, 1982).

A partir de la información obtenida durante el Programa de Perforación Profunda Leg 64 DSDP (Gieskes *et al.*, 1982), fue posible esclarecer la naturaleza de las intrusiones magmáticas, previamente postuladas para la cuenca de Guaymas, estableciéndose dos tipos de sistemas hidrotermales; (1) cuya actividad hidrotermal es de duración relativamente corta asociada con intrusiones de sill en profundidades relativamente someras (<50m), en sedimentos de alta porosidad, e involucrando temperaturas entre 100 y 200°C; (2) actividad hidrotermal de gran longevidad, asociadas con intrusiones magmáticas de gran escala, en profundidades mayores y en donde las reacciones de alteración ocurren en un sistema abierto a temperaturas del orden de los 300°C. La recarga de las aguas del fondo y descarga de fluidos calientes ocurre a través de las zonas de fractura, con los "sills" actuando como barrera que forzan al fluido en dirección vertical hacia las fallas (fig. 2.4).

A la fecha la cuenca de Guaymas viene a ser el campo de ventilas más grande que se haya explorado en el océano Pacífico (Scott, 1985), existiendo en él unos cien "hills" o "lomas" de sulfuros hidrotermales, muchos de los cuales son activos. En la figura 2.5 se muestra un modelo de circulación hidrotermal en la cuenca de Guaymas y en el Dorsal del 21°N. Las reacciones entre el basalto y el agua de mar por debajo del fondo generan un fluido hidrotermal similar al de 21°N (Edmond *et al.*, 1982). Sin embargo en la cuenca de Guaymas estos fluidos tienen que pasar a través de unos 400 m de sedimentos antes de escapar sobre el fondo. El fluido reacciona con el sedimento, dando lugar a un mayor pH, más Ca y CO₂, y mucho menos metales que en los fluidos de 21°N (Edmond y Von Damm, 1983; Bowers *et al.*, 1983), adicionalmente una abundante proporción de hidrocarburos líquidos con la consistencia del petróleo crudo saturan las "lomas" hidrotermales.

La diferencia en la composición de los fluidos de la cuenca de Guaymas y 21°N, se refleja también en la distinta mineralogía de los depósitos; así en las lomas y chimeneas de Guaymas predominan los minerales no-metálicos tales como anhidrita, calcita y barita, de los sulfuros el más abundante es la pirrotita (Fe_{1-x}S), con muy pequeñas cantidades de sulfuros de Zn, Cu - Fe y Pb, y raramente pirita. Los elevados niveles de Uranio (2-10 ppm) y Plomo (>2.1%) no comunes en los depósitos del piso marino moderno, son difíciles de explicar, aunque Scott (1985) supuestamente señala que se derivan del aporte de los sedimentos pelíticos sobreyacentes.

2.6 Sedimentología

La primera investigación intensiva sobre la geología y geofísica del golfo de California se inició en 1959 (Van Andel, 1963; Van Andel, 1964; Van Andel y Shor, 1964). La sedimentología del golfo ha sido descrita a partir de tales investigaciones y los estudios de Calvert (1966a, b), con algunas contribuciones de Niemitz (1977) y del Programa Internacional denominado "Deep Sea Drilling Project", a continuación se resume dichos estudios.

La fuente de sedimento del golfo de California está irregularmente distribuida. Gran parte de las áreas que lo bordean, incluyendo el margen occidental completo, son muy áridas, y el sedimento es aportado por el golfo por flujos ocasionales en abanicos aluviales y por la erosión de la costa. El río Colorado era la fuente principal, proporcionando un 48% estimado, del sedimento total aportado. El margen oriental, al norte de Guaymas, es árido y los ríos son estacionales, con aporte de sedimento intermitente. Al sur de Guaymas las corrientes permanentes son numerosas, y algunos ríos (Yaqui, Mayo y Fuerte) tienen considerable

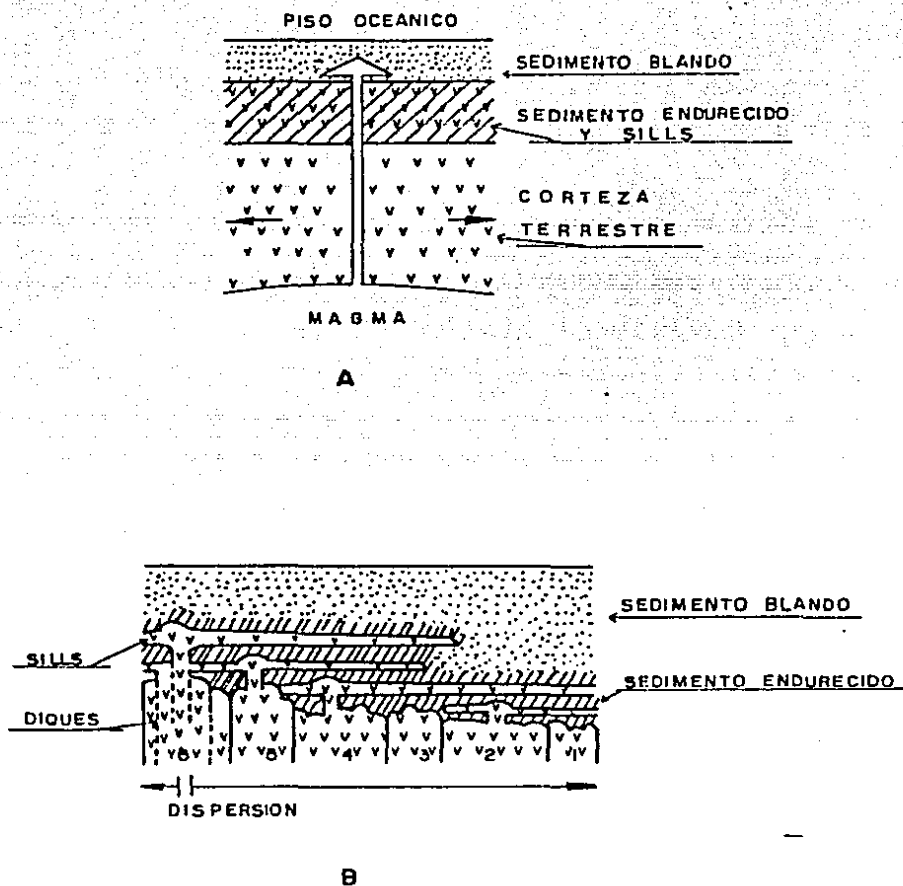
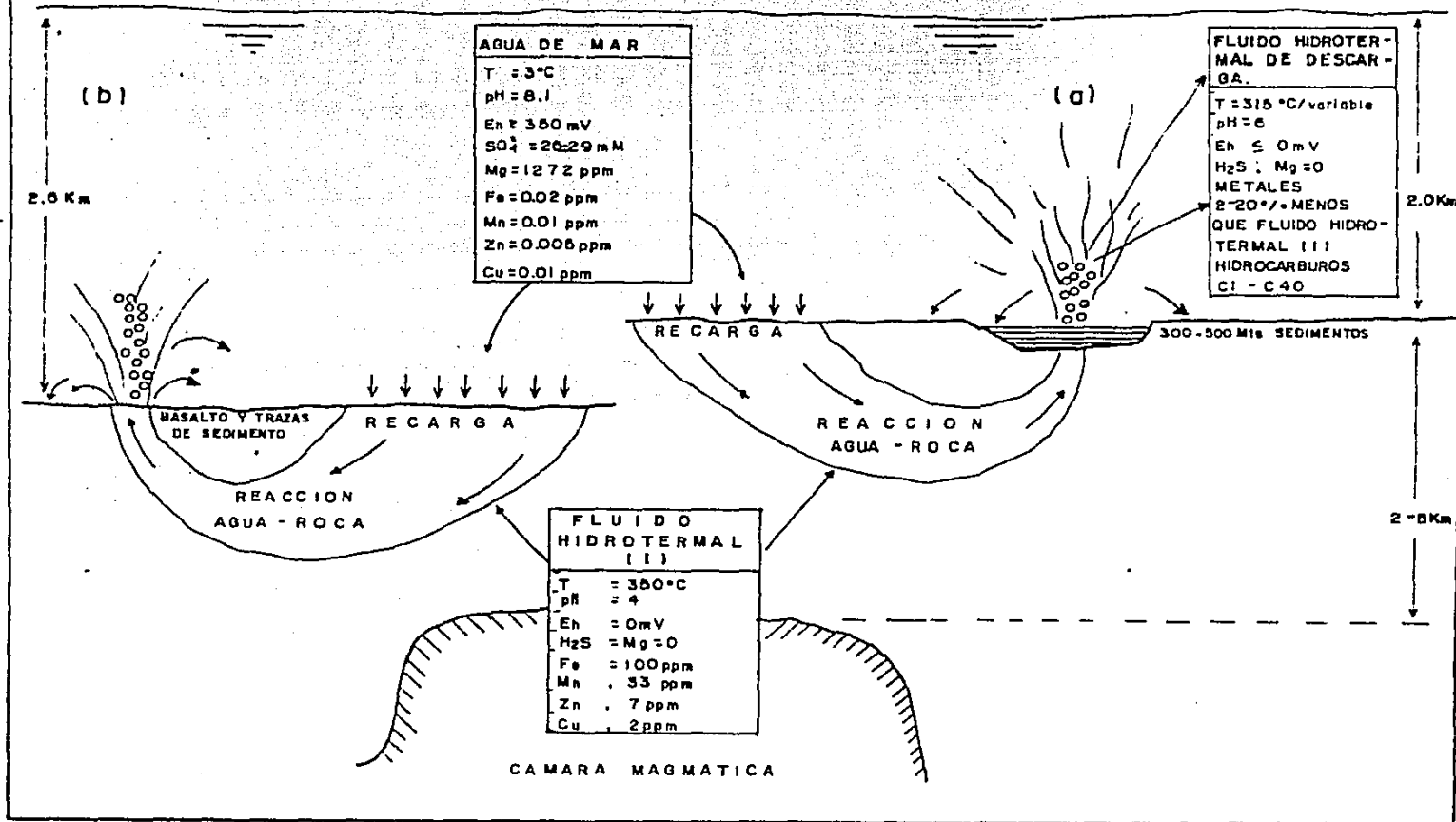


Figura 2.4. Mecanismos de intrusión del magma en la Cuenca de Guaymas. A. Modelo de un solo conducto (Fisura tensional) causado por la dispersión. B. Secuencia horizontal y vertical de los diques y sills intercalados con sedimento blando y endurecido, los números indican la sucesión de eventos (Según Einsele, 1981).

Figura 2.5. Modelo de circulación hidrotermal en la Cuenca de Guaymas (a) y en el Dorsal de 21°N (b). Modificado desde Simoneit (1984) y Scott (1985).



importancia. Los tres ríos citados en conjunto deben de proporcionar en la actualidad la mayor parte de los sedimentos descargados al Golfo.

Los estudios de minerales ligeros y pesados en los sedimentos del golfo, permiten la determinación del origen de la mayor parte de los depósitos. Petrográficamente, las fuentes principales de los sedimentos del golfo son batolíticas, volcánicas y batolíticas. Solo unos cuantos ríos (Colorado, Concepción y Sonora) drenan sobre extensas áreas de rocas sedimentarias. Como resultado, se encuentran tres conjuntos minerales principales; (a) una asociación de anfíbola derivada de los grandes batolitos; (b) una asociación de hornblenda piroxeno-basáltica derivada de volcánicos del Terciario (Formación Comondú y equivalentes); (c) asociaciones mixtas, conteniendo los componentes citados anteriormente, con mezcla de minerales derivados de fuentes sedimentarias y metamórficas, como granate, turmalina y zircón. Los sedimentos derivados de fuentes batolíticas son ricos en feldespatos y constituyen verdaderas arcosas; aquellos derivados de volcánicos contienen abundantes fragmentos de rocas volcánicas y grawcas. Algunos sedimentos cuarzosos más, son aportados por los ríos Colorado y Concepción. Sin embargo, la variedad de minerales es muy restringida y comúnmente se presentan combinaciones de mezclas, pudiendo establecerse asociaciones minerales. La distribución regional de esas asociaciones minerales (Fig. 2.6) muestra que los sedimentos en la porción norte del golfo, fueron primariamente proporcionados por el río Colorado. Fuentes laterales de sedimento son evidentes solo en angostas zonas marginales. Sin embargo, el sedimento del río Colorado, no avanza más allá de la cresta al oeste de Isla Tiburón.

En el sur del golfo, parece ser que la fuente de sedimentos son exclusivamente los lados continental y peninsular. A lo largo del margen occidental, se encuentra una zona relativamente angosta de sedimentos volcánicos, bordeando los escarpes de la Formación Comondú de la parte central de la península (Provincia de Aúgita de Baja California), mientras que el batolito de granito del sur de la Península está rodeado por una aureola de arcosa en una asociación con anfíbola (Provincia de San Lucas). A lo largo del lado oriental, hay numerosas provincias, están conectadas a menudo con una corriente importante y se siguen unas a las otras en sucesión rápida, desde la Provincia de Bahía Kino que contiene granate, fuera de la costa de Hermosillo en el norte, hasta la Provincia de la costa de Nayarit en el sur.

El contacto entre los sedimentos orientales y occidentales está bien localizado en el oeste del eje del golfo, al pie del talud occidental. Consecuentemente las cuencas del golfo son rellenadas fundamentalmente con sedimentos derivados del lado oriental; la amplia llanura costera oriental, los deltas rápidamente progradantes de los ríos Yaqui, Mayo y Fuerte y el largo y liso talud continental, sugieren fuertemente que el golfo está siendo llenado rápidamente desde el este. Por lo tanto, el golfo de California no representa un caso de relleno longitudinal.

El segundo problema a discutir concierne a la existencia y causas de las diferencias entre las facies de depósito en los taludes y piso de las cuencas profundas del golfo. Por debajo del borde de las plataformas continentales, los depósitos del golfo son casi siempre de grano fino y varían desde arcillas limosas hasta arcillas. Se han encontrado, solo en un número relativamente pequeño de núcleos de aguas profundas, capas delgadas de arena fina, que posiblemente fue depositada por corrientes menores de turbidez.

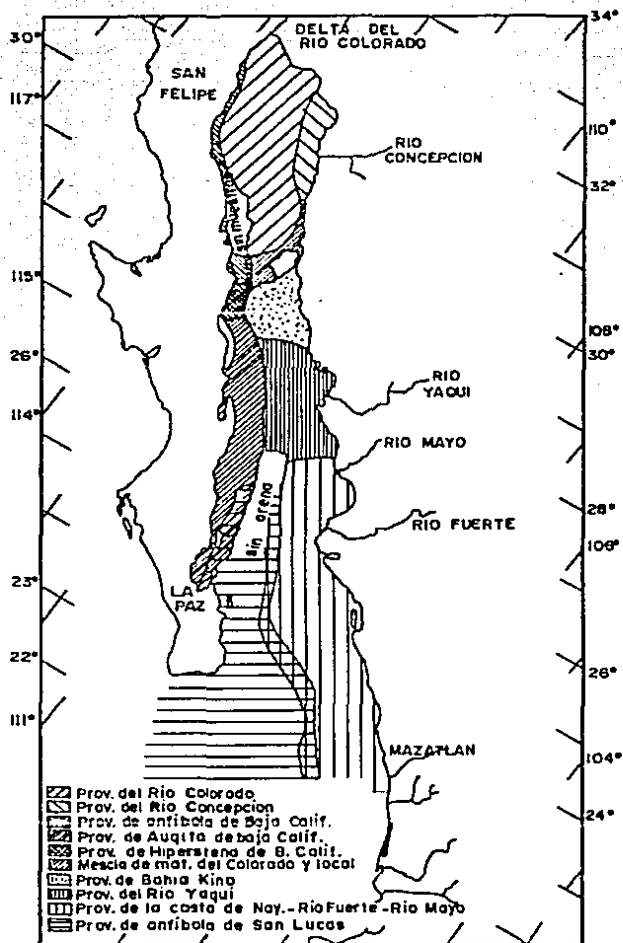


Figura 2.6. Distribución regional de las principales asociaciones minerales en el Golfo de California. (Van Andel, 1963).

La mayoría de los sedimentos del golfo tienen una distribución de frecuencias características de poblaciones bimodales y polimodales. En consecuencia, los parámetros estadísticos como media, desviación estándar y sesgo, tienen poco significado. Los sedimentos del golfo Norte tienen un patrón de distribución regional que se caracteriza por un cambio brusco de modos gruesos a finos, cuando se pasa de la costa a la zona profunda de la cuenca Sal si Pudes; los modos gruesos parecen estar controlados por las fuentes continentales de suministro de sedimentos.

Los sedimentos en el golfo Central y Sur son predominantemente finos, observándose que las arenas sobre las plataformas estrechas tienen una amplia variedad de fuentes de suministro y de condiciones de depósito. Los modos limoso y arcilloso están sistemáticamente distribuidos bajo el borde de la plataforma. En regiones de gran aporte de sedimentos, los modos más gruesos pueden extenderse a mayor profundidad (frente a cabo San Lucas y en la parte Nor-Central del golfo), así como también las arcillas y limo, en ocasiones, pueden estar muy cercanas a la línea de costa (delta del Río Fuerte). En la figura 2.7 se ilustra la granulometría del bajo golfo, así como las localidades donde se ha encontrado glauconita (Niemitz, 1977).

Uno de los rasgos más comunes del golfo en sus porciones centro y sur de la existencia de una banda de sedimentos diatomáceos, laminados hemipelágicos. La existencia de tales sedimentos ha sido explicada en base a la alta productividad primaria, y a la presencia de la capa de oxígeno mínimo en la columna de agua, situada en profundidades intermedias; con menos de 0.5 ml.l^{-1} , entre 200 y 1500 m (Van Andel, 1963); con menos de 0.2 ml.l^{-1} entre 450 y 800m (Donegan y Schrader, 1982); indetectable por el método de Winkler, entre 500 y 1100m, (Alvarez Borrego, 1983). Una parte considerable del fondo del golfo está situada entre esos límites de profundidad (Fig. 2.2 y 2.8) y tiene insuficiente oxígeno disuelto para soportar el desarrollo de la infauuna béntica, así la bioturbación es mínima y los sedimentos se acumulan aparentemente sin perturbación.

Byrne y Emery (1960) propusieron que las laminaciones resultan del suministro relativamente constante de material inorgánico y un pulso estacional de diatomeas, Calvert (1964) por otro lado propuso que la lámina refleja un pulso estacional en material terrígeno y un aporte relativamente constante de diatomeas al año. Schrader et al., 1980 a, b; han atribuido las láminas a ambos pulsos en el suministro de material terrígeno y producción de diatomeas. Donegan y Schrader (1982) han establecido un modelo de formación de las laminaciones en la parte central del golfo relacionándolo con la circulación del viento; así durante la estación húmeda (en verano) con los vientos del sureste, no se presentan las surgencias y en esos tres meses solo se tiene la componente terrígena; mientras que los otros nueve meses en las "secas" con vientos predominantes del noroeste se presentan las surgencias con la población fitoplanctónica y escaso o nulo aporte terrígeno. Estos mismos autores observaron que el sedimento está compuesto primordialmente de diatomeas de tamaño limoso y fragmentos de diatomeas. Las láminas oscuras contienen más material terrígeno que las láminas claras; el material terrígeno principalmente es arcilla ($< 4 \mu\text{m}$) sobre el lado de la Península.

La diferencia entre un sedimento homogéneo y laminado en el golfo ha sido explicada también en base a la proporción de opalo y arcillas, así Calvert (1964) presenta la siguiente composición en un sedimento típico del golfo de California:

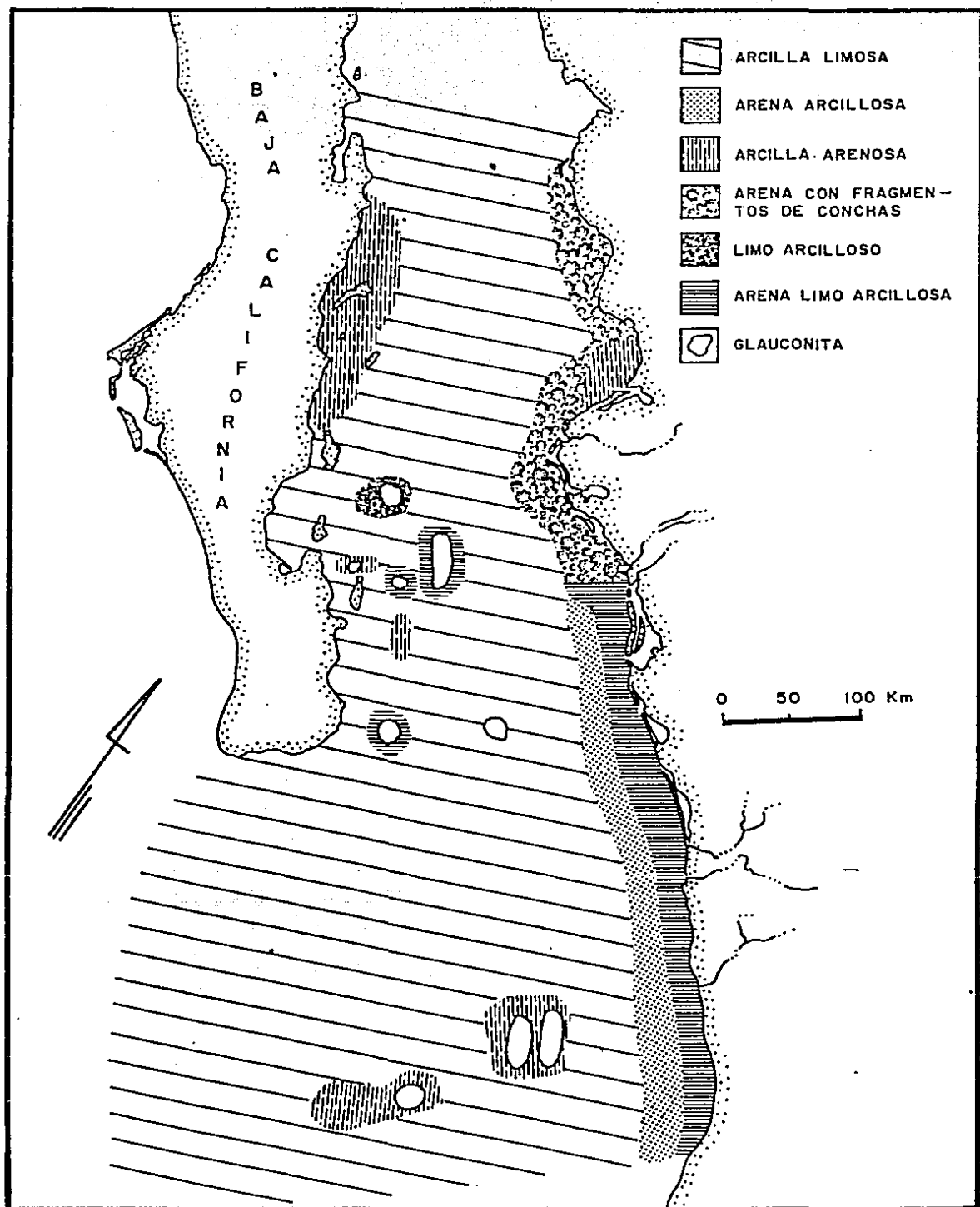


Figura 2.7: Granulometría de los sedimentos de la parte centro y sur del Golfo de California (Niemitz, 1977).

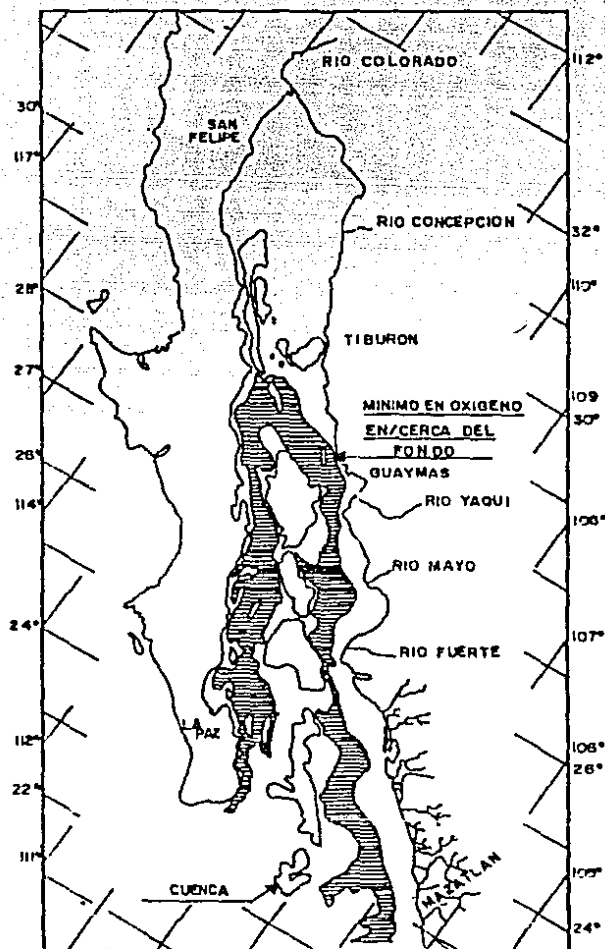


Figura 2.8. Localización de la capa del mínimo de oxígeno (0.5 ml/l) en los fondos del Golfo de California (Van Andel, 1963).

Componente	Sedimento laminado (%)	Sedimento homogéneo (%)
Opalo	28.8	24.4
Cuarzo	7.3	7.1
Feldespatos	4.0	3.8
CaCO ₃	8.8	9.8
Materia Orgánica	5.2	5.3
Arcilla	45.8	49.6

Otro hecho notorio que se ha encontrado en los sedimentos del golfo, es que el material sedimentario biógeno es más abundante en la zona del talud, debido a que éste se produce principalmente cerca de los márgenes del golfo en zonas de surgencia y de mezcla, asimismo al interceptarse el talud con la capa de oxígeno mínima de la columna de agua, este ofrece condiciones favorables para preservar dicho material. Además de las diatomeas; que a veces llegan a más de 50%, se encuentran otros componentes biógenos de importancia como son: los foraminíferos, radiolarios, y el material orgánico.

3. Metodología

3.1 Muestreo

Se colectaron un total de 48 núcleos (28-190 cm de largo) y 85 muestras superficiales (0-10 cm) de sedimento en cuatro cruceros en el Golfo de California y áreas adyacentes a la boca del mismo (figuras 3.1 y 3.2); en el PALEO-1 (16 mayo-6 junio, 1982); PALEO-2 (2-12 agosto, 1983), BERMEJO-1 (21 enero-10 febrero, 1984) y CORTES-2 (9-22 marzo, 1985), realizándose todas las campañas en el B/O "El Puma".

La localización del muestreo se obtuvo mediante el sistema de navegación por satélite, y en aquellos casos donde la ubicación lo permitió se verificaron dichas localizaciones con el sistema de Radar del buque. En las figuras 3.1 y 3.2 y las tablas del apéndice 1 y 2 se describen las posiciones además de algunas de las características más notorias (como color, textura, olor, etc.) del material colectado.

Las muestras de sedimento superficial se colectaron de dos maneras; en el crucero PALEO-1 se tomaron (42 muestras) los 10 cm superficiales de los núcleos obtenidos con el nucleador tipo caja (Addy y Ewing, 1974) y en el crucero CORTES-2 con una draga tipo Van Veen. Por su parte los núcleos en su gran mayoría fueron extraídos mediante un nucleador de gravedad Meischner y Rumohr (1974), el cual fue modificado en la presente investigación a fin de obtener núcleos más grandes y libres de una posible contaminación metálica (Páez-Osuna et al., 1986); solamente los núcleos P19 y P25 fueron colectados con un nucleador de gravedad cuya versión es más grande que la convencional (Myers et al., 1969; Ingham, 1975).

Para el caso de las muestras superficiales el procesamiento a bordo consistió en mantenerlas en refrigeración a 4°C, después de guardarlas en bolsas de polietileno y sellarlas en una atmósfera inerte de argón. Por su parte la "extrusión" o expulsión de los núcleos, su corte, exprimido y mediciones de pH y Eh se realizaron a bordo inmediatamente después de colectarlos. La expulsión se realizó mediante la ayuda de un soporte y un pistón de madera y PVC, los cortes se hicieron con laminillas de baquelita previamente lavadas en HNO₃ 2M. El exprimido se realizó con un exprimidor de nylon (Reeburgh, 1967), utilizando presiones bajas (5 PSI) y empleando filtros de nylon y membrana Millipore de 0.45 µ de diámetro en sus poros. El agua intersticial se colectó en recipientes previamente lavados en ácido (Moody y Lindstrom, 1977), dividiéndose en alícuotas para posteriormente preservarlas y realizar los análisis. En la siguiente tabla se presenta en forma resumida la manera en que se dividieron y preservaron las distintas muestras.

Análisis	Tipo de Muestra	Tipo de Recipiente	Preservación
Sulfatos	Agua Intersticial	Polietileno	Refrigeración 4°C
Sulfuros	Agua Intersticial	Vidrio	Adición de Acetato de zinc
Metales Pesados y Carbono Orgánico	Sedimento (húmedo y exprimido)	Polietileno	Adición de helio/ argón y refrigeración (4°C) ó con gelación (-8°C).

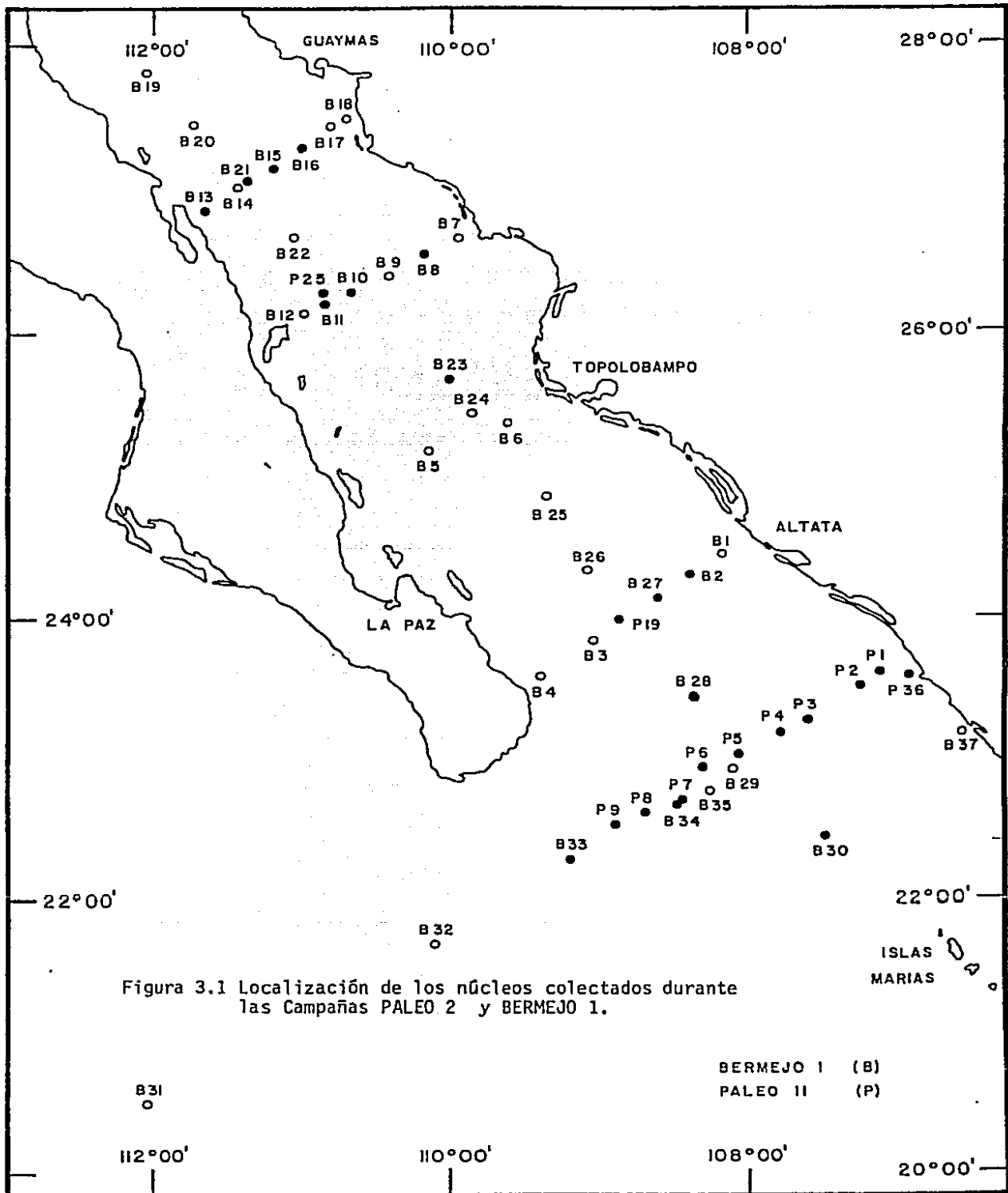


Figura 3.1 Localización de los núcleos colectados durante las Campañas PALEO 2 y BERMEJO 1.

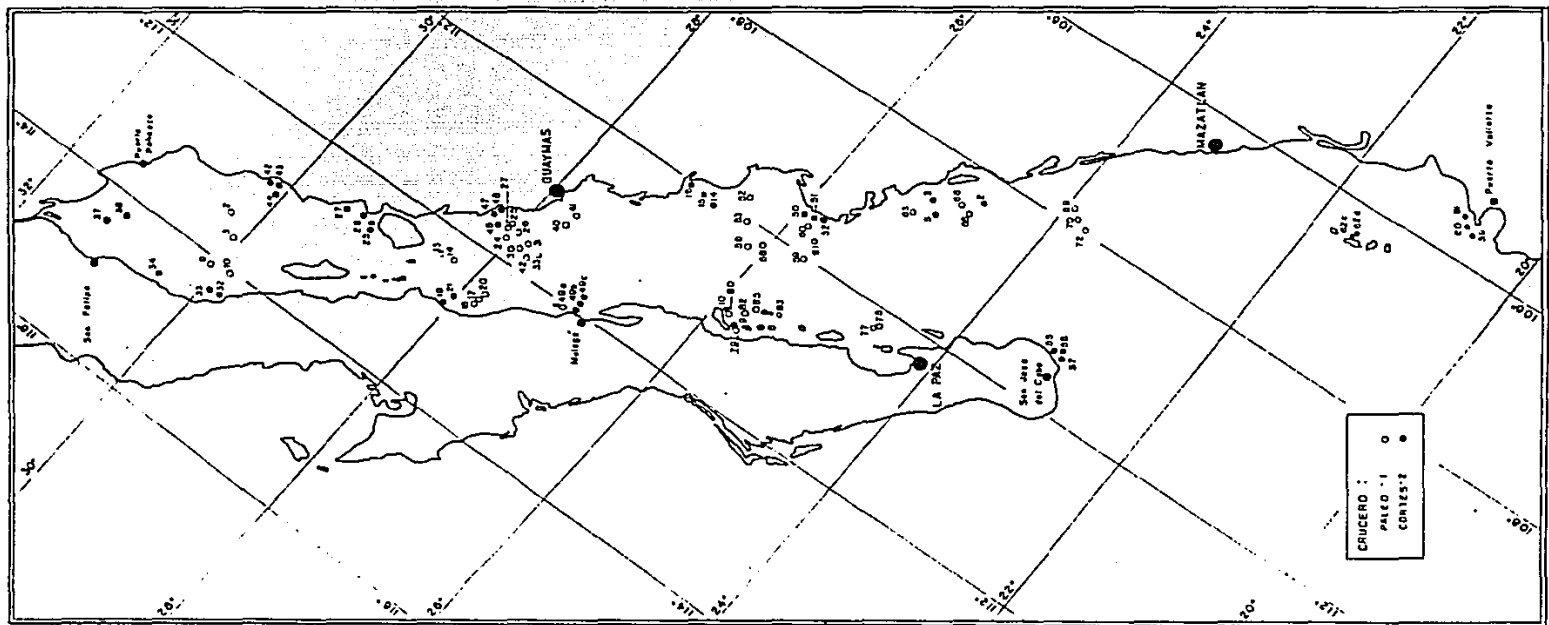


Figura 3.2. Localización de los sitios donde se colectaron las muestras superficiales, de las campañas PALEO I y CORTES 2.

3.2 Mediciones de pH y Eh

Las técnicas descritas a continuación involucran la insertación de los electrodos directamente en los sedimentos recién cortados. Como se sabe estas mediciones son solamente una guía en la prospección y son muy diversos los problemas en la medición de Eh (los cuales se discutirán en la sección de resultados), no obstante esta determinación puede ser muy valiosa para investigar el origen de un depósito. Las mediciones de Eh dependen grandemente del estado de compactación de los materiales sedimentarios; los núcleos colectados en el presente trabajo generalmente presentaron lecturas aceptables con excepción del núcleo B36, caracterizado por su alto contenido arenoso y abundantes fragmentos de conchas.

Para pH se utilizó un electrodo de vidrio Orion 9101 y uno de referencia 900100 de unión simple, relleno con una solución de KCl 4M saturado con Ag (solución 900011), los electrodos fueron calibrados con dos soluciones tampón NB S de pH= 4 y 7; las lecturas se registraron en un potenciómetro Orion modelo 407.

Para las mediciones del Eh, se empleó un electrodo de platino comercial (Fisher) y uno de referencia de doble unión Orion 900200 cuyo relleno interior se hizo mediante una solución de KCl y exterior por una solución de KNO_3 10%, la diferencia de potencial fue de +245 mv a 20°C, y las lecturas se registraron con un potenciómetro Orion modelo 501; la calibración de los electrodos se hizo con la ayuda de la solución Zobell (Eh= +430 mv a 25°C) considerando las recomendaciones dadas por Zobell (1946) y Anatolevich-Solomin (1965), las cuales consistieron en un doble enjuague de los electrodos con H_2SO_4 40% y NaOH 40%. El cálculo de Eh se realizó mediante el algoritmo propuesto por Anatolevich-Solomin (1965), el cual consiste en ajustar las lecturas del Eh (producidas en este caso, cada 5 minutos) y el inverso del tiempo, a una recta del tipo:

$$Eh = M \left(\frac{1}{t} \right) + b$$

donde t es el tiempo en minutos, y b la ordenada, o sea el Eh para un $t \rightarrow \infty$. En el presente estudio, la regresión lineal se realizó por el método estadístico denominado de los cuadrados mínimos.

3.3 Análisis del Agua intersticial

Los sulfatos fueron analizados por medio de una titulación indirecta, donde el BaSO_4 es precipitado en solución ácida de EDTA, el precipitado es lavado y disuelto en un exceso de EDTA en un pH alto, y dicho exceso de EDTA es titulado con una solución valorada de MgCl_2 (Howarth, 1978). La calibración de la técnica en la presente investigación fue realizada mediante agua de mar patrón de 19.375 ‰ de clorinidad, suponiendo una relación de sulfatos a cloruros de 0.1400 (Morris y Riley, 1966) y una densidad de 1.0233 g/cm³ (Riley y Skirrow 1978). La precisión de la técnica para un replicado (n= 6) de una muestra con un promedio de 29.60 ml de SO_4 presentó una desviación estándar de + 0.44 mM (coeficiente de variación de 1.5%).

Los sulfuros se cuantificaron espectrofotométricamente por el método del azul de metileno, haciendo tres curvas distintas de calibración (Cline, 1969), esta determinación solamente se realizó en diez núcleos, y en ningún núcleo se encontraron niveles por encima de 0.40 mM, como quiera que sea los valores

encontrados son estimativos ya que durante el corte del núcleo y exprimido del mismo es muy factible que una buena parte de los sulfuros se haya perdido por volatilización, ó por oxidación rápida.

3.4 Análisis de sedimentos

En los sedimentos tanto superficiales y de los núcleos se efectuaron los siguientes análisis: humedad, metales pesados (Cu, Cd, Co, Cr, Ni, Zn, Pb, Mn, Fe, Ag y en algunas muestras Al), y carbono orgánico en 19 de los 48 núcleos.

Por otra parte, en 20 de los núcleos se utilizó un procedimiento de extracción selectiva con objeto de diferenciar las principales fases geoquímicas y cuantificar en cada una las concentraciones de Cu, Cd, Co, Ni, Zn, Cr, Pb, Mn y Fe. Las fases ó fracciones operacionalmente definidas fueron: (1) intercambio y/o adsorción, (2) orgánica y/o de sulfuros, (3) reducible ó de los óxidos de hierro y manganeso, (4) carbonatos y (5) residual.

La humedad se obtuvo gravimétricamente, después de secar las muestras a $100 \pm 10^\circ\text{C}$ durante 24 horas. Por su parte el carbono orgánico se obtuvo como carbono fácilmente oxidable (Jackson, 1958; Gaudette et al., 1974; Loring y Rantala, 1977) sometiendo el sedimento (0.5 g) seco y molido a oxidación con $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ en H_2SO_4 , utilizando para la reacción el calor de dilución del H_2SO_4 ; el exceso de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ se tituló con $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ usando difenilamina como indicador y en presencia de AgNO_3 , H_3PO_4 y NaF. La calibración de la técnica se realizó con dextrosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) y la precisión para un replicado ($n=6$) de una muestra con un promedio de 2.47% de carbono orgánico dió un coeficiente de variación de 2.13%.

Análisis de metales pesados

Todo el material empleado en el manejo de las muestras, para el análisis de metales pesados, se lavó con HNO_3 y HCl 2M, y después se enjuagó con abundante agua bidestilada (Moody y Lindstrom, 1977).

Para seleccionar la técnica de digestión, se probaron tres métodos diferentes; uno con HNO_3 , HClO, y HF (Agemian y Chau, 1975), otro con HNO_3 , HCl y HF (Loring y Rantala, 1977) y otro con solamente HNO_3 y HCl (Breder, 1982), empleando distintas proporciones de ácido y sedimento en bombas de calor (Stoepler y Backhaus, 1978).

Los resultados parecen ser muy distintos cuando se emplean distintas proporciones de ácido y sedimento, así por ejemplo en una muestra superficial (de la cuenca de San Pedro Mártir) se observó que presenta diferentes concentraciones de cobre y zinc para diferentes cantidades digeridas con 6 ml de agua regia invertida (HNO_3 , HCl, 3:1):

Muestra (g)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Zn ($\mu\text{g/g}$)
0.2798	132.0	280
0.3010	132.7	271
0.3795	122.5	249
0.5035	54.5	149

Es evidente que la eficiencia de la extracción de cobre y zinc está determinada por la proporción de la mezcla ácida y la muestra, así entre mayor es esta proporción más eficiente debe ser la extracción. Una vez que se logró optimizar en cada una de las tres técnicas la proporción de ácido y sedimento, se hizo una comparación de las distintas técnicas, a continuación se presentan los resultados para cobre de una muestra compuesta del golfo de California (MRS-130286), de 0.25 g después de evaluar su concentración por triplicado, corriendo blancos desde el inicio de la digestión:

Volumen (ml)	Acidos utilizados	Concentración de Cu ($\mu\text{g/g}$ \pm δ)
6	HNO_3/HCl (3/1)	14.8 \pm 4.1
10	HNO_3/HCl (3/1)	15.8 \pm 1.6
2:8	HNO_3/HCl (3/1) : HF	16.8 \pm 5.6
4:1:6	HNO_3 : HClO_4 : HF	16.2 \pm 5.8
4:1:8	HNO_3 : HClO_4 : HF	17.5 \pm 7.3

Estos resultados reflejan que a pesar de que la mezcla con HClO_4 produce el promedio más elevado, la técnica con agua regia invertida viene a ser la que produce la menor desviación estándar, además de los blancos más limpios. En base a estos resultados se procedió posteriormente a probar la confiabilidad de la técnica del agua regia invertida con tres muestras certificadas; dos muestras de sedimento estándar (MESS-1 y BCSS-1) de la "National Research Council of Canada" (Rossel, 1984) y una muestra de sedimento (SD-N-1) del Organismo de Energía Atómica Internacional (IAEA), la cual consiste de una muestra de grano fino colectada desde el Mar del Norte; cuya composición mineral es como sigue: cuarzo 60%, clacita 20%, minerales arcillosos 10%, feldespatos 6%, NaCl 3%, y pirita de 1 a 2% (IAEA, 1985).

En las tablas 3.4.1 y 3.4.2 se presenta una lista de las concentraciones encontradas y las dadas para cada muestra certificada. En general se puede observar que en ambas tablas la mayoría de los metales están en razonable concordancia entre sí; las discrepancias en la mayoría de los casos son comparables a la precisión de la técnica.

En la muestra SD-N-1/2, tanto Ni, Pb, Zn, Fe y Ag se tiene que caen dentro del intervalo de confianza ($\alpha = 0.05$), mientras que Cu, Co, Cr, Mn y Cd se salen ligeramente de dicho intervalo, sobre todo Co; ahora el coeficiente de variación para todos los elementos siempre estuvo por debajo de 8.1%.

En el caso de las muestras del Canadá (MESS-1 y BCSS-1) las diferencias más grandes las tenemos para el Cr y Pb las cuales fueron del orden de 42-47 y 27-28%, respectivamente.

TABLA 3.4.1

Concentración de metales pesados en la muestra de sedimento SD-N-1/2, la cuál está certificada con un grado de confianza: Satisfactoria (A); Aceptable (B); y No Certificada (C). Dicha muestra fue enviada gentilmente por el Laboratory of Marine Radioactivity del Organismo Internacional de Energía Atómica, a través del Dr. Lawrence D. Mee-Miller.

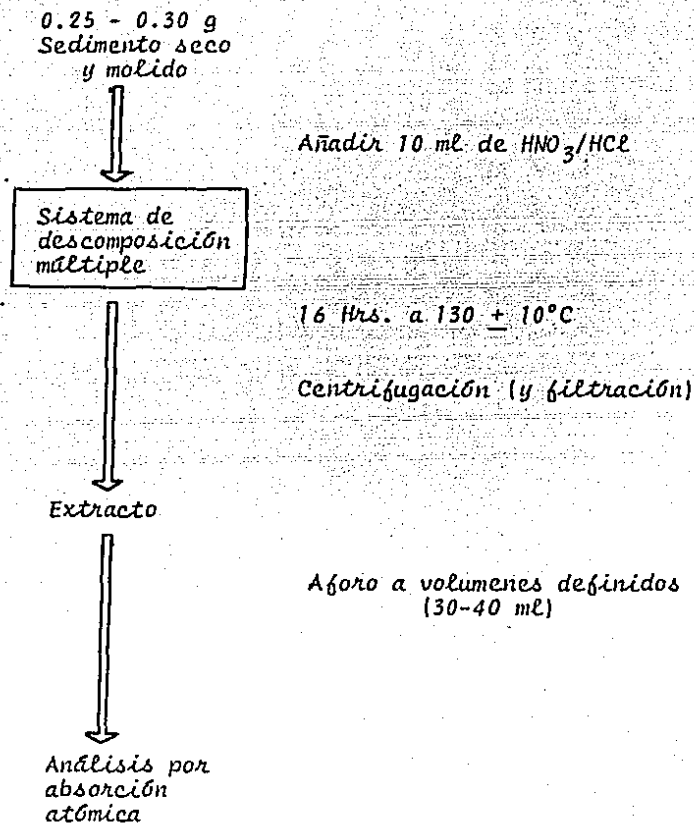
	Concentración establecida ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Clase de Resultado	Intervalo de confianza ($\alpha=0.05$) ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Concentración encontrada ($n=7$) ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) $\pm \sigma$	Coefficiente de variación (%)
Cu	72.2	A	68.1-75.2	83.5 \pm 3.5	4.1
Ni	31.0	A	27.0-34.0	31.7 \pm 1.8	5.6
Co	12.1	A	11.2-12.7	15.3 \pm 1.0	6.4
Cr	149	A	125-161	121.2 \pm 5.2	4.3
Pb	120	A	112-132	131.6 \pm 7.4	5.6
Zn	439	A	432-452	442 \pm 12	2.8
Cd	11.0	A	10.0-12.0	12.3 \pm 1.0	8.1
Ag	2.3	B	2.0-3.2	3.3 \pm 0.2	6.1
Mn	777	A	728-801	860 \pm 14.6	1.7
Fe	3.64%	C	3.53-3.78%	3.63 \pm 0.07	1.8
Al	3.75%	C	3.58-3.85%		
V	77.7	B	65.0-80.7		

TABLA 3.4.2

Concentración de metales pesados en las muestras certificadas por los laboratorios de Canadá. MESS-1 y BCSS-1, cuyos valores fueron establecidos al menos por dos técnicas independientes. Las incertidumbres (δ), representan el 95% del límite de tolerancia, para una sub-muestra individual. Dichas muestras fueron enviadas gentilmente por el Dr. D.H. Loring del Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate del Canadá.

	Muestra MESS-1		Muestra BCSS-1	
	Concentración		Concentración	
	Dada ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) $\pm\delta$	Encontrada ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) $\pm\delta$	Dada ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) $\pm\delta$	Encontrada ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) $\pm\delta$
Cu	25.1 \pm 3.8	27.7 \pm 2.2	18.5 \pm 2.7	18.4 \pm 3.0
Ni	29.5 \pm 2.7	31.2 \pm 4.0	55.3 \pm 3.6	58.4 \pm 3.9
Co	10.8 \pm 1.9	11.1 \pm 1.3	11.4 \pm 2.1	11.2 \pm 1.5
Cr	71 \pm 11	37.9 \pm 8.1	123 \pm 14	71.3 \pm 7.0
Pb	34 \pm 6.1	31.2 \pm 7.0	22.7 \pm 3.4	29.0 \pm 6.2
Cd	0.59 \pm 0.10	0.65 \pm 0.22	0.25 \pm 0.04	0.24 \pm 0.10
Zn	191 \pm 17	202 \pm 5.0	119 \pm 12	124 \pm 6.0
Fe	3.05 \pm 0.17	2.90 \pm 0.10	3.29 \pm 0.10	3.12 \pm 0.06
Mn	513 \pm 25	495 \pm 25	229 \pm 15	258 \pm 48

El procedimiento analítico utilizado para la digestión de las muestras fue como se indica en el esquema siguiente:



Las condiciones instrumentales de operación con el espectrofotómetro de absorción atómica (Shimadzu AA-630) para los metales analizados fueron como sigue:

Elemento	Longitud de Onda (Å)	Abertura de La Banda (Å)	Tipo de llama	Observaciones
Cu	3247	1.9	Acetileno-aire	
Co	2407	1.9	Acetileno-aire	
Cd	2288	1.9	Acetileno-aire	Lámpara a 6 mA
Cr	3579	1.9	Acetileno-aire	
Fe	2485	1.9	Acetileno-aire	
Mn	2795	1.9	Acetileno-aire	
Ni	2320	1.9	Acetileno-aire	
Pb	2833	1.9	Acetileno-aire	Lámpara a 6 mA
Zn	2139	1.9	Acetileno-aire	
Ag	3281	1.9	Acetileno-aire	Expansión de 8.0
Al	3093	1.9	Acetileno-óxido nitroso	Lámpara a 14 mA

En todos los casos se usó expansión de 1.0 y una corriente de 10 mA en las lámparas, excepto en donde se hacen las respectivas observaciones.

La preparación de los estándares se realizó a partir de las disoluciones patrón de 1,000 g/ml de cada uno de los metales; las disoluciones necesarias (como Fe, Mn y Zn) se hicieron con agua bidestilada empleando micropipetas automáticas y un "dilutor" Shimadzu DIP-1 previamente calibrados, los recipientes utilizados para el manejo de los extractos y los estándares fueron de polietileno convencional (de marca nacional), por lo que se evaluó su utilización, almacenando con concentraciones conocidas. En la tabla 3.4.3 se presentan los resultados de los análisis después de digerir y sin digerir dichas concentraciones añadidas; las discrepancias nunca fueron mayores a 12.3% por lo que se puede considerar que dichos recipientes cumplen aceptablemente los requerimientos para el manejo de metales en los niveles aquí trabajados.

Los efectos de la matriz también fueron investigados en una muestra compuesta del golfo de California, la cual se preparó mezclando porciones de 24 distintas localidades del golfo, seleccionadas de manera aleatoria, a dicha muestra se le denominó MRSG-130286; esta se analizó por adición de estándares (añadidos desde el inicio de la digestión) y contra una curva de calibración por triplicado, observándose los resultados que aparecen en la tabla 4; de esta tabla se puede observar que con excepción del cromo todos los demás metales presentan niveles comparables entre sí; siendo las discrepancias como sigue: Cu, <1%; Ni, 22.46%; Co, 26.03%; Cr, 36.61%; Pb, 10.63%; Cd, 13.04%; Zn, 9.62%. Aunque los porcentajes de diferencia para Co, Pb y Cd son relativamente altos, la imprecisión en esos niveles resultó ser algo mayor (37%, 6.61% y 24.50% respectivamente) para estos metales, de allí que solamente Cr y en menor proporción Ni son significativamente diferentes.

De cualquier manera los resultados de esta tabla permiten concluir que las concentraciones obtenidas a partir de la curva de calibración en general son tan exactas como las obtenidas mediante la técnica de adición de estándares, ó en otras palabras en los sedimentos del golfo de California no se tienen interferencias en la matriz que provoquen diferencias significativas con respecto a la reproducibilidad de la técnica.

TABLA 3.4.3

Concentraciones de metales pesados en las soluciones patrón almacenadas durante 6 meses; digeridas y sin digerir.

Solución Patrón	Adicionados originalmente (μg)	Sin digerir encontrados (μg)	Digeridos encontrados (μg)	Sin digerir discrepancia (%)	Digeridos discrepancia (%)
Cu					
F	20	19.8	23.6	-1.3	+16.0
E	50	49.0	50.0	-2.0	0.0
D	100	102.5	111.2	+2.5	+11.2
C	200	197.5	198.6	-1.3	-0.7
B	350	353.5	342.2	+0.7	-2.2
A	500	499.5	505.2	-0.1	1.0
				$\bar{X} = -0.25$	$\bar{X} = 4.22$
Ni					
F	17.5	12.5	18.2	-28.6	+4.0
E	35	34.7	36.3	-0.9	+3.7
D	70	75.6	75.6	+8.0	+8.0
C	140	147	147	+5.2	+5.2
B	245	265	254	+8.2	+3.8
A	350	380	379	+8.6	+8.4
				$\bar{X} = 0.2$	$\bar{X} = 5.5$
Co					
F	25	20.0	26	-20	+4.0
E	50	55.0	53	+10	+6.0
D	100	108	109	+8.0	+9.0
C	200	221	216	+10.5	+8.0
B	400	391	376	-2.25	-6.0
A	500	550	560	+10	+12
				$\bar{X} = 2.7$	$\bar{X} = 5.5$

.....					
Cr					
F	25	24	31.5	-4.0	+34.0
E	50	59	63.0	+18.0	+26.0
D	100	112	131	+12.0	+31.0
C	200	191	199	-4.5	-0.5
B	400	369	369	-7.8	-7.8
A	500	439	457	-12.0	-9.0
				$\bar{X} = 1.7$	$\bar{X} = 12.3$
Pb					
F	50	40.0	52.0	-20	+4.0
E	100	112	106.5	+12	+6.5
D	200	219	209	+9.5	+4.5
C	400	429	402	+7.0	+0.5
B	500	531	504	+6.2	+1.0
A	1000	1062	1040	+6.2	+4.0
				$\bar{X} = 3.48$	$\bar{X} = 3.42$
Cd					
F	5.0	4.4	5.0	-12.0	0.0
E	12.5	12.4	12.9	-0.8	+3.2
D	25.0	24.9	25.4	-0.4	+1.6
C	50.0	50.0	50.3	0.0	+0.6
B	100	103	101	+3.0	+1.0
A	125	127	128	+1.6	+2.0
				$\bar{X} = -1.4$	$\bar{X} = 2.8$
Zn					
F	5.0	4.6	4.2	-8.0	-16.0
E	12.5	13.1	14.8	+4.8	+18.0
D	25.0	29.1	29.3	+16.4	+17.2
C	50.0	55.9	56.0	+11.3	+12.0
B	100	105	99.2	+5.0	-0.8
A	125	126	125	+0.8	0.0
				$\bar{X} = 5.1$	$\bar{X} = 5.1$

Tabla 4

Concentración de metales pesados en la muestra compuesta del Golfo de California MRSO-130286 analizado por adición de estándares (A) y contra una curva de calibración (B) (n=9).

Metal	Concentración ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	
	(A)	(B)
Cu	25.4	25.5 \pm 1.1
Ni	28.9	23.6 \pm 1.7
Co	9.2	7.3 \pm 2.7
Cr	16.1	25.4 \pm 4.0
Pb	26.9	30.1 \pm 5.0
Cd	2.08	1.84 \pm 0.45
Zn	114	104 \pm 4

De las 560 muestras que se digirieron con el sistema de descomposición múltiple (Stoeppler y Backhaus, 1978) fue posible analizar todos los metales anteriormente mencionados, excepto aluminio, ya que en los extractos se pudo observar una contaminación no sistemática de este metal, la cual se debe a las placas de aluminio que precisamente se emplean en el sistema de descomposición para sujetar las bombas de teflón. Por lo anterior se procedió a utilizar el sistema de digestión (recomendado por Agemian y Chau, 1975) de las bombas de acero inoxidable, empleando agua regia y ácido fluorhídrico en la digestión (Bernas, 1968; Dymond, 1981) en lugar de agua regia invertida, la decisión de utilizar esta técnica y no la anterior en que aún en las pocas muestras que aparentemente no se contaminaron con aluminio, por la técnica de agua regia, se pudo observar una pobre eficiencia en la extracción del aluminio en las muestras certificadas.

En el caso de los elementos que por su baja (o nula concentración) no fue posible detectar, fue necesario establecer el límite de detección; definido este por dos veces la desviación estándar obtenida con un replicado de cuando menos seis determinaciones.

3.5 Extracción selectiva de metales pesados

Entre los estudios que se han realizado con el fin de diferenciar la forma química de los metales en los sedimentos, y que han generado información valiosa están los que se relacionan con las extracciones químicas. Dentro de los primeros trabajos de este tipo están los de Goldberg y Arrehenius (1958) y Arrehenius y Konkish (1959) quienes establecieron la distribución de distintos elementos en los minerales detríticos de origen ígneo, y las fases autigénicas en sedimentos pelágicos, ellos utilizaron una extracción química con ácido etilen-diamino-tetraacético (EDTA) y ácidos clorhídrico y acético diluidos. Posteriormente Chester y Hughes (1967) introdujeron un agente reductor ácido del clorhidrato de hidroxilamina IM en ácido acético 25% (v/v) para separar los óxidos de hierro y manganeso, minerales, carbonatos y elementos traza adsorbidos en los depósitos marinos. Este tratamiento fue utilizado subsecuentemente en varios estudios de los sedimentos oceánicos (Chester y Hughes, 1969; Chester y Messiha-Hanna, 1970; Horowitz, 1974; Sayles et al., 1975; Horowitz y Cronan, 1976; Heath y Dymond, 1977) y en la actualidad todavía es empleada en los esquemas de extracción selectiva secuencial propuestos (Tessier et al., 1979; Calmano y Förstner, 1983; Maguelliati, 1983).

- Desde mediados de la década pasada se realizaron algunos trabajos para diferenciar entre las fases "oxidable", "reducible" y "residual" en los sedimentos contaminados en la costa de California (Bruland, 1974; Gupta y Chen, 1975) y el Lago Erie (Brannon et al., 1976). Posterior a esto y desde la propuesta de Tessier et al. (1979) se han debatido una gran variedad de tratamientos (tabla 3.5.1) para extraer selectivamente los metales asociados a las diferentes fases geoquímicas; estas fases han sido definidas de manera operacional (por ejemplo: fase orgánica adsorbida o de intercambio, reducible, etc.) y en la actualidad existe un gran número de esquemas de extracción con distintos reactivos, condiciones y secuencias de ataque (Tessier et al., 1979; Ellaway, 1980; de Groot et al., 1982; Calmano y Förstner, 1983; Maguelliati, 1983).

Sin embargo a pesar de existir el gran número de tratamientos y esquemas analíticos para extraer los metales asociados a determinadas fases, la utilización de estas técnicas ha recibido muchas críticas y varios trabajos han puesto en

Tabla 3.5.1 Resumen de los métodos más comunes para extraer los metales asociados con diferentes fases geoquímicas, y fracciones en los sedimentos.

Fase Geoquímica	Tratamiento	Referencia
Adsorción e intercambio de cationes	BaCl ₂ -pH = 7.0 MgCl ₂ Acetato de amonio	Jackson (1958), Gibbs (1978) Engler <u>et al.</u> (1974) Gupta y Chen (1975)
Carbonatos	Intercambiador catiónico- Acídico, Buffer NaOAc/HO-Ac (pH = 5)	Deurer <u>et al.</u> (1978) Tessier <u>et al.</u> (1979)
Reducible (Oxidos del hierro y manganeso)	Hidroxilamina en HNO ₃ 0.01M Oxalato de amonio Hidroxilamina en ácido acético Buffer de ditionita y citrato	Chao (1972) Schwermann (1964) Chester y Hughes (1967) Holmgren (1967)
Orgánica/Sulfuros	H ₂ O ₂ -NH ₄ OAc (pH = 2.5) H ₂ O ₂ -HNO ₃ Solventes orgánicos NaOH 0.1M/H ₂ SO ₄ NaClO	Engler <u>et al.</u> (1974) Gupta y Chen (1975) Cooper y Harris (1974) Volkov y Fomina (1974) Gibbs (1978)
Fracción No-detritica ó bio-disponible	CH ₃ -COOH (20-25%)	Skei y Paus (1979) Loring y Rantala (1977)
Fracción no residual (incluye varias fases)	HCl 0.1M diferentes tiempos	Sorensen <u>et al.</u> (1971) Duinker <u>et al.</u> (1974)
Litogénica/Residual	HNO ₃ , HF, HClO ₄ HNO ₃ /HClO ₄ / HF / HCl	Gupta y Chen (1975) Bruiland <u>et al.</u> (1974)

Ac = Acetato (CH₃-COO⁻).

duda la validez de los resultados (Guy et al., 1978; Rendell et al., 1980); las dudas han sido dadas en dos sentidos: (a) que el extractante químico altere y ataque a otras fases distintas a la deseada y (b) que una vez que los metales se liberen de una fase dada, estas pueden asociarse con otra fase en el mismo sedimento en lugar de permanecer en disolución. La dificultad en la falta de selectividad radica más que cualquier otra cosa, en el amplio rango de propiedades químicas, físicas y mineralógicas de los materiales que componen al sedimento; así por ejemplo, las reacciones de precipitación generalmente se presentan con precipitados metaestables amorfos que con el tiempo pueden ser transformados en fases cristalinas, de aquí que dependiendo de la forma en que se halle el precipitado, este puede ser o no atacado por un determinado reactivo. Muy recientemente (Förstner et al., 1985; Kersten y Förstner, 1987) se ha podido demostrar como también el manejo previo de la muestra (como secado) afecta los resultados de la extracción; existen pues todavía muchas limitaciones que todavía no han sido debidamente entendidas. Sin embargo el conocimiento que se ha podido obtener hasta la fecha, para averiguar los tipos de asociación entre los metales y las fases geoquímicas ha permitido evaluar la magnitud de dichas fases en el material particulado y los sedimentos.

En la actualidad hay un gran debate con relación a la secuencia de las reacciones de extracción, especialmente en lo referente a la utilización del peróxido, ya que ha sido utilizado antes y después de la reducción de la fase oxidada (Martin et al., 1987). Así algunos investigadores como Badri y Aston (1981) y Meguellati et al (1983), han empleado la oxidación antes de la reducción a pesar de que con las condiciones ácidas el H_2O_2 causa cierta disolución de los óxidos de Manganeso (Jackson, 1956).

Es evidente que con este debate y la falta de selectividad de los reactivos es difícil decidir en qué orden emplear los reactivos; sin embargo, como un primer criterio es más factible, utilizar el peróxido antes de la reducción en aquellos sedimentos con una escasa o nula proporción de óxidos (y en cambio es más significativa la proporción de metales asociados a sulfuros y al material orgánico); y en aquellos sedimentos con una predominancia de óxidos, utilizar el H_2O_2 después de la reducción. En esta investigación se tomó la decisión de utilizar el peróxido antes de la reducción, debido a que una gran parte de los fondos del bajo Golfo está interceptada por la capa del mínimo de oxígeno, y ello permite suponer condiciones reducidas. La determinación de utilizar los reactivos y el esquema selectivo de Tessier et al, se debe por un lado a la gran cantidad de trabajos realizados con esta técnica o ligeras modificaciones de la misma (Forstner et al., 1979; Tessier et al., 1980; Nembrini et al., 1982 a; -1982b; Rapin y Förstner, 1983; Rapin et al., 1983; Meguellati et al., 1983; Calmano y Förstner 1983; Förstner et al., 1985; entre otros) y por otro a que de manera "operacional" se han definido así las fases o fracciones geoquímicas de intercambio/adsorción, carbonatos, de la materia orgánica/sulfuros, reducible o de los óxidos de Fe y Mn, y residual.

Fracción intercambiable/adsorción (I/A) se refiere a los constituyentes de los sedimentos (arcillas, óxidos de Fe y Mn, material húmico) que se ha demostrado que adsorben a los metales pesados.

Fracción de los carbonatos (C). Varios trabajos (Gupta y Chen, 1975; Chester y Hughes, 1967; Förstner, 1982) han encontrado que algunos metales pueden estar asociados en concentraciones importantes a los carbonatos.

Fracción de los óxidos de hierro y manganeso (R). Está bien establecido que los óxidos de manganeso y hierro existen como nódulos, concreciones, ó simplemente como cementantes ó revestimiento de partículas; estos óxidos son excelentes "capturadores" de los metales pesados y termodinámicamente son inestables en condiciones reductoras (Tessier et al., 1979).

Fracción orgánica/sulfuros (O/S). De los metales pesados pueden estar asociados a la materia orgánica en varias formas; como quelatos de las macromoléculas, asociados a los organismos vivos, a las partículas de los minerales, etc. Por otra parte los sulfuros juegan un papel muy importante en la especiación y co-precipitación de los metales en condiciones anóxicas (Förstner, 1982; Davies-Colley et al., 1985).

Fracción residual (R/S). Se refiere a los sólidos que prevalecen después que las primeras cuatro fracciones son extraídas, esta fracción residual está compuesta principalmente de los minerales primarios y secundarios, que poseen metales pesados dentro de su estructura cristalina.

En la figura 3.3 se presenta el esquema utilizado en este estudio para analizar los metales pesados y diferenciar las fases asociadas a ellos. Se emplearon los reactivos de extracción recomendados por Tessier et al. (1979), excepto para los iones intercambiables y/o adsorbidos, en donde el $MgCl_2$ fué reemplazado por el $BaCl_2$. Por otro lado la mineralización de la materia orgánica se realizó en el segundo paso, después de la fase de intercambio (Mueguellati et al., 1983); lo anterior se debe a que este autor al experimentar con fases definidas (en su concentración metálica en el laboratorio) encontró que la digestión inicial de la materia orgánica no tiene influencia significativa sobre las otras fases carbonatada y reducible, sino por lo contrario esta parece facilitar la extracción de estas dos fases.

Debido a que Mueguellati et al. (1983) inician primero con el ataque del Peróxido añadiendo HNO_3 diluido es difícil aceptar que los carbonatos (Mee, comunicación personal) presentes soporten tal ataque; con objeto de averiguar lo anterior se realizó una comparación entre las concentraciones de metales liberados antes y después del tratamiento con peróxido, al someter el sedimento a una extracción con acetato de Sodio (a pH= 5.0). En la tabla 3.5.2 se presentan las concentraciones encontradas en 19 muestras; con excepción del Zn (fig. 3.4) el resto de los metales posee resultados completamente diferentes si se comparan entre sí, en el caso del Ni, Co, Pb, Cd y Mn los niveles obtenidos con el ataque antes del peróxido son siempre más altos. Estos resultados permiten dudar seriamente de las concentraciones producidas después del ataque con peróxido, de aquí que para los fines de este estudio, se considera que los carbonatos son atacados junto con la materia orgánica y allí liberados los metales asociados a la fase carbonatada.

Como se indica en el esquema de análisis, cada uno de los extractos fué centrifugado, utilizando para ello tubos de polipropileno de 50 ml, y de allí el sobrenadante fué separado para su posterior análisis de los metales, mientras que el residuo fué lavado en cada paso con agua bidestilada. Las concentraciones de los metales (Cu, Cd, Co, Cr, Zn, Pb, Fe y Mn) fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica (AAS) introduciendo directamente la solución en la cámara de acetileno-aire. Los estándares por su parte se prepararon de manera similar en cuanto a los reactivos de los extractos, y la reproducibilidad con un replicado de 8 muestras de la muestra MRSG-130286, siempre fué mejor al 12% en todos los metales. Respecto a los metales de la fracción residual, estos fueron calculados a partir del "total" (extraídos con las bombas de digestión).

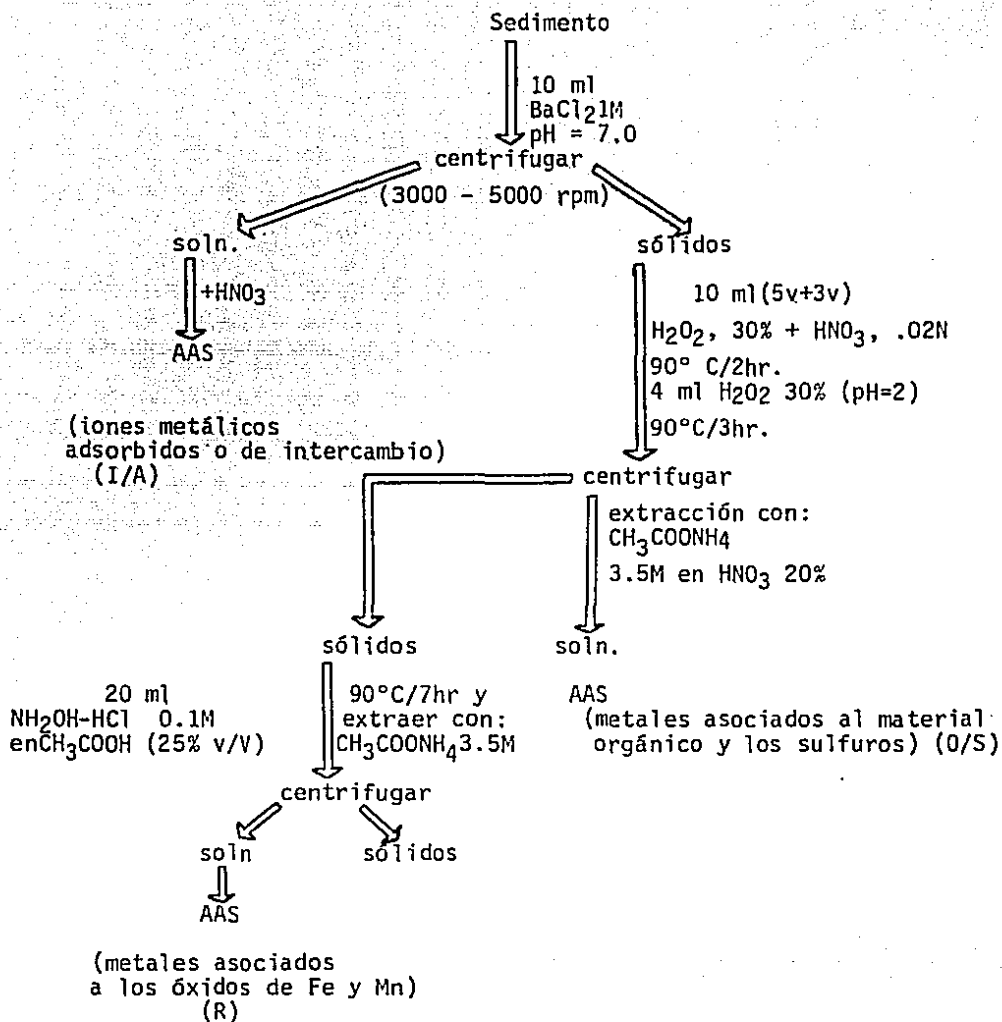
Tabla 3.5.2 Contenido metálico en un núcleo y nueve muestras superficiales del golfo de California, extraídos con acetato de sodio (pH = 5).

Muestra	Cu		Ni		Co		Pb		Zn		Cd		Fe		Mn	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
B24/0-5	0.11	1.2	4.5	1.7	1.1	ND	4.2	ND	2.6	2.0	0.88	ND	3.0	231	550	112
5-10	0.23	0.8	4.5	3.2	2.1	ND	5.0	ND	2.4	3.0	0.94	ND	2.7	351	282	91
10-15	0.12	1.5	4.4	2.7	2.0	ND	5.5	ND	2.4	2.2	0.98	ND	3.15	314	260	49
15-20	0.37	2.8	4.7	3.5	2.1	ND	6.3	ND	4.0	4.2	0.91	ND	2.28	310	1128	192
20-25	0.42	2.9	7.1	5.7	2.2	ND	7.7	ND	8.0	6.9	0.77	ND	2.50	429	2434	404
25-30	0.43	3.0	4.6	5.9	2.0	ND	7.1	ND	4.3	6.5	1.00	ND	3.0	532	672	177
30-35	0.52	4.6	6.0	5.9	2.2	ND	7.7	ND	6.8	8.1	0.84	ND	3.2	370	470	107
35-40	0.42	4.6	5.0	6.5	2.5	ND	8.0	ND	4.3	8.6	0.76	ND	3.1	358	344	113
40-45	0.38	3.6	5.4	10.4	2.1	ND	6.9	ND	5.8	11.2	0.77	ND	1.5	400	801	258
45-51	0.67	4.8	7.5	7.5	3.3	ND	10.3	ND	7.7	9.7	1.48	ND	1.6	242	1736	282
B19/0-5	0.47	1.7	3.6	3.8	2.6	ND	9.5	ND	2.4	4.4	0.98	ND	5.5	189	28.4	20.9
B7/0-5	0.10	ND	1.6	ND	1.2	ND	4.9	ND	0.8	0.9	0.35	ND	3.0	55.2	34.4	9.3
B4/0-5	0.22	ND	1.5	ND	0.9	ND	3.7	ND	0.9	0.6	0.59	ND	3.7	14.1	25.4	3.0
B3/0-5	0.28	3.4	5.2	4.1	1.6	ND	5.0	ND	6.7	5.7	0.38	ND	2.1	30.2	593	263
B1/0-5	0.58	ND	2.7	ND	2.0	ND	8.8	ND	1.2	1.5	0.71	ND	4.3	130	14.0	23
B20/0-5	0.48	2.0	3.5	1.5	2.7	ND	9.3	ND	2.1	2.2	0.58	ND	2.8	25.9	183	35
B17/0-5	0.11	ND	2.1	ND	1.1	ND	2.7	ND	0.9	0.4	0.88	ND	2.5	14.2	15.1	3.9
B22/0-5	0.61	1.7	3.4	2.7	2.5	ND	2.8	ND	2.2	2.5	0.74	ND	2.8	83.6	169	4.1
B31-0-5	16.4	2.7	6.6	1.2	2.3	ND	4.8	ND	8.2	0.7	0.42	ND	2.4	69.9	112	37

Realizado el ataque antes (1) y después (2) de la destrucción del material orgánico con H₂O₂.

ND (No detectado)

Figura 3.3 Esquema de Análisis para la extracción selectiva de metales pesados en sedimentos [adaptado de Tessier et al., (1979) y Mueguellati et al., (1983)]



AAS = Espectroscopia de absorción atómica.

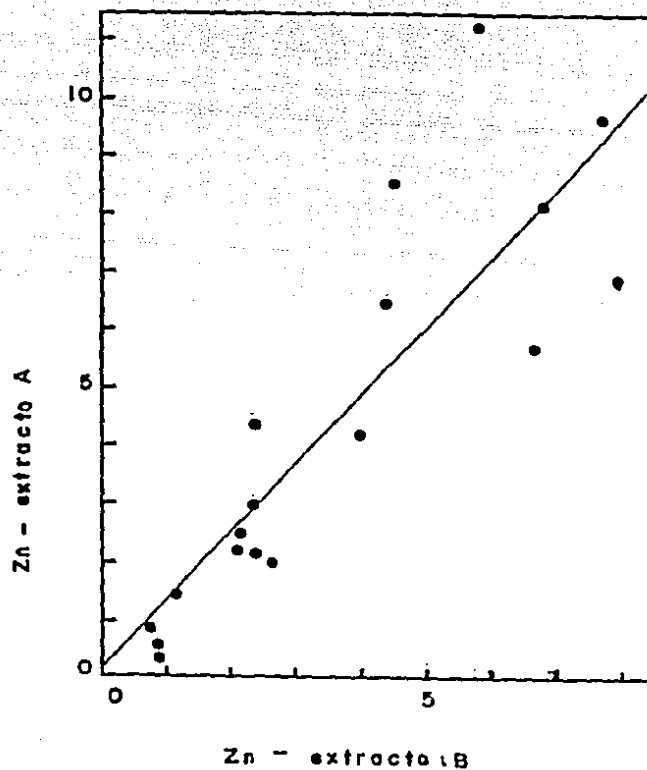


Figura 3.4 Zn asociado a los carbonatos cuando el CH_3COONa es usado antes (A) o despues (B) de la extracci3n con per3xido ($r=0.86$).

4. Sulfato-Reducción y Sedimentación en el golfo de California

4.1 Potencial Redox y pH:

Mientras que el pH es una medida de tendencia relativa de una solución para aceptar o transferir protones, de manera similar el pE es un parámetro que nos da la intensidad redox y permite medir la tendencia relativa de una solución para aceptar o transferir electrones (Stumm y Morgan, 1981); En la práctica, no hay forma de medir el potencial absoluto, por ello los potenciales electrodo son referidos contra el electrodo de hidrógeno normal el cual arbitrariamente se le ha asignado un potencial de cero. Así los potenciales redox relativos medidos en esta forma se designan por Eh.

El valor de Eh está relacionado con las actividades de las diferentes formas iónicas del elemento polivalente (ó elementos co-existentes) por medio de la ecuación:

$$Eh = E^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln \left(\frac{A_{oxid}}{A_{red}} \right)$$

Siendo E° el potencial redox o estándar del sistema:

A_{oxid} y A_{red} , las actividades respectivas de las formas oxidadas y reducidas.

El potencial redox pE = $-\log(e^-)$, cuya aplicación está dada por Eh, esto relacionado por la siguiente ecuación:

$$pE = Eh / 2.3 RTF^{-1}$$

Un electrodo inerte (generalmente de platino), al introducirse en un medio dado con un sistema redox reversible, no adquiere inmediatamente el potencial sino que requiere de un cierto intervalo de tiempo, la velocidad con que se establece dicho potencial depende de varios factores, entre estos el principal es el de la capacidad redox del medio; el proceso de desarrollar el potencial consiste en que el electrodo adquiera una carga definida a expensas de los agentes oxidantes ó reductores presentes en el medio (Anatolevich-Solomin, 1965).

Desde los tiempos de Goldschmidt (1940-1950) se ha reconocido la necesidad de determinar el pH y Eh para los distintos minerales y relacionar la composición mineralógica con las condiciones redox y de acidez en las distintas facies. Varios investigadores (Garrels y Christ, 1965; Krauskopf, 1967; Stumm y Morgan, 1981) han elaborado diagramas teóricos de estabilidad Eh-pH, demostrando la existencia de los campos de estabilidad de diversos sistemas minerales y clasificando los depósitos.

Existen diversas limitaciones en la medición del Eh, las cuales han sido discutidas sobre todo desde consideraciones termodinámicas (Stumm, 1966; Whitfield, 1974; Stumm y Morgan, 1981). Partiendo del hecho, de que el estado redox de un sedimento es el resultado del efecto combinado de los procesos físico-químicos y biológicos, que pueden ser de naturaleza reversible y/o irreversible, es de esperarse que su definición sea difícil y compleja. Así en un medio dado (en aguas naturales ó sedimentos) existen muchas reacciones que no se equilibran ó acoplan rápidamente; por ello al utilizar un sistema indicador como un electrodo, no es posible medir un potencial ó Eh únicos. Al insertar el electrodo este alcanzará solamente el equilibrio con uno de los pares redox, e indicará la intensidad redox de ese par solamente. Entre las condiciones que Stumm y Morgan (1981) juzgan necesarias para obtener valores de Eh operacionalmente aceptables están; (1) que el electrodo empleado en la medición debe ser inerte, lo cual

como ha demostrado Whitfield (1974) en el electrodo de platino pueden formarse óxidos (PtO y PtO_2) ó sulfuros (PtS) de platino según sean las condiciones aeróbicas ó anaeróbicas. (2) En un sistema donde los distintos componentes redox no están en equilibrio entre sí, el balance de las corrientes anódica y catódica en un potencial de equilibrio aparente, no corresponde necesariamente al mismo proceso redox y puede ser un componente de dos ó más procesos, así uno puede estar observando un potencial "mezcla" ó "mixto" el cuál no es comprensible a interpretación cuantitativa. Sin embargo, a pesar de que las mediciones redox (con el electrodo de platino), no representan un Eh verdadero, ellas son reproducibles y se ha demostrado su utilidad para caracterizar ambientes sedimentarios (Bagander y Nicmisto, 1978; Howes *et al.*, 1981).

En la práctica, los problemas más frecuentes de la medición son la deriva de las lecturas y la relativamente pobre reproducibilidad. En este trabajo se emplearon tiempos de medición de 15 a 40 minutos según la deriva, registrándose las lecturas cada 5 minutos, a fin de conocer la tendencia y magnitud de dicha deriva.

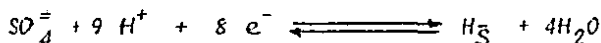
En general la mayoría de las mediciones fueron razonablemente aceptables en ese sentido, sólo en aquéllos núcleos con un alto contenido de arena y fragmentos calcáreos se tuvieron lecturas con derivas desordenadas. En las tablas del apéndice 2 se presentan los valores de Eh medidos con la técnica aquí descrita, además de otros parámetros relacionado como pH, sulfatos y carbono orgánico.

Con objeto de comparar este tipo de mediciones con las calculadas desde alguna de las semi-reacciones, se hicieron los cálculos de Eh a partir de las siguientes expresiones y las concentraciones medidas de H_2S y SO_4^{2-} :

$$Eh = -0.48 + 0.030 \text{ pS}^{\ominus} \quad (4.1.1) \quad y$$

$$Eh = -0.252 - 0.063 \text{ pH} + 0.007 \log \left[\frac{[SO_4^{2-}]}{[HS^-]} \right] \quad (4.1.2)$$

La primera relación fue encontrada por Berner (1963) para sedimentos sulfídicos y la segunda es deducida y dada por la siguiente semireacción según Stumm y Morgan (1981):



En la figura 4.1 se presentan como un ejemplo para el núcleo P2 los niveles redox medidos y calculados con las mencionadas expresiones; lo primero que se puede destacar en esta comparación, es la notable diferencia entre los valores redox medidos y los calculados, en cuanto a la tendencia que siguen con la profundidad, es importante señalar que los potenciales medidos con el electrodo se correlacionan más óptimamente con la relación de Stumm y Morgan (1981) ($n = 19$, $r = 0.871$) que con la de Berner (1963) ($n = 19$, $r = 0.542$). La diferencia de los valores redox ha sido explicada por Berner (1971) por la muy baja corriente de intercambio de ciertas semireacciones en la superficie del electrodo de platino (Stumm, 1966). Al igual que los trabajos de Brooks *et al.* (1968) y Nissenbaum (1972) las mediciones de este estudio resultan ser más elevadas que las obtenidas por la expresión de Berner, e incluso que las obtenidas con la de Stumm y Morgan, (1981).

Si bien las mediciones de Eh, no reflejan el Eh esperado para cualquiera de las semireacciones (como por ejemplo SO_4^{2-}/H_2S) lo cual se debe a que tanto los sulfatos u otras especies (como HCO_3^- , NO_3^- , etc.) no son electroactivas ó rápidamente

NUCLEO P2: Eh
C M (z=635m)

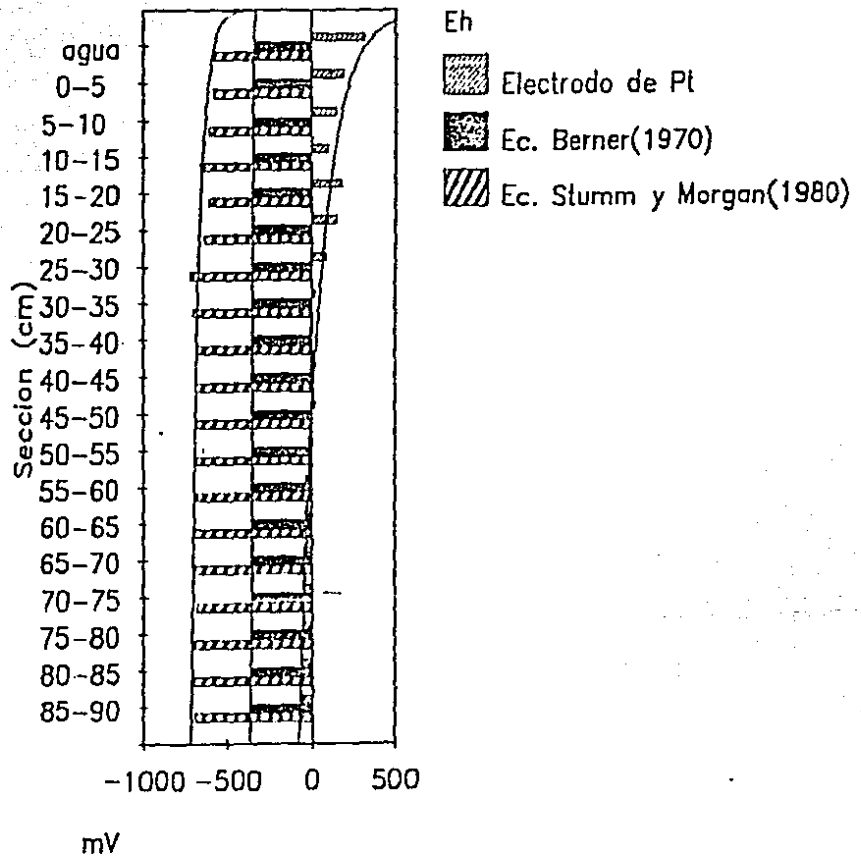


Figura 4.1. Niveles redox medidos y calculados a partir de la concentración de sulfuros (Berner 1963) y de sulfatos (Stumm y Morgan 1981).

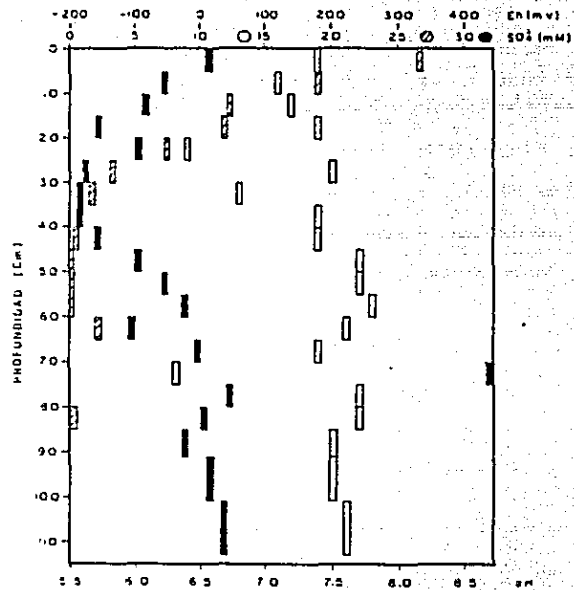
reactivas en la superficie del electrodo, es importante enfatizar que la tendencia del potencial redox con la profundidad medidos y calculados (con la expresión 4.1.2) si concuerdan de manera significativa, y de allí que las mediciones con el electrodo de platino pueden ser muy valiosas para caracterizar los sedimentos y sobre todo predecir su evolución redox.

En relación al color de los sedimentos se observó que existe una variación considerable dependiendo del nivel de Eh; sedimentos con elevados ó moderados valores positivos de Eh, son de coloración rojiza, naranja y café, mientras que al decrecer el Eh los sedimentos van de un color verde olivo claro a oscuro. Los sedimentos de las cuencas del golfo en su mayoría presentaron una coloración verde olivo (con distintas tonalidades), solamente los núcleos y muestras colectadas de la plataforma continental, así como los extraídos fuera del golfo presentaron colores con tonos café ó rojizos (B31, B32). Definitivamente no es fácil explicar las diferencias de color ya que intervienen muchos factores como son: la proporción de minerales arcillosos (tales como ilita, clorita, caolinita, etc.) sales u óxidos de hierro y manganeso, pirita y la presencia de material orgánico altamente pigmentado.

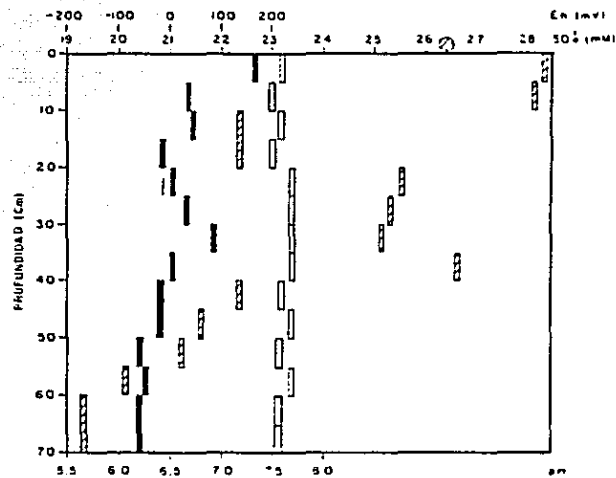
Del total de 48 núcleos trabajados, 13 se colectaron en profundidades menores a los 1,100 m; 12 de éstos presentaron valores de Eh negativos que evidencian condiciones ligera ó moderadamente reductoras, diez de los núcleos se extrajeron desde profundidades que oscilan entre los 240 y 1,100 m, profundidad a la que se refieren distintos autores (Van Andel, 1963; Roden, 1964; Alvarez-Borrego, 1983) para localizar a la capa mínima de oxígeno en el golfo. Con respecto a los núcleos provenientes de profundidades mayores a los 1,100 m (35 núcleos), todos en su mayoría tuvieron valores de Eh positivos con excepción de los siguientes: B14 con valores de 252 a -32 mv, núcleo que se localiza en la depresión sur de la cuenca de Guaymas (z= 2020 m), la cual se distingue por ser un área de intensa actividad hidrotermal; B28, B29 y B35 con rangos de 296 a -387, -12 a -379 y 102 a -52 mv respectivamente, los cuales se localizan sobre la zona de fractura Tamayo en la boca del golfo; y B30 (con 102 a -51 mv) localizado en una pequeña cuenca al sur de la boca del golfo (Fig. 3.1) donde la actividad no ha sido reportada.

Es evidente que en las zonas de actividad hidrotermal, sobre todo como en 21°N (Pacífico) y la cuenca de Guaymas se han caracterizado (Edmond *et al.*, 1982; Edmond y Von Damm, 1985), los fluidos de recarga y descarga por poseer elevadas concentraciones de ácido sulfhídrico y otras especies que reflejan niveles redox reductores. Ahora estas descargas de alguna manera van a influir ó "impactar" a las áreas adyacentes más cercanas.

Un hecho que es notable en la gran mayoría de los núcleos del golfo de California es la tendencia del Eh a decrecer conforme nos introducimos en el subsuelo; En las figuras 4.2 - 4.7 se puede observar como además esta tendencia está acompañada con la disminución de la concentración de sulfatos en el agua intersticial. En el caso de algunos núcleos como B1, de la plataforma continental (en el transecto de la cuenca de Pescadero) ó B30 (colectado al sur de la boca del golfo), los valores de Eh aunque tienden a decrecer en su sección superficial en las últimas secciones de la base del núcleo contrario a lo esperado tienden a aumentar. Este tipo de tendencias ya ha sido observado con otros trabajos (por ejemplo: Nissenbaum *et al.*, 1972; McKee, 1977) pero la intensidad del decremento y el valor mínimo alcanzado varían ampliamente (Presley y Trefry, 1980; y otros citados por estos autores).

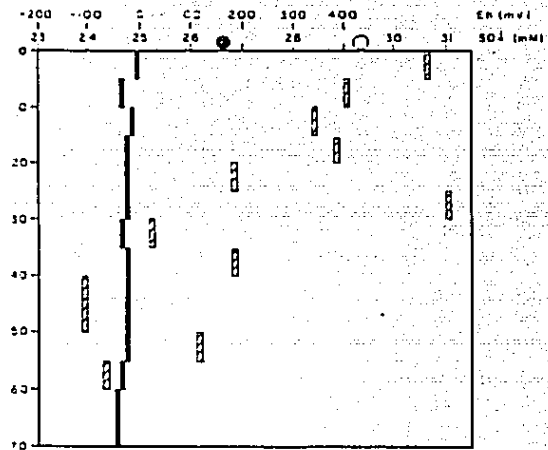


B 1

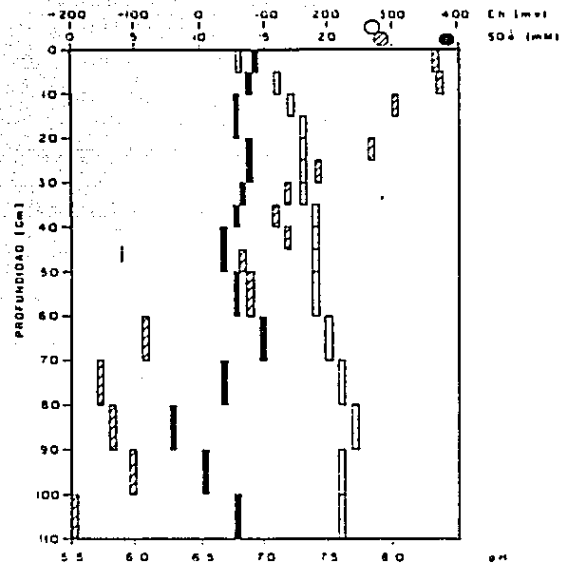


B 7

Figura 4.2. Perfil de Eh, pH y Sulfatos en los núcleos B1 y B7.



B 37



B 18

Figura 4.3. Perfil de Eh, pH y Sulfatos en los núcleos B37 y B18.

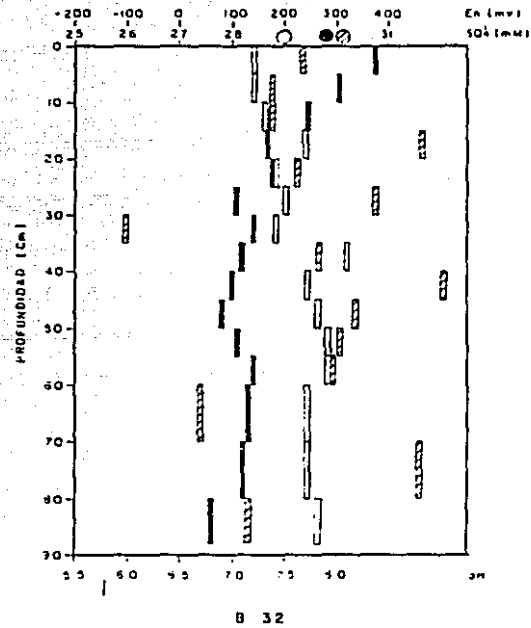
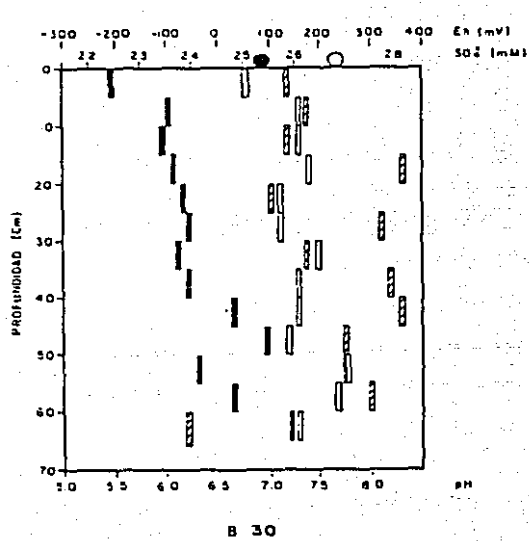


Figura 4.4. Perfil de Eh; pH y Sulfatos en los núcleos B30 y B32.

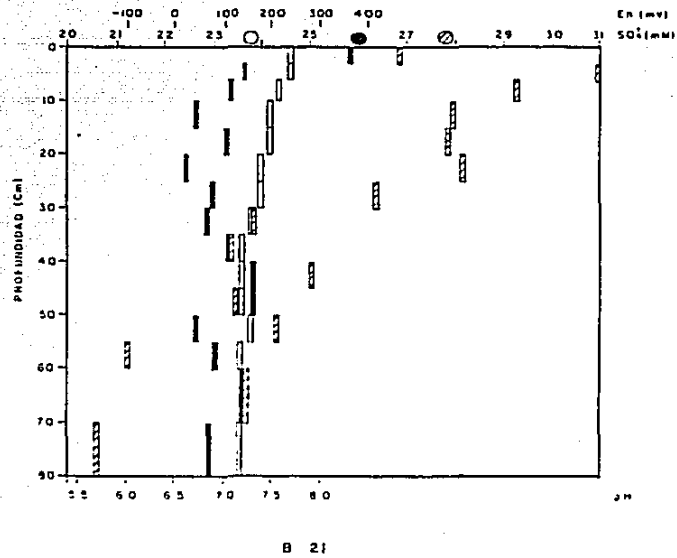
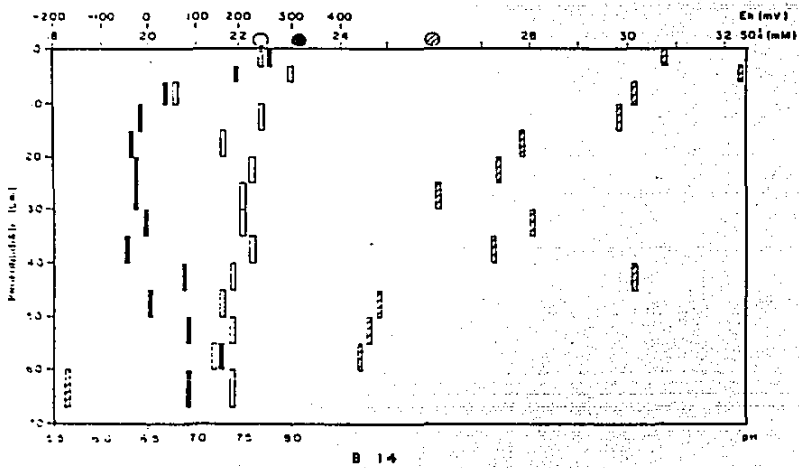
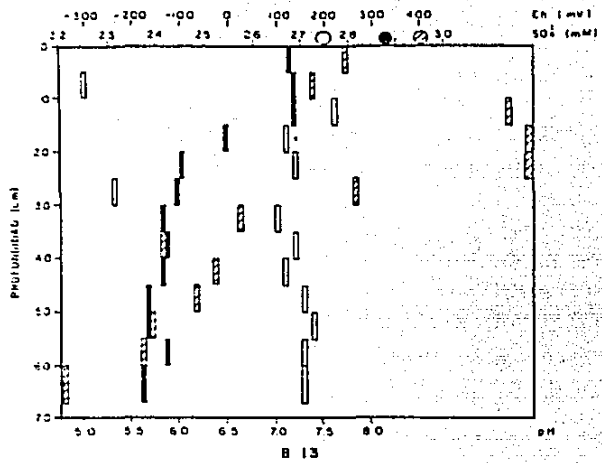
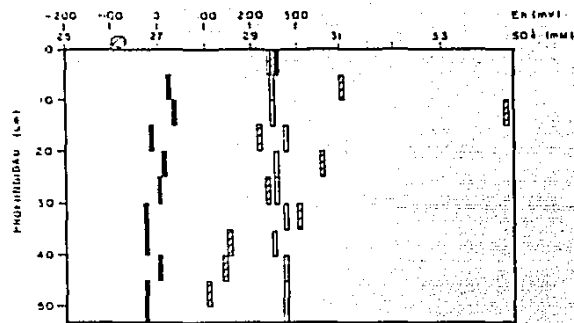
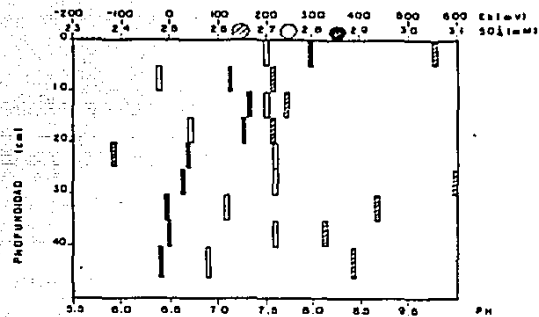


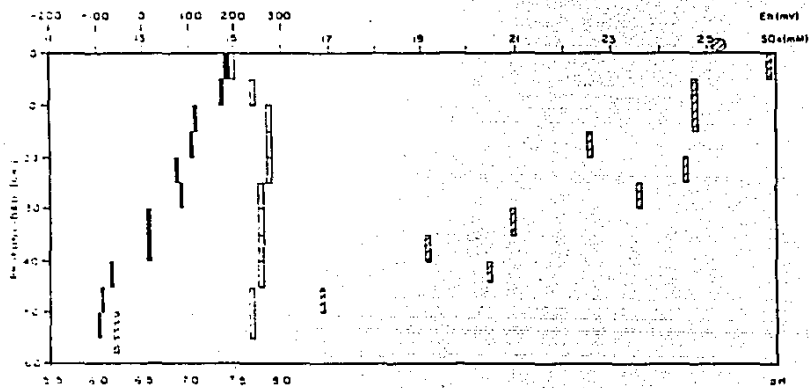
Figura 4.5. Perfil de Eh; pH y Sulfatos en los núcleos B13, B14 y B21.



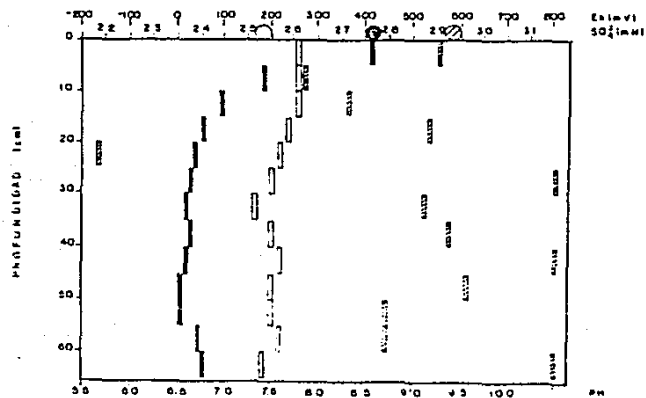
B 10



B 22

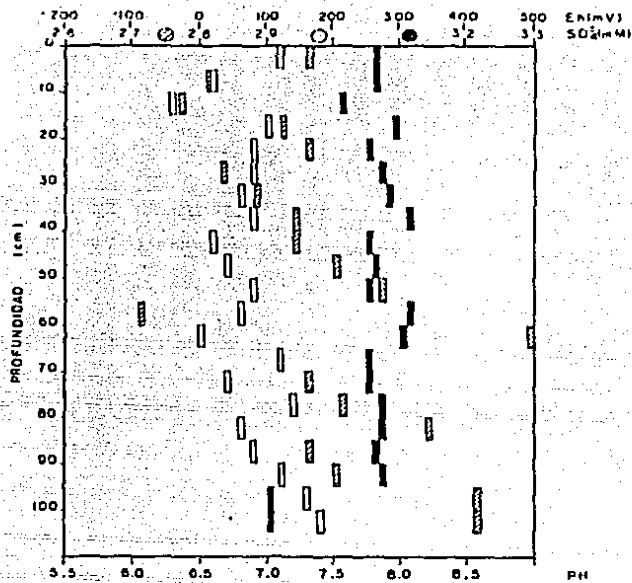


B 12

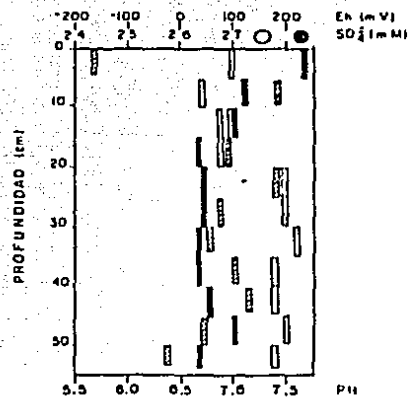


B 23

Figura 4.6. Perfil de Eh; pH y Sulfatos en los núcleos B10, B12, B22 y B23.

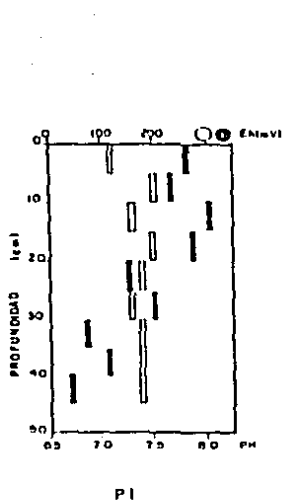


B 31

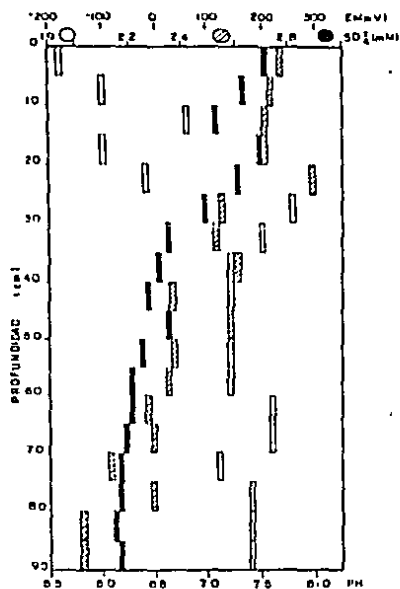


B 33

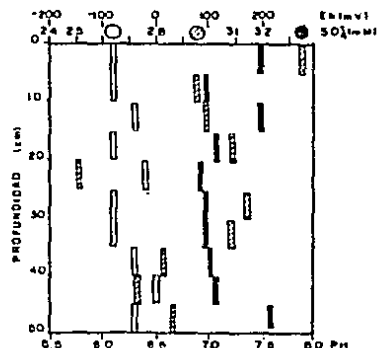
Figura 4.7. Perfil de Eh; pH y Sulfatos en los núcleos P1, P2, P3, B31 y B33.



P 1



P 2



P 3

Una posible explicación de los Eh positivos en aquellos núcleos donde disminuyen los sulfatos es la de que en tales condiciones las fases metálicas de sulfuros, tales como la pirita son altamente insolubles y entonces el redox es más bien controlado por la solubilidad de carbonatos u óxidos, principalmente de Fe y Mn, y así la relación \log (iones metálicos óxidos/iones metálicos reducidos) es la que controlará posiblemente el potencial medido.

Entre los factores que más influyen en el Eh de los sedimentos marinos, está la bioturbación (actividad de los organismos), más que cualquier otro factor (Kaplan y Rittenberg, 1963); siendo más crítico para los centímetros superficiales de la columna sedimentaria, donde los organismos como poliquetos y algunos moluscos pueden perturbar las primeras capas con sus movimientos, y tener así una marcada influencia en mantener oxigenada las primeras secciones de los sedimentos; En el caso particular de las mediciones hechas en este trabajo, sobre el agua sobrenadante (ó que está por encima en contacto con la interfase agua-sedimento) se observó en todos los núcleos niveles mayores ó similares (figuras 4.2 4.7) a los de los primeros centímetros de los núcleos, con redox sobre todo oxidantes (115-434 mv).

Los organismos también producen heterogeneidades locales en los sedimentos, por ejemplo, la deposición fecal puede dar lugar a la formación de zonas localizadas de anoxia aún dentro de la capa óxica bioturbada pudiendo de esa manera producirse pirita en sedimentos aparentemente óxicos.

En los sedimentos de algunas cuencas anóxicas como en el Mar Negro ó regiones pantanosas se han reportado niveles de -400 mv en condiciones reductoras, solamente algunos núcleos del presente estudio (B28, B29 y B30) al sur de la boca del golfo, presentaron valores de esa magnitud. Los núcleos colectados que interceptan la capa del mínimo de oxígeno, no obstante que se ha señalado estar sujetos a bajas ó nulas concentraciones de oxígeno disuelto, sus niveles redox (aún en los centímetros del fondo) nunca fueron inferiores a -180 mv. Esto permite concebir a los sedimentos del golfo como sigue: En los fondos menores a 1,100 m van, desde la superficie al fondo, desde ligeramente oxidantes a moderadamente reductores, mientras que las profundidades mayores a 1,100 m, los fondos son más bien ligera ó moderadamente oxidantes, con excepción de las depresiones más profundas en algunas cuencas como la de Guaymas ó Farallón.

De acuerdo a consideraciones termodinámicas, la oxidación del material orgánico en los sedimentos tiene lugar en una secuencia redox bien establecida (Stumm y Morgan, 1981, Sección 1.2.3), en la que primero se consume el oxígeno con la consecuente disminución del Eh, seguido después por los nitratos, óxidos de manganeso, óxidos de hierro y finalmente los sulfatos. Los intentos para definir valores de Eh críticos en los cuáles el sistema redox favorece una u otra forma han sido solo parcialmente satisfactorios (Presley y Trefry, 1980), lo cual es de esperar se si tomamos en cuenta las distintas limitaciones de las mediciones, discutidas previamente. Sin embargo ha habido investigadores como Ponnampund (1972) que demuestran que el oxígeno desaparece en valores de Eh por debajo de +250 mv, y que los sulfatos se reducen solamente por debajo de -150 mv.

En el caso de los 10 núcleos que se mencionó que interceptan la capa mínima del oxígeno, solamente dos de ellos (B8 y B11) tuvieron (en la superficie) niveles redox superiores a los 250 mv, mientras que 6 núcleos: B1, B17, B13, B28, B29 y B30 presentaron niveles inferiores a los -150 mv. Esto contrasta con los resultados de las concentraciones de sulfatos, en los que se puede observar (Apéndice 2) que la gran mayoría de los núcleos presentan una ligera pero sensible reducción de sulfatos, de aquí que la sulfato-reducción debe iniciarse antes de los -150 mv.

Las dificultades técnicas en medir el Eh son igualmente válidas para medir pH, sin embargo se han registrado más mediciones de pH que de Eh. En los núcleos colectados en este estudio se observó en general un rango de pH de 5.7 a 8.0, y más frecuentemente un rango de 6.6-7.8 (Apéndice 2).

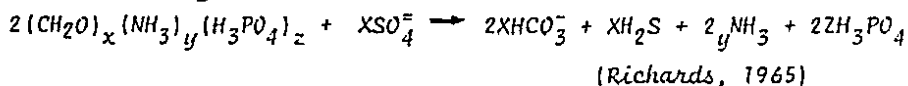
En el agua de mar, es bien conocida la capacidad "amortiguadora" del pH de esta, la cual se debe principalmente al sistema carbonatos, rara vez se sale de un pH de 7.8 a 8.3 (Skirrow, 1965). En la revisión de Presley y Trefry (1980) casi no se encuentran pH fuera del rango de 7.0-8.0 en el agua intersticial de sedimentos costeros, a pesar de las posibles adiciones de CO_2 , NH_4^+ , H_2S y otras especies que resultan de los cambios diagenéticos. Nissebaum et al (1972) explican que al descomponerse la materia orgánica y ponerse en equilibrio los productos de éstos con el agua, estos deben de dar un pH de 7.0. En la presente investigación solamente unas pocas muestras dieron lecturas de pH por debajo de 6.6. Los rangos encontrados en este estudio son similares a los encontrados en núcleos mucho más largos colectados por el Programa de Dragado del Mar Profundo OSDP, tanto en la entrada (Gieskes et al., 1983), como en el interior del golfo de California (Gieskes et al., 1981) donde se reportan valores de 6.8 a 7.8 y de 6.0 a 7.7 respectivamente. Adicionalmente es importante aclarar que las mediciones hechas en este trabajo se hicieron mediante la insertación directa de los electrodos en los sedimentos, y que posiblemente el valor real *in situ* de pH es ligeramente menor, ya que al manipular la muestra durante la "extrusión" del núcleo y la medición pudieron haberse dado pérdidas de CO_2 .

Obviamente el pH de los sedimentos depende no sólo de la cantidad y composición cualitativa de la materia orgánica sino también de otros factores tales como la sulfato-reducción y diversas reacciones diagenéticas. Todos estos factores son reflejados en la distribución del pH en los núcleos. En el caso de la mayoría de los núcleos del golfo de California (de este estudio) la distribución con la profundidad es relativamente constante, y en la mayoría de los casos, con una muy ligera tendencia a aumentar con la profundidad, aunque ocasionalmente en algunos núcleos el pH decrece ligeramente con la profundidad. Esto mismo ha sido encontrado por Zobell (1946) en el mismo golfo de California y también observado en otros mares (Bordovsky, 1965).

En relación a los sedimentos típicamente oceánicos en la mayoría de los casos el pH no se incrementa sino que se mantiene más bien relativamente constante (Romankevich y Petrov, 1961). Sin embargo en el caso de los núcleos B31 y B32 colectados fuera del golfo en fondos pelágicos (fig. 4.4 y 4.7) se observó que estos presentan la misma tendencia a aumentar el pH con la profundidad en el subsuelo, que varios núcleos del golfo.

4.2 Sulfato-Reducción y Tasas de Sedimentación en el golfo de California

La sulfato-reducción ó reducción de sulfatos es un proceso común de la descomposición del material orgánico en los sedimentos, la cual ocurre por debajo ó en la misma zona de bioturbación (Kaplan et al., 1963, entre otros). Ahí los SO_4^{2-} son utilizados por las bacterias sulfato-reductoras, como fuente de energía, reduciendo el SO_4^{2-} a H_2S vía un proceso global que ha sido representado esquemáticamente como sigue:



donde el material orgánico sedimentario está sujeto a la descomposición x , y y z son coeficientes estequiométricos; El H_2S producido reacciona con el hierro para formar sulfuros insolubles como greigita, mackinawita y pirita (Goldhaber y Kaplan, 1974; Berner, 1984). Adicionalmente la reacción libera amoníaco y fosfato disueltos, los cuales son transportados por difusión molecular y/o mezclado físico y biológico a través de los sedimentos y regresados así a la columna de agua (Aller, 1980; Klump y Martens, 1981; entre otros). La sulfato-reducción conduce así a una significativa regeneración de sustancias nutritivas, la cual puede jugar un importante papel en la productividad de los cuerpos de agua.

Respecto a la velocidad con que ocurre la sulfato reducción se ha observado que en general esta varía con la localidad geográfica y la profundidad de los sedimentos, entre las causas de estas variaciones se han reconocido (Boudreau y Westrich, 1984): la temperatura, presión, concentración de carbono orgánico reactivo metabolizable; y la concentración de sulfato disuelto en el agua intersticial.

Desde el modelo original de Berner (1964), la sulfato-reducción ha sido modelada bajo diversas consideraciones (modelo modificado de Berner de Lasaga y Holland (1976); modelo Monod (Boudreau y Westrich, 1984); entre otros). Adicionalmente el mismo autor (Berner, 1978) encontró una relación lineal entre la disminución de la concentración de sulfato disuelto y la tasa de sedimentación (w):

$$w = -B \left(\frac{\partial c}{\partial x} \right)_0 \quad (4.2.1)$$

donde B representa la constante de proporcionalidad; si $(\partial c / \partial x)_0$ es expresada en milimoles por litro (mM) de agua intersticial por centímetro de sedimento y w está en centímetros por año. La proporcionalidad es explicada en base a un modelo teórico, el cual supone que la descomposición de la materia orgánica por las bacterias sulfato-reductoras es de primer orden con respecto a la concentración de materia orgánica metabolizable; el modelo también supone que la reactividad de la materia orgánica metabolizable varía de sedimento a sedimento, mientras su concentración permanece esencialmente constante. Bajo tales consideraciones Berner demuestra lo factible de la relación como un parámetro útil para estimar la tasa de sedimentación en diversas localidades, entre ellas el golfo de California.

La explicación de la relación (1); ha sido dada a partir de los modelos de Berner (1964; 1971; 1974), y Toth y Lerman (1977); y está basada en la ecuación diagénica de sulfato-reducción en ausencia de la bioturbación y las siguientes suposiciones:

- (a) La descomposición del material orgánico que acompaña a la sulfato-reducción bacteriana obedece una cinética de primer orden.
- (b) La única reacción química que afecta a la concentración de sulfatos disueltos en el agua intersticial es la reducción por bacterias.
- (c) La adsorción de SO_4^{2-} es despreciable.
- (d) La compactación, el flujo de agua y los gradientes de porosidad pueden ser ignorados.
- (e) La difusión solamente ocurre vía molecular.
- (f) Diagénesis en estado estable.

Las ecuaciones diagenéticas de los sulfatos y el material orgánico respectivamente son:

$$D_s \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - w \frac{\partial c}{\partial x} - LFkG = 0 \quad (4.2.2)$$

$$- w \frac{\partial G}{\partial x} - kG = 0 \quad (4.2.3)$$

donde w es la tasa de sedimentación, c la concentración de sulfatos, G la concentración de carbono orgánico metabolizable (moles/masa de sólidos totales), k la constante de proporcionalidad para la sulfato reducción, L el coeficiente estequiométrico que relaciona el número de moles de SO_4^{2-} reducidos por mol de carbono orgánico oxidado, D_s el coeficiente de difusión en los sedimentos, y $F = [(1-\phi)\rho_s]$ donde ϕ es la porosidad y ρ_s la densidad promedio del sedimento. Partiendo de las condiciones límite (para $x \rightarrow \infty$, $G \rightarrow 0$, $c \rightarrow \infty$ y para $x=0$, G_0 y C_0) la solución de las ecuaciones anteriores, para una ϕ constante es:

$$C = [(w^2 FL G_0) / (w^2 + kD_s)] \exp(-k/w x) + C_\infty \quad (4.2.4)$$

$$G = G_0 \exp(-k/w x) \quad (4.2.5)$$

y sustituyendo (4.2.5) en (4.2.4):

$$C_0 - C_\infty = (w^2 FL G_0) / (w^2 + kD_s) \quad (4.2.6)$$

Por su parte Toth y Lerman (1977) encontraron que (k/w) de las ecuaciones anteriores está relacionado linealmente como sigue:

$$K = Aw^2 \quad (4.2.7)$$

donde A es una constante empírica igual a 0.04 cm^{-2} .

Cualitativamente, Berner (1980) explica que la correlación se debe a que como k es una medida de la reactividad de la materia orgánica o "metabolicidad" de la misma; a tasas de sedimentación mayores hay una mejor preservación de los compuestos fácilmente metabolizables, los cuales en tasas de depositación lentas serían destruidas por los organismos que habitan cerca de la capa béntica.

Cuantitativamente, la relación también ha sido explicada, despejando k desde la ecuación (4.2.4):

$$k = (LFG_0/D_s (C_0 - C_\infty)^{-1} / D_s) w^2 \quad (4.2.8)$$

que por analogía con la ecuación (4.2.7), se requiere que todos los parámetros L ,

F y D_s y $G_0/(C_0 - C_\infty)$ sean relativamente constantes.

Ahora bien, para explicar la relación (4.2.1) del gradiente de los SO_4^{2-} y la tasa de sedimentación, la ecuación (4.2.4) ha sido rearrreglada como sigue:

$$(\partial c / \partial x)_0 = -kwFLG_0/(w^2 + kDs) \quad (4.2.9)$$

que sustituyendo en la ecuación de Toth y Lerman (4.2.7):

$$w = - \left(\frac{1 + AD_s}{AFLG_0} \right) (\partial c / \partial x)_0 \quad (4.2.10)$$

que al compararse con (4.2.1), B estaría dada por $(1 + AD_s)/AFLG_0$ y que para ser constante requiere que todas los componentes de la expresión sean relativamente constantes, de hecho A es por definición constante, F varía de acuerdo a la densidad y porosidad de un sedimento a otro, D es constante de un factor de dos en los sedimentos finos, y L generalmente se supone constante e igual a 0.5.

Para el caso de la mayoría de los núcleos del golfo de California, analizados en este estudio, la porosidad superficial se mantiene relativamente cercana a 0.80 y 0.90; aunque con ello, F variaría de 0.28 a 0.64, influyendo notablemente en la expresión equivalente a B.

En la tabla 4.2.1 se presenta una lista de los valores de $-(\partial c / \partial x)_0$ y $-(\partial H / \partial x)_0$ en los 47 núcleos colectados de este estudio, en donde se puede observar que éstos oscilan desde 0.02 a 0.72 y -4.82 a 2.09 respectivamente. En general se puede resumir que los mayores valores de $-(\partial c / \partial x)_0$ se presentan en los núcleos de la plataforma continental (0.42 - 0.72), los bajos e intermedios en el talud o bordes interiores de las cuencas (0.05-0.36), y los más bajos en las de presiones más profundas de las cuencas (0.09-0.26). Esta relación entre la sulfato-reducción y profundidad (incluida el tipo de topografía), no es rara, ya que la velocidad con que ocurre dicha reacción varía en función de la temperatura, presión, cantidad de carbono orgánico reactivo y concentración de sulfato en las aguas intersticiales (Boudreau y Westrich, 1984); parámetros que van a variar según la localidad y profundidad dentro del golfo.

Con objeto de tener una idea, de la confiabilidad del método de Berner (1978) para estimar la tasa de sedimentación, se elaboró la Tabla 4.2.2, donde aparecen núcleos de este trabajo con núcleos vecinos a los cuales se estableció la tasa de sedimentación por métodos radioquímicos e históricos en cuatro de las principales cuencas del golfo de California. Realizando un ajuste a la recta entre $-(\partial c / \partial x)_0$ y las tasas de sedimentación (w) reportadas tendremos una recta del tipo (Fig. 4.2.1):

$$w = 1.26 (\partial c / \partial x)_0 - 0.005 \quad (4.2.11)$$

con un coeficiente de correlación significativo ($\alpha = 0.01$) de 0.96 (n=9); ahora considerando que la ordenada es despreciable y por analogía con la ecuación (4.2.1), B sería igual a 1.26 en el golfo, en lugar del valor de uno obtenido por Berner (1978) en una diversidad de localidades. Esta diferencia puede ser explicada de dos maneras; una, que se deba simplemente a la ligera diferencia en la posición entre los núcleos utilizados en la correlación, ó que como en los sedimentos del Delta del Mississippi (Berner, 1978), los del golfo de California poseen un valor de A menor que el encontrado en la mayoría de los sedimentos ($A = 0.04 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{año}$). Así, en los sedimentos del golfo (con $\phi = 0.80$; $D = 100 \text{ cm}^2 \cdot \text{año}^{-1}$; $L = \frac{1}{2}$, $G_0 = 250 \text{ m moles}$; $D_s = \phi^2 D_0$ (Murray et al., 1978; Berner, 1978), A sería del orden de $0.03 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{año}$.

Tabla 4.2.1 Gradiente inicial del potencial electrodo Redox (Eh) y de sulfato disuelto en los sedimentos del golfo de California y áreas adyacentes a la Boca.

Núcleo	Prof. (m)	Intervalo inicial (cm)	Pendiente inicial de sulfatos (mM/cm) $-\left(\frac{\Delta c}{\Delta x}\right)_0$	Coefficiente de correlación (-r)	Pendiente inicial del Eh (mv-cm) $-\left(\frac{\Delta Eh}{\Delta x}\right)_0$	Coefficiente de correlación (-r)
B1	240	0-40	0.72	0.97	5.27	0.91
B2	1160	0-45	0.10	0.67	0.21	0.04
B3	2500	0-25	0.36	0.99	2.30	0.27
B4	1210	15-43	0.05	0.36	-3.64	-0.69
B5	2250	15-50	0.23	0.54		
B6	2220	0-35	0.30	0.94	1.98	0.91
B7	45	0-20	0.48	0.91	10.9	0.90
B8	840	0-50	0.05	0.56	5.61	0.76
B9	1240	0-15	0.28	0.98	20.9	1.00
B10	2450	10-53	0.13	0.77	1.04	0.62
B11	1050	0-20	0.04	0.13	18.9	0.96
B12	670	20-58	0.36	0.94	6.64	0.96
B13	630	20-67	0.18	0.87	1.59	0.80
B14	2020	3-30	0.26	0.97	7.26	0.74
B15	1815	15-47	0.16	0.67	3.14	0.66
B16	1540	0-30	0.21	0.84	1.74	0.31
B17	790	10-35	0.25	0.92	4.94	0.23
B18	380	5-40	0.42	0.98	0.23	0.23
B19	1500	0-24	0.08	0.73	9.64	0.92
B20	1490	25-46	0.06	0.51	6.66	0.74
B21	2010	3-35	0.21	0.93	2.27	0.55
B22	1350	0-25	0.27	0.90	9.74	0.83
B23	2410	0-25	0.24	0.65	18.1	0.91
B24	3250	0-51	0.09	0.89	-1.56	-0.58
B25	2450	5-44	0.13	0.82	2.01	0.70
B26	3230	0-25	0.10	0.33	9.24	0.95
B27	1600	5-40	0.02	0.15	-4.82	-0.84
B28	2590	20-50	0.18	0.90	11.1	0.77
B29	3180	10-40	0.29	0.83	-5.53	-0.48
B30	2630	0-30	-0.06	-0.47	-5.01	-0.84
B31	3410	10-40	-0.03	-0.44	-2.48	-0.72
B32 ^a	3220	15-40	0.15	0.53	3.10	0.75
B33	3150	0-25	-0.12	-0.67	9.46	0.93
B34	2800	0-25	-0.04	-0.33	5.36	0.92
B35	2590	0-30	-0.03	-0.38	-3.00	-0.89
B36	40	0-24	0.13	0.35	-4.5	-0.93
B37	25	0-25	0.16	0.91	0.60	0.48
P2	635	15-45	0.15	0.78	8.86	0.98
P3	2020	0-25	0.31	0.80	3.84	0.58
P4	2040	5-25	0.08	0.93	1.80	0.20
P5 ^a	2640	15-45	0.16	0.76	3.95	0.62
P6	2980	15-40	0.12	0.54	0.86	0.31
P7	2700	0-21	-0.07	-0.82	20.8	0.95
P8 ^a	2845	0-10	0.61	0.84	24.7	0.84
P9	2970	10-35	-0.05	-0.65	-0.88	-0.36
P19	3400	0-70	0.06	0.85	0.63	0.18
P25	1200	0-20	0.13	1.00	14.1	1.00

^a = Solamente en esos intervalos presentó dicha tendencia.

TABLA 4.2.2. Tasas de sedimentación y gradientes de sulfato-reducción en cuatro Cuencas del Golfo de California.

Area	Núcleo	Latitud N	Longitud W	Prof. (m)	Tasa de sedi- mentación (cm/año)	Observaciones
Cuenca de Guaymas:	L190	27°11'	111°24'	1910	0.258	Establecida con radiocarbono (a)
	B21	27°02.2'	111°23.7'	2010	$-(\partial c/\partial x)_o = 0.21$	
	BAV79-B29	26°42.0'	111°25.0'	635	0.22-0.33	Considerando las laminaciones (b)
	BAV79-E9	27°53.2'	111°37.2'	660	0.16-0.25	
	B13	26°52.6'	111°40.0'	630	$-(\partial c/\partial x)_o = 0.18$	
	L181	28°06'	112°08'	787	0.340	Establecida con radiocarbono (a)
B17	27°25.1'	110°47.1'	790	$-(\partial c/\partial x)_o = 0.25$		
Cuenca de San Pedro Martir:	L138	28°24'	112°28'	1056	0.112	Establecida con radiocarbono (a)
	B19	27°46.9'	112°03.2'	1500	$-(\partial c/\partial x)_o = 0.08$	
Cuenca Farallón:	R-82			3170	0.100	Establecida con radiocarbono (c)
	B-24	25°27.8'	109°52.0'	3250	$-(\partial c/\partial x)_o = 0.09$	
Cuenca Pesquero:	R-47			2820	0.046	Establecida con radiocarbono (c)
	P-19	23°59.3'	108°53.0'	3400	$-(\partial c/\partial x)_o = 0.06$	
	B-27	24°07.9'	108°37.3'	1600	$-(\partial c/\partial x)_o = 0.02$	

(a) Calvert (1964); (b) Estimada desde datos de Donegan y Schrader (1982); (c) Calvert (1966a).

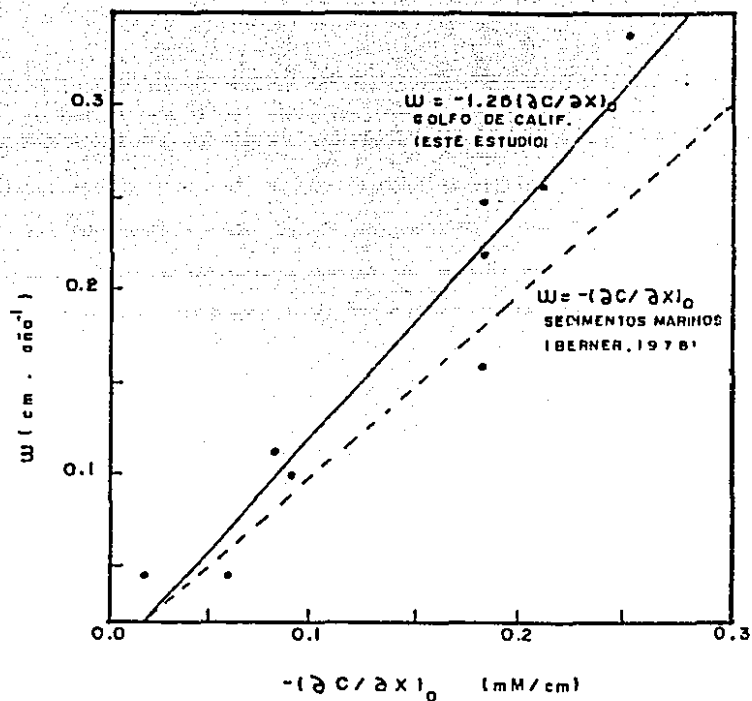


Figura 4.2.1. Ajuste lineal entre la tasa de sedimentación (w) y el gradiente de sulfatos en los sedimentos del Golfo de California y Marinos.

En la figura 4.2.2, se ilustran las distintas tasas de sedimentación en las cuatro principales cuencas del golfo de California, en estas es posible notar, como en general los valores varían según la topografía y localización de las mismas; en base a cuatro núcleos (B14, B21, B15, B16) colectados dentro de la cuenca de Guaymas, la tasa de sedimentación promedio da un poco más que 0.26 cm . año⁻¹ si milar al reportado (0.27 cm . año⁻¹) por Simoneit et al (1982). Por su parte la cuenca Farallón parece ser que es la que posee las tasas de sedimentación más elevadas (0.11 a 0.38, con un promedio en la cuenca de 0.32 cm . año⁻¹) posiblemente a consecuencia de las importantes descargas de terrígenos provenientes del Río Fuerte. De la otra cuenca que se obtuvo también un promedio, fué Pesca dero en la que el valor es de 0.17 cm . año⁻¹, siendo el más bajo de las tres cuencas mencionadas, lo cual es de esperarse en la boca del golfo.

Con el fin de comparar la ecuación 4.2.11 con la de otras áreas de productividad comparable a la del golfo de California, en este estudio se realizó el ajuste de seis pares de datos seleccionados desde la margen del Noroeste Africano (Reimers y Suess, 1983) encontrándose la ecuación siguiente:

$$w = 0.72 (-\bar{r} c / \bar{r} x) + 0.001 \quad (4.2.12)$$

Con un coeficiente de correlación significativo de 0.99, que por analogía con (4.2.1) despreciando el valor de la ordenada, B sería igual a 0.72 en lugar del uno obtenido por Berner (1978) ó del 1.26 obtenido en este estudio para el golfo de California.

Berner (1978) propuso la ecuación (4.2.1) con objeto de estimar la tasa de sedimentación de los sedimentos marinos en general (donde se presenta la caída de la sulfato-reducción) pero los resultados locales del golfo de California y de la margen Africana, así como los dados incluso por el mismo Berner para el delta del Río Mississippi, sugieren que en cada región este valor puede variar con respecto a uno notablemente. Por ello, con objeto de optimizar la estimación de la tasa de sedimentación a partir del gradiente de sulfatos, es deseable evaluar B para la región donde se pretenda utilizar esta técnica, y de esa manera reducir la incertidumbre de dos ó más órdenes de magnitud que se pueden tener utilizando B=1. Es muy probable que con la evaluación de B, la técnica del gradiente de sulfatos pueda producir errores comparables a los de otras técnicas de "fecha do".

Diversos investigadores (Robbins, 1978; Church et al., 1981; Páez-Osuna y Mandelli, 1985) han encontrado que las técnicas radioactivas como 210 Pb; en ciertas situaciones como por ejemplo la dilución causada por el material orgánico y la compactación, pueden producir errores hasta de un 30% ó más. Todo lo anterior permite resaltar la necesidad de más estudios cuidadosos de las técnicas radioactivas para poder así evaluar de manera confiable la relación de la tasa de sedimentación con el gradiente de la sulfato-reducción.

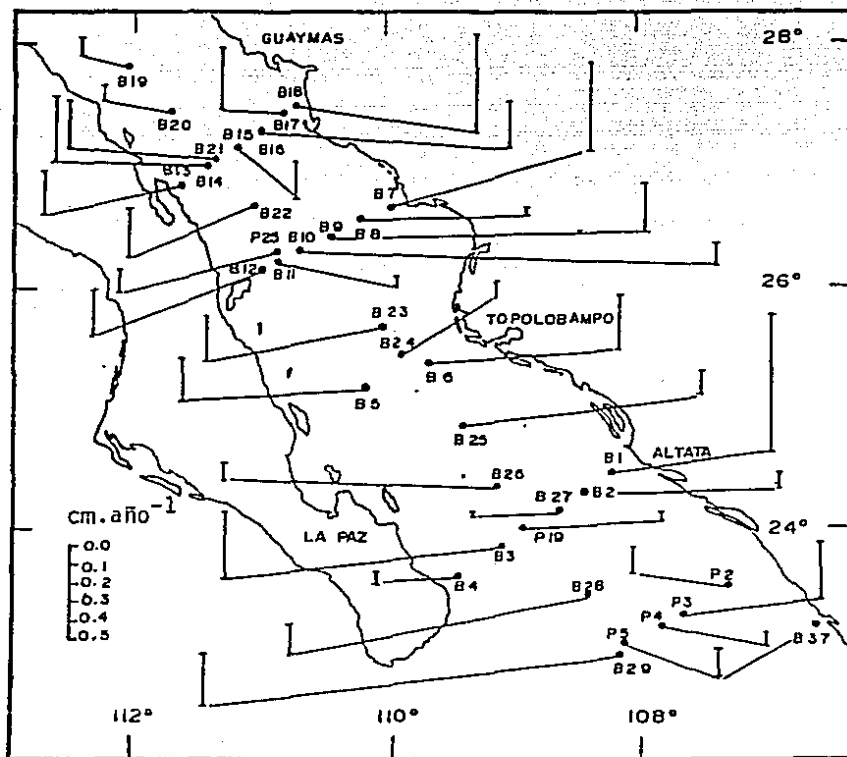


Figura 4.2.2 Tasas de sedimentación en el Bajo Golfo de California.

4.3 Distribución y Acumulación de la Materia Orgánica

Recientemente (Bender y Heggie, 1984) con la ayuda de modelos y consideraciones termodinámicas se ha demostrado que del total de C-orgánico que llega hacia los fondos, la mayor parte es oxidado por O_2 , mientras que los oxidantes secundarios tales como NO_3^- , MnO_2 , Fe_2O_3 y SO_4^{2-} nunca oxidan más del 5-10% de dicho material.

Una vez que la materia orgánica se incorpora a los sedimentos ésta es posteriormente descompuesta, durante la diagénesis, en donde si las condiciones lo permiten ésta puede continuar su oxidación por O_2 o los otros agentes secundarios. Liu y Kaplan (1984) señalan que más de la mitad de las macropartículas orgánicas depositadas sobre el piso marino pueden ser consumidas por desnitrificación en la interfase agua-sedimento. Cuando el aporte del material orgánico es más o menos constante se producen los perfiles típicos de reducción del contenido orgánico con la profundidad en la columna sedimentaria; estos perfiles han sido observados tanto en el océano abierto (Miller y Mangini; 1980), como en los mares marginales (Bordovsky, 1965).

En el golfo de California al igual que en otras margenes continentales, el nivel del C-orgánico es más elevado en las profundidades en donde la capa del mínimo de O_2 imprime o intercepta el talud continental; muchos de estos sedimentos son altamente diatomáceos, de aquí que el C-orgánico alcanza generalmente valores del 3-4%, y en algunos casos hasta 5 o 6% (Van Andel, 1964; Niemitz, 1977), mientras que en las partes más profundas o en la plataforma continental el C-orgánico disminuye al 2-3% o menos según el carácter textural de los sedimentos, un hecho importante en relación al contenido orgánico de los sedimentos del golfo, es la de que sus fondos no requieren de la anoxia completa para tener elevadas concentraciones de materia orgánica, ni la presencia de sills, parecen tener control en la distribución del material orgánico; es un hecho que las depresiones de las cuencas con sills, tienen menos material orgánico que el talud continental (Van Andel, 1964; Gilbert y Summerhayes, 1982; Simoneit et al., 1982; Schrader y Baumgartner, 1983).

En el golfo pues, la oxigenación parece tener una fuerte influencia sobre la acumulación orgánica, a diferencia de otros lugares de surgencia como el talud Africano (SW), donde el C-orgánico y O_2 son abundantes, así pues la oxigenación si bien no causa las laminaciones si ayuda a preservarlas.

Otro aspecto que se ha señalado en las zonas de surgencia, viene a ser la descomposición de la materia orgánica en la interfase agua-sedimento y en las secciones superficiales de la columna sedimentaria, la cual utilizará O_2 no solamente desde las aguas intersticiales, sino también desde la columna de agua sobre yacente modificando así los niveles de O_2 en la capa del mínimo de O_2 (Calvert y Price, 1971), así pues en el golfo de California y algunas otras zonas de surgencias las aguas del fondo no son anóxicas en el sentido de que estén estancadas (por los sills), sino que más bien al darse la circulación estuarina y moverse el agua la concentración de O_2 decrece en las aguas permitiendo así la preservación del material orgánico, mientras que en otros lugares la disminución de O_2 no siempre precede a la acumulación de la materia orgánica, sino que más bien le sigue a ésta, como en las costas del Suroeste Africano (Summerhayes, 1983). En conclusión, la distribución y concentración de la materia orgánica está controlada por su suministro y preservación, los cuales varían en función de la circulación global y local (Damalson y Moore, 1980).

En esta investigación se analizaron por el método de Gaudette *et al* (1974), 19 núcleos y 12 muestras superficiales del golfo de California (Apéndice 2). Al igual que Van Andel (1963) y Niemitz (1977), se encontró que los valores de C-orgánico oscilan de 0.1 a 5% según la topografía, localidad y textura de las muestras; así por ejemplo en la plataforma continental del golfo se pueden encontrar concentraciones tan bajas como de 0.12% en arenas, o hasta 2.5% de C-orgánico en sedimentos más finos (núcleos B1 y B7); mientras que las concentraciones más elevadas se hallan en general en el talud y borde de las cuencas (núcleo B12, por ejemplo), por su parte el núcleo B31 extraído del océano abierto, presentó valores de 0.17 a 0.73% de C-orgánico, con la tendencia a disminuir su concentración con la profundidad de la columna sedimentaria; en el interior del golfo, esta tendencia no fue tan evidente, incluso en varios núcleos y más claramente en dos de ellos, B20 y B24, se presentó un notable incremento del contenido de C-orgánico con la profundidad. Este enriquecimiento de las capas inferiores solamente se puede deber a tres causas; (1) que el aporte de C-orgánico en los períodos correspondientes al enriquecimiento haya sido significativamente mayor con respecto al actual, para producir tal perfil y subyugar la degradación; (2) al aporte repentino de material continental con bajo contenido orgánico (corrientes de turbidez, aporte fluvial excepcional, etc); (3) que de alguna manera se esté ejerciendo una inyección o aporte de materiales orgánicos desde capas o estructuras inferiores. Esto último parece mucho más factible; ya que en la cuenca de Guaymas en núcleos más largos, ha sido observado el enriquecimiento en capas más profundas (Simoneit *et al*, 1979), inclusive en la zona de actividad termal de la cuenca se han detectado enriquecimientos inusitados de sustancias orgánicas, sobre todo en las proximidades de las intrusiones laterales (sills). Estas sustancias orgánicas llamadas pirolisatos se ha visto además que tiene la capacidad de transferirse por difusión; destilación y circulación hidrotermal (Simoneit, 1982).

En el caso de un núcleo colectado en la cuenca de Guaymas (cerca al B20, 20km) Simoneit *et al.*, (1979) encontraron que la mayor proporción del contenido orgánico estaba constituido por humatos y kerógenos (2%). Los mismos autores postulan que durante los pasados 2000 años, la cuenca de Guaymas ha recibido una mezcla variable de detritus orgánico proveniente de la producción autóctona primaria (y alteración microbial) y de fuentes terrígenas alóctonas. Sin embargo, la mayor parte es de origen alóctono y diagenéticamente inmaduro; otro hecho que señalan los mismos autores es la generación de algunos hidrocarburos del rango de las gasolinas (C₂ a C₈) que parecen estar emigrando a través de las capas sedimentarias.

Desde la década de los cincuenta se intentó modelar la descomposición del material orgánico; así Emery y Rittenberg (1952), hablan de una profundidad en los sedimentos de 75 cm en la que se degrada el 50% de la materia orgánica en la cuenca de California, mientras que Starikova (1956) en el Mar de Bering, habla de una descomposición del 20% del C-orgánico en el primer metro.

En relación a la cinética de la descomposición del material orgánico en sedimentos marinos, la información reciente se ha obtenido principalmente desde modelos diagenéticos a partir de la composición intersticial (Goldhaber *et al.*, 1977; Lasaga y Holland, 1976; Berner, 1980; entre otros). La estrategia a seguir para calcular las constantes de descomposición se basa en el decaimiento del C-orgánico con la profundidad en los sedimentos, suponiendo que este decaimiento es esencialmente debido a la descomposición de la materia orgánica durante la diagénesis, y que obedece a la siguiente ecuación (Muller y Mangini, 1980):

$$C = C_0 e^{-kt} = C_0 e^{-(k/w)x} \quad (4.3.1)$$

donde C es el contenido de C-orgánico en la profundidad x (o tiempo t), C_0 en $x=0$, k la constante de descomposición del C-orgánico y w la tasa de sedimentación.

Considerando dicha ecuación, se elaboró la tabla 4.3.1 en donde se presentan los valores de k para varios núcleos del golfo; los valores negativos posiblemente reflejan que el aporte más importante de la materia orgánica, se da desde el interior de los sedimentos a expensas de la actividad termal (sobre todo en B20 y B24).

Con respecto a la magnitud de k , es posible observar que estos valores varían inclusive dentro de un mismo tipo de rasgo topográfico; ignorando los valores negativos tendremos que en la plataforma continental estos van desde 1.53×10^{-3} a 14.5×10^{-3} año⁻¹, en el talud y bordes de las cuencas de 0.70×10^{-3} a 7.1×10^{-3} año⁻¹ (excepto un sólo núcleo con 102×10^{-3} año⁻¹), y en las depresiones de 2.1×10^{-3} a 80×10^{-3} año⁻¹. Estos valores son en general mayores a los reportados para el océano abierto ($2-4 \times 10^{-5}$ año⁻¹, Heath et al., 1977; $0.8-1.4 \times 10^{-6}$ año⁻¹, Waples y Sloan, 1980; $1.7-21.1 \times 10^{-6}$ año⁻¹, Müller y Mangini, 1980), pero comparables a los encontrados en lugares como el sitio FOAM en Long Island Sound, U.S.A. (Bernier, 1980).

Considerando dichas constantes se puede decir que la vida media del C-orgánico varía de 50 a 450 años en la plataforma continental del golfo, en el talud de 100 a 1000 años y en las depresiones de las cuencas de 10 a 330 años. A pesar de que el intervalo es muy amplio en cada una de estas zonas, es notorio que en los núcleos colectados en el talud y bordes de las cuencas se presentan las vidas medias más elevadas, lo cual es de esperarse si recordamos que una gran proporción de esta zona en el golfo se intercepta con la llamada capa del mínimo de oxígeno.

Como se discutió en la sección 4.2, en diversos sedimentos marinos se ha observado una relación directa entre las tasas de sedimentación y las constantes de primer orden de la descomposición del C-orgánico (Toth y Lerman, 1977):

$$k = A w^2 \quad (4.2.7)$$

ignorando las k negativas (de la tabla 4.3.1), se hizo el ajuste de los datos de este estudio; encontrándose un coeficiente de correlación muy pobre ($R = 0.51$, $n = 13$) debiéndose esto a que posiblemente en un buen número de núcleos, el material orgánico que emigra desde las capas internas, no permite describir la cinética de los sedimentos marinos con las simplificaciones de la ecuación general de diagénesis en este estudio.

Otros datos que aparecen en la tabla 4.3.1 vienen a ser las tasas de acumulación de sedimentos (n) y C-orgánico (nc), estas fueron calculadas a partir de las siguientes expresiones:

$$n = \bar{P}_s (1 - \phi) \cdot w \quad (\text{Robbins, 1978}) \quad (4.3.2)$$

$$nc = n \cdot C\text{-org} \quad (4.3.3)$$

donde \bar{P}_s , es la densidad promedio de los sedimentos, la cual en este caso se supuso igual a 2.55 g.cm^{-3} , valor que se ha encontrado comúnmente sobre todo en sedimentos arcillosos (Bernier, 1971). C-org por su parte se refiere a la concentración del carbono orgánico.

Tabla 4.3.1. Tasas de sedimentación, acumulación de sedimentos (r), acumulación de carbono orgánico (rc-org) y constantes de primer orden (k) para la descomposición de carbono orgánico en los sedimentos del Golfo de California.

Núcleo	w (cm.año ⁻¹)	r (mg.cm ⁻² .año ⁻¹)	rc-org (mg.cm ⁻² .año ⁻¹)	k (10 ³ .año ⁻¹)	Sección del núcleo (cm)
Plataforma continental:					
B37	0.20	153	2.34	14.5	20-60
B1	0.91	557	13.9	2.77	0-75
B7	0.60	370	9.25	1.53	15-60
Talud y borde de las Cuencas:					
B19	0.10	28.1	1.06	0.70	0-24
B20	0.07	24.5	0.83	-32.4	0-46
B18	0.53	327	3.92	4.8	0-100
B17	0.31	204	3.06	3.3	0-89
B12	0.28	42.8	1.88	-0.76	0-58
B25	0.16	73.4	2.47	7.1	10-44
B4	0.06	54.1	0.68	102	0-20
Depresiones de las Cuencas:					
B3	0.45	190	6.70	2.9	5-84
B26	0.12	50.5	1.70	80	0-57.5
B6	0.38	252	4.69	3.8	0-45
B5	0.29	104	3.69	-1.8	0-60
B24	0.11	61.7	1.17	-92	0-51
B14	0.33	106	3.18	2.9	3-67
B29	0.29	118	2.87	2.1	0-70

De manera muy general se puede observar en dicha tabla que las tasas de acumulación tanto orgánica como de los sedimentos son mayores obviamente en la plataforma continental, con un rango que fluctúa entre 2.34-13.9 y 153-557 $\text{mg.cm}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$ respectivamente, mientras que los más bajos valores se localizan en el talud y borde de las cuencas con 0.68-3.92 y 24.5-327 $\text{mg.cm}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$. Los dos parámetros r y r_c varían pues notablemente en los sedimentos del golfo, sin embargo si observamos la gráfica de la figura 4.3.1, ambos parámetros están altamente correlacionados sobre una gráfica log-log. La regresión lineal de los datos de la figura 4.3.1 está dado por:

$$r_{C\text{-org}} = 0.057 r^{0.82} \quad (4.3.4)$$

Así pues mientras que en el golfo de California la regresión lineal sugiere que la tasa de acumulación de C-org es del 5.7 por ciento de la tasa de acumulación elevada a la potencia de 0.82, en lugar del 1.0 por ciento de la tasa de acumulación elevada a la 1.4, que ha sido observada en sedimentos de tipo oceánico (Heath et al., 1977).

La relación 4.3.4 ha sido explicada (Stein, 1986) en base a que las tasas de sedimentación altas favorecen la preservación del material orgánico marino, reduciendo así su tiempo de residencia en la zona de bioturbación y descomposición óxica. Otro hecho que no ha sido esclarecido en dicha relación es la validez de ésta para el material orgánico de origen predominantemente terrestre, ya que supuestamente los terrígenos orgánicos son más resistentes a la descomposición óxica (Waples, 1983). La relación obtenida en este trabajo para el golfo de California indica que aunque esté presente la materia orgánica terrígena (sobre todo en núcleos de la plataforma) la relación presenta una correlación positiva significativa ($R=0.90$; $n=16$), en contraste a la falta de correlación encontrada por Stein (1986) con datos de sedimentos recientes y del holoceno del Mar Negro. En el golfo de California, se puede concluir que a pesar de que este recibe aportes importantes de terrígenos orgánicos y de las condiciones pobres (o nulas) de O_2 que prevalecen en gran parte del mismo (probablemente entre los 400 y 800 m de profundidad), si se presenta la correlación positiva entre la acumulación de sedimentos y de C-orgánico, de manera similar que en los ambientes óxicos pelágicos.

Como se mencionó en la sección 2.3 de este trabajo, el golfo de California representa un área subtropical con tasas de productividad primarias excepcionalmente altas. Los estudios que se han hecho en el área indican que ésta varía según la época del año y la región; en la parte sur del golfo dan un promedio integrado de 98.6 $\text{gC.m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$, en la porción de los 25-27°N un valor promedio anual de 138.7 $\text{gC.m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$, mientras que en la porción norte de los 27-29°N, 193.5 $\text{gC.m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$ (Zeitzschel, 1969). Adicionalmente Lara-Lara y Valdez-Holguín (1986) han reportado valores excepcionalmente altos y variables en la parte central del golfo; en un crucero de 1983, midieron 3.1 $\text{gC.m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ y en 1984, 2.8 $\text{gC.m}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$, disminución que los autores han relacionado con el fenómeno climático denominado "El Niño".

En la tabla 4.3.2 se presentan las tasas de acumulación y producción de C-orgánico en el golfo de California y otras áreas, con objeto de compararlas y analizar los datos del golfo en función del modelo de Suess y Müller (1981). Estos autores han propuesto una relación empírica que relaciona a la fijación de carbono primario, la profundidad x , y el flujo de C-orgánico:

$$r_{C\text{-org}} = 5.9 x^{-0.616} \text{ productividad} \quad (4.3.5)$$

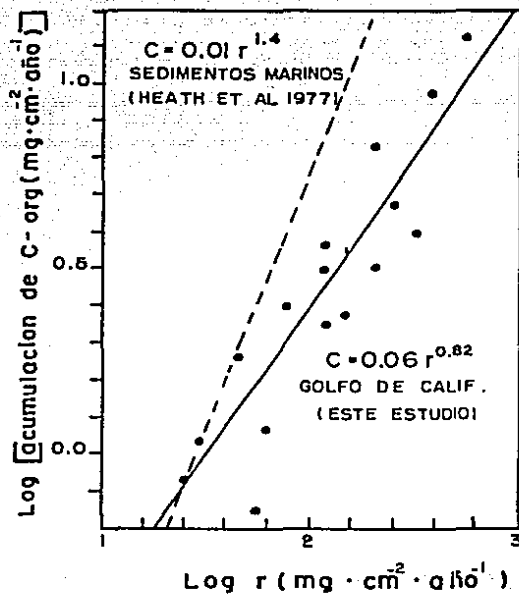


FIGURA 4.3.1.

Figura 4.3.1. Ajuste lineal de logaritmo de la acumulación de C-org y el logaritmo de la tasa de acumulación (r).

Tabla 4.3.2. Producción y acumulación de carbono orgánico en diversas áreas marinas. (Tomada parcialmente de Suess y Müller, 1981).

	Acumulación ($\text{gCm}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$)	Producción ($\text{gCm}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$)	Referencia
Océano abierto	0.0031	50	Knauer et al (1979); Cobler y Dymond (1980)
Mar Báltico	28	160	Suess y Erlenkeuser (1980); Smetacek <u>et</u> <u>al</u> (1978).
Margen del Perú	38	350	Staresinic (1978); Müller y Suess (1979)
Margen de California	2.2	250	Sholkovitz (1973); Bruland <u>et al</u> (1974); Knauer <u>et al</u> (1979)
Golfo de California	40	100-200 (a)	Este estudio; (a) desde datos de Zeitzschel (1969).

donde la productividad se refiere a la tasa de productividad de carbono promedio anual.

Esta relación fue deducida a partir de diferentes mediciones de las partículas atrapadas en la columna de agua mediante trampas, Suess (1980) señala que esta relación es el resultado de la cinética de descomposición del material orgánico y de la velocidad de sedimentación de las partículas. Utilizando tal relación, el golfo tendría que tener algo así como 250 m de profundidad promedio para poder satisfacer dicha ecuación, lo cual no es cierto, debido a que en el Bajo golfo, la batimetría (Bischoff y Niemitz 1980) muestra una profundidad promedio de 1000 m, mientras que en el Alto golfo es de 145, lo cual para todo el golfo da algo así como 700 m.; entonces si en el golfo la profundidad promedio es mayor, dicho resultado puede ser interpretado en base a que la materia orgánica se preserva mejor en el golfo que en aquellas zonas en donde se dedujo la expresión 4.3.5., lo cual parece obvio si tomamos en cuenta que el golfo de California posee varias cuencas (con sills) y la influencia de la llamada capa del mínimo de O_2 . Adicionalmente Summerhayes (1985) señala que la presencia del material orgánico sobre el fondo, puede ejercer un fuerte control sobre la oxigenación de las aguas del fondo, y localmente afectar la caída de O_2 de la capa del mínimo de O_2 . En el golfo de California, la circulación termohalina al mover el agua sobre los fondos que demandan oxígeno (por la descomposición de la materia orgánica) esta favorecerá la caída de O_2 en la llamada capa del mínimo, permitiendo así la preservación del contenido orgánico, mientras que en otros lugares como en los márgenes del Suroeste Africano, la mínima de O_2 no siempre precede a la acumulación del material orgánico, sino que más bien se presenta enseguida de ésta.

5. Distribución y Acumulación de Metales Pesados en el Golfo de California.

5.1 Proveniencia de los metales pesados

En el golfo de California existen una gran diversidad de ambientes geoquímicos, en los cuales los metales se pueden encontrar en cuando menos las siguientes fases: detrítica, biogénica, hidrogénica e hidrotermal.

En la fase detrítica, los metales son transformados desde las rocas bajo la acción del intemperismo, en una fase arcillosa (montmorillonita, caolinita, illita, etc.) y de óxidos (goetita, todorokita, etc.), en donde los metales son transportados como parte de la estructura de los minerales, o bien, ad/absorbidos a estos.

En relación a la estabilidad de los óxidos, principalmente de Fe y Mn, estos permanecen como tales, a menos que sean sujetos a condiciones de Eh y pH donde ellos sean reducidos a Fe^{+2} y Mn^{+2} ; este Fe^{+2} puede ser transformado a monosulfuros de Fe y eventualmente a pirita, mientras que el Mn tenderá a enriquecer las aguas intersticiales, para precipitar nuevamente como óxido o en su caso, como carbonato de manganeso.

Otro posible mecanismo de capturar metales desde el agua de mar es la adsorción de metales como Cu, Ni, Zn y Co sobre las fases minerales del MnO_2 (Goldberg, 1954; Krauskopf, 1956).

La otra fuente importante de metales, que en el caso particular del golfo de California ha llamado la atención de la comunidad científica, es la de los metales que provienen de la actividad hidrotermal. Muy recientemente, en la cuenca de Guaymas (dentro del Golfo), Campbell (1985) calculó que el aporte hidrotermal de Mn, viene a ser de 5-10 veces mayor que el valor máximo del flujo diagenético del talud. Estas investigaciones y las realizadas con el sumergible DSR/V "Alvin", demuestran que el aporte metálico hidrotermal es significativo en las áreas activas del golfo y posiblemente en las alejadas a éstas.

Los primeros resultados a los estudios con el sumergible en Guaymas, han revelado que las numerosas "chimeneas" de la porción sur de la cuenca están constituidas principalmente por sulfuros metálicos como pirrotita $Fe_{1-x}S$, marcasita FeS_2 , esfalerita y wurtzita $(Zn, Fe)S$, calcopirita $CuFeS_2$, isocubanita $CuFe_2S_3$ y galena PbS .

Recientemente, Peter et al (1987), presentó la siguiente composición química para las "chimeneas" y pequeños "montículos" del campo hidrotermal de Guaymas:

-Chimeneas: Zn, 1.45%; Pb, 0.32%; Cu, 0.24%; Al_2O_3 , 0.31%; Fe, 7.02%; Mn, 3.8%, Ag, 74 ppm; Cd, 37 ppm; Cr, <10 ppm.

-Montículos: Zn, 0.32%; Pb, 0.16%; Cu, 0.01%; Al_2O_3 , 1.32%; Fe, 3.48%; Mn, 17.0% Ag, 63 ppm; Cd, 16 ppm; Cr, <10 ppm; Ni, 33 ppm; Co, 5 ppm.

Otra contribución importante al ciclo geoquímico de los metales, la constituyen el plancton, copépodos y los radiolarios, ya que estas plantas y animales tienen la capacidad de concentrar algunos metales en varios órdenes de magnitud, con respecto a los niveles del agua de mar.

En la Tabla 5.1.1 se muestran las concentraciones de 8 metales pesados en el plancton marino, estos datos y los perfiles oceanográficos de ciertos metales como Cu, Ni, Cd y Zn (Bruland, 1980) sugieren que estos metales están involucrados en el ciclo de las sustancias nutritivas. Adicionalmente, al ir descendiendo hacia los fondos el material fecal y exo-esqueletal, puede también acumular metales por adsorción desde el agua de mar.

Tabla 5.1.1. Concentración de metales pesados en el Plancton marino, ppm en peso seco (tomada de Brumsack, 1983).

Fe	Mn	Zn	Ni	Cu	Cr	Pb	Cd
178 ^a	10 ^a	44 ^a	6 ^a	7 ^a	9.6 ^c	5 ^a	12 ^a
168 ^b	8 ^b	131 ^b	12 ^b	14 ^b	1.2 ^d	11 ^f	22 ^b
631 ^c	18 ^c	366 ^c	13 ^c	41 ^c	4.9 ^f	2-31 ^g	
		150 ^d	3 ^d	14 ^d			
		165 ^e	9 ^e	13 ^e			
			8 ^f	39 ^f			
200	11	165	9	18	5	5	12

(a) Martín et al, 1976; (b) Collier 1981; (c) Bostrom, comunicación personal a Brumsack (1983); (d) Yamamoto y Fujita, 1966; -- (e) Presley et al, 1972; (f) Fowler (1977); (g) Martin y Knauer, (1973).

Debido al hecho de que animales como copépodos son extremadamente abundantes y mudan frecuentemente durante su ciclo biológico, este proceso puede contribuir significativamente en el aporte de metales a los sedimentos, particularmente en el golfo de California donde la productividad primaria es de dos a tres veces mayor que la del océano abierto en la misma latitud (Zeitzschel, 1969).

Los sedimentos depositados en el golfo, en su mayoría son producidos en un ambiente donde el material planctónico y esquelético sufre una moderada dilución por los sedimentos terrígenos, debido a que la región por el lado peninsular es árida y por el lado continental semi-árida con varios ríos temporales pero de escaso caudal.

A diferencia de los sedimentos pelágicos, los hemipelágicos se caracterizan en general por poseer muy pocos o ningún constituyente autigénico (Bostrom et al., 1972).

En resumen, se puede considerar que el golfo de California recibe principalmente un aporte de metales de origen detrítico, hidrotermal y biogénico.

5.2 Concentración y distribución de metales pesados en los sedimentos del Golfo de California.

En las tablas del Apéndice 3 se presentan los resultados de los análisis de los siguientes metales: Cu, Ni, Co, Cr, Zn, Pb, Cd, Ag, Mn, Fe y Al. Los primeros 10 elementos se analizaron en 40 núcleos (localizados en la fig. 3.1) y 85 muestras de la parte superficial de los sedimentos mientras que el Al solamente se determinó en 10 de esos núcleos y 21 muestras superficiales.

Con objeto de complementar más la discusión de la distribución de metales, se consideraron, además de las muestras superficiales, las concentraciones de las secciones superiores de los núcleos (0-5 cm) colectados en el bajo golfo, estableciéndose así un total de 117 puntos o estaciones de muestreo (fig. 5.2.1); 46 dentro de las isóbatas de 20 a 220m en la plataforma continental, 50 sobre los 230-1500m en el talud y/o borde de las cuencas, y 21 en lo que son las depresiones de las cuencas (1350-3250m).

En la tabla 5.2.1 se presentan los promedios con su respectiva desviación y el intervalo de cada uno de los metales en dichos rasgos fisiográficos; lo primero que es posible observar en esta tabla, es que la mayoría de los metales (Cu, Ni, Cr, Zn, Pb, Mn y Fe) son más concentrados en las depresiones, seguidos después por el talud y la plataforma continental, en cambio, la Ag presentó los niveles más altos en la plataforma y los más bajos en las depresiones; el Cd por su parte, tuvo una concentración promedio de 4.13µg/g en el talud, 3.14µg/g en la plataforma y 2.14µg/g en las depresiones de las cuencas del bajo golfo.

El cobalto fue otra de las excepciones, ya que aunque presentó los más altos niveles en las depresiones, sus valores más bajos los tuvo en las muestras del Talud.

No obstante que 117 muestras superficiales son poco representativas para toda el área del golfo, se elaboraron los mapas de las figuras 5.2.2 - 5.2.6 para ilustrar más detalladamente la distribución metálica en los sedimentos superficiales del golfo de California. Obviamente estas figuras reflejan los patrones de concentración estadísticamente calculados en la tabla 5.2.1. Estos patrones de distribución tan marcados sugieren en principio que para metales como Mn, Fe, Cu, Ni, Cr, Zn y Pb; las depresiones de las cuales vienen a ser los sitios más favorecidos para el enriquecimiento metálico. Este enriquecimiento parece tener en todos

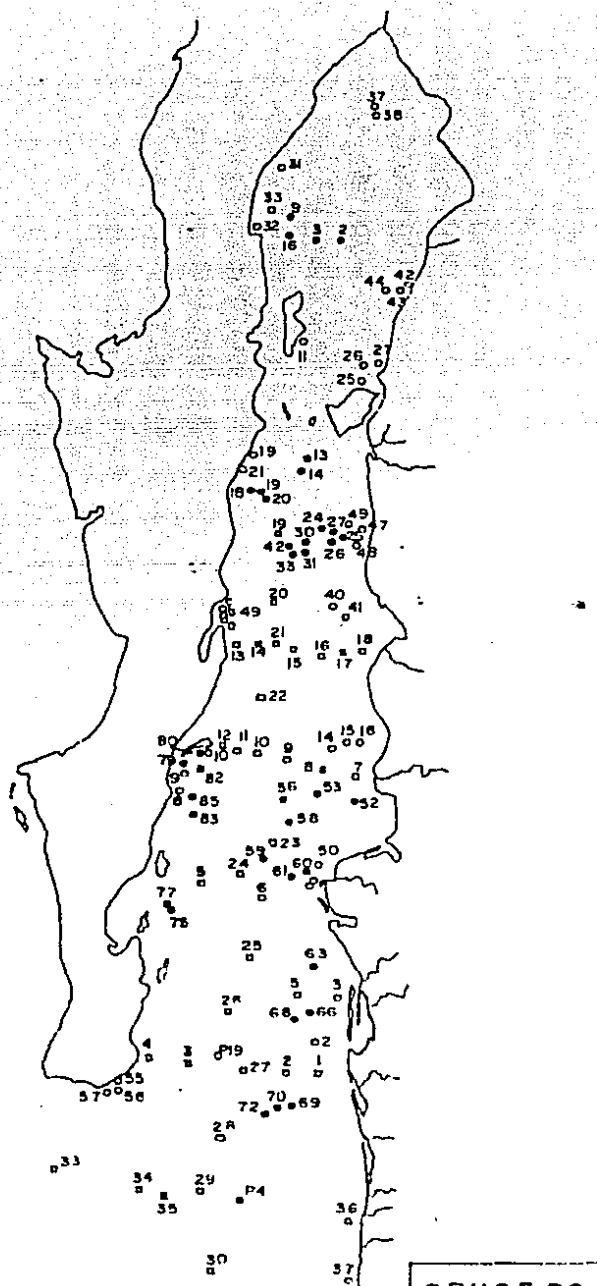


Fig. 5.2.1 Localización de las muestras superficiales de sedimento utilizadas en este estudio para el análisis de Metales Pesados.

Tabla 5.2.1. Concentraciones promedio de metales pesados en los sedimentos del golfo de California (ug/g, Fe en %)

Metal	Plataforma continental (24-220 m) (n=46)			Talud y borde de las cuencas (230-1500 m) (n=50)			Depresiones de las cuencas (1350-3250 m) (n=21)		
	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ
Cu	2.1-31.3	13.2	7.0	6.3-50.2	31.3	11.3	34.1-123	69.3	30.3
Ni	1.1-47.5	19.6	10.5	7.8-85.5 ^b	39.3	18.6	25.8-142	66.9	27.4
Co	5.1-25.0	16.7	6.1	0.3-25.4	9.7	6.0	11.3-39.9	21.5	6.8
Cr	4.0-42.2 ^a	21.9	15.2	20.2-58.6	39.0	10.3	27.9-118	45.8	19.3
Zn	14.7-140	57.4	30.8	39.1-161	101.0	26.7	95.6-317	187.0	59.0
Pb	2.2-71.2	34.9	16.6	14.0-62.9	39.2	12.9	28.8-84.5	43.3	11.7
Cd	1.19-7.04	3.42	1.66	0.89-10.6	4.13	1.96	0.45-5.21	2.14	1.32
Ag	0.96-6.23	2.63	1.47	0.68-3.16	2.0	0.65	0.83-3.37	1.75	0.6
Mn	63.1-468	209.0	139.0	116-786 ^c	284.0 (423.0) ^c	148.0 (1004) ^c	750-15289	4379.0	4229.0
Fe	0.37-352	1.67	0.95	1.15-3.94	2.35	0.73	1.94-6.05	3.24	0.92

(a) Un solo valor con 91.8; (b) Un solo valor con 113; (c) Un solo valor con 7375.

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y σ la desviación standard.

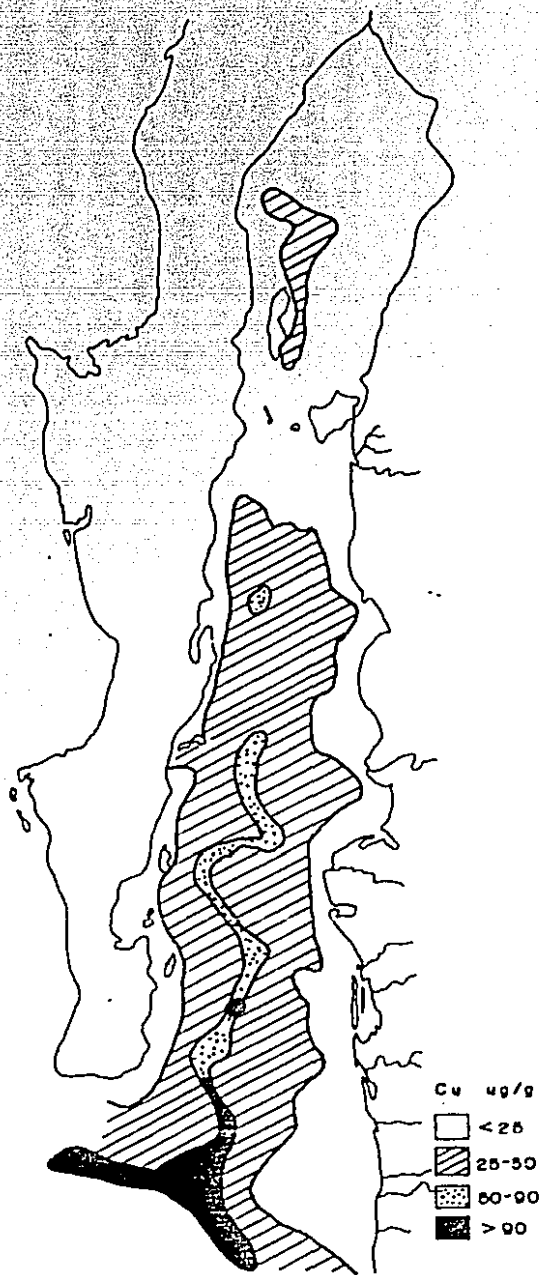
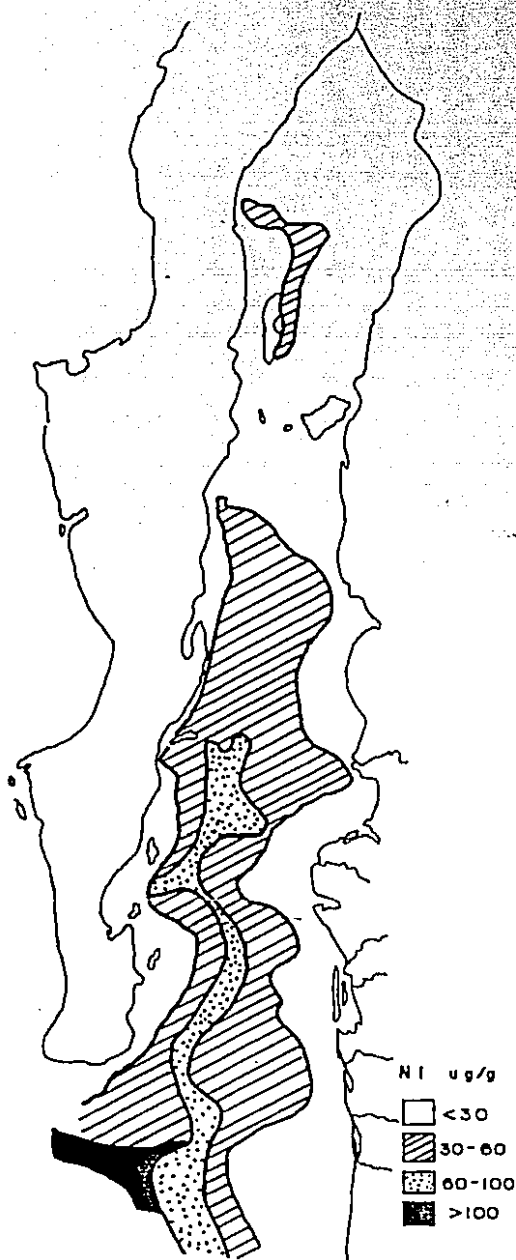
Figura 5.2.2. Distribución superficial (0-5 cm) de Cu y Ni en los sedimentos del Golfo de California.

Figura 5.2.3. Distribución superficial (0-5 cm) de Co y Zn en los sedimentos del Golfo de California.

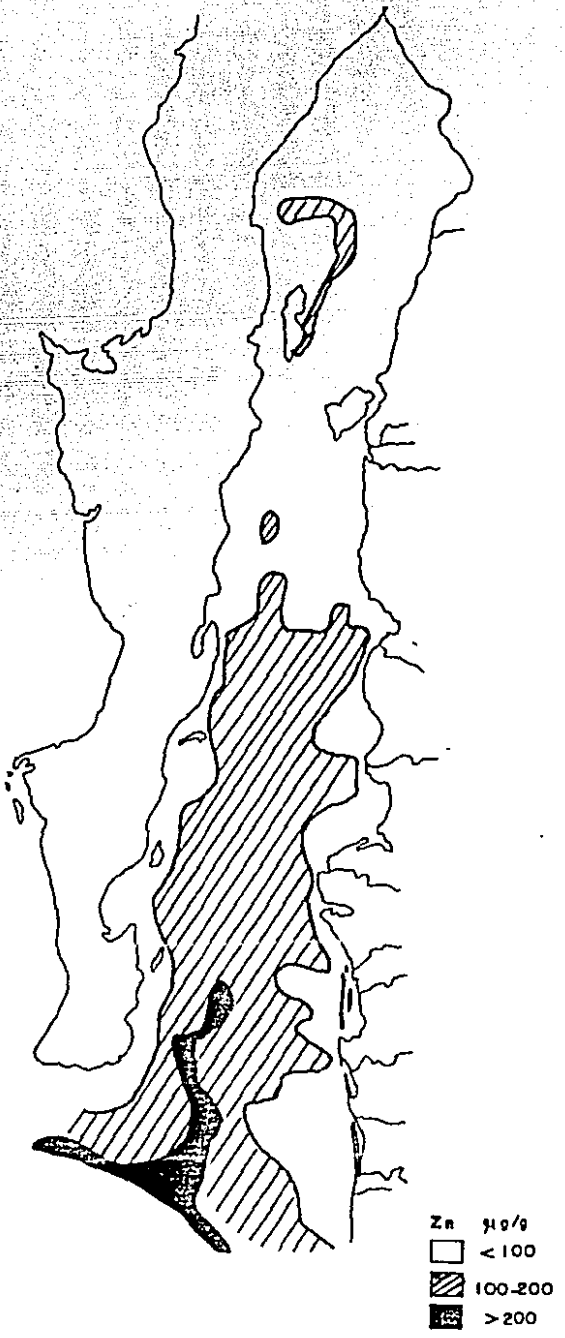
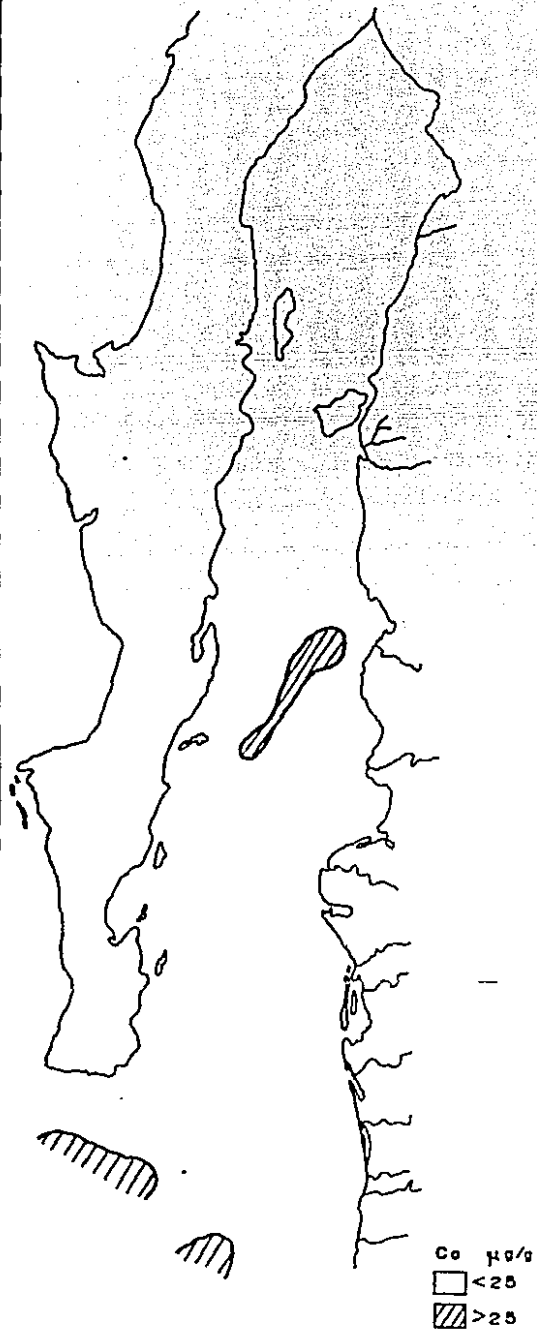
Figura 5.2.4. Distribución superficial (0-5 cm) de Cr y Pb en los sedimentos del Golfo de California.

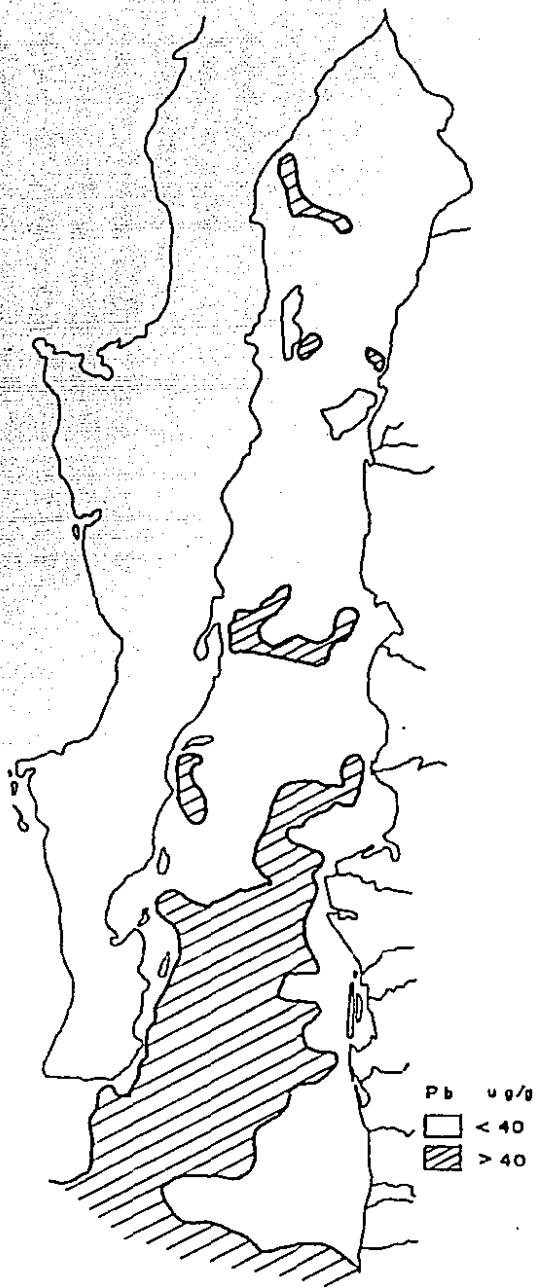
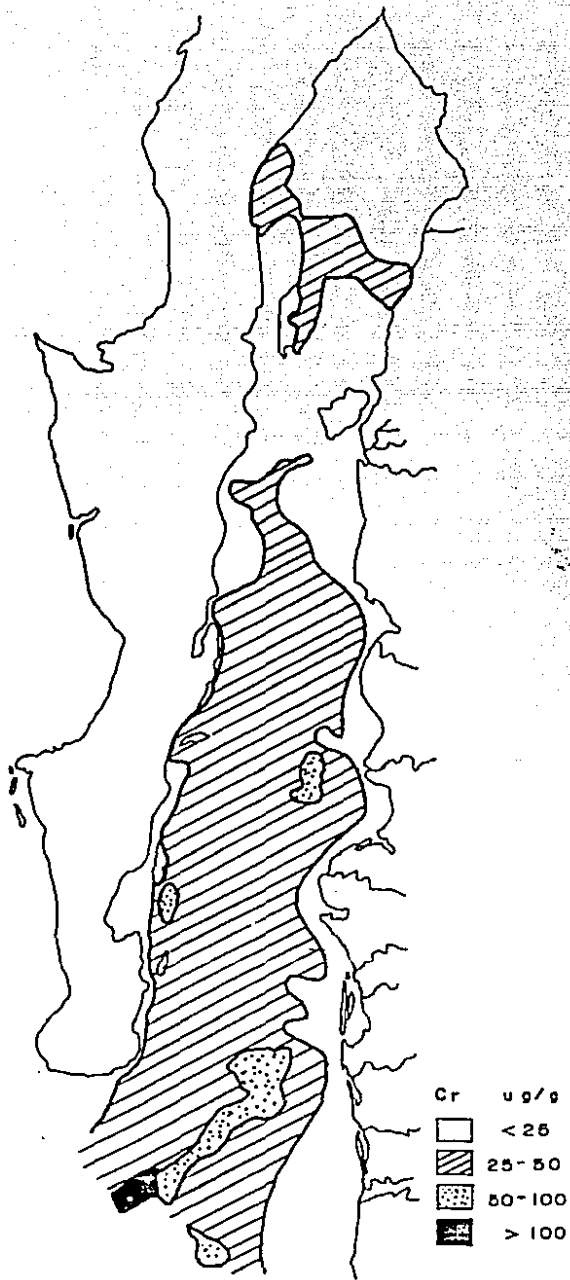
Figura 5.2.5. Distribución superficial (0-5 cm) de Ag y Cd en los sedimentos del Golfo de California.

Figura 5.2.6. Distribución superficial (0-5 cm) de Mn y Fe en los sedimentos del Golfo de California.

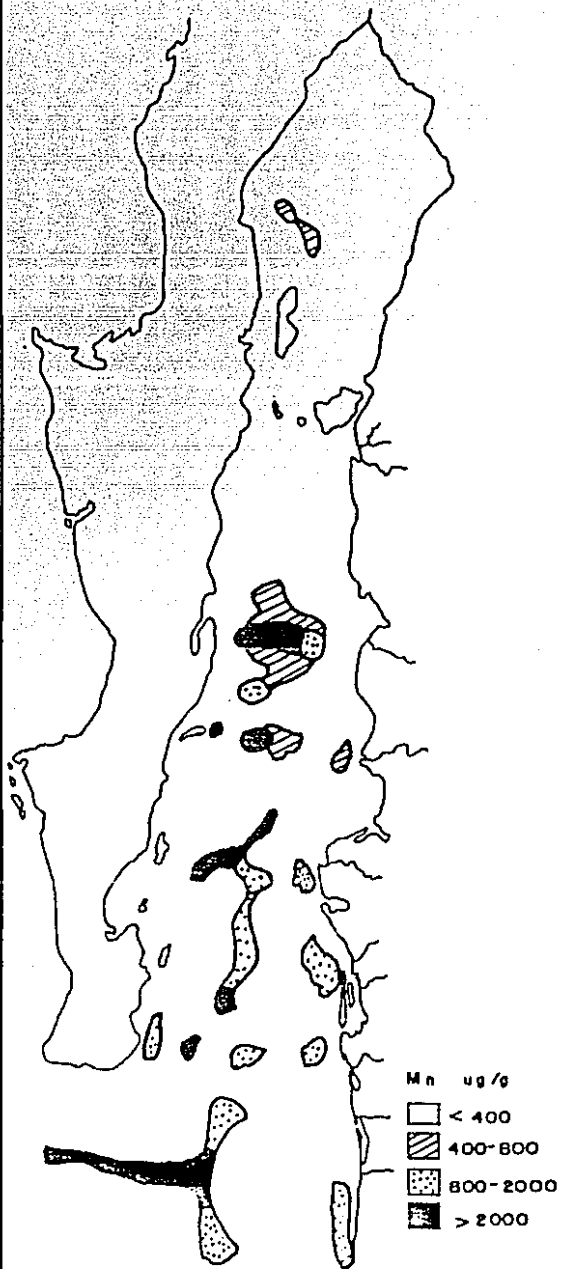


0
0
0
0
2
2









estos casos una tendencia a incrementarse de manera general hacia la entrada del golfo en lo que es la zona de fractura de la Falla transforme Tamayo, y ciertamente tiene similitud a un "delta" de descarga de sedimentos.

En el caso particular del cadmio (Fig. 5.2.5) es posible notar que gran proporción de las zonas enriquecidas coincide de manera general con los fondos que interceptan a la concentración mínima de oxígeno (Fig. 2.8), sobre todo en la región central y occidental del golfo.

Respecto a las concentraciones y distribución de metales en la porción sur, que comprende a las cuencas Farallón, Pescadero y Mazatlán, Niemitz (1977) encontró distribuciones y concentraciones muy similares a las de este estudio, sobre todo para el Cu, Ni y Zn. Con relación a los niveles encontrados por otros estudios en núcleos y muestras del golfo (Niemitz, 1977, 1982; Kastner y Gieskes, 1979; Donegan y Schrader, 1982; Gieskes et al 1982) en general se puede observar que todos los valores quedan dentro de los intervalos encontrados en esta investigación (Tabla 5.2.1), según el rasgo fisiográfico estudiado. En conclusión los niveles dados en el presente trabajo pueden servir de base para futuros estudios de índole geoquímico o de contaminación metálica en la zona.

La distribución de los elementos analizados en este estudio y las investigaciones realizadas previamente permiten discutir los factores que controlan la geoquímica de los sedimentos superficiales y examinar el enriquecimiento de las distintas facies sedimentarias que se presentan en el golfo de California.

Como se describió en la sección 2.6 de este trabajo, la sedimentología del golfo de California ha sido descrita a partir de los estudios de Van Andel (1964), Calvert (1966a, b), Niemitz (1977) y del Programa Internacional de Perforación Profunda (IODP). En estos trabajos se describe para el golfo un "cinturón" de arcilla limosa que cubre las depresiones y la zona del talud, haciéndose más rica la proporción arcillosa hacia la parte sur del Golfo, llegando a alcanzar en la boca más de 70%; en la figura 9 dada por Calvert (1966) es posible observar como la distribución del porcentaje arcilloso es muy similar al patrón de distribución de Cu, Ni, Zn, Cr, Pb, Mn y Fe (Figs. 5.2.2 - 5.2.6); la distribución que también se asemeja a la de estos metales es la del porcentaje de carbonatos dada por Calvert (1966) y también por Niemitz (1977), nomás que en lugar de presentar se la tendencia a aumentar el % CaCO_3 , éste contrariamente disminuye hacia la porción sur y en las depresiones del golfo. Numerosas investigaciones (De Groot et al, 1976; Gibbs, 1977; Mayer y Fink, 1980; entre otras) han demostrado como las características texturales de los sedimentos determina la concentración de metales pesados, a consecuencia de esto se han propuesto incluso algunas técnicas de normalización (por ejemplo, De Groot et al; 1982). Por otra parte se ha visto que los minerales carbonatados más comunes y abundantes como son la calcita y aragonita se caracterizan por tener concentraciones muy bajas de metales pesados y más bien tienden a diluir a los sedimentos que acompañan (Forstner y Wittman, 1979; Forstner, 1982).

Por su parte la distribución del Cadmio superficial presenta cierta similitud con la del opalo (Fig. 7, Calvert, 1966) el cual presenta sus mayores proporciones en la porción central y el talud del golfo. Esta aparente asociación entre el cadmio y el material biogénico, ya ha sido propuesta por diversos investigadores (Martin et al, 1976; Boyle et al, 1976; Bender y Gagner, 1976; Bruland 1980; Knauer y Martin, 1981; Gendron et al, 1986), ellos han sugerido que el cadmio en el ambiente marino es fijado por el fitoplancton en las aguas superficiales y transportado hacia los fondos con los remanentes de estos organismos.

Cuando el detritus orgánico enriquecido en cadmio es destruido, el cadmio es liberado junto con los fosfatos y otros productos de la mineralización; Klinkhammer (1980) y Klinkhammer *et al*, (1982) en estudios del cadmio en sedimentos pelágicos, concluyeron que el cadmio disuelto es producido cerca de la interfase agua-sedimento como un producto de la degradación del material orgánico. Esto explicaría el que las mayores concentraciones del cadmio se encuentran en el talud donde los fondos son pobremente oxigenados en el golfo y no puede así liberarse el cadmio, como ocurre en la plataforma continental y en las depresiones de las cuencas que sí poseen niveles de oxígeno capaces de degradar aerobicamente el material orgánico.

El cobalto cuyas concentraciones más elevadas se presentan en las depresiones de las cuencas 21.5 ± 6.8 u $g.g^{-1}$, intermedias en la plataforma continental 16.7 ± 6.1 u $g.g^{-1}$, y las más bajas en el talud y borde de las cuencas (220-1500 m), con 9.7 ± 6.0 u $g.g^{-1}$, pueden ser explicadas en base a la fuerte afinidad que tiene este elemento por los óxidos de hierro y manganeso lo cual ha sido bien establecido en la literatura científica (Goldberg 1954; Murray 1975). Incluso en los sedimentos costeros y pelágicos la movilidad ha sido demostrada por Heggie y Lewis (1983); Heggie *et al* (1983). La distribución tan marcada que se presenta en el golfo de California es consistente con dicha movilidad diagenética; tanto en la columna de agua y en la capa oxidada de los sedimentos se presenta la asociación de cobalto con partículas ricas en óxidos de manganeso y hierro, lo cual sucederá principalmente sobre la plataforma continental y en las depresiones del golfo, (como se demostrará en la sección 6.2); mientras que en el talud y más específicamente en la zona reducida el cobalto sufre una rápida disolución tendiendo a emigrar junto con el gradiente intersticial, para precipitar posteriormente en la capa oxidada y redistribuirse en los fondos según el desplazamiento regional de las aguas del fondo. Ahora las diferencias entre las concentraciones de la plataforma y las depresiones se pueden deber a que los suministros de cobalto (por unidad de masa depositada) en las depresiones es más elevado que en la plataforma, además del posible efecto de barrera de la capa mínima de oxígeno que ésta presenta en gran parte del golfo.

Las distribuciones de Cu, Ni, Pb, Zn, Cr, Pb, Mn y Fe en los sedimentos superficiales del golfo son muy similares (Figuras 5.2.3 y 5.2.7) y pueden ser convenientemente consideradas como un simple grupo para los fines de discutir sus concentraciones. Las más altas concentraciones se encuentran en las depresiones y borde de las cuencas en donde se presentan las mayores proporciones de arcilla, menores concentraciones de carbonatos y contenidos orgánico intermedio; por su parte las concentraciones más bajas de estos elementos se presentan en la plataforma continental en donde ocurren los sedimentos más gruesos en general (arena arcillosa, arcilla arenosa, arena con fragmentos de conchas) con más cuarzo y menor proporción de arcillas y de ópalo. O sea que además del comportamiento geoquímico de estos metales, el suministro de material que pueden diluirlos (carbonatos, arenas, etc) o enriquecerlo (arcillas, materia orgánica, óxidos y sulfuros) va a influir preponderantemente en los niveles de concentración encontrados.

La plata que se presentó más concentrada en los sedimentos de la plataforma y más baja en las depresiones parece sugerir que el aporte más importante de este elemento viene de los materiales terrígenos y esto es lo que define principalmente

el patrón de su distribución en el golfo.

Con relación a los niveles de concentración de metales pesados encontrados por otros investigadores en el golfo de California, es difícil hacer una comparación, ya que si bien el trabajo de Niemitz (1977) fue más exhaustivo, la técnica de digestión que él empleó sólo extrae a los metales asociados a sulfuros, carbonatos y el material orgánico, atacando sólo ligeramente a los minerales arcillosos (Niemitz 1977). Respecto a la técnica empleada por Donegan y Schrader (1982), en ella se analizaron por triplicado seis muestras superficiales (0-5 cm); encontrándose niveles por debajo del 5-40% con respecto a la técnica del agua regia empleada en este trabajo. Las diferencias varían de acuerdo al metal y las muestras por lo que no es posible considerar una diferencia sistemática entre las dos técnicas. En la tabla 5.2.1a se muestran los intervalos encontrados en ambos estudios; en los seis metales se observa que los valores de este estudio son mayores, incluso en el caso del Pb, Donegan y Schrader (1982) no detectaron dicho elemento en ninguna de las muestras que analizaron en los dos núcleos, lo cual posiblemente se debe a la técnica analítica.

Tabla 5.2.1.a Comparación de los rangos encontrados en muestras del talud del golfo de California. ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, Fe en %).

Metal	Donegan y Schrader (1982) (a)	Este estudio (b)
Cu	14-38	6.3 - 50.2
Ni	12.5-38.5	7.8 - 85.5
Pb	ND	14.0 - 62.9
Zn	20-111	39.1 - 161
Mn	78-229	116 - 786
Fe	0.9-2.2	1.15 - 3.94

(a) Incluye sólo a dos núcleos del talud adyacente a Cuenca de Guaymas.

(b) Se calculó a partir de 50 muestras distribuidas entre los 230-1500 m.

En la tabla 5.2.2 se presentan las concentraciones de los metales pesados de la plataforma continental del golfo de California y otras regiones en comparación a la composición promedio de los sedimentos costeros (Wedepohl, 1960) y la corteza terrestre (Krauskopf, 1967).

Con excepción del cromo que en la plataforma de la costa de California es ligeramente mayor, todos los demás metales resultan ser más concentrados en la plataforma del golfo de California que en las de otras regiones como la costa sur este de Estados Unidos o el golfo Árabe, sin embargo estos valores en general son menores a los considerados como promedio de la corteza terrestre; la excepción a esto vienen a ser solamente, el plomo, cadmio y la plata, las cuales son más concentrados en el golfo de California, sin embargo estos valores en general pueden considerarse como representativos de la zona y la mayoría de los valores son comparables a los reportados como niveles básicos naturales (Knauer,

Tabla 5.2.2. Concentración de los metales pesados en los sedimentos de la plataforma continental del golfo de California y otras regiones en comparación a la composición promedio de la corteza terrestre.

ppm. (Fe. en %)

Metal	Golfo de California (1)	Costa sur California (2)	Costa SE de E.U.A. (3)	Golfo Arábigo (4)	Promedio de Sedimentos costeros (5)	Corteza promedio (6)
Cu	13.2	9.02	2	2.59	48	55
Ni	19.6	15.4	-	10.1	55	75
Co	16.7	-	0.7	2.01	13	25
Cr	21.9	25.5	14	-	100	100
Zn	57.4	44.4	6	13.7	95	70
Pb	34.9	10.5	4	3.55	20	12.5
Cd	3.42	0.43	0.06	0.26	-	0.2
Ag	2.63	0.41	-	0.29	-	0.07
Mn	209	-	45	51.5	850	950
Fe	1.67	-	0.30	0.24	6	5.6

(1) Este estudio; promedio de 46 muestras colectadas entre las isobatas de los 24 y 220 m.

(2) Katz y Kaplan, (1981); Nivel básico 6 natural establecido a partir de una revisión de los estudios en el área.

(3) Bothner et al, (1980); concentraciones establecidas a partir de 30 análisis; el 99.9% de las muestras fueron arenas.

(4) Al-Hashimi y Salman (1985); promedio de 42 muestras predominantemente limosas y limo-arenosas.

(5) Wedepohl (1960).

(6) Krauskopf (1967).

1977; Bower *et al*, 1978; Donazzolo *et al*, 1981; Katz y Kaplan, 1981).

En la tabla 5.2.3 se muestran nuevamente las concentraciones del golfo de California y la de otros sedimentos hemipelágicos ricos en materia orgánica, así mismo se presentan las concentraciones dadas por Calvert (1976) y Calvert y Price (1983) para los sedimentos del golfo, en las cuales se puede observar que fuera del níquel, los demás metales (Cu, Cr, y Pb) y el C-orgánico son comparables a los encontrados en este estudio como promedio de las depresiones del golfo. De dicha tabla se pueden desprender las siguientes observaciones: el hierro de la plataforma del golfo de California es muy similar a los niveles reportados para zonas de surgencia como la plataforma del Suroeste Africano (Calvert 1976; Brongersma-Sanders *et al*, 1980) y la margen Peruana (Brumsack, 1983), mientras que la concentración del hierro de las depresiones del golfo de California es más baja que cualquiera de las áreas comparadas. El manganeso es el caso más peculiar en las distintas regiones que se comparan, ya que sus niveles son más altos; la cuenca californiana de San Pedro (Presley *et al*, 1972) presenta valores comparables a los del talud del golfo de California pero de cualquier modo sus niveles son nueve veces menor a los de las depresiones; por su parte los sedimentos del Mar Báltico aunque son más altos en manganeso que los del talud del golfo de California, sus concentraciones de cualquier manera son muy bajas en relación a los $4379 \mu\text{g.g}^{-1}$ de las depresiones del golfo de California.

Las concentraciones de zinc, cobre y plomo de las profundidades del Golfo también son más elevadas que cualquiera de las otras regiones, aunque contrariamente, el cromo es más bajo ya que ni los niveles más elevados de las depresiones de las cuencas se acercan al 50% de los valores reportados para las cuencas californianas o la plataforma Africana. Finalmente, el nivel del níquel de los sedimentos superficiales de la plataforma y el talud continental del golfo de California, es siempre menor a cualquier otro de los sedimentos, sólo las concentraciones de las depresiones del golfo llegan a ser comparables a las dadas para el mar Negro pero ligeramente mayores a las del mar Báltico, y las cuencas de Santa Bárbara, Santa Mónica y San Pedro, aunque menores a los niveles de la plataforma peruana y Africana.

Entre las hipótesis que se han dado para explicar las concentraciones relativamente altas de los metales en las áreas de surgencia, destaca la propuesta por Brongersma-Sanders (1969) quien ha argüido que los sedimentos recientes de la plataforma Namibiana vienen a ser el análogo moderno de las pizarras negras ricas en metales en el registro geológico. Ella ha sugerido que el enriquecimiento metálico de tales rocas puede ser fácilmente explicado por la rápida acumulación del material orgánico planctónico, que contiene una serie de metales extraídos desde el agua de mar por el plancton en las áreas de surgencias. Sin embargo los recientes análisis de varios de estos metales en el plancton marino (tabla 5.1.1) revelan que con excepción del zinc las concentraciones de los demás metales que acumulan estos organismos son muy bajas, poniendo así en duda este mecanismo de enriquecimiento.

Por otra parte, algunos estudios sugieren que ciertas fracciones orgánicas de los sedimentos contienen elevadas concentraciones de metales, Nissenbaum y Suzi ne (1976) han revisado mucho de esa información y han demostrado que la fracción de los ácidos húmicos en particular es un importante "anfitrión" de metales pesados; Calvert y Morris (1977) han demostrado que esta observación también es aplicable a los "oozes" de diatomeas de la plataforma africana. Es posible pues, que en el golfo de California de manera indirecta los florecimientos algales

Tabla 5.2.3 . Composición de los sedimentos del Golfo de California en comparación a sedimentos hemipelágicos ricos en Carbono orgánico.

Elemento	Golfo de California (1)				Mar Báltico (2)	Plataforma Africana SW (3)	Cuenca San Pedro (4)	Cuenca Sta. Monica (5)	Cuenca Sta. Barbara (6)	Margen Peruana (7)	Mar Negro (8)
	Plataforma Continental	Talud	Depresiones	(a)							
C-org (%)	1.90	2.92	2.83	2.74	5.9	9.35	3.8	4.0	3.0	16.7	10.67
Fe (%)	1.67	2.35	3.24	-	4.72	1.84	4.50	5.00	3.40	1.6	-
Mn (ppm)	209	423	4379	-	720	115	465	335	268	200	-
Zn (ppm)	57.4	101	187	-	135	54	111	117	108	95	147
Ni (ppm)	19.6	39.3	66.9	146	51	87	57	54	46	123	67
Cu (ppm)	13.2	31.3	69.3	64	37	68	43	42	29	68	30
Cr (ppm)	21.9	39.0	45.8	42	81	145	100	88	119	-	-
Pb (ppm)	34.9	39.2	43.3	51	-	12	9	10	11	-	24
Cd (ppm)	3.42	4.13	2.14	-	-	-	-	-	2	-	-

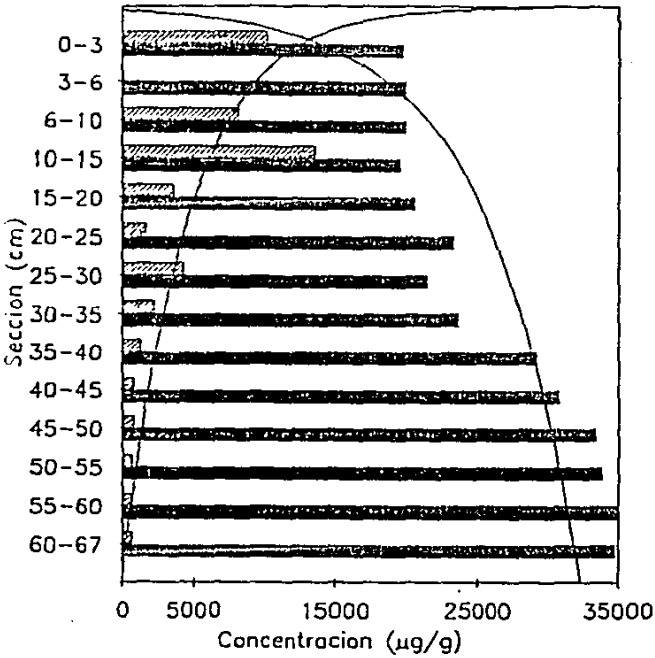
- (1) Golfo de California, la concentración de los metales en la plataforma continental, el talud y las depresiones se obtuvo a partir de 46, 50 y 21 muestras respectivamente; el C-org se calculó con el promedio de las secciones superficiales (0-5 cm) de 3 núcleos de la plataforma continental, 6 del talud y 10 de las depresiones (Este estudio); (a) Datos para el Golfo de California por Calvert (1976) y Calvert y Price (1983).
- (2) 7 muestras de arcillas del Mar Báltico (K. Bostrom, comunicación personal a Brumsack, 1983).
- (3) Calvert (1976); Brongersma-Sanders et al (1980)
- (4) Presley et al, (1972)
- (5) Bruiland et al (1974) calculado desde los flujos naturales.
- (6) Dymond et al (1981)
- (7) Promedio de los núcleos 77606-39 y 7706-36 (Suess, comunicación personal a Brumsack, 1983)
- (8) Glagoleva (1961), Bevolova (1970), Lubchenko (1970).

contribuyan significativamente con algunos metales a los fondos; o sea que al irse sedimentando la materia orgánica y los productos de descomposición forman complejos con los metales durante o después de la formación de las sustancias húmicas, contribuyendo así con los metales a los fondos; un buen número de estudios (Rashid, 1974; Guy et al., 1975; Jenne, 1977; entre otros) han demostrado que entre los metales que selectivamente forman complejos están precisamente el Cu, Pb, Zn, Ni y Cd.

La fracción de los sulfuros de los sedimentos podrían también jugar un importante papel en la geoquímica de los metales en los sedimentos anóxicos del golfo de California, desafortunadamente, aunque se conocen más o menos bien los mecanismos de formación de los sulfuros de hierro (Bernier 1964; 1974), la precipitación de otros sulfuros metálicos en tales sedimentos todavía no ha sido conocida en detalle. Es un hecho que los niveles de algunos metales en las aguas intersticiales de los sedimentos anóxicos pueden tener un importante control en la precipitación de sulfuros; igualmente la co-precipitación de otros metales por los sulfuros de hierro puede ser otra vía importante en el enriquecimiento de los fondos anaeróbicos reducidos.

Con relación a los niveles de concentración de los metales en los núcleos, se pueden hacer las siguientes observaciones de acuerdo a la batimetría: (1) núcleos de la plataforma continental (B7, B36, y B37), con excepción del núcleo B37 colectado en la entrada del Puerto de Mazatlán (y posiblemente influencia por las actividades humanas), los niveles de los otros dos núcleos en general son similares o menores (Apéndice 3) a los dados para las muestras superficiales de la plataforma continental (Tabla 5.2.1); (2) perfil de los núcleos del talud, la mayoría presentó niveles comparables a los establecidos en las muestras superficiales, solamente el manganeso en algunos núcleos se enriquece notablemente en las capas superiores (0-5 cm), por ejemplo el núcleo B12 colectado en la cuenca del Carmen desde una profundidad de 670 m, tuvo un potencial electrodo de 186 mv en la superficie mientras que en los intervalos del fondo -96 mv, presentando un aumento repentino desde $148-209 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ a $7375 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de manganeso; de manera muy similar se comportaron los perfiles de los núcleos de la cuenca de Guaymas (B16, 1540 m), (B19, 1500 m) y Cuenca Pescadero (B27, 1600 m), aunque el enriquecimiento fue relativamente menor en todos estos núcleos. En realidad de los 18 núcleos colectados en el Talud y bordes de las cuencas solamente cuatro (B12, B16, B19 y B27) presentaron dicho incremento; (3) los 12 núcleos colectados en las depresiones de las cuencas del golfo, presentaron un aumento en la concentración de manganeso en la sección superficial (0-5 cm), sin embargo solamente en los núcleos de la depresión sur de la cuenca de Guaymas (B14, 2020 m; B21, 2010 m) y el de la cuenca Pescadero (B26, 3230 m) presentaron una clara tendencia también a aumentar igual que el manganeso, metales como el Cu, Ni, Zn y en menor intensidad Pb y Ag (Figuras 5.2.7 - 5.2.8) algo que llama la atención también en el perfil de estos núcleos es la tendencia contraria que presenta el hierro en los dos núcleos de la cuenca de Guaymas. En los demás núcleos esta tendencia no fue tan evidente incluso en dos núcleos de la cuenca Farallón (B5, 2250 m; B24, 3250 m) aunque sí se enriquece la capa superficial (0-5 cm) con $3149 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}$ de manganeso con respecto a la siguiente sección (5-10 cm), la tendencia general de los perfiles (Fig. 5.2.9 - 5.2.10) es la de incrementar la proporción del manganeso con la profundidad al igual que el cobre, Níquel, Cromo, Zinc, Plomo y en menor escala Cobalto y Cadmio. Por otra parte los núcleos B23 (2410 m) de la cuenca Farallón y el B29 (3180 m) de la cuenca Mazatlán presentaron un caso muy singular, ya que aunque el incremento de manganeso se presenta desde las capas intermedias de los núcleos (30-50 cm)

NUCLEO B14: Total
C G (z=2020m)



NUCLEO B14: Total
C G (z=2020m)

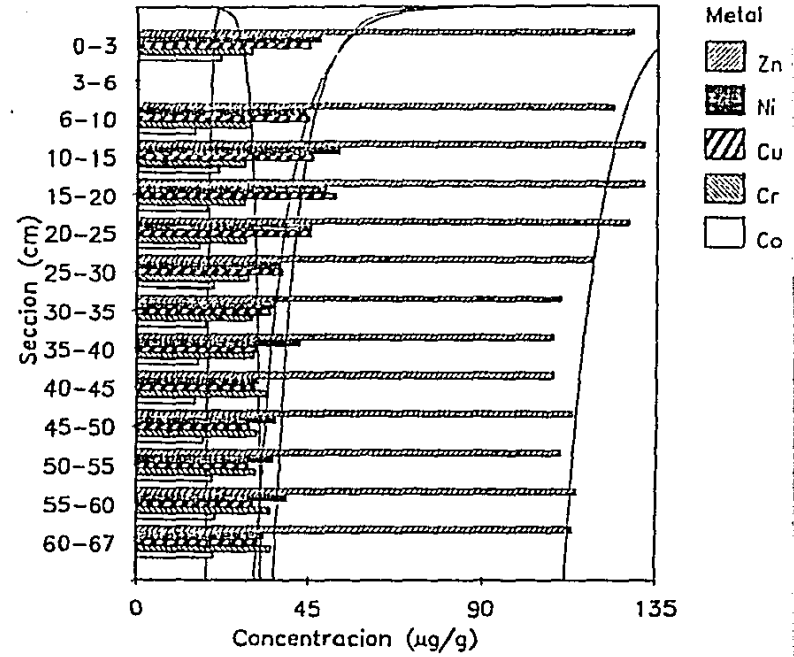
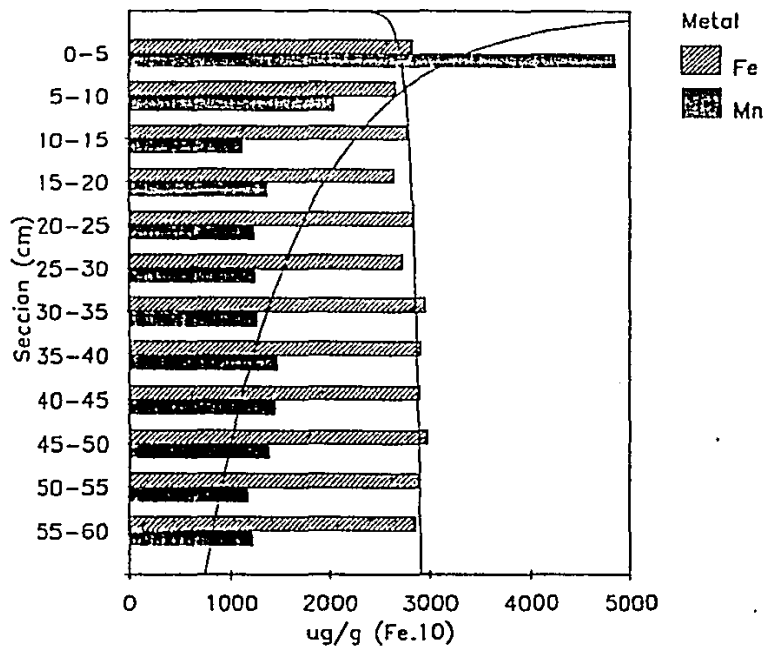


Figura 5.2.7 Concentración de Mn, Fe, Zn, Ni, Cu, Cr y Co en el núcleo B14.

NUCLEO B5: Total
C F (z=2250m)



NUCLEO B5: Total
C F (z=2250m)

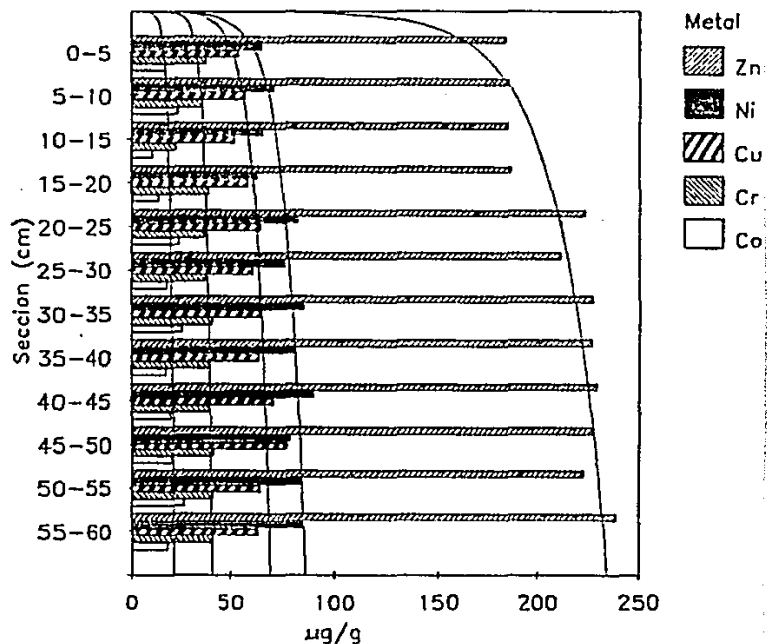
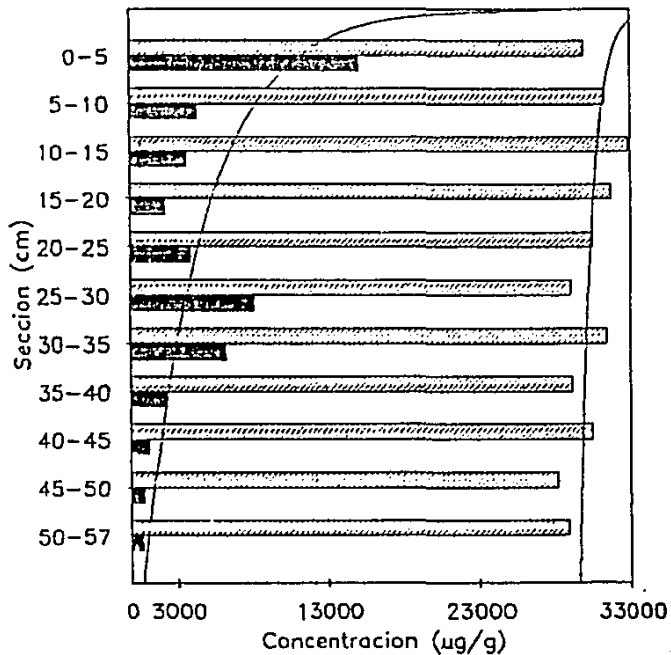


Figura 5.2.9 Concentración de Fe, Mn, Zn, Ni, Cu, Cr y Co en el núcleo B5.

NUCLEO B26: Total
C P (z=3230m)



NUCLEO B26: Total
C P (z=3230m)

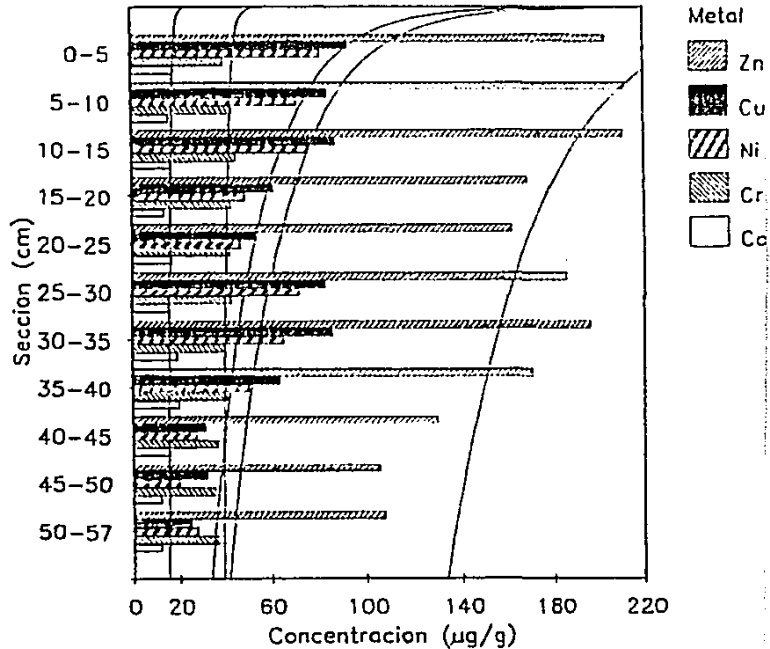
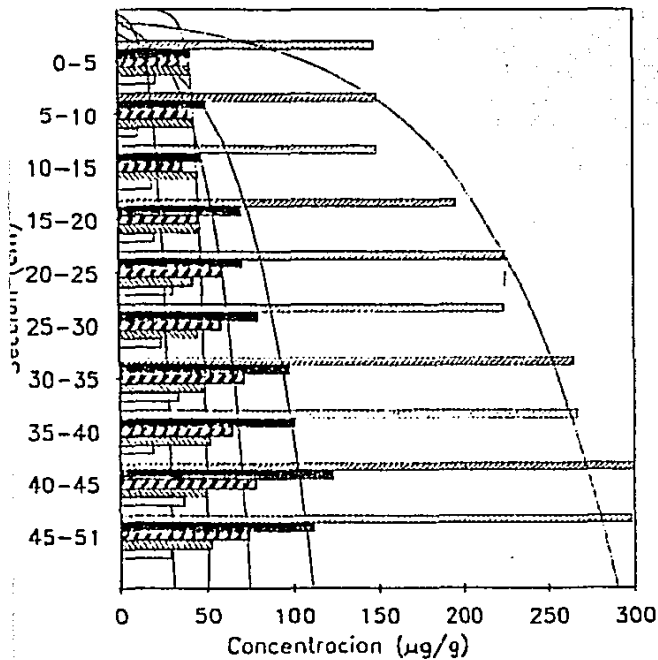


Figura 5.2.8 Concentración de Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr y Co en el núcleo B26.

NUCLEO B24: Total
C F (z=3250m)



NUCLEO B24: Total
C F (z=3250m)

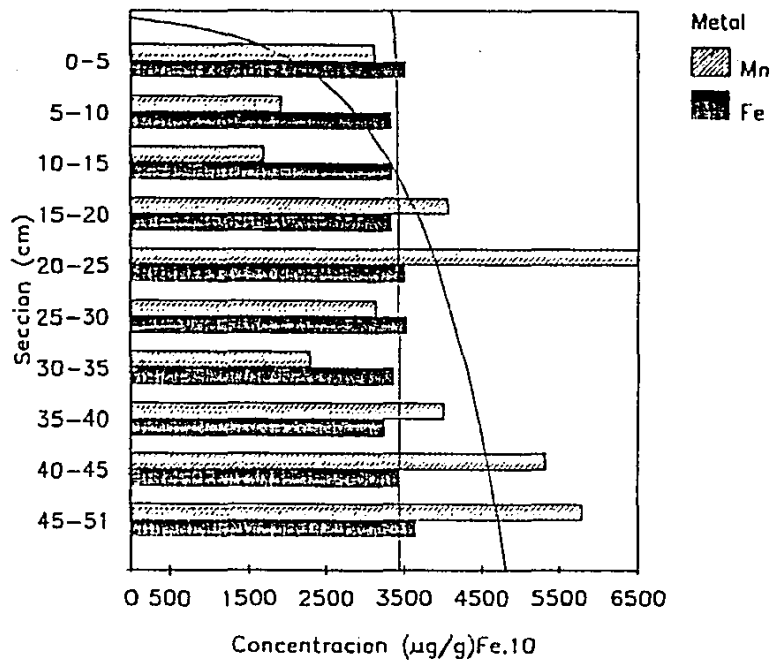


Figura 5.2.10 Concentración de Zn, Ni, Cu, Cr, Co, Mn y Fe en el núcleo B24.

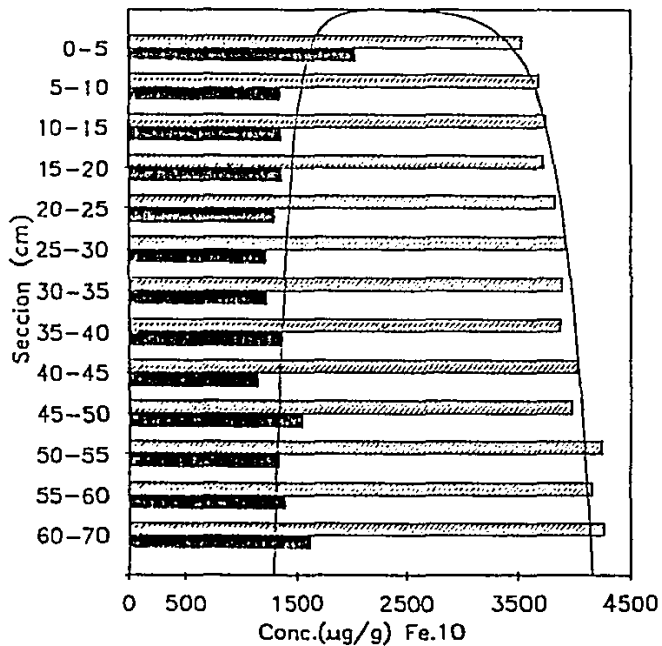
los demás metales como Cobre, Níquel y Zinc (Fig. 5.2.11) presentan en las secciones superficiales un perfil contrario al esperado.

Tomando en cuenta los aportes relativamente elevados de materiales terrígenos y de material biogénico, los sedimentos del golfo de California tienen la peculiaridad de poseer concentraciones anómalas de manganeso, ya que sobre todo las concentraciones de las depresiones (con un promedio de 4379 ug.g^{-1}) son mayores a las de otras regiones hemipelágicas. En un planteamiento inicial Niemitz (1977) propuso que las anomalías de las cuencas se deba a la exportación del manganeso desde el talud donde se interceptan la capa béntica y la zona del mínimo de oxígeno, sin embargo Kastner y Gieskes (1981); lo explicaron en base al aporte hidrotermal. Adicionalmente Campbell (1985) estudiando el material suspendido de la cuenca de Guaymas demostró que el aporte de manganeso más importante, viene a ser el hidrotermal; así la mayor parte del manganeso hidrotermal se distribuye (después de ser descargado en las ventilas) desde la columna de agua en la vecindad de las ventilas, ya sea cerca ó en las mismas depresiones ó centros de dispersión del golfo de California. Por lo tanto las elevadas concentraciones de los sedimentos de las depresiones es fundamentalmente una consecuencia del aporte hidrotermal, más que de la contribución desde las zonas de talud. La importancia de la actividad hidrotermal en las otras cuencas del bajo golfo en: el balance del manganeso es incierta debido a que se desconocen la frecuencia, e intensidad de las ventilas hidrotermales incluso en la misma depresión sur de la cuenca de Guaymas. Campbell (1985) en su investigación encontró que el suspendido enriquecido en manganeso no se encontró únicamente alrededor de las "chimeneas" activas sino a varios kilómetros de ellas, lo cual explica en base a la dispersión del Mn hidrotermal por las fuertes corrientes del fondo ($5-15 \text{ cm.s}^{-1}$), ó bien porque el Mn hidrotermal sea extensivamente reciclado por las transformaciones diagenéticas. Weiss (1977) utilizando un modelo unidimensional de primer orden en Las Galápagos, estimó un tiempo de residencia de 50 años para el Mn, tiempo que si en el golfo es de tal magnitud le puede permitir viajar hasta varios cientos de kilómetros antes de ser depositado.

En conclusión los altos niveles de Mn en los sedimentos superficiales de las otras cuencas como Farallón y Pescadero (donde no se conoce en la actualidad la existencia de ventilas activas) pueden deberse a la exportación del Mn hidrotermal y en menor proporción a la contribución de la zona interceptada por la capa del mínimo de oxígeno.

En cuanto a los núcleos colectados en el océano abierto (B31 y B32) es posible observar que sus concentraciones metálicas son de dos a cinco veces más elevadas que las encontradas en los sedimentos del golfo de California; en la tabla 5.2.4 se representan el intervalo de concentraciones de 11 metales de estos núcleos, en comparación al promedio de las arcillas pelágicas (Turekian y Wedepohl, 1961; Bischoff et al, 1979) y de dos núcleos extraídos desde depósitos metalíferos. El núcleo B31 (Fig. 5.2.12) una arcilla de color café-rojizo (evolucionado hacia el fondo a un tono más bien ocre) fue obtenido desde una profundidad de 3410 m en los $20^{\circ}32.2' \text{ N}$ y $112^{\circ}01.6' \text{ W}$; mientras que el B32 (Fig. 5.2.13) fue extraído más cerca de la entrada del golfo de California desde una profundidad de 3220 m en los $21^{\circ}41.8' \text{ N}$ y $110^{\circ}0.5.3' \text{ W}$ a solamente unos 55 km al Noroeste del campo hidrotermal de 21° N del Dorsal del Pacífico Mexicano, el material de este núcleo consistió básicamente en arcillas también pero de un aspecto café oscuro en las secciones superficiales y un color verde-olivo en los fondos. Fuera del hierro los niveles de los demás metales encontrados en estos dos núcleos se asemejan más al núcleo del sitio M (MANOP) que fue colectado en las cercanías (-25 km) de

NUCLEO B29: Total
C M (z=3180m)



NUCLEO B29: Total
C M (z=3180m)

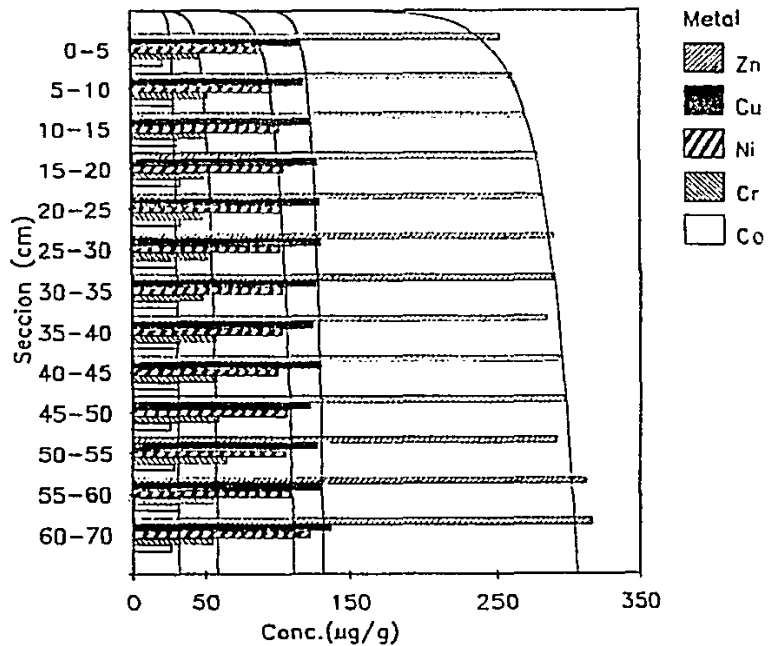
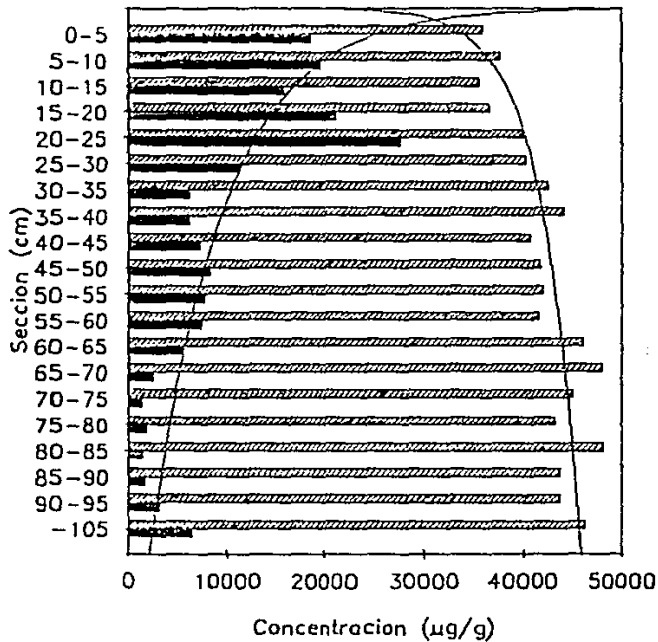


Figura 5.2.11 Concentración de Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr y Co en el núcleo B29.

NUCLEO B31: Total
F P (z=3410m)



NUCLEO B31: Total
F P (z=3410m)

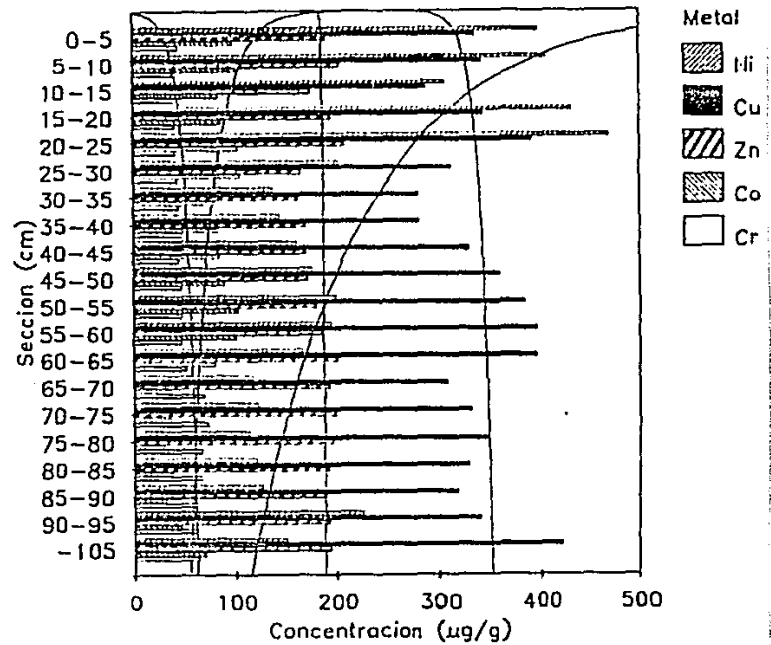
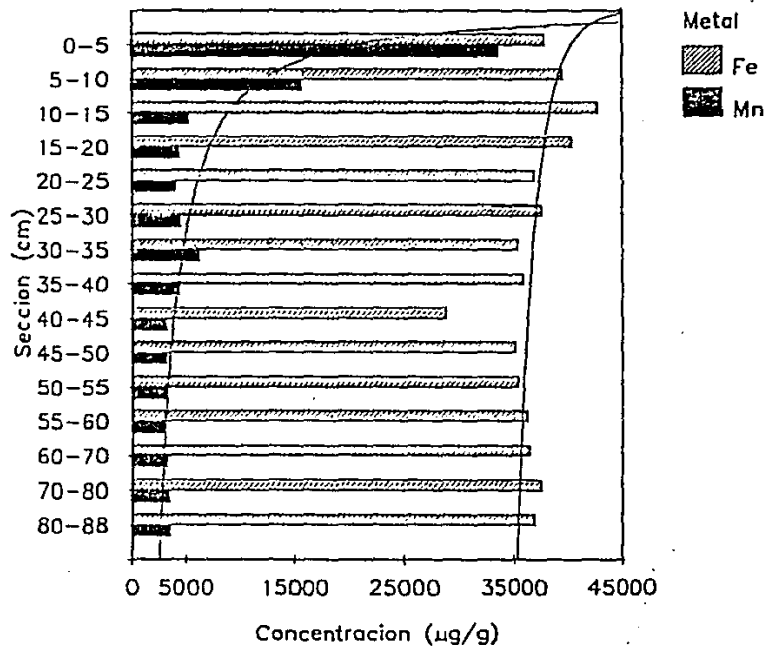


Figura 5.2.12 Concentración de Mn, Fe, Cr, Co, Zn, Cu y Ni en el núcleo B31.

NUCLEO B32: Total
F P (z=3220m) a 50 Km de 21



NUCLEO B32: Total
F P (z=3220m) a 50 Km de 21

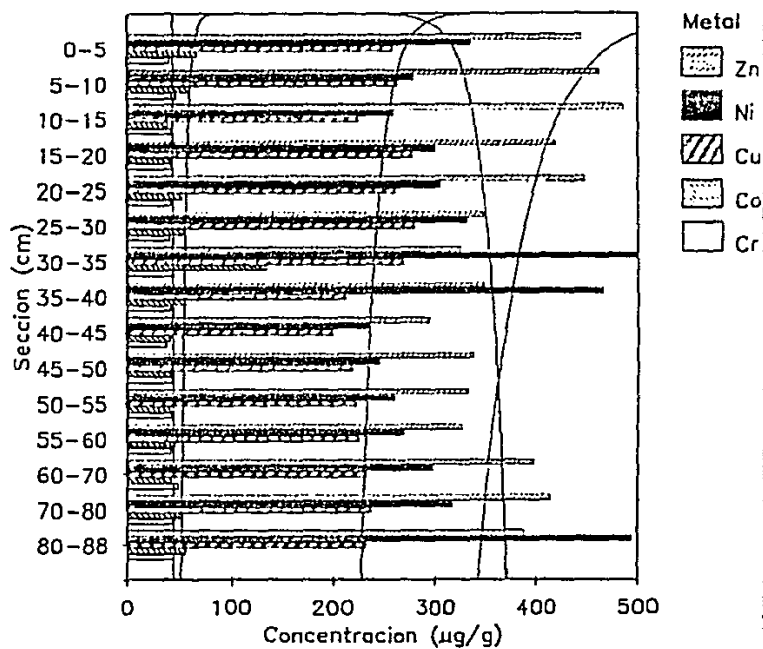


Figura 5.2.13 Concentración de Mn, Fe, Cr, Co, Cu, Ni y Zn en el núcleo B32.

Tabla 5.2.4. Intervalo de concentraciones de metales en los núcleos B31 y B32 comparado a otros núcleos pelágicos (ppm, excepto Fe, Mn y Al en %).

Metales	(1) 0-105 cm (n=20)	(2) 0-88 cm (n=15)	(3) 0-23 cm (n=22)	(4) (n=26)	(5)	(6)
Cu	282-423	200-280	249-340	130-940 ^b	250	230
Ni	115-471	234-494	243-390	45-850	225	210
Co	29.5-106	39.5-67.8	-	28-100	74	113
Cr	40.5-75.5	38.1-49.2	-	18-130	90	64
Zn	163-209	296-486	414-458	110-520	165	165
Pb	48.3-69.4	39.5-59.0	-	20-320	-	-
Cd	1.56-4.04	1.83-6.00	-	-	.42	-
Ag	0.53-2.29	1.02-3.03	-	-	-	-
Mn	0.14-2.79	0.32-3.35	0.12-2.31	0.31-9.24	0.67	0.43
Fe	3.58-4.80	2.88-4.27	7.85-9.08 ^a	5.0-44.0	6.50	5.38
Al	3.18-6.40	-	5.90-6.32	2.27-11.9	8.40	9.90

- (1) Núcleo B31, con arcillas café-rojizas del Pacífico oriental (20°32.2'N; 112°01.6'W) desde una profundidad de 3410 m (Este estudio).
- (2) Núcleo B32, con capas superficiales café oscuras, y color verde-olivo en las secciones inferiores del núcleo; colectado desde 21°41.8'N, 110°05.3'W, a solamente 55 km al NW de las ventilas hidrotermales del Dorsal Pacífico Oriental 21°N, y desde una profundidad de 3220 m (Este estudio).
- (3) Núcleo Pluto-III (Box Core 25), desde el sitio M (MANOP) localizado a 25 km al este del Dorsal del Pacífico Oriental en 8°48'N, 104°W, desde una profundidad de 3100 m (Lyle et al., 1984).
- (4) Muestras desde el sitio 294, del programa de Perforación Profunda del Océano, (DSDP) en la cuenca Oeste de las Filipinas (Bonatti et al., 1979).
- (5) Composición promedio de las arcillas pelágicas (Turekian y Wedepohl, 1961).
- (6) Promedio de las arcillas pelágicas del Pacífico (Bischoff et al., 1979).

^a un solo valor con 0.63; ^b dos valores con 1130 y 1200.

La Dorsal del Pacífico oriental (8°45'N, 104°N) desde una profundidad también similar (3100 m) (Lyle et al, 1984). Ahora si se comparan los niveles de estos tres núcleos con los promedios que se han reportado para las arcillas pelágicas, las concentraciones de Cu, Ni, Zn, Cd y Mn en ellos, son del mismo orden que los encontrados en muestras de depósitos metalíferos, como viene a ser por ejemplo las del sitio 294 en la cuenca de las Filipinas (Bonatti et al, 1979).

Materiales separados de los sedimentos

En aquellos núcleos o muestras superficiales que mostraron la presencia de algún material con aspecto distintivo en relación al total del sedimento, este se separó para caracterizarlo a simple vista y analizarlo por separado el contenido metálico.

Del núcleo B4, colectado cerca de la península de Baja California, en el transecto realizado sobre cuenca Pescadero (desde una profundidad de 1210 m), se separaron en la sección del fondo de 35-43 cm, seis fragmentos de roca color amarillo tabaco claro (B4, 35-43 (c), Apéndice 3), similar al descrito para las fosforitas, (Páez-Osuna et al, 1983) presentando al corte un color gris con brillo metálico, de la misma sección se separaron también tres fragmentos de color café oscuro (B4, 35-43 (o), Apéndice 3).

Las concentraciones de los metales analizados en estas muestras, mostraron en su mayoría valores muy bajos en comparación a los de sedimentos donde se alojaban; la plata y el níquel por su parte, tuvieron niveles semejantes, mientras que el cobalto y el cadmio presentaron concentraciones más elevadas. Respecto a los contenidos en los fragmentos de distinto color, los metales Cu, Ni, Co, Cr, Zn, Mn y Fe de los fragmentos oscuros, tuvieron mayores proporciones de estos metales, en cambio el contenido de Pb, Cd y Ag fue mayor en los fragmentos de coloración clara.

Con niveles mucho mayores, esta misma tendencia ha sido observada en los sedimentos laminados del talud de la cuenca de Guaymas (Donegan y Schrader, 1982) y en la cuenca central de Saanich Inlet (Gross, 1967).

La diferencia en composición de las láminas ha sido explicada en función del contenido mayor de diatomeas y material orgánico, (y menos terrígenos) en las láminas claras que en las oscuras.

En la cuenca de la Orca en el Golfo de México (Der-Duen-Sheu y Presley, 1986) fue encontrado un mayor contenido de sulfuros de hierro en las láminas oscuras que en las claras, sin embargo el carbono orgánico fue estadísticamente mayor también en estas láminas. No obstante que los fragmentos del núcleo B4 no se contraban como laminaciones lo propuesto para las diferencias de composición de las láminas claras y oscuras parece explicar consistentemente su composición; incluso si observamos las concentraciones de metales pesados en el plancton (tabla 5.1.1), es posible observar que aparte del hierro la composición de los fragmentos se asemeja más a la del plancton que a la de los sedimentos lo cual sugiere que estos fragmentos sean de naturaleza más bien biogénica, seguramente un análisis mineralógico y orgánico permitirán confirmar esto.

En el núcleo P5 de la cuenca Mazatlán, extralado desde una profundidad de 2020 m en los bordes de la cuenca, se separó un fragmento de roca basáltica oscura de

aproximadamente 1,97 cm de largo, 1.34 cm de ancho y un espesor de 0.83 cm. Las concentraciones de Cu, Ni, Zn y Mn, en este material resultaron relativamente bajas y las del Co, Cr, Pb, Cd y Ag más altas que la de sedimentos vecinos (como el núcleo P4, Apéndice 3).

Núcleo B35, fué el núcleo que presentó mayor proporción de fragmentos de basalto:

Sección (cm)	Basalto Peso separado >1mm (mg)
0-5	5776
5-10	342
10-15	5
15-20	15
20-25	45
25-30	59
30-35	609
35-39	trazas

La mayoría de este material es basalto vitreo oscuro en tamaños siempre menores al centímetro y medio, algunos de los cuales mostraron horadaciones en su parte superficial en forma de tubos cilíndricos de aproximadamente 8 mm de diámetro y 3-5 mm de longitud; por su parte los trozos de la sección 30-35 cm, tenían forma más bien laminar.

Estas proporciones de basalto relativamente elevadas, no son raras de encontrar en esta zona, ya que Van Andel (1964) reportó valores de hasta 25% en la fracción 0.06-0.25 mm de varias muestras superficiales.

Para el análisis de los metales pesados se tomó una porción de las secciones 0-5, 5-10 y 30-35 cm; sus concentraciones (Apéndice 3) en general resultaron siempre menores a las de los sedimentos que estaban acompañando, Cd fué la única excepción con valores ligeramente mayores en las secciones 5-10 y 30-35 cm de los sedimentos correspondientes.

En la muestra BC82 extraída del talud peninsular sobre la cuenca del Carmen se separaron varias pelotillas (pellets) supuestamente de fosforita (Schrader, comunicación personal), las cuales fuera de Cu y Zn, las concentraciones en su mayoría fueron siempre de dos a cuatro veces más alta (Apéndice 3), que la de los sedimentos acompañantes.

En relación a las muestras de basalto analizadas en este estudio y con el objeto de compararlas con otros basaltos oceánicos y los de Isla Tortuga, se realizó la tabla 5.2.5; los niveles tan bajos de Cu, Zn, Mn y Fe sugieren que los fragmentos del núcleo B35 y P3 están aparentemente muy alterados en relación a cualquiera de las muestras del Dorsal (Humphris y Thomson 1970; Ortega-Osorio y Páez Osuna 1987) ó de la Isla Tortuga (Batiza, 1978). A pesar de ser muy subjetiva esta observación, viene a coincidir con los metales que se ha sugerido que son aportados (Mn, Fe, Cu, Zn, Ni) a partir de los basaltos alterados tanto a bajas y a altas temperaturas (Thompson, 1983).

Tabla 5.2.5. Comparación del contenido de metales pesados en muestras seleccionadas de basalto colectadas en el Golfo de California y otras regiones.

($\mu\text{g. g.}$, excepto Fe en %)

	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe
<u>Núcleo B35 (este estudio):</u>										
Sección (cm)										
Basalto 0-5	15.5	23.3	20.7	31.1	43.2	16.9	2.81	0.50	386	2.60
Basalto 5-10	21.3	26.3	15.6	29.0	41.6	11.9	3.86	0.88	527	2.63
Basalto 30-35	16.1	32.7	18.5	17.6	52.0	<3.5	4.09	1.25	343	1.93
<u>Núcleo P3 (este estudio):</u>										
Basalto	22.4	12.0	40.8	154	57.7	64.8	7.77	5.74	231	3.06
<u>Basamento en Dorsal de 21°N (Ortega-Osorio y Páez Osuna 1987):</u>										
Basalto	101	<1.7	63.7	302	105	20.1	2.3	2.1	3000	5.70
<u>Basalto, Isla Tortuga (Batiza, 1978):</u>										
Lava basáltica	84	47	46.5	112	-	2.7	-	-	1400	-
<u>Dorsal Mesoatlántica (Humphris y Thompson 1978):</u>										
Basalto inalterado	155	130	38	365	-	-	-	-	1274	-

5.3 Clasificación de los depósitos del Golfo de California

Recientemente se han establecido una serie de criterios para identificar y clasificar los depósitos metalíferos (Bonatti *et al.*, 1973; Bostrom, 1975; Bonatti, 1981) considerando las proporciones de Mn/Fe , $Al/(Al+Fe+Mn)$, y los diagramas ternarios de Fe, Mn (Cu+Co+Ni) X 10, y Fe, Mn y Al. Tomando en cuenta dichos criterios a continuación se discute la clasificación de los depósitos del golfo de California.

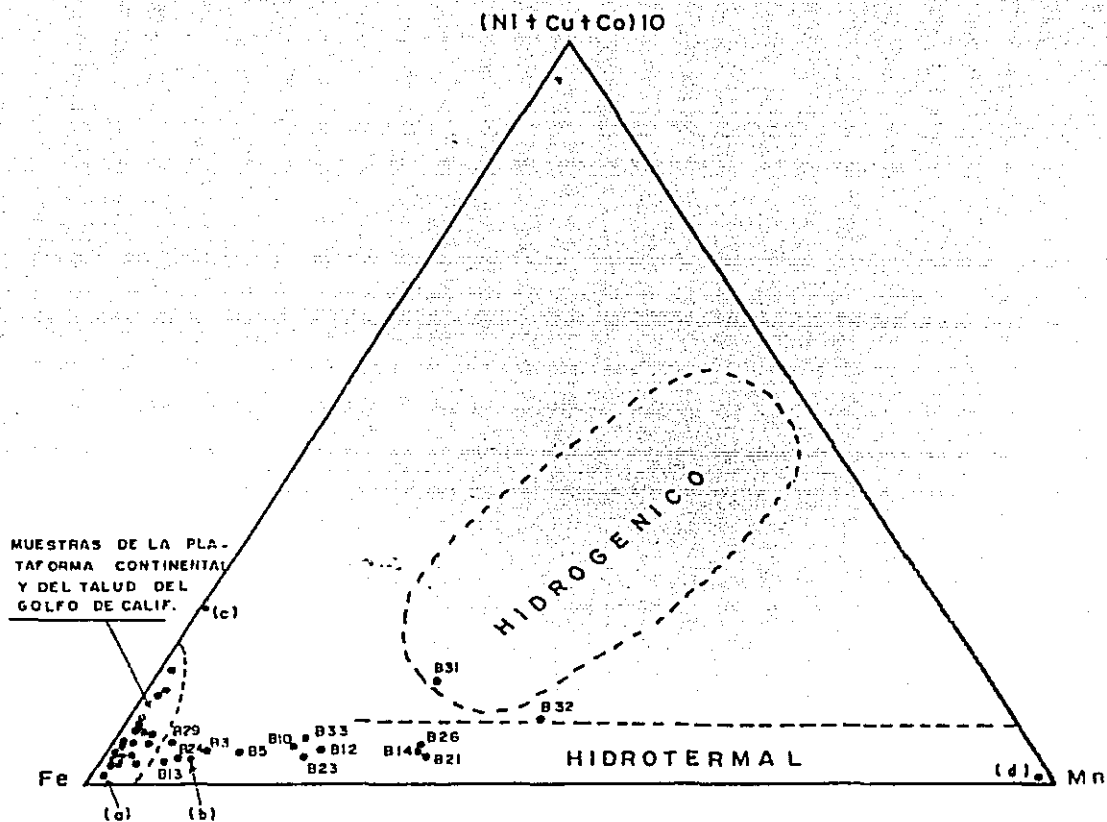
En la figura 5.3.1 se muestra un diagrama ternario de Fe/Mn (Co+Cu+Ni)10 para las muestras de la plataforma y talud continental del golfo, asimismo se presentan los puntos que representan las proporciones de esos elementos en las secciones superficiales de los núcleos de las depresiones y bordes de las cuencas del golfo. Es evidente que todos estos núcleos al igual que algunos depósitos hidrotermales de Las Galápagos (Conliss *et al.*, 1978) y del dorsal del Pacífico (11°5') quedan dentro de la zona del diagrama definida (Bonatti, 1981) para depósitos de origen hidrotermal. Por su parte el núcleo B31 está dentro de la región de depósitos de origen hidrogénico mientras que el B32 queda más bien en una zona intermedia y aparentemente con mayor influencia del aporte hidrotermal; lo cual habría de esperarse en este núcleo, ya que fue colectado desde 21°41.8'N y 110°05.3'W a unos 55 km al NW de las ventilas hidrotermales del Dorsal de 21°N, y seguramente está influenciado por ellas.

Adicionalmente en la figura 5.3.2 se ilustran las proporciones de dichos metales con la profundidad en varios de los núcleos colectados; en todos se observó la misma tendencia del carácter diagenético que favorece el enriquecimiento de los estratos superiores; este comportamiento es muy semejante al observado en dos núcleos del Pacífico Ecuatorial Este en los sitios MANOP denominados M y H. (Graybeal y Heath, 1984).

Debido a la alta cantidad de materia orgánica oxidable presente, los sedimentos se hacen más reducidos en general con la profundidad (ver sección 4.1), esta reducción en los sedimentos de las depresiones del golfo está marcada por un cambio en el color desde café-naranja en las capas superficiales (0-8 cm) a sedimentos gris-verde oliva. En contraste, las coloraciones y laminaciones en un núcleo típico del talud son de tonos gris, verde-oliva. La transición del color café a verde en los sedimentos marinos ha sido interpretado (Lyle, 1983) como la marca en la cual los nitratos en el agua intersticial han sido reducidos y el Fe (III) reducido a Fe (II).

La disolución de óxidos de manganeso en los sedimentos reducidos o pobremente oxidantes que posiblemente ocurre en potenciales redox por debajo de 250-300 mv (Preley y Trefry, 1980), conduce a una difusión hacia la superficie del Mn (II) de iones disueltos y una re-precipitación de Mn (IV) como óxido en las capas superiores más oxidadas. Los patrones de enriquecimiento de Mn en los distintos núcleos colectados (Apéndice 3) claramente muestran el efecto de este proceso en las depresiones y raramente en algunas zonas del talud.

Con objeto de corroborar el carácter hidrotermal de algunas muestras se elaboró también el diagrama ternario para Fe/Mn/Al (Fig. 5.3.3); las muestras en la gráfica caen en dos campos bien separados, uno a lo largo del lado Fe-Al y el otro más bien cargado hacia el centro del diagrama. Las muestras del primer grupo se encuentran más cercanamente a la zona definida para sedimentos pelágicos (Bonatti *et al.*, 1979; Bonatti, 1981). En el segundo grupo están los núcleos de la depresión sur de cuenca de Guaymas (B14, B21), y el de la depresión de cuenca Pescadero (B26). Es evidente que ninguno de los puntos de este estudio queda en la zona definida para depósitos metalíferos hidrotermales, la razón puede



- (a) MONTMORILLONITA DESDE LA REGION DE LAS GALAPAGOS (CORLISS ET AL, 1978)
- (b) OXIDO DE HIERRO DEL DORSAL DEL PACIFICO ORIENTAL EN 11°S IBONATTI Y JOENSUU, 1968)
- (c) SULFURO POLIMETALICO DEL DORSAL DEL PACIFICO ORIENTAL EN 21°N (HEKINIAN ET AL, 1980)
- (d) OXIDO DE MANGANESO DE LA REGION DE LAS GALAPAGOS (CORLISS ET AL 1978)

Figura 5.3.1. Diagrama ternario de Fe/Mn/ (Co+Cu+Ni)10 para las muestras superficiales (0-5 cm) del Golfo de California y otras regiones.

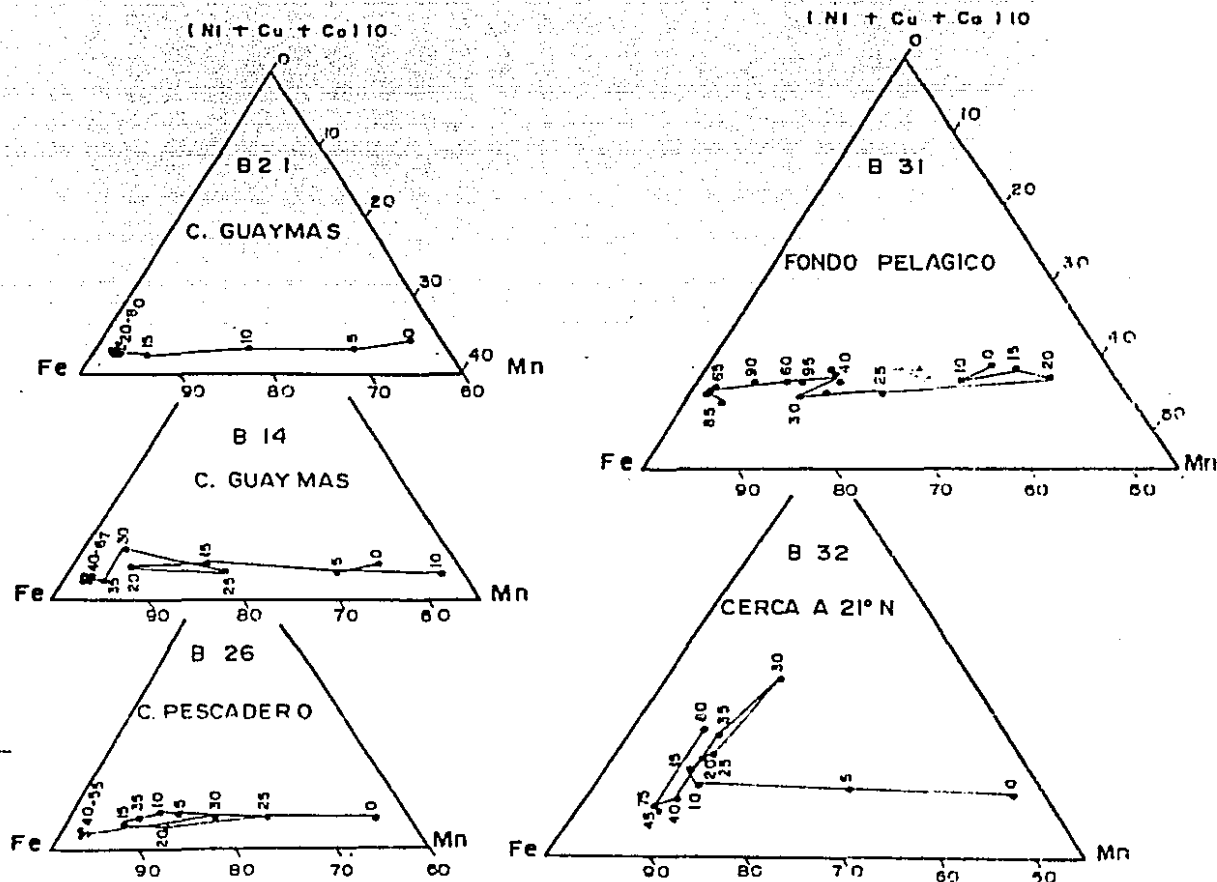
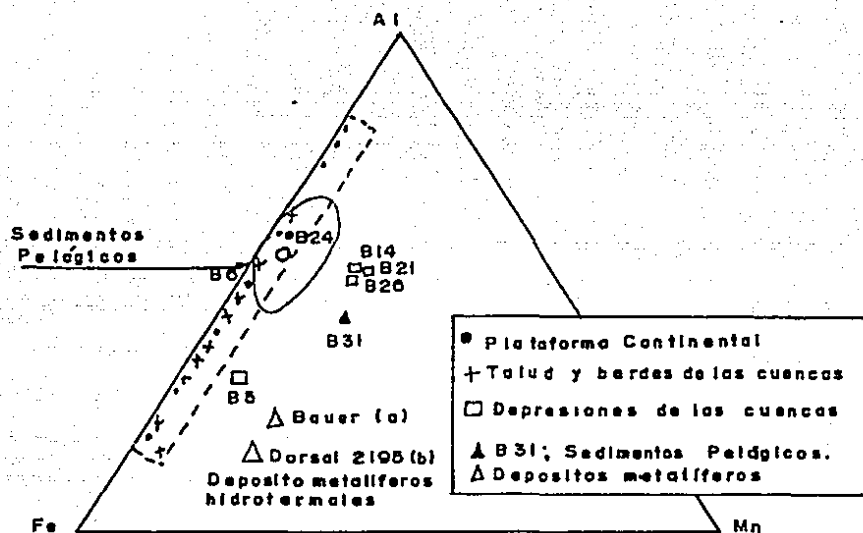


Figura 5.3.2. Diagramas ternarios de Fe/Mn/ $(Co + Cu + Ni)10$ en los núcleos B14, B21, B26, B31 y B32 del Golfo de California y regiones adyacentes a la boca del mismo.



(a) Promedio de los sedimentos de Bauer en el Pacífico Oriental (Bostrom, 1975).

(b) Promedio desde 8 sedimentos metalíferos del Dorsal del Pacífico Oriental (Bostrom 1975).

Figura-5.3.3. Diagrama ternario de Fe/Mn/Al en los sedimentos del Golfo de California y otras regiones del Pacífico Oriental.

ser la de que sencillamente esta definición se cumple solo para materiales de tipo pelágico, ya que en el ambiente hemipelágico, los sedimentos van a estar muy influenciados por la contribución terrígena (y por ende de aluminosilicatos) además en el golfo de California, aún en las depresiones la contribución biogénica parece ser muy significativa (Calvert 1966a, b; Donegan y Schrader 1982); hecho que no sucede en los sedimentos pelágicos.

Otro parámetro que también se calculó y que ha sido utilizado para detectar concentraciones anómalas de elementos metálicos es la relación $Al/(Al+Fe+Mn)$ originalmente propuesta por Bostrom y Peterson (1969).

Supuestamente un sedimento pelágico "normal" el cual consiste de componentes biogénicos, y principalmente de silicatos terrígenos y autigénicos, presenta un valor de $Al/(Al+Fe+Mn)$ igual a 0.5 ó más. Así Bonatti et al (1979) consideran que cualquier muestra de un depósito hidrotermal deberá poseer una relación siempre menor a 0.4.

De los núcleos de las depresiones y bordes del golfo de California que mostraron cierta anomalía en la gráfica ternaria de la figura 5.3.1, solamente uno de los núcleos de cuenca Farallón (B5) presentó un valor inferior a 0.4, los otros núcleos que claramente habían mostrado su carácter hidrotermal como B14, y B26 por ejemplo tuvieron una relación de $Al/(Al+Fe+Mn)$ de 0.52 y 0.50 respectivamente, o sea un valor más bien similar al de un sedimento típicamente pelágico. En cambio la mayoría de las muestras del talud (BC2, BC14, BC41, BC75, y B83) presentaron una relación de aluminio, sorpresivamente menor a 0.4; mientras que todas las muestras analizadas de la plataforma continental dieron una relación de 0.41 a 0.72.

Estos resultados reflejan que este parámetro de la relación de aluminio, no puede ser utilizado en sedimentos como los del golfo de California en donde las concentraciones de aluminio son significativas, por otra parte los valores del talud, deben de ser considerados con precaución, ya que al disminuir el aporte neto de manganeso (como se demostrará posteriormente en la sección 5.4) en esta zona a consecuencia de la mínima de O_2 que no permite la precipitación ó preservación de los óxidos de este metal, esto debería provocar que el parámetro más bien se incrementase.

Relación Mn/Fe

Muy recientemente (Hudson y Bender, 1984) se ha demostrado que la relación Mn/Fe en la columna de agua de los sistemas hidrotermales de las cordilleras en 10-13° N, es similar a los fluidos hidrotermales y los sedimentos metalíferos que se acumulan a lo largo del dorsal. La similitud de tal relación entre los fluidos hidrotermales y los sedimentos enriquecidos en hierro y manganeso a lo largo de la cordillera, sugieren que la dispersión del efluente hidrotermal es la fuente que aporta estos metales a los sedimentos (Bostrom y Peterson, 1969; Edmond et al, 1982).

En la cuenca de Guaymas, (sobre el campo hidrotermal de la depresión sur) Campbell (1985) midió las mismas proporciones de Mn/Fe particulado que las reportadas por Von Damm, (1983) para los fluidos hidrotermales inyectados por las "chimeneas". Con tal expectativa es de esperarnos que tal proporción deberá reflejarse en los sedimentos influenciados por la actividad hidrotermal.

Es indudable que se van a esperar variaciones en la composición de las soluciones hidrotermales, las cuales se pueden deber a las diferencias en la proporción de agua-roca o temperaturas de la interacción agua de mar basalto en las diferentes localidades (Bischoff y Dickson, 1975; Seyfried y Bischoff, 1977; Mottl y Holland, 1978).

Dymond (1981) analizó la variación de Fe/Mn a lo largo del Dorsal entre los 5 y 40°S, colectando unas 75 muestras desde una distancia siempre menor a los 100 km, y encontró un valor relativamente constante de 3.45 (Mn/Fe = 0.29). Otros autores han encontrado también datos de Mn y Fe para sedimentos hidrotermales, que dan una relación de Mn/Fe muy similar; 0.35-0.41, Piper (1973); 0.31, Dymond y Eklund (1978).

En la tabla 5.3.1 se presenta una lista de Mn/Fe en algunos núcleos de las principales cuencas del bajo golfo, en comparación a los valores de los fluidos y los depósitos hidrotermales directamente producidos en el campo hidrotermal de la cuenca de Guaymas; es evidente que ningún núcleo de los aquí estudiados presenta una relación de Mn/Fe comparable a la del fluido hidrotermal expulsado en las ventilas de la cuenca de Guaymas, los valores más elevados que son del orden de 0.52 más bien se parecen a los de los fluidos hidrotermales del dorsal del Pacífico en 13° y 21°N (Von Damm, 1983; Michard et al, 1984) en los que se ha encontrado 0.339 y 0.8 ± 0.4 respectivamente. Respecto a la composición de los materiales del campo hidrotermal es muy clara la diferencia de Mn/Fe entre las "chimeneas" y los "montículos" (mounds), mientras que, en las primeras se tiene un Mn/Fe del orden de 0.54 similar al de varios núcleos de las depresiones, los montículos muestran un valor representativo de 4.88 comparable al encontrado en los fluidos de la cuenca (4 ± 3) por Von Damm (1983).

Nuevamente es posible diagnosticar que en los núcleos de la depresión de Guaymas (B14, B21) y Pescadero (B26) es más significativa la influencia de la actividad hidrotermal, le siguen posteriormente los núcleos de cuenca del Carmen (B10, B12) cuenca Farallón (B23, B5, B24, B6) y finalmente la cuenca Mazatlán (B29).

Independientemente del contraste que existe entre el golfo de California y los sistemas activos oceánicos (como 21°N y el de Las Galápagos) en el sentido de las distintas tasas de sedimentación, la elevada productividad biológica en las aguas superficiales, y el relativamente alto aporte de materiales terrígenos (Van Andel 1964; Calvert 1966; De Master, 1981; Donegan y Sharader 1982), tanto el diagrama ternario Fe/Mn/(Co+Cu+Ni) 10, y la relación Mn/Fe permiten identificar las anomalías geoquímicas de los sedimentos depositados recientemente en el golfo de California.

5.4 Acumulación de los metales pesados en la parte centro y sur del golfo de California.

Las tasas de sedimentación utilizadas para el cálculo de la acumulación metálica fueron las obtenidas mediante los gradientes de la reducción de sulfatos (sección 4.2), y la expresión de Dymond y Veeh (1965):

$$A = c w p \left(\frac{100-H}{100} \right)$$

Donde A es la tasa de acumulación, C la concentración del elemento, w la tasa de sedimentación, p la densidad del sedimento húmedo (total), y H el contenido del agua (%); utilizándose una densidad húmeda de 1.1 g . cm³ (Niemitz, 1977; Done

Tabla 5.3.1. Relación Mn/Fe en algunos núcleos del Golfo de California en comparación a los fluidos y las chimeneas hidrotermales.

Localidad	Profundidad (m)	Mn/Fe
Cuenca de Guaymas (a):		
Núcleo B14	2020	0.519
B21	2010	0.518
Cuenca del Carmen (a):		
Núcleo B10	2450	0.261
B12	670	0.302
Cuenca Farallón (a):		
Núcleo B23	2410	0.277
B24	3250	0.090-0.184*
B5	2250	0.171
B6	2220	0.033
Cuenca Pescadero (a):		
Núcleo P19	3400	0.277
B26	3230	0.511
B3	2500	0.123
Cuenca Mazatlán (a):		
Núcleo B29	3180	0.058
Depósitos hidrotermales de la Cuenca de Guaymas (b):		
"Chimeneas "	2020	0.541
"montículos" (mound)	2020	4.88
Fluido hidrotermal de la Cuenca de Guaymas (c)	2020	4 [±] 3
Fluido hidrotermal del Dorsal de 21°N (c)	2600	0.8 [±] 0.4
del Dorsal de 13°N (d)	2600	0.339

(a) Este estudio; *En el núcleo B24, en las secciones 15-20, 20-25 los valores se incrementaron hasta .184, (b) calculado desde el valor promedio reportado por Peter *et al* (1987);(c)Von Damm (1983); (d)Michard *et al*, (1984)

gan y Schrader, 1982], en la tabla 5.4.1 se muestra una lista de las tasas de sedimentación y acumulación calcula, y en la tabla 5.4.2 se dan las tasas de acumulación metálica para los núcleos colectados en este estudio en el bajo golfo. Asimismo, en la tabla 5.4.3 se resume el promedio de cada uno de los metales en las depresiones de las cuencas, el talud y la plataforma continental.

La acumulación metálica promedio para los metales Cu, Ni, Co, Cr, Zn, Pb y Fe se presenta de mayor a menor proporción en cada uno de los rasgos topográficos como sigue:

Plataforma continental > depresiones > talud

En el caso del cadmio y la plata, las acumulaciones de estos metales fueron como las concentraciones, más altos en la plataforma y el talud y los más bajos en las depresiones.

En cambio el manganeso presentó tasas de acumulación más elevadas en los núcleos de las depresiones sobre todo en los núcleos de las cuencas Farallón, Guaymas y Pescadero (Tabla 5.4.2) y las más bajas en el talud, lo cual es de esperarse ya que ahí se tienen las tasas de sedimentación más bajas (Tabla 5.4.1) y las concentraciones intermedias (Tabla 5.2.1). Estas últimas provocadas por el efecto de la capa mínima de oxígeno que intercepta con una gran proporción del talud del golfo de California.

En la tabla 5.4.3 también se indican los resultados de la comparación múltiple entre pares de promedios efectuadas por el método de Gabriel (1978), con excepción de los pares indicados, el resto de los datos no presentó diferencias esta dísticamente significativas ($\alpha=0.05$).

En la tabla 5.4.4 se presenta una serie de tasas de acumulación para Cu, Mn, Fe, Zn y Ni en distintos núcleos del golfo de California colectados en diferentes investigaciones: Niemitz (1977) Donegan y Schrader (1982) y este estudio. En la cuenca de Guaymas en los núcleos trabajados por Donegan y Schrader ellos consideraron una tasa de sedimentación de $0.185 \text{ cm año}^{-1}$ para sus dos núcleos, tasa de sedimentación inferior a la utilizada en el presente trabajo (0.23 y 0.32 cm año^{-1}). Aún así, si se normalizan las tasas de acumulación metálica obtenidas, éstas resultan distintas; siendo de dos ó más veces mayor (en los cinco elementos) en este estudio que los obtenidos por Donegan y Schrader (1982). Ahora los cálculos en ambos casos se hicieron con la misma expresión la diferencia realmente estriba en las concentraciones medidas, lo cual pudiera deberse a las distintas técnicas utilizadas. En la cuenca Farallón, no obstante que la tasa de sedimentación entre el núcleo R-82 y el B24 fue prácticamente la misma (0.10 y 0.09 cm año^{-1}), la sedimentación metálica obtenida en esta investigación fue también mayor, siendo diez veces ó más grande que la calculada por Niemitz (1977); en cambio en el núcleo B27 (de este estudio), con una tasa de sedimentación de 0.02 cm año^{-1} , tuvo un flujo comparable al R-47 (de Niemitz, 1977), ambos obtenidos en la cuenca Pescadero.

El hecho de obtener diferentes tasas de acumulación metálica puede ser explicable por las distintas concentraciones obtenidas en los distintos trabajos, en ese sentido Niemitz (1977), reconoce que el ataque con HNO_3 que él empleó (5 ml HNO_3 /gramo de sedimento), no ataca a los silico-aluminatos, aunque Donegan y Schrader (1982), aparentemente si utilizaron una técnica más eficiente en la

5.4.1 Tasas de sedimentación y acumulación en los sedimentos de la parte centro y sur del golfo de California.

Localidad	Núcleo	(m) Profundidad	(w) (cm.año ⁻¹)	(r) (mg.cm ⁻² . año ⁻¹).
Cuenca de Guaymas	B19	1500	0.10	25.2
	B20	1490	0.08	11.4
	B21	2010	0.26	36.0
	B14	2020	0.33	33.0
	B13	630	0.23	49.6
	B15	1815	0.20	59.4
	B16	1540	0.26	28.6
	B17	790	0.32	128
	B18	380	0.53	315
Sill entre C. Guaymas y C. Carmen	B22	1350	0.27	74.3
Cuenca del Carmen	B12	670	0.22	33.0
	B11	1050	0.04	8.1
	B10	2450	0.13	15.9
	B9	1240	0.28	92.1
	B8	840	0.05	8.8
	B7	45	0.48	190
	P25	1200	0.13	28.6
Cuenca Farallón	B23	2410	0.24	56.2
	B24	3250	0.09	40.0
	B5	2250	0.23	58.9
	B6	2220	0.30	146
Cuenca Pescadero	B25	2450	0.13	18.6
	B26	3230	0.10	24.2
	B27	1600	0.02	3.5
	B4	1210	0.05	32.6
	B3	2500	0.36	131
	P19	3400	0.06	23.1
	B2	1160	0.10	44.1
	B1	240	0.72	31.3
B28	2590	0.18	48.1	
Cuenca Mazatlán	P2	635	0.15	33.0
	P3	2020	0.30	67.0
	P4	2040	0.08	23.5
	P5	2640	0.16	35.0
	B29	3180	0.29	79.5
Boca del Estero de Urfas	B37	25	0.16	88.0

Tabla 5.4.2 Tasas de acumulación de metales pesados en los sedimentos del golfo de California ($\text{mg. m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1}$).

Núcleo	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe x 10 ³
Plataforma continental										
B1	77.3	93.9	30.7	121	416	176	11.4	7.00	1270	110
B7	59.5	72.8	34.2	74.7	238	84.4	2.30	2.60	889	57.4
B37	25.5	21.5	15.5	3.5	123	40.0	1.10	2.26	609	32.4
Talud y borde de las cuencas										
B2	13.9	17.6	5.8	24.9	99.2	20.0	1.80	0.78	154	14.4
B4	5.7	6.4	3.3	8.9	31.8	7.2	0.40	0.46	120(a)	10.1
B8	3.7	4.5	1.2	5.2	11.5	3.0	0.37	0.23	22.8	2.6
B9	36.9	41.5	17.8	38.9	108	30.9	3.18	2.68	218	19.1
B11	3.3	3.9	1.3	3.8	8.1	2.7	0.30	0.13	18.3	1.75
B12	15.4	21.4	6.5	10.2	53.1	8.6	0.90	0.88	56.1(a)	8.05
B13	27.4	20.0	9.1	20.4	55.1	21.9	2.53	1.00	119	11.2
B15	24.9	20.9	12.5	19.7	84.9	28.7	1.32	0.92	891(a)	15.4(a)
B16	9.8	9.2	8.4	13.2	33.2	13.2	0.84	0.59	114(a)	9.4
B17	32.8	25.7	32.5	44.2	13.4	48.0	2.92	1.87	395	45.6
B18	68.0	61.7	42.5	96.4	311	115	6.80	7.94	1135	108
B19	10.4	10.6	4.4	8.4	28.7	6.7	0.22	0.67	61.7(a)	5.3
B20	7.9	5.9	2.5	4.1	15.3	9.6	0.47	0.38	28.5(a)	2.2
B22	27.9	34.6	14.9	24.3	71.0	25.8	0.03	0.94	184(a)	16.5
B25	13.3	11.5	3.8	8.2	34.4	7.8	0.80	0.39	98.6	6.9
B27	1.7	2.0	0.4	1.8	5.9	1.5	0.07	0.07	11.3(a)	0.9
B28	54.4	44.3	10.9	25.1	113	23.0	2.51	0.61	375(a)	15.8
P4	25.0	19.4	6.5	11.4	48.8	10.1	1.06	0.59	92.8(a)	8.7
Depresiones de las cuencas										
P19	24.0	15.5	4.0	6.5	49.4	11.5	0.77	0.24	335(a)	8.0
B3	110	98.6	20.7	64.8	295	46.1	2.03	1.81	955(a)	45.1
B5	32.1	38.6	10.2	22.0	108	22.7	0.52	1.34	815(a)	16.7
B6	49.8	37.7	24.1	59.6	197	69.6	6.10	2.39	876(a)	53.9
B24	14.6	17.2	8.9	16.4	60.0	14.6	0.53	0.56	2000(a)	14.0
B23	29.6	34.2	10.2	17.8	99.5	24.3	0.83	0.73	1265(a)	16.2
B10	8.6	10.4	4.0	5.9	28.0	9.5	0.33	0.36	40.9(b)	3.3
B14	15.0	15.8	7.3	9.9	42.6	11.8	0.29	0.87	226(d)	6.6(a)
									3524(e)	11.7(e)
B21	16.9	19.9	5.0	10.0	50.4	14.9	0.86	0.80	281(a)	8.1(d)
									2905(e)	12.2(e)
B26	22.6	19.8	4.5	9.7	49.4	10.5	0.36	0.52	211(a)	7.0(a)
									1940(a)	
B29	93.8	70.9	17.0	37.1	201	29.6	1.02	0.95	1081(a)	31.0

Calculada la tasa de acumulación en las secciones superficiales (a), con el promedio de las secciones 40-53 cm (b), con el promedio de las secciones 10-40 cm (c), con las secciones 55-67 cm (d), y con las secciones 0-15 cm (e).

Tabla 5.4.3 Acumulación promedio de metales pesados en los sedimentos del golfo de California ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\text{ año}^{-1}$).

Metal	Plataforma continental (n = 3)		Talud/borde de las cuencas (n = 18)		Depresiones de las cuencas (n = 11)	
	R	$\bar{x} \pm \delta$	R	$\bar{x} \pm \delta$	R	$\bar{x} \pm \delta$
Cu	25.5-77.3	54.1 \pm 26.3	1.7-68.0	21.2 \pm 18.1	8.6-110	37.9 \pm 33.7
Ni	21.5-93.9	* 62.7 \pm 37.2	2.0-61.7	*20.1 \pm 16.3	10.4-98.6	34.4 \pm 27.4
Co	15.5-34.2	* 26.8 \pm 9.9	0.4-42.5	*10.2 \pm 11.1	4.0-24.7	10.6 \pm 7.1
Cr	3.5-121	* 66.4 \pm 59.2	1.8-96.4	*20.5 \pm 22.4	5.9-64.8	23.6 \pm 21.1
Zn	123-416	* 259 \pm 148	5.9-311	*69.3 \pm 71.8	28.0-295	107 \pm 86.5
Pb	40.0-176	**100 \pm 69.4	1.5-115	**21.3 \pm 26.4	9.5-69.6	**24.1 \pm 18.6
Cd	1.10-11.4	*4.93 \pm 5.63	0.03-6.80	*1.47 \pm 1.67	0.29-6.10	1.24 \pm 1.68
Ag	2.26-7.00	*3.95 \pm 2.64	0.07-7.94	*1.17 \pm 1.80	0.24-2.39	0.96 \pm 0.65
Mn	609-1270	***923 \pm 332	11.3-1135	***227 \pm 309	226-2000a	***809 \pm 541a
					335-3524b	1505 \pm 983b
Fex10 ³	32.4-110	**66.6 \pm 39.6	0.9- 108	**16.8 \pm 24.9	3.3-53.9	**19.1 \pm 16.9

(a) Calculado con los flujos de las capas subsuperficiales; (b) calculado con los flujos subsuperficiales de 8 núcleos y los superficiales (0-15 cm) de 3 núcleos.

* Significativamente ($\alpha=0.05$) diferentes; ** Talud y depresión significativamente ($\alpha=0.05$) diferentes de la plataforma; *** Talud significativamente ($\alpha=0.05$) diferente de la depresión y de la plataforma continental.

Tabla 5.4.4 Comparación de las tasas de acumulación metálica en núcleos del Golfo de California colectados en diferentes investigaciones.

Localidad y núcleo	Profundidad (m)	$(\text{cm} \cdot \text{año}^{-1})$	$(\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{año}^{-1})$				
			Cu	Mn	Fe	Zn	Ni
<u>Cuenca de Guaymas</u>							
Talud peninsular: núcleo B29 (Donegan y Schrader, 1982)	635	.185	9.95	55.5	5459	16.3	9.1
Núcleo B13 (este estudio)	630	.23	27.4	119	11200	55.1	20.0
Talud continental: núcleo E-9 (Donegan y Schrader, 1982)	660	.185	8.2	50.9	5143	23.7	-
Núcleo B17 (este estudio)	790	.32	32.8	395	45600	134	25.7
<u>Cuenca Farallón</u>							
Núcleo R-82 (Niemitz, 1977)	3165	.10	.56	86	660	6.8	.33
Núcleo B24 (este estudio)	3250	.09	14.6	2000	14000	60	17.2
<u>Cuenca Pescadero</u>							
Núcleo R-47 (Niemitz, 1977)	2822	.046	1.4	11.7	415	3.6	1.2
Núcleo P19	3400	.06	24.0	335	8000	49.4	15.5
Núcleo B27 (este estudio)	1600	.02	1.7	11.3	900	5.9	2.0

Tabla 5.4.5 Tasas de sedimentación y de acumulación metálica de los sedimentos del Golfo de California comparado a las de áreas oceánicas.

Área	Profundidad (m)	Tasa de sedimentación (cm/10 años)	Tasa de acumulación metálica (mg/m ² año)				
			Cu	Ni	Zn	Mn	Pb x 10 ²
Golfo de California (a):							
Plataforma Continental							
Núcleo B7 (CC)	45	480	59.5	72.8	238	889	574
Núcleo B37 (CM)	25	160	25.5	21.5	123	609	324
Talud continental							
Núcleo B18 (CG)	380	530	68.0	61.7	311	1135	1090
Núcleo B17 (CG)	790	320	32.8	25.7	134	395	456
Núcleo B8 (CC)	840	50					
Núcleo B2 (CP)	1160	100	13.9	17.6	99.2	1540	144
Talud peninsular							
Núcleo B13 (CG)	630	230	27.4	20.0	55.1	119	112
Núcleo B12 (CC)	670	220	15.4	21.4	53.1	56.1	80.5
Núcleo B4 (CP)	1210	50	5.7	6.4	31.8	120	101
Depresiones/bordes							
Núcleo B21 (CG)	2010	260	16.9	19.9	50.4	281-2905	8.1-12.2
Núcleo B15 (CG)	1815	200	24.9	20.9	84.9	891	154
Núcleo B10 (CC)	2450	130	8.6	10.4	28.0	40.9-858	33
Núcleo B5 (CP)	2250	230	32.1	38.6	108	815	167
Núcleo B24 (CF)	3250	90	14.6	17.2	60.0	2000	140
Núcleo B26 (CP)	3230	100	22.6	19.8	49.4	211-1940	70
Núcleo P19 (CP)	3400	60	24.0	15.5	49.4	335	80
Oceánica:							
Dorsal del Pacífico							
(b)	2830	1.5	-	1.6	-	280	8.20
Oriental							
(c)		1.1	3.3	1.9	1.4	240	6.30
Atlántico							
(d)	5520	1.02	0.57	0.53	.08	14.3	3.35

(a) Este estudio; (CC) cuenca del Cármen; (CG) Cuenca de Guaymas; (CF) Cuenca Farallón; (CP) Cuenca Pescadero; (b) Bender, et al (1971); Dorsal del Pacífico Oriental 17°S, 114° W; (c) Lostrom et al (1974); (d) Thomson et al (1984) Núcleo 10170 = 10X colectado al Sur del plano abisal de Los Hares.

extracción (2 ml HF y 2 ml HNO₃/100-200 mg de muestra).

Con objeto de comparar las tasas de acumulación metálica en los distintos rasgos morfológicos del golfo de California y compararlos a los de áreas oceánicas se elaboró la tabla 5.4.5; en esta se puede observar las notables diferencias entre los flujos metálicos del golfo y los de cualquiera de las áreas oceánicas. Dentro del golfo, los aportes metálicos sedimentarios del talud peninsular son los que en general presentan los menores flujos. Ahora bien, si se normaliza por ejemplo el núcleo P19 (o algún otro núcleo de las depresiones), con respecto a la tasa de sedimentación oceánica (1.02-1.5 cm/10³ años), es interesante notar que los flujos calculados (Cu, 0.44; Ni, 0.28; Zn, 0.90; Mn, 6.0; Fe, 1.5 mg/m² año), tienen con excepción del Zn más semejanza con los valores del plano abisal de los Nares en el Atlántico (Thompson et al 1984), que con las muestras metalíferas del Dorsal del Pacífico Oriental (Bender et al 1971; Bostrom et al 1973, 1974).

Con el fin de calcular las tasas de acumulación metálica representativas en la porción central y sur del golfo de California, se realizó una estimación de los aportes metálicos en cada rasgo topográfico de cada cuenca (Tabla 5.4.7); para ello primeramente se hizo una estimación de las áreas que cubren cada tipo de fondo (Tabla 5.4.6). Así en el bajo golfo se obtuvo una extensión del orden de 1.21 x 10⁵ km²; de esa manera incluyendo los fondos de las plataformas adyacentes a las cuencas, tenemos que la mayor área la tiene el sistema complejo de cuencas de Pescadero (41590 km²), cuenca de Guaymas (34150 km², después, cuenca del Carmen (25150 km²) y finalmente cuenca Farallón (20135 km²).

Todos los flujos máxicos (g. año⁻¹) metálicos se presentaron en una mayor magnitud en la cuenca Pescadero y cuenca de Guaymas (Tabla 5.4.7); mientras que la acumulación metálica (normalizada por el área de cada cuenca), en la mayoría de los casos (Fe, Mn, Cd, Co, Ag, Cr, Pb), fue mayor en la cuenca de Guaymas (Tabla 5.4.8). En esta tabla también es posible observar como las tasas de acumulación metálica de las depresiones son relativamente altas y en algunos casos más elevadas, siendo ésta más notorio para el manganeso, y en el caso de la cuenca de Pescadero, esto también se da para Cu y Ni. Respecto a las tasas de sedimentación metálica entre las distintas cuencas es interesante como se puede agrupar a los metales:

Cu y Zn: CP > CG > CC > CF
 Ni: CP > CC > CG > CF
 Co: CG > CC > CF > CP
 Cr, Pb, Ag: CG > CP > CC > CF
 Cd, Fe, Mn: CG > CP > CF > CC

En donde CG = cuenca de Guaymas, CC = cuenca del Carmen, CF = cuenca Farallón y CP = cuenca Pescadero. Este orden de sedimentación que coincide entre algunos metales se puede explicar en función de su comportamiento geoquímico y de su disponibilidad. De ese modo el importante aporte hidrotermal en la cuenca de Guaymas y la rápida sedimentación de una buena parte del Mn inyectado hidrotermalmente (Campbell, 1908), podrían explicar las relativamente altas tasas de acumulación de Mn en esa cuenca; el caso del hierro sería similar, aunque en la tabla 5.4.8 se nota claramente como la depositación del hierro en el talud de la cuenca de Guaymas es mucho mayor con respecto a cualquiera de las otras cuencas, la depositación del hierro en esa zona es muy probable que ocurra como sulfuros de hierro, pero su mayor suministro es más difícil de explicar, ya que la precipitación del aporte hidrotermal es de esperarse que para este metal sea mucho más

Tabla 5.4.6 Distribución del área en las porciones centro y sur del Golfo de California.

<u>Cuenca de Guaymas</u>	Area (Km ²)	Area (%)
Plataforma continental, parte continental (< 200 m)	4500	13.2
Plataforma continental, parte peninsular, (< 200 m)	900	2.6
Talud continental (200-1500 m)	12000	35.1
Talud peninsular (200-1500m)	8000	23.4
Borde/depresión (1500-2000m)	8000	23.4
Depresión profunda (~2000 m)	750	2.2
	<u>34150</u>	<u>99.9</u>
<u>Cuenca del Cármen:</u>		
Plataforma continental, parte continental (<200m)	8000	31.8
Plataforma continental, peninsular (<200m)	850	3.4
Talud continental (200-1500m)	8000	31.8
Talud peninsular (200-1500m)	5500	21.9
Borde/depresión (1500-2400m)	2400	9.5
Depresión profunda (~2450m)	400	1.6
	<u>25150</u>	<u>100</u>
<u>Cuenca Farallón</u>		
Plataforma continental, parte continental (<200m)	3600	17.9
Plataforma continental, peninsular, (<200m)	800	4.0
Talud continental (200-1500m)	4300	21.3
Talud peninsular (200-1500m)	6100	30.3
Borde/Depresión (1500-2000m)	3750	18.6
Borde/Depresión (2000-3000m)	1500	7.4
Depresión profunda (-3000m)	85	0.4
	<u>20135</u>	<u>99.9</u>
<u>Cuenca Pescadero:</u>		
Plataforma continental, parte continental (<200m)	6660	16.0
Plataforma continental, peninsular (< 200m)	1150	2.7
Talud continental (200-2000m)	12940	31.1
Talud peninsular (200-2000m)	11470	27.6
Borde/Depresión (2000-3000m)	8170	19.6
Depresión profunda (3000-3600m)	1200	2.9
	<u>41590</u>	<u>99.9</u>
Area total del Bajo Golfo	121025	

Tabla 5.4.7 Flujo másico sedimentario de metales pesados en la parte centro y sur del Golfo de California (g. año⁻¹)

Localidad	Cu.10 ⁷	Ni.10 ⁷	Co.10 ⁷	Cr.10 ⁷	Zn.10 ⁷	Pb.10 ⁷	Cd.10 ⁵	Ag.10 ⁵	Mn.10 ⁸	Fe.10 ¹⁰
Cuenca de Guaymas:										
Plataforma continental	34.8	42.3	13.8	54.4	187	79.2	495	315	57.2	49.5
Plataforma peninsular	0.5	0.6	0.3	0.8	2.9	0.6	3.6	4.1	1.1	0.9
Talud continental	39.4	30.8	39.0	53.0	161	57.0	350	224	47.4	54.7
Talud peninsular	21.9	16.0	7.2	16.3	44	17.5	202	80	9.5	9.0
borde/depresión (a)	20.0	15.7	9.1	16.2	67.9	23.0	108	72	71.3	12.4
Depresión profunda	1.3	1.5	0.4	0.6	3.8	1.1	4.3	6.0	2.1 (21.8)	0.7
	<u>117.9</u>	<u>106.9</u>	<u>69.8</u>	<u>141.5</u>	<u>466.5</u>	<u>178.4</u>	<u>1162.9</u>	<u>701.1</u>	<u>188.6 (208.3)</u>	<u>127.2</u>
Cuenca del Carmen:										
Plataforma continental	47.6	58.2	27.4	59.8	190	67.5	184	208	71.1	45.9
Plataforma peninsular	0.5	0.6	0.3	0.8	2.9	0.6	3.6	4.1	1.1	0.9
Plataforma continental	16.2	18.4	7.6	17.6	48.0	13.6	144	116	9.5	8.6
Talud peninsular	5.1	6.9	2.1	3.9	16.8	3.1	33	27.5	2.0	2.7
Depresiones	2.4	2.9	1.1	1.5	7.8	2.7	9.2	10.1	1.1 (24.0)	0.9
	<u>71.8</u>	<u>87.0</u>	<u>38.5</u>	<u>83.6</u>	<u>265.5</u>	<u>87.5</u>	<u>383.8</u>	<u>367.7</u>	<u>84.8 (107.7)</u>	<u>59.0</u>
Cuenca Farallón:										
Plataforma continental	21.4	26.2	12.3	26.9	85.4	30.3	82.7	93.5	32.0	20.6
Plataforma peninsular	0.5	0.6	0.3	0.8	2.9	0.6	3.6	4.1	1.1	0.9
Talud continental	8.2	9.4	3.8	8.8	24.0	7.0	74	60.0	5.1	4.6
Talud peninsular	4.0	4.8	2.4	6.4	23.2	4.8	28.8	32.8	8.8	7.2
borde/depresión (b)	19.5	19.4	7.8	17.0	70.0	20.4	130	78.1	51.7	15.2
Depresión profunda	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.4	0.5	1.0	0.1
	<u>53.7</u>	<u>60.5</u>	<u>26.7</u>	<u>60.0</u>	<u>206.0</u>	<u>63.2</u>	<u>319.5</u>	<u>269.0</u>	<u>99.7</u>	<u>48.6</u>
Cuenca Pescadero:										
Plataforma continental	51.5	62.6	20.4	80.5	277	117	733	466	84.4	73.1
Plataforma peninsular	0.7	0.8	0.4	1.0	3.3	0.8	5.1	5.6	1.4	1.2
Talud continental	10.1	12.7	4.0	17.3	67.9	14.2	122	55.6	10.7	9.9
Talud peninsular	8.0	9.6	4.8	12.8	46.4	9.6	128	65.0	17.6	14.4
borde depresión (c)	89.9	80.6	16.9	52.9	241	37.7	166	148	78.0	36.8
Depresión profunda	2.0	1.9	0.5	0.8	5.9	1.4	9.2	4.6	2.5 (23.2)	1.0
	<u>163.1</u>	<u>168.2</u>	<u>47.0</u>	<u>165.3</u>	<u>641.5</u>	<u>180.7</u>	<u>1163.3</u>	<u>744.8</u>	<u>194.6 (215.3)</u>	<u>136.4</u>
Total	406.5	422.6	182	450.4	1579.6	509.8	3029.5	2082.6	567.7 (631.0)	371.2

(a) 1500-2000 m; (b) 1500-3000 m; (c) 2000-3000 m; () calculado el flujo con las tasas de acumulación de las secciones superficiales (0-15 cm)

Tabla 5.4.8 Tasa de acumulación metálica promedio en los sedimentos de la parte centro y sur del Golfo de California normalizada a el área de cada rasgo fisiográfico. ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\text{ año}^{-1}$)

	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe $\times 10^2$
Cuenca de Guaymas:										
Plataforma continental	65.4	79.4	26.1	102	351	147	9.2	5.9	1080	933
Talud	30.7	23.4	23.1	34.7	102	37.2	2.8	1.5	284	318
Depresiones(a)	24.3	19.7	10.8	19.4	81.9	27.5	1.3	0.9	839(1064)	150
Promedio	34.5	31.3	20.4	41.4	137	52.2	3.4	2.0	552(610)	372
Cuenca del Cármen:										
Plataforma continental	54.4	66.4	31.3	68.5	218	76.9	2.1	2.4	816	529
Talud	15.8	18.7	7.2	15.9	48.0	12.4	1.3	1.1	85.2	83.7
Depresiones(b)	8.6	10.4	4.0	5.9	28.0	9.5	0.3	0.4	40.9(858)	33.0
Promedio	28.5	34.5	15.3	33.2	106	34.8	1.5	1.5	337 (428)	235
Cuenca Farallón:										
Plataforma continental	49.8	60.9	28.6	62.9	200	70.2	2.0	2.2	752	489
Talud	11.7	13.7	6.0	14.6	45.4	11.3	1.0	0.9	134	113
Depresiones(c)	36.7	36.6	14.8	32.0	132	38.4	2.4	1.5	988	287
Promedio	26.7	30.0	13.3	29.8	102	31.4	1.6	1.3	495	241
Cuenca Pescadero:										
Plataforma continental	66.1	81.1	26.1	103	358	149	9.4	6.0	1090	951
Talud	7.1	8.9	3.6	12.2	46.0	9.7	1.0	0.5	115	99.5
Depresiones(d)	99.0	88.0	18.5	57.2	262	41.7	1.9	1.6	859(1080)	403
Promedio	39.1	40.3	11.3	39.6	154	43.5	2.8	1.8	468(518)	328

(a) 1500-2000m; (b) 1500-2400m; (c) 1500-3000m; (d) 2000-3600m; () calculada con las secciones superficiales (0-15 cm).

local que para el manganeso. En cuanto al cadmio (como se mencionó en la sección 5.2) si este tiene la aparente tendencia a asociarse con el material biogénico (Gendron et al 1986), principalmente fitoplancton, es de esperar que en aquellas áreas como gran parte de la cuenca de Guaymas (Calvert 1966 a, b), se incorporen mayores proporciones del metal que en las demás áreas del golfo.

A pesar de la amplia variabilidad regional en los flujos y tasas de acumulación metálica en las distintas cuencas del Bajo golfo, existe una evidente consistencia en los datos como un todo en la magnitud relativa de los flujos elementales. Así, es posible observar que tanto para los flujos máxicos (g/año), como para las tasas de acumulación (mg/m². año), hay una misma tendencia a decrecer en el orden siguiente:

Fe > Mn > Zn > Pb > Cr > Ni > Cu > Co > Cd > Ag

Los factores que podría esperarse que controlen las magnitudes relativas de los flujos, son los distintos aportes relativos que le suministran los metales al golfo y la relativa eficiencia de los procesos de captura para cada elemento. Suponiendo que el principal aporte fuese riverino, y que las concentraciones de sueltas relativas de los metales en el agua de río que le suministran al golfo de California fuesen los del río mundial promedio (Turekian, 1969; Martin y Maybeck, 1979), tendríamos una secuencia de aporte:

Fe > Zn > Mn > Cu > Pb > Cr > Ni > Ag > Co > Cd

mientras que en el material particulado de los ríos:

Fe > Mn > Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Co > Cd > Ag

con lo que se puede observar una mayor similitud con la secuencia del particulado de los ríos que con la fracción disuelta, sin embargo si consideramos también la composición relativa de los fluidos hidrotermales de la cuenca de Guaymas. (Von Damm, 1983; Edmond y Von Damm, 1985):

Mn > Fe > Zn > Cu, Co, Pb, Cd, Ag

siendo incierto para los últimos cuatro metales y si además comparamos las secuencias anteriores con las del aporte biogénico relativo (Tabla 5.1.1, Brumsack 1983):

Fe > Zn > Cu > Cd > Mn > Ni > Cr, Pb

Podemos notar que ciertamente las secuencias de las diferentes contribuciones no son tan distintas entre sí, aunque la que guarda más semejanza con los flujos depositados en los fondos del bajo golfo es la del particulado de los ríos.

Elementos con tiempos de residencia mayores como Cu y Ni esperaríamos que fueran transferidos más ulteriormente que elementos con tiempo de residencia cortos como Fe y Mn; como quiera que sea, no obstante la gran variación en los flujos absolutos para metales individuales (Tabla 5.4.7 y 5.4.8), que en gran parte demuestra la importancia de los procesos que controlan la geoquímica de la columna de agua (por ejemplo, sobre gran parte del talud, la capa del mínimo de O₂) parece ser que la similitud en los flujos relativos que pudiesen verse modificados por dichas variaciones no fraccionan lo suficiente a los metales (aquel considerados), para alterar el patrón impuesto por su abundancia geoquímica.

6. Metales pesados en las fases geoquímicas de los sedimentos del golfo de California.

La distribución de los metales pesados en las fracciones o fases geoquímicas, operacionalmente definidas (Tessier et al, 1979; Tessier y Campbell, 1987); De intercambio/adsorción (I/A), materia orgánica y sulfuros incluyendo posiblemente a los carbonatos (O/S), Reducible (R) y Residual o litogénica (R/S), están dadas en las tablas del apéndice 4. Se analizaron 9 metales en cada una de las fases de 245 muestras de sedimento de un total de 20 núcleos, 19 de los cuales se colectaron en la parte centro y sur del golfo de California y uno (B31) en los fondos pelágicos del Pacífico adyacentes al golfo.

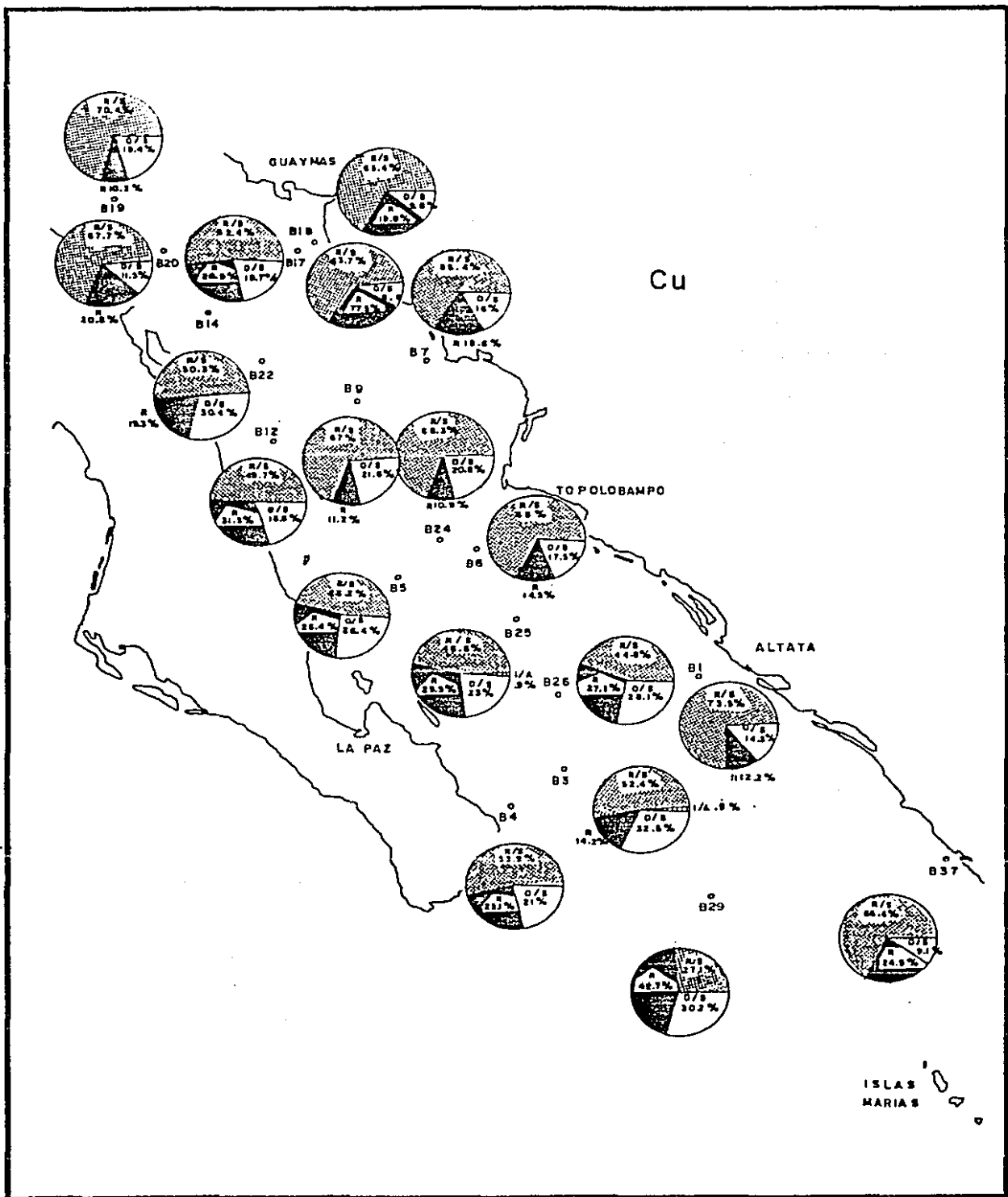
Básicamente la discusión de estos datos se ha dividido en dos partes, una en donde se presenta la distribución regional de los metales en las fases de los sedimentos superficiales (0-5 cm) y otra donde se analizan los perfiles de los metales en las fases de la columna sedimentaria.

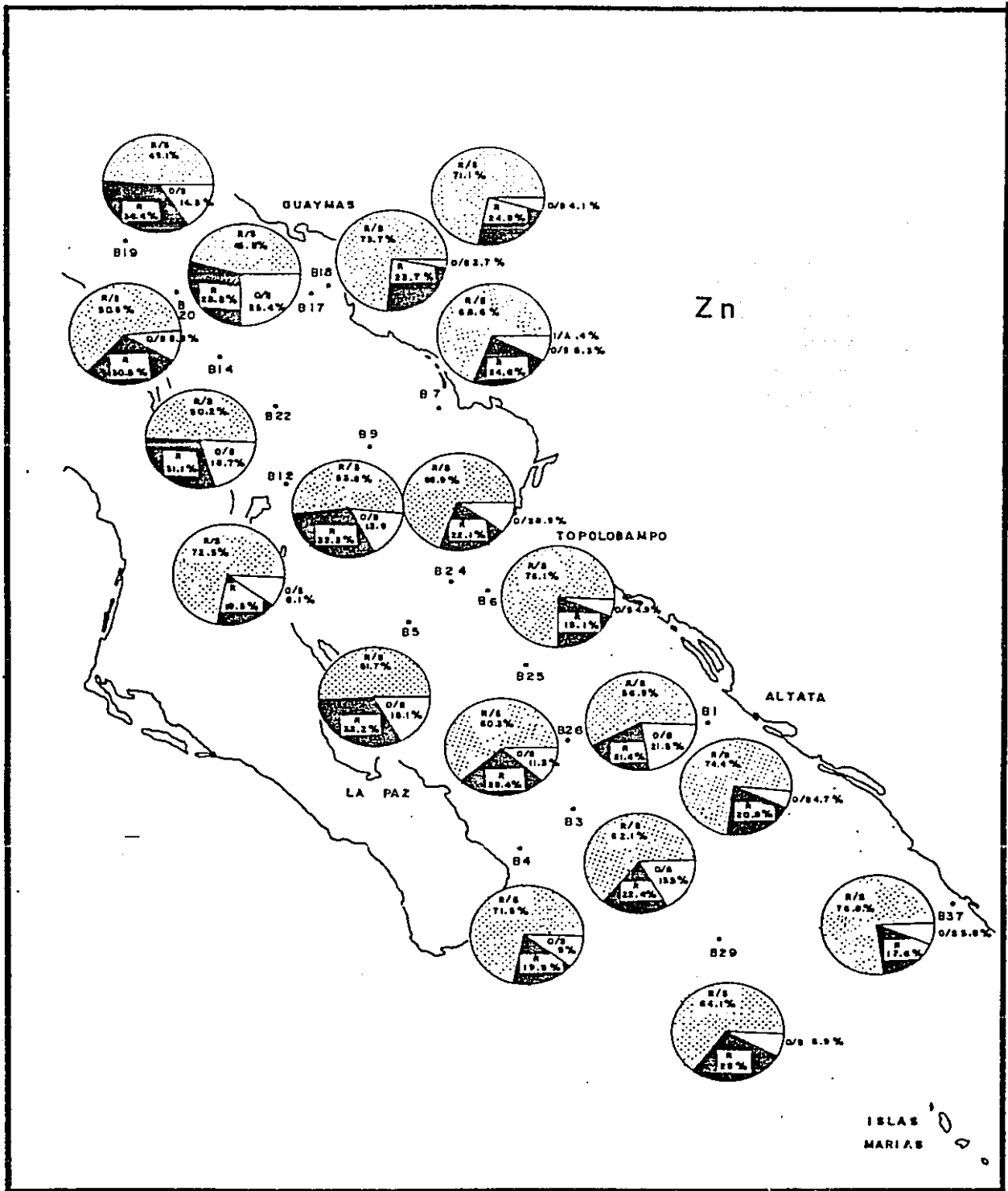
6.1 Distribución de metales pesados en las fases geoquímicas de los sedimentos superficiales.

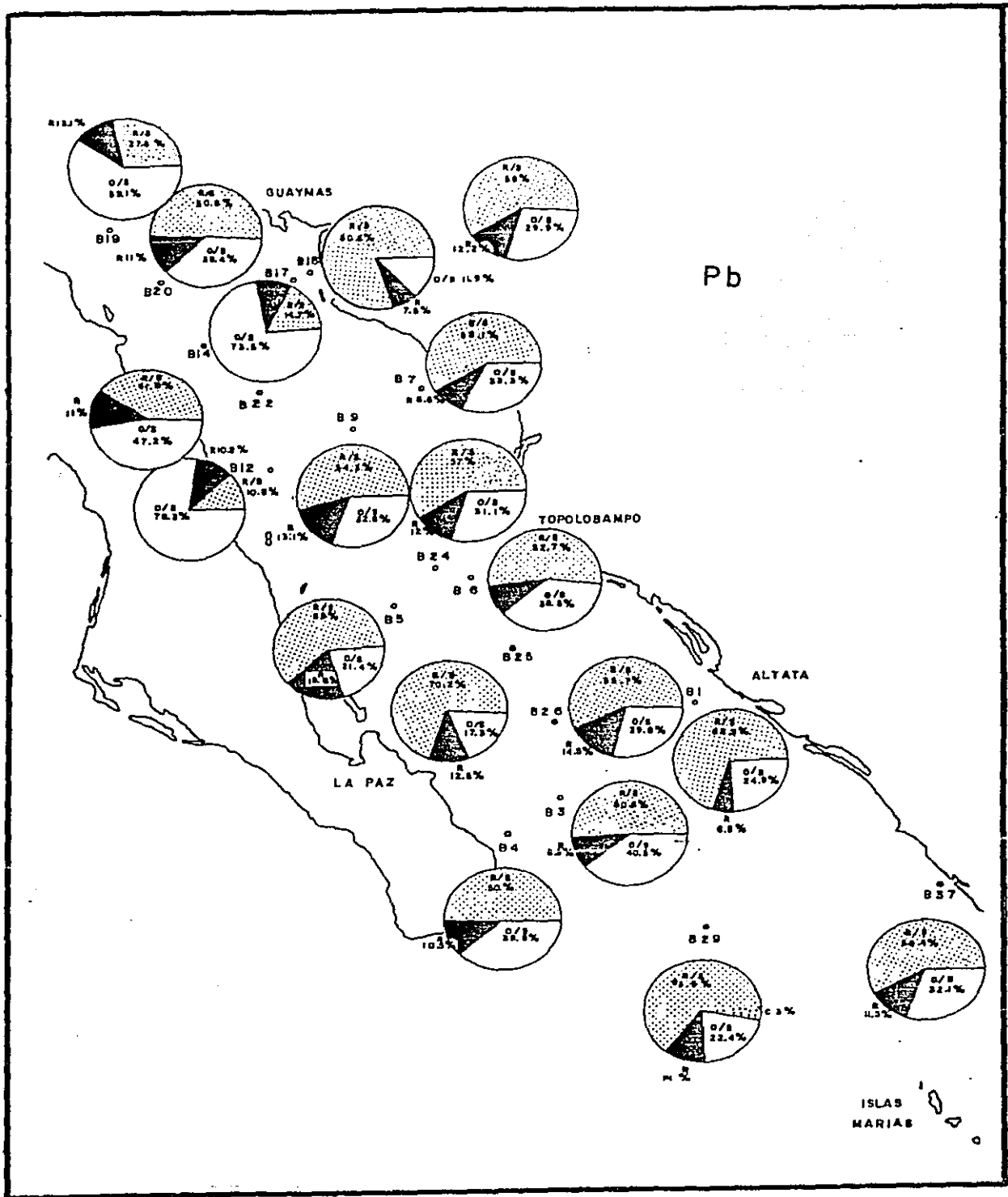
En las figuras 6.1-6.9 se ilustra la distribución de los nueve metales analizados en las fases geoquímicas de los sedimentos superficiales de la parte centro y sur del golfo de California, así como en los sedimentos del núcleo pelágico (B31). Entre los aspectos más sobresalientes de estas figuras destaca el contraste de la partición del cobre, zinc, plomo, cobalto, níquel, hierro y manganeso entre los núcleos del golfo y el B31, ya que en éste último es elevada siempre la proporción de los metales asociados a la fase oxidable y reducible y en cambio más bajas las proporciones de la fracción litogénica. Ahora, como es de esperarse en los núcleos de la plataforma continental (y sobre todo en los de la parte continental), así como algunos del lado del talud continental (B18, B17) presentan en la mayoría de los metales una mayor proporción en la fase residual que en los núcleos de las cuencas y del lado peninsular.

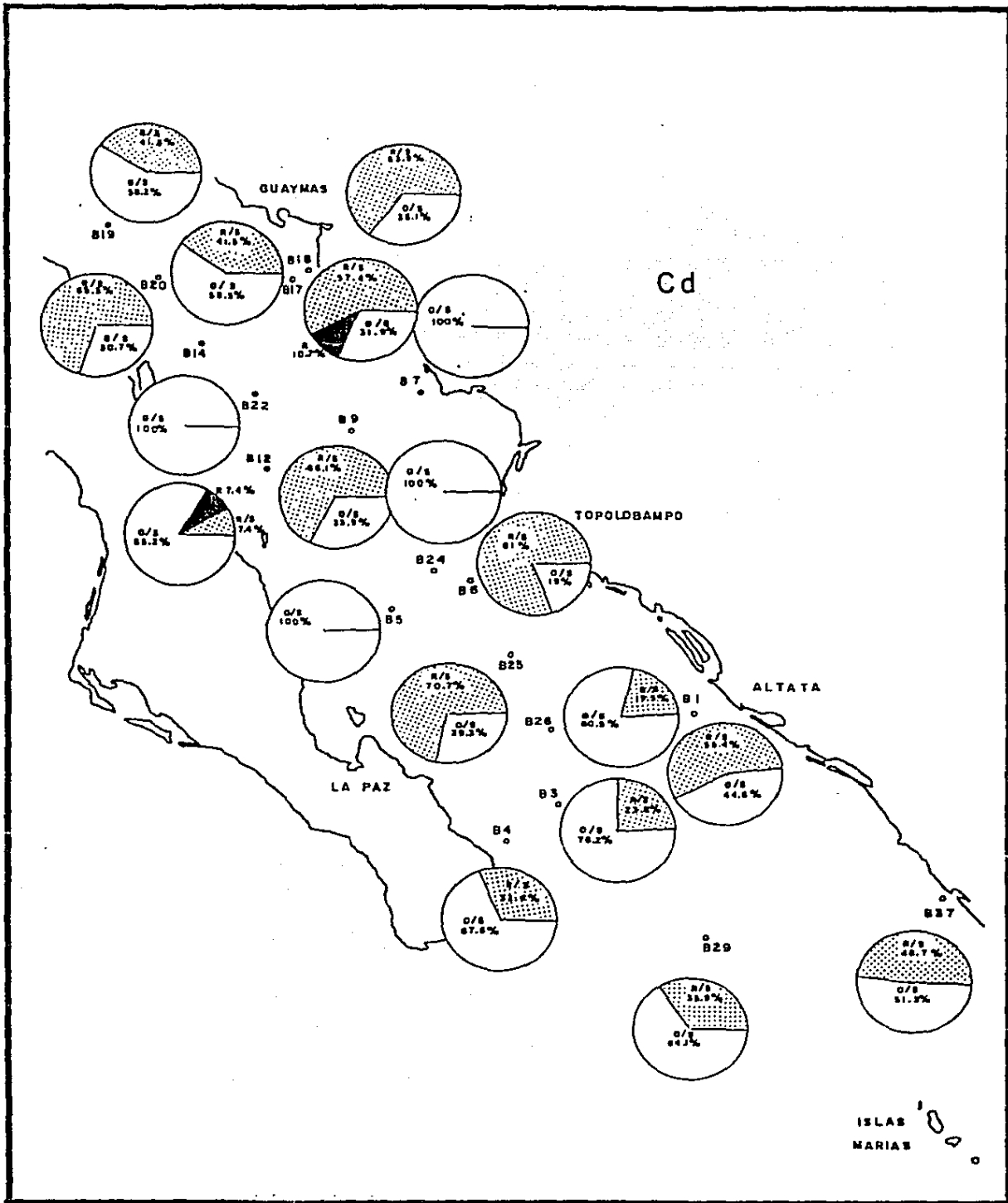
En la tabla 6.1, 6.2 y 6.3 se presentan los rangos, la media y la desviación estándar de las concentraciones para cada uno de los metales en la fracción no-litogénica de la plataforma continental, la zona del talud/borde de las cuencas, y las depresiones de las cuencas respectivamente. Para la plataforma continental se consideraron los valores de los núcleos B1 (colectado sobre los límites de la plataforma continental (Z= 240 m) frente al sistema lagunar de Altata-Ensenada El Pabellón donde desemboca el río Culiacán, y sobre el transecto del complejo de cuencas de Pescadero), B7, (colectado desde una profundidad de 45 m sobre el transecto de cuenca del Carmen, frente a la desembocadura del río Mayo) y B37 (colectado sobre la boca del estero de Urias ó Puerto de Mazatlán desde una profundidad de 25 m). Para el talud y borde de las cuencas se utilizaron los valores de 10 núcleos, dos de ellos (B22, B25), desde las cimas o "sills" que separan a las cuencas del Carmen y Guaymas y Farallón y Pescadero; las localizaciones de los 8 restantes (B3, B4, B9, B12, B17, B18, B19, B20) se hallan sobre las cuencas de Pescadero, del Carmen y Guaymas (Fig. 3.1). En las depresiones se consideran 6 núcleos; B14 de la depresión sur (Z= 2020 m) de la cuenca de Guaymas, B5 (Z= 2250 m), B6 (Z= 2220 m) y B24 (3250 m) de las depresiones de cuenca Farallón, B26 de la depresión (Z= 3230 m) de cuenca Pescadero y B29 extralado desde la depresión (Z= 3180 m) de la cuenca Mazatlán.

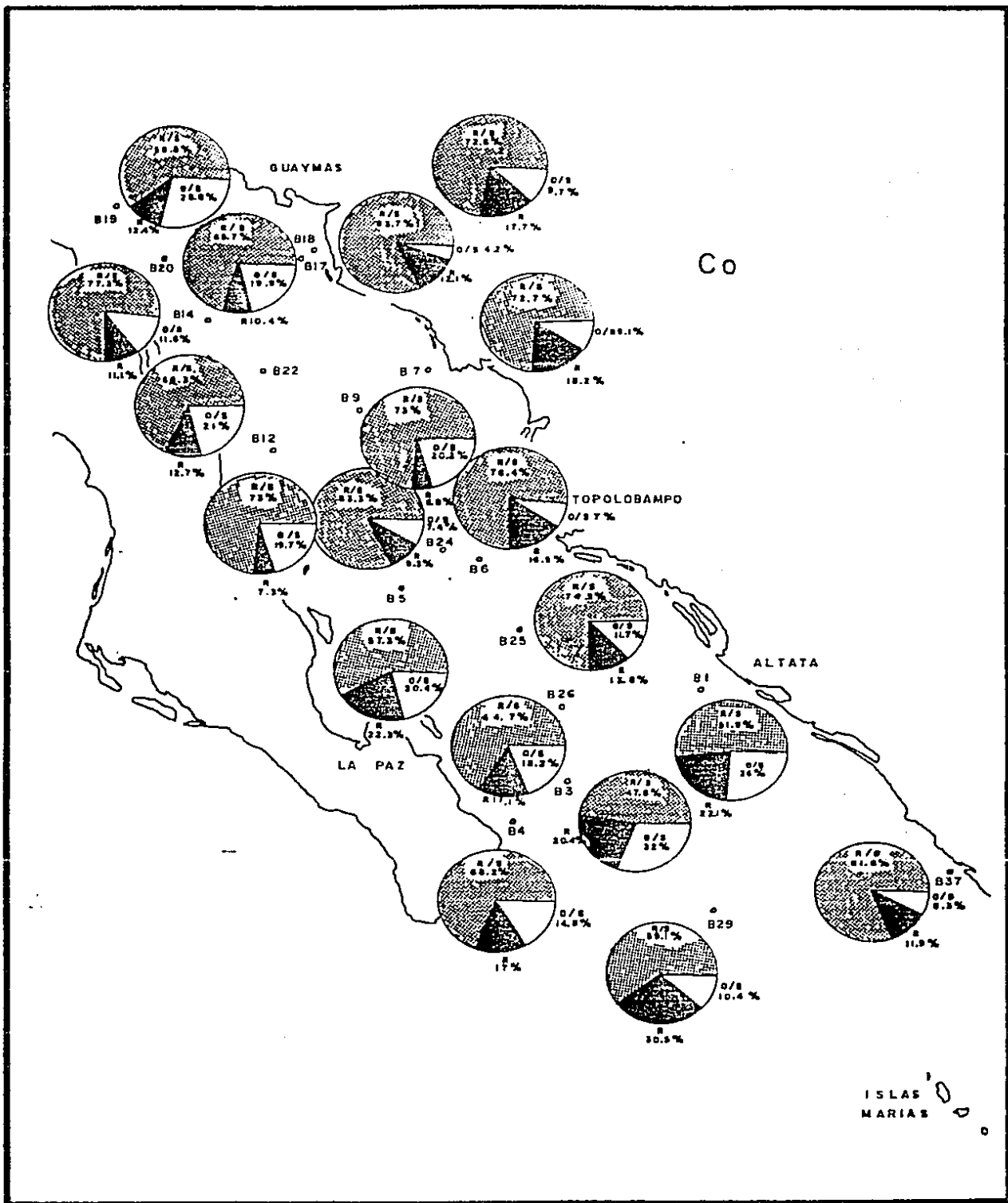
- FIGURA 6.1. DISTRIBUCION DEL COBRE EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.
- FIGURA 6.2. DISTRIBUCION DEL ZINC EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.
- FIGURA 6.3 DISTRIBUCION DEL PLOMO EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.
- FIGURA 6.4 DISTRIBUCION DEL CADMIO EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.
- FIGURA 6.5 DISTRIBUCION DEL COBALTO EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.
- FIGURA 6.6 DISTRIBUCION DEL NIQUEL EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL - GOLFO DE CALIFORNIA.
- FIGURA 6.7 DISTRIBUCION DEL CROMO EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.
- FIGURA 6.8 DISTRIBUCION DEL HIERRO EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.
- FIGURA 6.9 DISTRIBUCION DEL MANGANESO EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

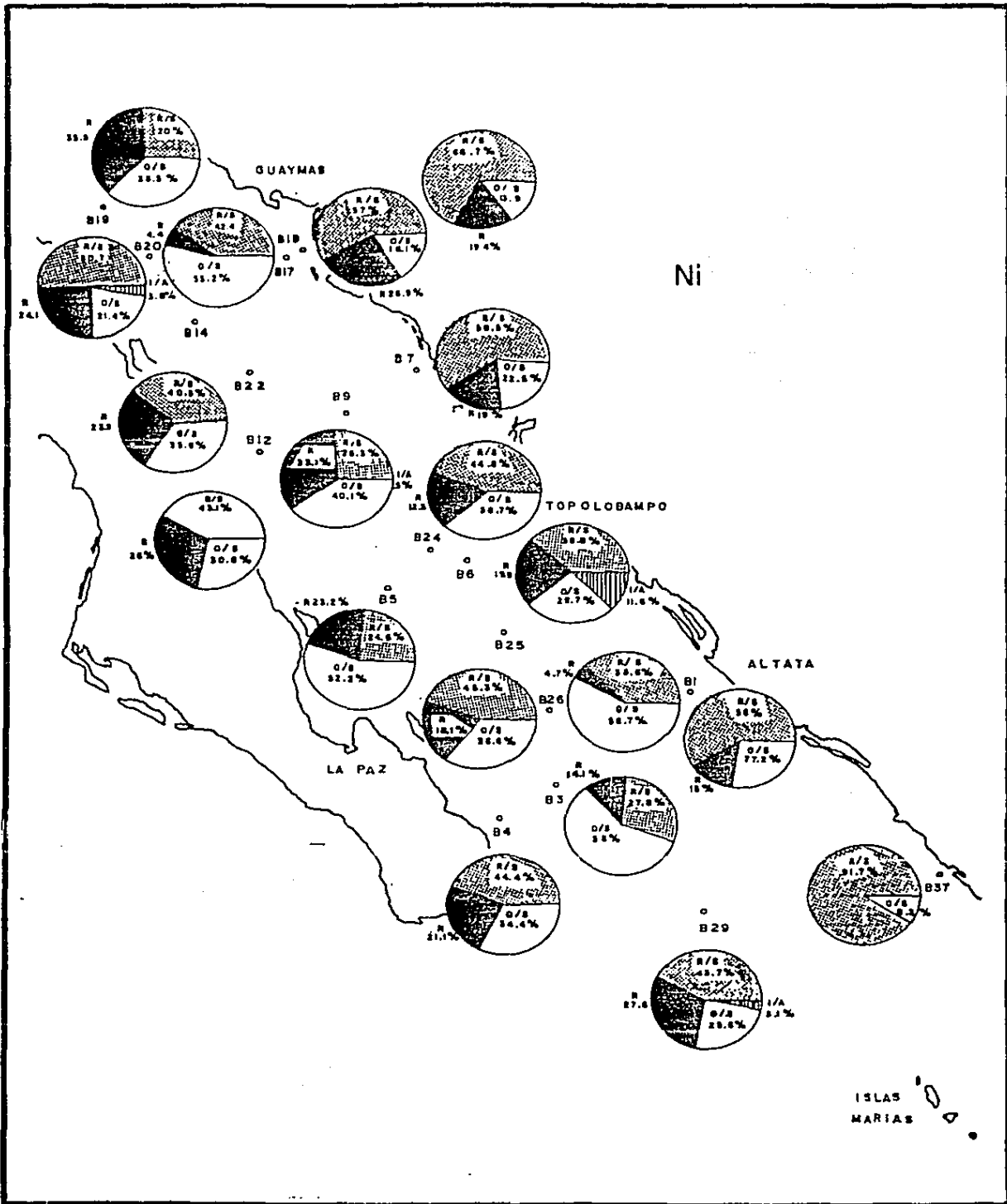


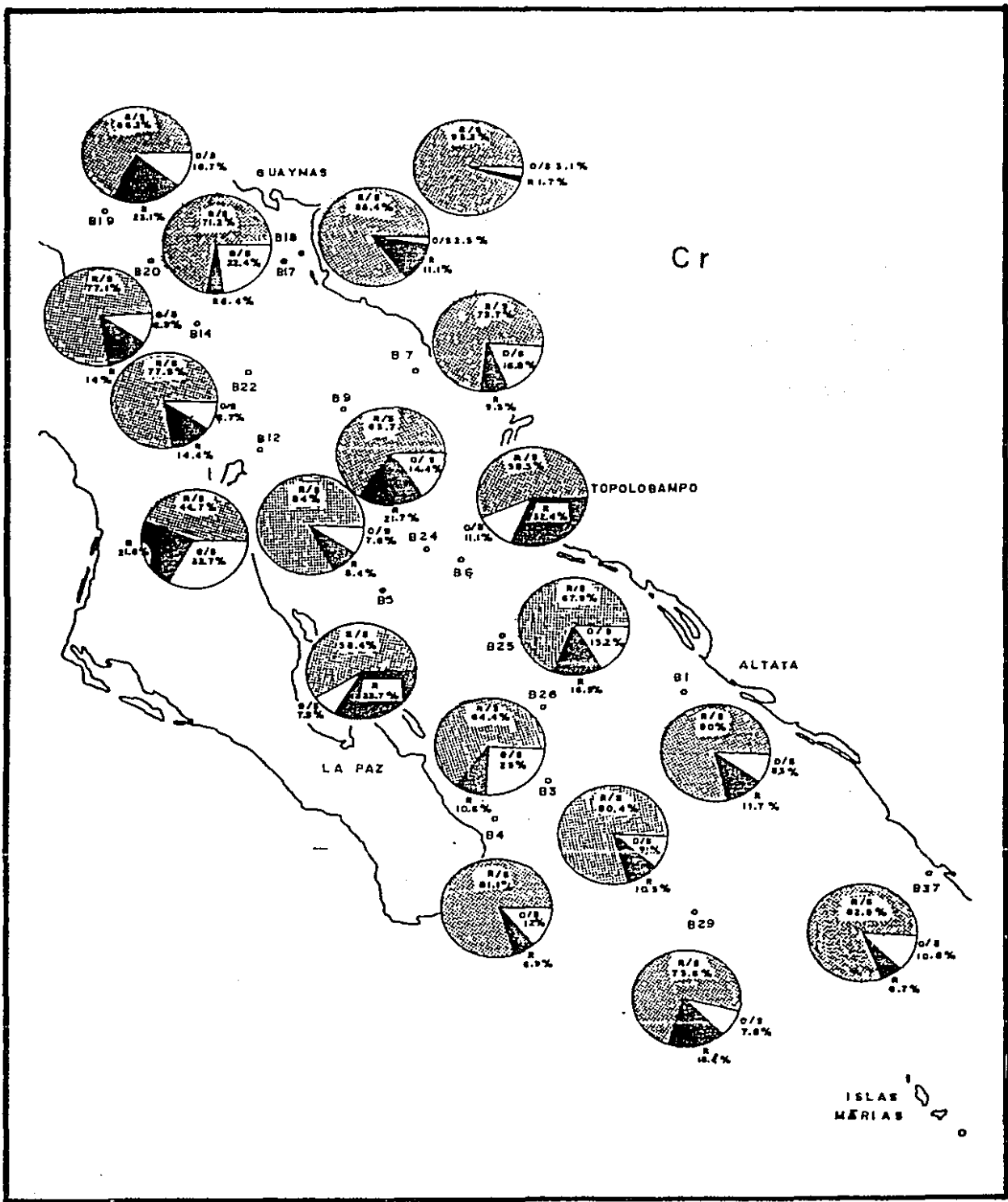




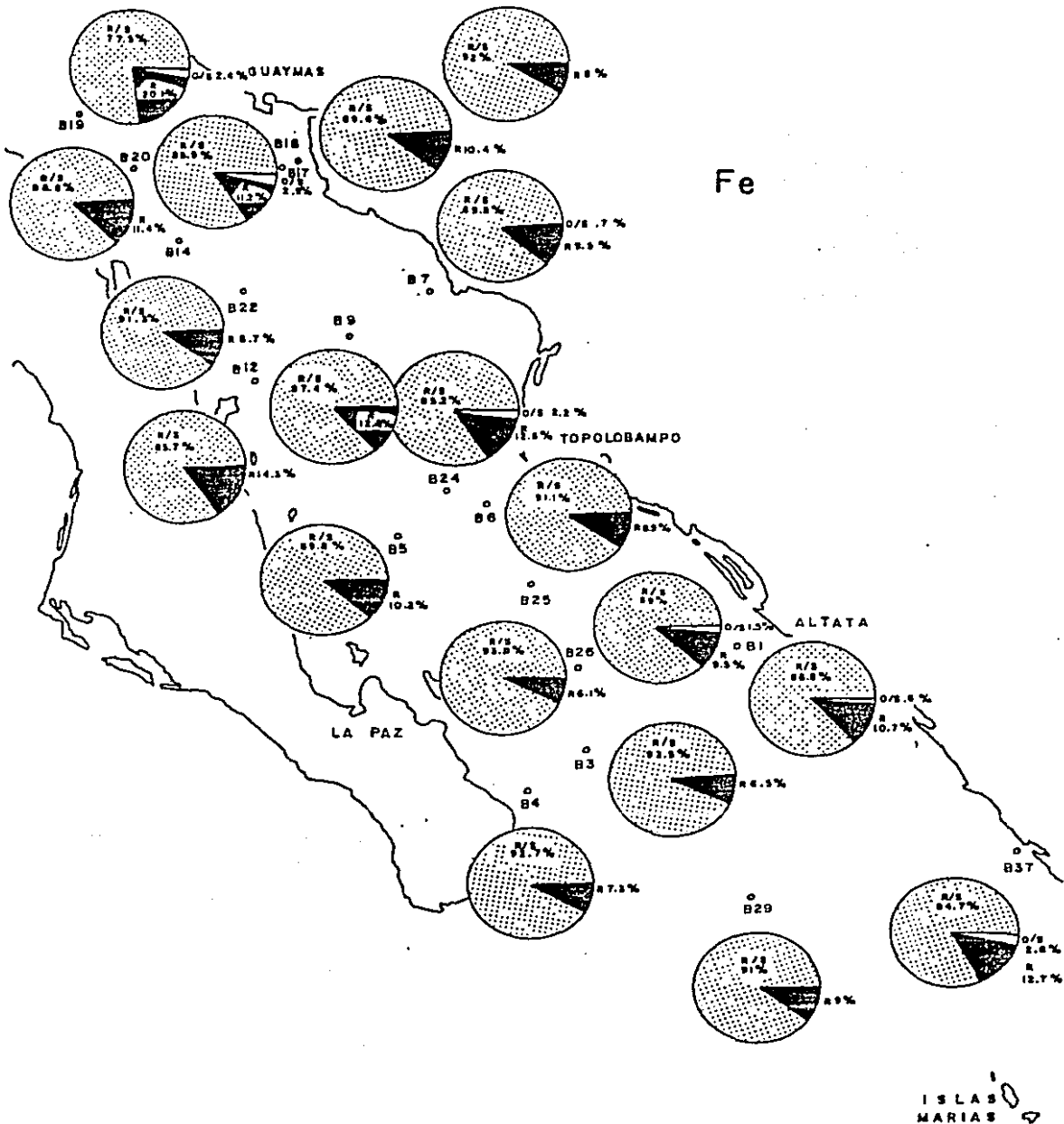








Fe



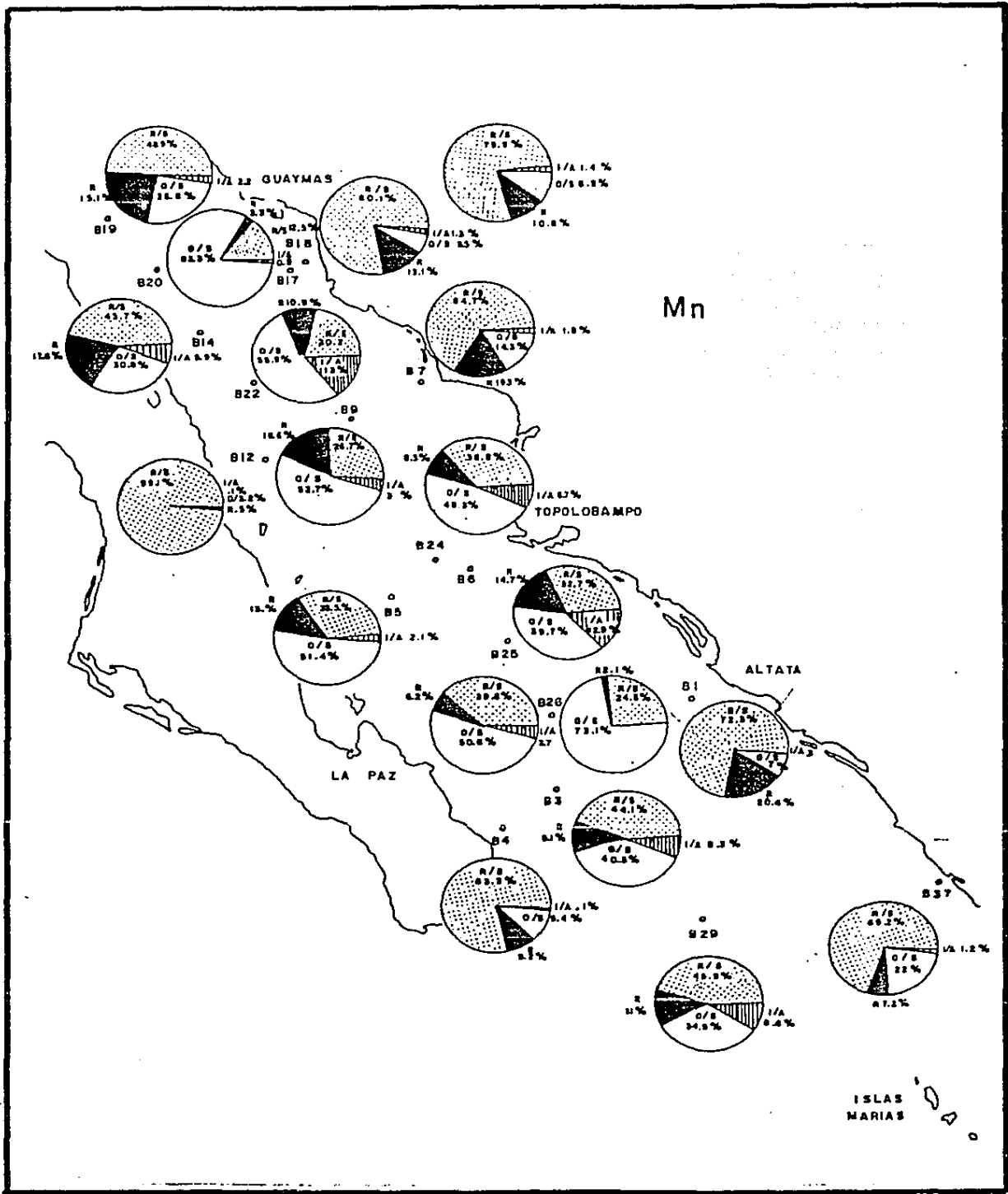


Tabla 6.1 Partición de los metales pesados en la fracción no litogénica de los sedimentos superficiales de la plataforma continental de la parte centro y sur del golfo de California ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Metal	Intercambiable y de adsorción			Reducible			Oxidable		
	R	\bar{x}	δ	R	\bar{x}	δ	R	\bar{x}	δ
Cu	0.1	-	-	3.0-7.0	5.2	2.0	2.6-4.9	3.7	1.2
Ni	0.2-3.1	1.6	-	0.5-6.5	3.7	3.0	1.9-7.7	5.7	3.3
Co	0.5	-	-	1.7-3.0	2.2	0.7	1.0-2.0	1.5	0.5
Cr	0.6	-	-	1.3-4.4	3.1	1.6	2.1-6.4	3.9	2.3
Zn	-	0.23	-	24.5-30.0	26.9	2.8	6.3-7.9	7.3	0.9
Pb	0.6	-	-	2.8-5.1	3.9	1.2	10.9-14.2	12.9	1.7
Cd	0.1	-	-	0.1	-	-	0.4-1.4	0.83	0.51
Mn	1.3-8.5	6.1	4.1	49.8-90.2	74.2	21.5	28.5-152	82.4	63.2
Fe	3.6-12.3	7.2	4.5	2854-4683	3719	918	200-956	455	434

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y δ la desviación standard.

- No detectado.

Tabla 6.2 Partición de los metales pesados en la fracción no-litogénica de los sedimentos superficiales de talud y borde de las cuencas de la parte centro y sur del golfo de California ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Metal	Intercambiable y de adsorción			Reducible			Oxidable		
	R	\bar{x}	δ	R	\bar{x}	δ	R	\bar{x}	δ
Cu	0.1-0.7	0.1	-	2.5-29.3	8.1	5.8	2.1-27.3	9.6	7.6
Ni	0.2	-	-	3.8-16.9	10.5	4.6	2.5-43.8	16.1	12.1
Co	0.5	-	-	1.2-3.0	2.1	0.6	1.0-4.7	2.9	1.4
Cr	0.6	-	-	0.5-8.0	4.8	2.5	0.8-9.8	4.1	2.7
Zn	0.1	-	-	18.5-52.3	33.0	10.5	2.8-34.9	14.7	9.2
Pb	0.6	-	-	2.1-5.0	3.6	1.0	4.3-18.8	11.9	4.7
Cd	0.1	-	-	0.1	-	-	0.5-2.3	1.03	0.52
Mn	4.1-265	51.7	82.0	27.6-132	66.9	85.5	17-1712	371	540
Fe	1.4-7.2	3.61	-	1920-3811	2709	689	61.4-507	197	137

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y δ la desviación standard.

- No detectado.

Tabla 6.3 Partición de los metales pesados en la fracción no-litogénica de los sedimentos superficiales de las depresiones de las cuencas de la parte centro y sur del golfo de California ($\mu\text{g.g}^{-1}$).

Metal	Intercambiable y de adsorción			Reducible			Oxidable		
	R	\bar{x}	δ	R	\bar{x}	δ	R	\bar{x}	δ
Cu	0.1	-	-	2.8-38.1	16.5	15.7	5.9-35.7	16.5	12.0
Ni	0.5-2.9	1.1	-	2.1-24.6	9.6	8.6	7.2-45.6	25.2	13.4
Co	0.5	-	-	1.9-6.2	3.2	1.6	1.1-4.2	2.5	1.2
Cr	0.6	-	-	1.8-7.4	4.7	2.2	3.0-9.7	5.1	2.5
Zn	0.1	-	-	24.9-70.5	43.2	16.9	6.6-43.7	23.6	13.7
Pb	0.6	-	-	4.0-7.3	4.9	1.4	8.0-24.9	13.6	6.5
Cd	0.1	-	-	0.1	-	-	0.7-1.4	1.07	0.25
Mn	85.1-235	160	60.4	180-532	324	116	484-10990	4059	4529
Fe	0.4-4.8	3.0	-	2208-4187	3089	649	633-582	412	289

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y δ la desviación standard.

- No detectado.

En las tablas 6.1-6.3 se puede observar como en la fracción no litogénica las fases reducible y oxidable que poseen las concentraciones más elevadas, mientras que las concentraciones más bajas se presentan en la fase intercambiable/adsorción, incluso metales como Cu, Ni, Co, Cr, Pb y Cd no se detectaron en muchas de las muestras de esta última fase.

Respecto a la concentración de los diferentes metales en la misma fase en general no parece haber diferencias notables entre los distintos rasgos morfológicos, así el orden secuencial de las concentraciones en general tiende a decrecer como sigue en la fracción reducible:



Teniendo el hierro reducible del talud y borde de las cuencas el valor promedio más bajo (2709 ug.g^{-1}), mientras que el Mn reducible de los sedimentos de las depresiones tiene las concentraciones más elevadas (324 ug.g^{-1}) y en cambio la plataforma continental los más bajos con 74.2 ug.g^{-1} .

En relación a los otros metales es posible clasificar su concentración en la fracción reducible como sigue:

Cu, Zn, Ni y Cr cuyas concentraciones son más elevadas en los sedimentos de las depresiones, el talud y las más bajas en la plataforma continental ($D > T > PC$).

Co y Pb cuyas concentraciones más elevadas se presentan en las depresiones, pero las más bajas en el talud ($D > PC > T$).

El cadmio el cual no se detectó (0.1 ug.g^{-1}) en esta fracción en ninguna de las muestras de 17 de los 20 núcleos.

En el caso de los metales que se asocian a la fracción oxidable, es más difícil establecer un orden general de concentraciones relativas en los tres rasgos morfológicos, ya que por ejemplo el promedio de Mn es mucho más elevado (4059 ug.g^{-1}) en las depresiones que en el talud (371 ug.g^{-1}) y la plataforma continental (82.4 ug.g^{-1}) mientras que el Fe en la plataforma continental alcanza los niveles más elevados ($\bar{x} = 455 \text{ ug.g}^{-1}$) los intermedios en las depresiones (412 ug.g^{-1}) y los más bajos (197 ug.g^{-1}) en el talud. Resumiendo los metales pueden clasificarse en la fase oxidable como sigue:

- Cu, Ni, Zn, Mn, Cr y Cd cuyas concentraciones son más elevadas en los sedimentos de las depresiones, el talud y más bajas en la plataforma continental ($D > T > PC$).

- Pb cuyo enriquecimiento es mayor en las depresiones y menor en las zonas del talud ($D > PC > T$).

- Co el cual sigue el siguiente orden de enriquecimiento, $T > D > PC$.

- Fe el cual es más rico en sedimentos de la plataforma, después en las depresiones y finalmente en el talud.

Ahora bien, cuando se comparan entre sí las concentraciones en los diferentes metales en las fracciones oxidable y reducida en los tres tipos de topografía es interesante como se pueden agrupar los metales:

- Tanto en la plataforma continental como en las depresiones de las cuencas se puede observar que tanto el Fe, Cu, Co y Zn están más concentrados en la fracción reducible que en la oxidable., En cambio el Ni, Cr, Pb y Mn son más enriquecidos en la fracción oxidable que en la de los óxidos.

- En los sedimentos del talud y borde de las cuencas se tiene que, con excepción del Fe todos los demás metales (Cu, Cr, Zn, Ni, Pb, Co y Mn) presentan mayores niveles en las fracciones oxidables que en la reducible, lo cual ciertamente es de esperarse.

El cadmio presenta un comportamiento muy singular ya que en cualesquiera de los rasgos morfológicos del golfo de California siempre se encontró que las concentraciones más elevadas y a veces hasta constituyendo el 100% del total se asociaban a la fracción extraíble con el peróxido. (Tablas 6.4-6.6).

Con objeto de comparar las proporciones o porcentajes relativos al total depositados en cada zona topográfica se elaboraron las tablas 6.4-6.9, si se comparan los porcentajes entre sí en cada una de estas zonas salvo ligeras excepciones, nuevamente se presentan las generalizaciones dadas para las primeras tablas.

- La principal forma no-litogénica de Fe y Zn en cualesquiera de los rasgos físicos del golfo de California es la reducible, con un promedio que oscila entre el 10.1, 10.8 y 20.4-25.1% del total respectivamente.

- Cd, Mn, Ni y Pb, en cambio se depositan mayormente asociados a la fase oxidable, tanto en las depresiones, talud/borde de las cuencas y la plataforma continental, con un 49.5-64.7, 14.4-53.5, 17.6-42.0, 26.6-34.5% respectivamente.

- Cu no-litogénico en la plataforma continental se asocia predominantemente a los óxidos de hierro y manganeso en cambio en el talud y las depresiones de las cuencas se deposita principalmente enlazado al material orgánico y los sulfuros.

- El Cr no-litogénico en la plataforma y depresiones del golfo de California se deposita principalmente en la fracción oxidable; mientras que en el talud la mayor proporción se asocia a la fracción reducible.

- El Co no-litogénico tanto en la plataforma continental (15.0%) como en las depresiones de las cuencas (16.4%) se acumula en los sedimentos predominantemente asociado a los óxidos de hierro y manganeso, en cambio en el talud, este elemento parece encontrarse mayormente (16.1%) como parte de la fase de los sulfuros y el material orgánico.

En la tabla 6.9 se muestran las concentraciones promedio de los metales en la fracción residual o litogénica de las secciones superficiales (0-5 cm) de los núcleos colectados en el golfo y que se calcularon mediante la diferencia entre el contenido elemental total dado y la suma de las fases intercambiable, oxidable y reducible.

En esta tabla se tiene que tanto en las depresiones como en el talud de las cuencas del golfo de California la secuencia de enriquecimiento metálico es como sigue:

Fe > Mn > Zn > Cu > Cr > Ni > Pb > Co > Cd

mientras que en la plataforma continental es ligeramente diferente:

Fe > Mn > Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Co > Cd

Tabla 6.4 Partición de los metales pesados en la fracción no-litogénica de los sedimentos superficiales de la plataforma continental de la parte centro y sur del Golfo de California (%).

Metal	<u>Intercambiable y de adsorción</u>			<u>Reducible</u>			<u>Oxidable</u>		
	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ
Cu	< 1.0	-	-	12.3-24.1	18.2	5.9	9.0-16.0	13.1	3.6
Ni	< 0.8-8.1	≤ 4.5	-	2.0-17.0	10.9	7.9	7.8-25.0	17.6	8.9
Co	< 2.8	-	-	10.8-17.5	15.0	3.7	5.7-20.6	11.5	8.0
Cr	< 2.9	-	-	6.2-11.3	8.9	2.6	8.0-16.3	11.4	4.3
Zn	-	≤ 0.18	≤ 0.19	17.5-24.0	20.4	3.3	4.7-6.3	5.5	0.8
Pb	< 1.4	-	-	6.3-11.2	8.0	2.7	24.1-31.2	26.6	4.0
Cd	< 8.5	-	-	< 8.5	-	-	38.5-58.8	49.5	10.3
Mn	0.3-1.8	1.1	0.8	7.6-20.4	15.8	7.1	7.0-22.0	14.4	7.5
Fe	0.01-0.03	0.02	0.01	9.4-12.7	10.8	1.7	0.57-2.60	1.29	1.14

- No Detectado

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y σ la desviación standard.

Tabla 6.5 Partición de los metales pesados en la fracción no-litogénica de los sedimentos superficiales del talud y bordes de las cuencas de la parte centro y sur del Golfo de California (%).

Metal	Intercambiable y de adsorción			Reducible			Oxidable		
	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ
Cu	< 0.03-0.8	0.2	-	1.7-20.9	18.3	8.6	8.6-32.3	19.6	8.1
Ni	< 5.0	-	-	9.2-29.5	22.1	7.0	12.8-58.2	32.2	13.3
Co	< 2.5	-	-	6.2-19.0	12.2	4.0	4.0-29.7	16.1	8.2
Cr	< 2.0	-	-	1.6-22.0	13.0	6.5	2.3-31.7	11.4	8.2
Zn	< 0.1	-	-	18.1-32.5	25.1	5.1	2.7-18.7	10.7	5.1
Pb	< 1.8	-	-	7.2-12.4	10.5	1.7	11.5-72.9	37.2	18.0
Cd	< 0.1	-	-	< 7.4	-	-	23.2-100	52.0	28.8
Mn	1.0-6.3	3.9	3.7	1.1-16.2	9.5	6.1	0.2-56.0	28.4	21.7
Fe	< 0.004-0.02	0.011	-	6.0-18.2	10.3	3.9	0.30-2.4	0.73	0.63

- No Detectado

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y σ la desviación standard.

Tabla 6.6 Partición de los metales pesados en la fracción no-litogénica de los sedimentos superficiales de las depresiones de las cuencas de la parte centro y sur del Golfo de California (%).

Metal	<u>Intercambiable y</u>			<u>Reducible</u>			<u>Oxidable</u>		
	<u>de adsorción</u>								
	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ
Cu	< 1.0	-	-	7.7-44.9	21.8	10.4	17.3-30.2	23.8	5.2
Ni	< 0.4-11.2	±2.6	-	4.4-21.4	12.9	7.2	25.7-55.8	42.0	13.2
Co	< 2.5	-	-	8.5-29.0	16.4	7.5	6.5-19.0	12.9	5.9
Cr	< 2.0	-	-	6.0-19.3	10.8	6.0	7.3-24.3	13.4	7.4
Zn	< 0.7	-	-	18.4-29.7	24.2	4.6	4.9-25.3	13.8	8.3
Pb	< 4.6	-	-	8.4-19.0	12.5	3.6	20.7-69.5	34.5	18.1
Cd	< 6.7	-	-	< 6.7	-	-	16.7-100	64.7	27.8
Mn	0.9-12.8	5.4	4.8	3-13.1	6.5	4.3	34.5-83.3	53.5	19.5
Fe	< 0.001-0.020	±0.009	-	8.7-12.0	10.1	1.3	0.19-3.0	1.4	1.1

- No Detectado

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y σ la desviación standard.

Tabla 6.7 Porcentaje de metales pesados asociados a la fracción reducible de los sedimentos superficiales de la parte centro y sur del Golfo de California.

Metal	<u>Plataforma Continental</u>			<u>Talud y borde de las cuencas</u>			<u>Depresiones de las cuencas</u>		
	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ
Cu	12.3-24.1	18.2	5.9	1.7-20.9	18.3	8.6	7.7-44.9	21.8	10.4
Ni	2.0-17.0	10.9	7.9	9.2-29.5	22.1	7.0	4.4-21.4	12.9	7.2
Co	10.8-17.5	15.0	3.7	6.2-19.0	12.2	4.0	8.5-29.0	16.4	7.5
Cr	6.2-11.3	8.9	2.6	1.6-22.0	13.0	6.5	6.0-19.3	10.8	6.0
Zn	17.5-24.0	20.4	3.3	18.1-32.5	25.1	5.1	18.4-29.7	24.2	4.6
Pb	6.3-11.2	8.0	2.7	7.2-12.4	10.5	1.7	8.4-19.0	12.5	3.6
Cd	<8.5	-	-	<7.4	-	-	<6.7	-	-
Mn	7.6-20.4	15.8	7.1	1.1-16.2	9.5	6.1	3.0-13.1	6.5	4.3
Fe	9.4-12.7	10.8	1.7	6.0-18.2	10.3	3.9	8.7-12.0	10.1	1.3

- No detectado

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y σ la desviación standard.

Tabla 6.8 Porcentaje de los metales pesados asociados a la fracción oxidable de los sedimentos superficiales de la parte centro y sur del Golfo de California.

Metal	<u>Plataforma Continental</u>			<u>Talud y borde de las cuencas</u>			<u>Depresiones de las cuencas</u>		
	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ
Cu	9.0-16.0	13.1	3.6	8.6-32.3	19.6	8.1	17.3-30.2	23.8	5.2
Ni	7.8-25.0	17.6	8.9	12.8-58.2	32.2	13.3	25.7-55.8	42.0	13.2
Co	5.7-20.6	11.5	8.0	4.0-29.7	16.1	8.2	6.5-19.0	12.9	5.9
Cr	8.0-16.3	11.4	4.3	2.3-31.7	11.4	8.2	7.3-24.3	13.4	7.4
Zn	4.7-6.3	5.5	0.8	2.7-18.7	10.7	5.1	4.9-25.3	13.8	8.3
Pb	24.1-31.2	26.6	4.0	11.5-72.9	37.2	18.0	20.7-69.5	34.5	18.1
Cd	38.5-58.8	49.5	10.3	23.2-100	52.0	28.8	16.7-100	64.7	27.8
Mn	7.0-22.0	14.4	7.5	0.2-56.0	28.4	21.7	34.5-83.3	53.5	19.5
Fe	0.57-2.60	1.29	1.14	0.3-2.4	0.73	0.63	0.19-3.0	1.4	1.1

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y σ la desviación standard.

Tabla 6.9 Concentración de los metales pesados en la fracción litogénica de los sedimentos superficiales de la parte centro y sur del Golfo de California.

($\mu\text{g.g}^{-1}$, excepto Fe en %)

Metal	Plataforma Continental			Talud y borde de las cuencas			Depresiones de las cuencas		
	R	\bar{x}	δ	R	\bar{x}	δ	R	\bar{x}	δ
Cu	18-20	19.0	1.0	9-47	26.1	12.5	23-33	28.5	7.3
Ni	16-21	19.0	2.6	8-28	17.6	7.8	10-39	22.5	10.6
Co	4-13	9.7	4.9	6-20	12.0	4.2	9-17	12.5	2.7
Cr	16-30	24.7	7.6	13-39	25.8	6.7	20-34	26.7	5.6
Zn	86-107	97.3	10.6	48-140	83.3	29.7	59-103	106	33.4
Pb	19-37	27.0	9.2	2.6-29	16.7	8.6	5-24	19.5	7.2
Cd	0-1.74	0.71	0.91	0-2.48	1.05	0.94	0-2.98	0.72	1.14
Mn	293-479	358	105	143-7317	1100	2216	399-3726	1480	1154
Fe	2.71-3.13	2.98	0.24	1.62-3.46	2.50	0.72	1.69-3.30	2.73	0.59

R es el intervalo, \bar{x} el promedio y δ la desviación standard.

Ahora en promedio los niveles de elementos metálicos que se depositan asociados a los silicoaluminatos y otros minerales resistentes a los ataques utilizados en el esquema analítico selectivo (Fig. 3.3) se observa que:

- Metales como Mn, Co, Cu y Cr son más concentrados en las depresiones que en la plataforma continental del golfo de California.
- Ni y Zn son más ricos en las depresiones también pero más bajos sus niveles en los sedimentos superficiales del talud.
- El Fe y Pb litogénicos cuyas concentraciones más altas se encuentran en la plataforma continental y más bajas en la zona del talud.
- Cd con las concentraciones ligeramente más elevadas en el talud y las más bajas en la plataforma continental.

Ahora en proporción del total depositado (de cada metal) se observa (Tabla 6.10) en general que con excepción del Cd la mayor parte de los metales se incorporan a los fondos del Bajo golfo asociados a la fracción litogénica de los sedimentos.

- Los mayores porcentajes de Cu (67.8%), Ni (63.9%), Cr (74.9%), Zn (73.2%) y Mn (69.2%) litogénicos se hayan depositados en la plataforma continental y los menores en las depresiones de las cuencas del centro y sur del golfo.
- Pb por su parte se acumula en un porcentaje del 54.7% en la plataforma continental y un 46.8% en el talud del total acumulado en cada zona topográfica.
- Co y Fe con porcentajes muy similares en los tres rasgos morfológicos mencionados contribuye con la mayor proporción en el talud, después en las depresiones y finalmente en la plataforma continental.
- Cd litogénico el cual presenta los porcentajes promedio más bajos con un 32.2, 37.5 y un 28.0% del total depositado en la plataforma, el talud y las depresiones de las cuencas del golfo de California en su porción central y sur.

Como se discutió en la sección 5.4, los factores que deben de controlar la magnitud relativa de la sedimentación metálica son dos: (1) el de los distintos sumideros que aportan metales al golfo, como son, las descargas hidrotermales, la contribución biogénica, autigénica y la descarga de ríos; (2) el de la relativa eficiencia de los procesos de captura para cada elemento. Si se comparan las secuencias dadas en dicha sección con las aquí presentadas es notable observar el mismo ordenamiento secuencial entre el particulado de los ríos en general (Turkian, 1969; Martín y Maybeck, 1979) y el de las concentraciones de metales asociados a la fracción litogénica.



Esto permite sugerir que los metales enlazados a la fracción residual o litogénica, efectivamente representan a aquellos metales asociados a minerales que resisten los cambios durante la erosión química y la diagénesis temprana. A continuación se discute individualmente cada uno de los metales analizados, haciendo una comparación con otras áreas.

Cadmio

En contraste a estudios previos (Gupta y Chen 1975; Helsinger y Friedman 1982; Lion et al 1982; Rapin et al 1983; Abaychi y Douabul 1986; Rosental et al 1986; entre otros) donde se ha encontrado que la mayor parte del cadmio se halla asociado a los carbonatos y a la fracción reducible, en el presente estudio los sedimentos del golfo de California presentan las mayores proporciones del metal (49.5-64.7%) asociados a la fase oxidable. Lo anterior puede deberse a dos causas: una, a la distinta naturaleza de los sedimentos en cuestión, y la otra a la diferencia secuencial del tratamiento utilizado en el análisis selectivo de los metales. Es muy factible que las dos causas sean las que expliquen las diferencias tan pronunciadas; el golfo de California en contraste a los fondos de Bahía False en la Costa Sudafricana (Rosental et al 1986) o el Golfo Árabe (Abaychi y Douabul 1986) posee condiciones (Eh, sedimentación orgánica, capa del mínimo de O₂, etc.), que favorecen más la formación de posibles sulfuros o complejos orgánicos con el cadmio.

En la tabla 3.5.2 (Cap. 3) donde se presentan los resultados de las concentraciones metálicas para nueve muestras y un núcleo, es posible notar que con la extracción "carbonatada" realizada antes del ataque con peróxido la proporción carbonatada sería la predominante en muchos de los casos (22 - 100%).

Ahora respecto al tratamiento selectivo, cuando este se inicia atacando con cloruro de hidroxilamina (en ácido acético 25%) en sedimentos reducidos se tiene que el cadmio se extrae en un 75-100% (Meguellati et al 1983; Gendron et al 1986), de tal manera que esto puede erróneamente ser interpretado como Cd-reducible.

La predominancia de cadmio en la fracción oxidable de los fondos sedimentarios, puede apoyarse también en el sentido de que varios estudios han demostrado que la biogeoquímica del cadmio está dominada fuertemente por el ciclo de la materia orgánica. Martín et al (1976); Bender y Gagner (1976); Bruland (1980); entre otros han sugerido que el cadmio en el ambiente marino es fijado por el fitoplancton en el agua superficial y transportado hacia los fondos con los remanentes de estos organismos, cuando el detritus orgánico que contiene cadmio es destruido, el cadmio es liberado junto con otros productos de la mineralización. Evidentemente la degradación aeróbica del detritus orgánico recién depositado debe ser más intensa en las secciones superficiales de los sedimentos y así mucho del cadmio enlazado orgánicamente será solubilizado antes de que sea enterrado dentro de la capa reducida de los sedimentos. El cadmio liberado en forma disuelta es entonces libre para transportarse, aunque si las condiciones lo permiten este puede precipitarse como un sulfuro metálico (Jacobs y Emerson, 1982; Davis-Colley et al 1985). Por su parte la predominancia del Cd en la fracción carbonatada puede explicarse por la asociación del metal con las partes duras de los organismos.

Los datos encontrados en esta investigación son consistentes con la explicación anterior, ya que las diferencias que pudieramos inferir en cuanto a la relativamente mayor preservación del material orgánico en la zona del talud y borde de las cuencas, parece reflejarse en las concentraciones y porcentajes encontrados.

Cromo

Tanto en la plataforma continental como en las depresiones de las cuencas del bajo golfo, se encontró una concentración del Cromo en la fracción oxidable (3.9 y 5.1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en promedio) con un porcentaje del 11.4 y 13.4% respectivamente. La mayor proporción del metal existe asociada a minerales resistentes al tratamiento selectivo (67.6-74.9%) estos últimos valores resultan relativamente elevados si se comparan a los reportados en otras regiones como Bahía False (Rosental *et al* 1986) o Bahía de Villefranche (Rapin *et al*, 1983) aunque comparable a las proporciones dadas para el Golfo Árabe (Abaychi y Douabul, 1986).

Diversos investigadores entre ellos Turekian (1967) y Chester y Messiha-Hanna (1970) han sugerido que el cromo junto con otros metales como rubidio y circonio son referidos como elementos de origen detrítico en los sedimentos pelágicos. Tratándose de sedimentos hemipelágicos en el golfo de California no es raro encontrar elevados porcentajes de cromo litogénico.

Cobre

El cobre no-litogénico (32.2-48.9%) en la plataforma se asocia predominantemente (18.2%) a los óxidos de hierro y manganeso, mientras que en el talud y las cuencas del golfo de California en su porción central y sur, se halla depositado principalmente enlazado al material oxidable (19.6 y 23.8%).

Las concentraciones más altas de Cobre fueron encontradas en los sedimentos de las depresiones de las cuencas, con un promedio de 8.1 y 9.6 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en las fases reducible y oxidable respectivamente. Las elevadas concentraciones de Cu en los sedimentos, en muchos trabajos se han explicado en base a que la principal forma del Cu es un complejo orgánico de Cobre (Presley *et al*, 1972; Foster y Hunt, 1975; Tessier *et al* 1979; Rapin *et al* 1983; Rosental *et al* 1986).

A diferencia de False Bay (Rosental *et al* 1986) los sedimentos del golfo de California sí poseen una proporción importante de cobre en la fracción reducible, lo cual probablemente se debe a que las condiciones de ese cuerpo de agua sean más reducidas que la de los fondos del golfo de California. En la tabla 6.11 se pueden observar los porcentajes en los principales rasgos morfológicos del golfo de California y los promedios para Saanich Inlet y las cuencas de la costa de California. En dicha tabla es posible observar la gran variación en las proporciones de las distintas fases en las cuencas y los fondos del fiordo. La diferencia más singular que poseen los sedimentos del golfo de California viene a ser las elevadas proporciones de Cu reducible (18-22%) ya que ninguno de los otros lugares presenta esa magnitud a pesar de que la extracción realizada en esas investigaciones incluye además de la fracción de óxidos de Fe y Mn, a los carbonatos y algunos sulfuros.

Cobalto

En general, los sedimentos del golfo de California (parte centro y sur), se hallan conteniendo entre un 60.6 y 64.3% de Co litogénico del total, el resto se haya predominantemente asociado a los óxidos de hierro y manganeso (15.0-16.4%) en los fondos de las depresiones de las cuencas y la plataforma continental; en cambio en el talud este elemento es depositado primordialmente (16.1%) enlazado

Tabla 6.10 Porcentaje de los metales pesados en la fracción litogénica de los sedimentos superficiales de la parte centro y sur del golfo de California.

Metal	Plataforma Continental			Talud y borde de las cuencas			Depresiones de las cuencas		
	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ	R	\bar{x}	σ
Cu	64.0-73.8	67.8	5.3	46.2-70.4	58.2	9.1	45.9-68.5	51.1	15.6
Ni	52.2-86.1	63.9	19.3	26.2-61.2	41.7	12.0	24.4-44.2	38.5	7.3
Co	41.2-73.9	60.6	17.2	44.3-78.7	64.3	9.5	51.7-76.2	63.0	9.2
Cr	71.2-77.3	74.9	3.3	42.1-91.5	71.5	13.5	56.4-80.3	67.6	8.3
Zn	68.8-76.4	73.2	3.9	49.1-73.3	62.4	9.4	45.7-69.1	60.6	11.4
Pb	43-66	54.7	11.5	10.1-77.3	46.8	19.0	14.0-61.8	48.4	17.3
Cd	0-48.7	32.2	27.9	0-60.8	37.5	21.1	0-71.3	28.0	27.4
Mn	66.0-72.3	69.2	3.2	20.2-99.2	56.5	26.2	12.5-46.0	30.1	11.4
Fe	84.6-89.6	87.7	2.7	77.4-93.0	88.5	4.7	85.2-90.8	88.2	2.3

Tabla 6.11 Porcentaje de metales pesados asociados a las fases oxidable (O/S), reducible (R) y residual (R/S) en sedimentos hemipelágicos ricos en materia orgánica.

Localidad	Cu			Zn			Co			Ni		
	O/S	R	R/S	O/S	R	R/S	O/S	R	R/S	O/S	R	R/S
Golfo de California (1) Plataforma Continental	13.1	18.2	67.8	5.5	20.4	73.2	11.5	15.0	60.6	17.6	10.9	63.9
Talud y borde de las cuencas	19.6	18.3	58.2	10.7	25.1	62.4	16.1	12.2	64.3	32.2	22.1	41.7
Depresiones de las cuencas	23.8	21.8	51.1	13.8	24.2	60.6	12.9	16.4	63.0	42.0	12.9	38.5
Cuencas de California (2) ^a												
San Pedro	4	4	93	9	14	77	5	3	91	15	20	65
Santa Mónica	5	4	91	14	15	71	4	5	91	16	23	61
Soledad	17	11	72	18	18	64	10	4	86	48	27	25
Saanich Inlet (3) ^a												
Núcleo 1 (somero)	52.4	4.8	42.8	19.3	20.4	61.3	8.8	6.5	84.7	9.8	10.9	79.3
Núcleo 3B (Depresión)	79.4	6.3	14.3	56.1	28.0	15.9	34.0	23.4	42.6	52.4	19.8	27.8

(1) Este estudio; (2) Bruland et al., (1974); (3) Presley et al., (1972).

^a La fase reducible incluye además de los asociados a óxidos de hierro y manganeso a los carbonatos y algunos sulfuros.

a los sulfuros y/o componentes orgánicos de los sedimentos.

En la Tabla 6.11 se muestran los porcentajes de Co, asociados a las fracciones oxidable, reducible y residual en los sedimentos del golfo de California, cuencas de California y el Fiordo reducido de Saanich Inlet en British Columbia.

A pesar de que en el ataque químico realizado en los sedimentos de la cuenca California y Saanich Inlet, se incluyen además de la fase reducible a los carbonatos y algunos sulfuros, las fracciones tanto reducible como oxidable son inferiores a cualesquiera de los rasgos topográficos del golfo de California.

A diferencia de metales como el Cadmio, el cobalto es más litogénico y tiene una gran afinidad por los óxidos de manganeso y hierro (Goldberg 1954; Heggie y Lewis 1983). Diferentes estudios han demostrado su gran movilidad en los sedimentos costeros y pelágicos (Heggie et al 1983; Sundby et al 1986). El mecanismo que se ha propuesto (Gendron et al 1986) para explicar el comportamiento del Cobalto es como sigue: El Co se asocia tanto en la columna de agua como en la capa oxidada de los sedimentos con partículas ricas en óxidos de manganeso y hierro, posteriormente se presenta la disolución rápida en la zona reducida de los sedimentos, provocando la emigración vertical a lo largo del gradiente intersticial y precipitación nuevamente en la capa oxidable, ahora bien, dependiendo de las condiciones referentes a favorecer la resuspensión y el transporte de los materiales, se van a generar una determinada distribución regional en los fondos. Este mecanismo es consistente con los datos encontrados en este estudio ya que en términos de la concentración, el talud posee las concentraciones más bajas en general del Co extractable en la fracción reducible.

Zinc

Al igual que Cr, Cu y Co aproximadamente un promedio de 60.6%-73.2% del total del Zn se deposita en el golfo asociado a la fracción litogénica. El resto se va a los fondos principalmente (20.4-25.1%) asociado a los óxidos de hierro y manganeso.

En comparación a otras regiones con elevada proporción de material orgánico, podemos observar en la tabla 6.11 como en general, son mayores los porcentajes relativos de Zn reducible en el golfo, que los obtenidos para las cuencas californianas (Bruland et al 1974) y el núcleo somero de Saanich Inlet (Presley et al 1972). Estos porcentajes más bien son equivalentes a los encontrados (25%) por Rosental et al (1986), en Bahía False. De cualquier modo los sedimentos del golfo de California, poseen una proporción baja y poco común de Zn, enlazado al material orgánico y los sulfuros.

Seguramente al igual que Co y Cu, la diagénesis del Zn está muy influenciada por su asociación con los óxidos de Fe y Mn en los sedimentos del golfo de California.

Níquel

Del total, un 63.9, 41.7 y un 38.5% en la plataforma continental, talud y las depresiones de las cuencas respectivamente, se deposita como constituyente de los minerales de origen litogénico. El resto principalmente se asocia a la fase oxidable (17.6-42.0%), aunque una proporción significativa también se acumula involucrada a los óxidos de hierro y manganeso (10.9-20.0%).

Al igual que en el golfo de California, también en otras regiones como Bahía False (Rosental et al 1986), Mobile Bay, USA (Branon et al 1977), y la depresión del Fiordo de Saanich Inlet (Presley et al 1972) el Ni potencialmente disponible se halla predominantemente en asociación con la materia orgánica y los sulfuros.

Plomo

Al igual que Ni, el Pb no-litogénico se deposita principalmente asociado a la fase oxidable en los tres rasgos morfológicos del golfo de California con un promedio que oscila entre el 26.6-34.5%.

En contraste a la mayoría de estudios (Patchineelam y Fortner, 1977; Rapin et al 1983; Abaychi y Douabul 1986; Rosental et al 1986), donde se ha encontrado que el Pb no litogénico predomina unido a los carbonatos u óxidos del Fe y Mn, en el golfo, el metal aparentemente prefiere asociarse a los compuestos orgánicos y/o sulfuros. Desafortunadamente es difícil de "garantizar" tal afirmación ya que la técnica utilizada en el presente trabajo inicia después del tratamiento de extracción de iones de intercambio con la extracción de los metales enlazados orgánicamente y a los sulfuros. Como se refleja en la tabla 6 la proporción de Pb, sería significativa si el ataque de los carbonatos se iniciara antes de destruir el material orgánico. Adicionalmente es importante destacar que algunos óxidos como el de Hierro, pueden formar complejos con la materia orgánica, como es el caso del material húmico de los sedimentos (Nissenbaum y Swaine 1976; Tschapek y Masowski 1976) y mucho de este material pudiera ser atacado y liberado en la extracción con H_2O_2 .

Hierro

Con un promedio del 87.7, 88.5 y 88.2% del Fe, se asocia a la fracción residual o litogénica de los sedimentos de la plataforma, el talud y depresiones de las cuencas del golfo de California. El resto se deposita principalmente como óxido extratable con hidroxilamina (10.8, 10.3 y 10.1%). Una pequeña proporción también del Fe se acumula (1.29; 0.73, 1.4%) como Fe, asociado a la fracción oxidable.

La proporción del 10% del Fe, en la fracción reducible, encontrada en este trabajo viene a ser ligeramente mayor que la de algunos otros valores reportados que oscilan entre 1.5% (Presley et al 1972) y 8% (Chester y Messiha-Hana 1970; Chao 1972; Foster y Hunt 1975; Dewrer et al 1978) aunque menor al de algunos lugares como Bahía False (15%) (Rosental et al 1986) o la Bahía Francesa de Villefranche donde Rapin et al (1983) sorprendentemente encontró un porcentaje de 32-50% del Fe en dicha fracción.

Manganeso

Los mayores porcentajes del Mn litogénico se depositan en la plataforma continental (\bar{x} = 69.2%) y los menores (\bar{x} = 30.1%) en las depresiones de las cuencas del centro y sur del golfo de California. El resto se deposita primordialmente asociado a la fase oxidable, con un 14.4, 28.4 y un 53.5% en los fondos de la plataforma, el talud y las depresiones de las cuencas. Este elemento junto con el cadmio viene a ser el que presenta las mayores variaciones en su contenido en todas y cada una de las fracciones analizadas.

Tabla 6.12 Porcentaje de metales pesados en la fracción reducible de sedimentos pelágicos y hemipelágicos.

AREA		Fe	Mn	Co	Ni	Cu	Zn
<u>Pelágica:</u>							
Atlántico Norte	(1)	18	68	58	45	56	-
Pacífico Norte	(2)	4	83	82	75	32	-
Pacífico Oriental	(3)	24	98	90	84	51	49
<u>Hemipelágica:</u>							
Golfo Arábigo (Porción NW)	(4)	18.4	1.1	-	2.9	9.6	4.5
False Bay (Sudáfrica)	(5)	15	35	-	10	10	25
Golfo de California (Parte Centro y Sur) Plataforma Continental	(6)	10.8	13.1	15.0	10.9	18.2	20.4
Talud y borde de las cuencas		10.3	8.8	12.2	20.0	18.3	25.1
Depresiones de las cuencas		10.1	5.9	16.4	12.9	21.8	24.2
Saanich Inlet	(7)	7.1	36.8	14.4	18.6	4.9	28.3

(1) Chester y Messiha-Hana (1970).

(2) Chester y Hughes (1967).

(3) Sayles et al (1975).

(4) Abaychi y Douabul (1986).

(5) Rosental et al (1986).

(6) Este estudio.

(7) Promedio de 8 núcleos, Presley et al (1972).

El hecho de tener una importante proporción de Mn asociado al material orgánico y sulfuros pudiera ser algo esperado en los sedimentos del talud, pero los niveles tan elevados del metal que se tienen sobre todo en las depresiones (Tabla 6.3) son más difíciles de explicar, ya que si bien existen concentraciones relativamente altas de materia orgánica (2% C-Org), las condiciones redox son en todos los casos ligera o moderadamente oxidantes (114 a 360 mv en la sección superficial de los núcleos) por lo que habría de esperarse la predominancia de los óxidos de Mn y Fe. Sin embargo, recientemente se ha demostrado que las sustancias húmicas interactúan sobre los particulados naturales (incluidos los óxidos), modificando así, sus propiedades superficiales (Tipping 1981; Davis 1982). Empleando el modelo de los ligandos orgánicos Davis y Leckie (1978) demostraron que los ligandos orgánicos pueden aumentar o disminuir la adsorción del Cu sobre el óxido de hierro amorfo, dependiendo de la configuración de los grupos funcionales. Puede ser que muchas de las buenas correlaciones encontradas entre los metales y el hierro (por ejemplo Zn y Fe, McKelvie, 1980), reflejan simplemente la posibilidad de que los óxidos de hierro actúen como sustratos de una delgada película de material orgánico y así el material orgánico podría ser el que realmente está involucrado en la adsorción de los metales, incluido el Mn (Jenne, 1977; Tipping, 1981). Más recientemente Laxen (1985), investigó artificialmente la adsorción de metales como Cd, Cu, Ni y Pb, sobre el óxido férrico en presencia de sustancias húmicas; el hecho que ciertamente la adsorción/co-precipitación de Cd y Ni (y en menor grado Pb) es favorecido en la presencia del material húmico.

Desafortunadamente no es posible asegurar una interpretación más allá de esto, ya que la selectividad de la técnica y el manejo de la muestra, previo al análisis, no han sido debidamente comprobados, pudiendo suceder que aunque mucho del Mn es extraído con peróxido de hidrógeno, como Mn asociado a la fracción orgánica, realmente se trate de óxidos de Mn relativamente inestables. Esto viene a ser uno de los aspectos probablemente más vulnerables en la técnica modificada (Meguellati et al, 1983) de Tessier et al (1979). Por otra parte, se ha reconocido ampliamente que los oxihidróxidos de Mn son más fácilmente reducidos que los del Fe, bajo las condiciones que ocurren naturalmente de pH y Eh (Krauskopf 1957), hecho que de alguna manera refleja una mayor susceptibilidad del Mn a los ataques químicos iniciales.

En el núcleo B24 colectado de la depresión (Z= 3250cm) de la cuenca Farallón se separaron de la parte superior del núcleo, algunos granulos o costras de color café-rojizo, supuestamente de óxidos de manganeso y hierro. Se realizó una prueba simultánea con el tratamiento de hidroxilamina y el H₂O₂ en cuatro alicuotas, encontrándose que del 100% extraído de manganeso con el extractante de la hidroxilamina, el peróxido remueve del 50 al 68%. Esto permite concluir que mucho del Mn extraído en la fracción de la materia orgánica y sulfuros puede incluir hasta un 68% casi del Mn, prosiblemente asociado a los óxidos. Seguramente que las variables proporciones en el material separado reflejan sobre todo la proporción variable de formas "jóvenes" y amorfas de los óxidos que son relativamente menos estables.

En el núcleo B31 colectado en las afueras del golfo de California, en los fondos pelágicos del Pacífico, se refleja una situación más o menos similar a la del Golfo, ya que los niveles redox (en la sección superficial, 317 mv) esperaríamos una mayor proporción de Mn, en la fracción reducible, sin embargo, el mayor porcentaje se halla (de acuerdo al resultado analítico) asociado a la fase "Oxidable" (74.8%) mientras que en la fracción reducible solamente es de un 3.3%.

Realmente el 74.8% es más semejante a los valores dados para la fracción reduci-
ble en los sedimentos pelágicos (Chester y Hughes, 1967; Chester y Messina-Hana
1970; Sayles *et al* 1975), que la proporción oxidable supuestamente encontrada.

Estos resultados y la comparación de las dos rutas (Ortega-Osorio y Pérez-Osuna
1987); (1) iniciando con iones de intercambio y en un tercer paso hidroxilamina
en ácido acético, (Tessier *et al* 1979) y (2) en un segundo paso H_2O_2 y en un cuar-
to hidroxilamina en acético (Meguellati *et al* 1983); permiten sugerir que la prime-
ra ruta es más apropiada para sedimentos predominantemente oxidantes, y la segunda
para sedimentos más bien reducidos o ligeramente oxidantes.

Las tendencias observadas en las diversas regiones son muy variadas en cuanto a
la proporción de este metal en los distintos extractos de la diferenciación geoquí-
mica. Como un ejemplo de tal variación y con objeto de comparar las proporciones
de algunos metales aquí analizados con sedimentos de tipo pelágico y hemipelágico
se elaboró la tabla 6.12. En esta tabla se puede observar como en general se tie-
nen porcentajes mucho más altos de Mn en los sedimentos pelágicos (68-98%) que en
los hemipelágicos (1.1-36.8%).

Aunque no es tan evidente como en Mn, para el Fe ocurre algo muy similar ya que
nuevamente se puede observar que los porcentajes de los fondos pelágicos tienden
a ser más altos que los hemipelágicos. Si comparamos las proporciones de los
otros metales (Co, Ni, Cu, Zn), también se puede observar nuevamente esta misma
tendencia.

En forma global se puede concluir que los metales pesados en el golfo de Califor-
nia, a pesar de ser altamente variables en su distribución regional, los patrones
de distribución en las fases geoquímicas, para la mayoría de los metales es razona-
blemente constante; siendo más o menos bien marcadas las diferencias entre los ras-
gos morfológicos principales del golfo.

- Con excepción del Fe y Mn (y en algunos pocos casos el Zn y Ni) los demás meta-
les no se pudieron detectar en la fase de intercambio/adsorción, se puede decir
que solamente el Mn posee proporciones apreciables del metal de esta fase.

- Con la salvedad del Cd, los más altos niveles de todos los metales pesados está
presente en la fracción residual o litogénica.

- Los óxidos de Fe y Mn y la fracción oxidable constituyen importantes fases para
la mayoría de los metales.

6.2 Metales pesados en las fases geoquímicas de la columna sedimentaria.

Con objeto de organizar la discusión de los metales pesados en las fases geoquí-
micas de la columna sedimentaria de la parte centro y sur del golfo de California,
esta sección ha sido dividida en varias secciones según el rasgo morfológico donde
se colectaron los núcleos, y por el comportamiento de cada metal específicamente.

Plataforma Continental

En las figuras 5.1-5.6 (apéndice 5), se muestran los perfiles de los metales en
las fases no-litogénicas analizadas en el núcleo B7. Con excepción de las seccio-
nes superficiales del Cd, Pb y Ni todos los metales se presentan predominantemente
en la fracción residual ó litogénica.

En los perfiles de las figuras, se observa como la mayoría de los elementos de la fracción oxidable (Cd, Co, Zn, Ni, Cr, Cu, Fe y Mn) tienden a aumentar en su concentración con la profundidad, al igual que el C-orgánico, aunque este de manera menos pronunciada, manteniéndose casi constante.

El potencial electrodo redox Eh (fig. 5.1), se observa que sigue el comportamiento típico de la mayoría de los núcleos (Sección 4.1), lo que sugiere que con la profundidad de los sedimentos estos se vuelven cada vez más reducidos, en la sección del fondo (60-72 cm) este núcleo alcanzó un nivel redox de -50mV, a pesar de que partió desde 168mV en la superficie (0-5 cm).

Con excepción del Fe y Cu (que es más bien constante) los demás metales de la fracción reducible tienden todos a disminuir con la profundidad, como habría de esperarse en esta fase, ya que al disminuir el potencial redox las especies químicas oxidadas deben de reducirse.

A diferencia del núcleo B7, el B1 presenta un perfil típico de decrecimiento del C-orgánico desde la superficie hacia el fondo (Fig. 5.7), al igual que Zn, Cd, Co, Pb, Ni y Cu, asociados a la fracción oxidable, mientras que el Mn y Fe de esta misma fase por lo contrario hacia el fondo tienden a aumentar en su concentración. (Figs. 5.8 y 5.9). El Eh es el que más bien tiene la tendencia a aumentar con el fondo al igual que el Fe reducible (Fig. 5.10). El resto de los metales de la fase reducible. (Fig. 5.11 y 5.12) por lo contrario todos tienden a disminuir, aunque con menor intensidad que en el caso del núcleo B7.

Al igual que en el núcleo B7, en el B37, la mayoría (Cu, Ni, Cr, Co, Cd, Mn, Zn y Fe) de los metales enlazados al material oxidable, tienden a aumentar su concentración con la profundidad (Fig. 5.13 y 5.15); el Pb y el C-orgánico en cambio, más bien disminuyen hacia las secciones del fondo del núcleo. También el comportamiento de los metales de la fracción reducible fue igual que en el núcleo B7 (Fig. 5.16 y 5.17).

Talud y borde de las cuencas

En el apéndice 5 (Figs. 5.18 y 5.73) se muestran los perfiles de los distintos metales analizados en las diferentes fracciones de los núcleos colectados en el talud y borde de las cuencas. Según el metal, la fracción y núcleos, los perfiles muestran distintos patrones con la profundidad; a continuación se resume una generalización, aprovechando los ajustes de las regresiones semilogarítmicas de las figuras.

En los núcleos B17, B18, B20 y B25 por ejemplo, la mayoría de los metales asociados a la fracción oxidable tienden a aumentar su concentración en función de la profundidad, mientras que en los núcleos B22, B19 y B9, ocurre lo contrario (de manera similar que el Eh) en estos núcleos localizados en los "sills" o cimas que se paran a las cuencas.

La concentración de la mayor parte de los metales de la fracción reducible de los núcleos B12, B20 y B22 por su parte disminuyen hacia el fondo y lo contrario ocurre en los núcleos B17, B18 y B25.

Entre los aspectos que más destacan en la mayoría de los núcleos del talud, está el hecho de que el Mn en las distintas fracciones se comporta de manera similar que el Eh; por su parte algunos metales como Co, Zn y Cr, en las distintas fases muestran un comportamiento similar al del Fe.

Depresiones de las Cuenca

En las depresiones de las cuencas de la parte centro y sur del golfo de California, se analizaron 6 núcleos: B14, de la depresión sur (Z= 2020m) de cuenca de Guaymas, B5, B6 y B24 de las principales depresiones de cuenca Farallón (de 2250, 2220, 3250 m respectivamente de profundidad), B26 de la principal depresión (Z= 3230 m) de cuenca Pescadero, y B29 de la depresión (Z= 3180m) de cuenca Mazatlán.

En el núcleo B14, en la fracción de los metales asociados al material oxidable, con excepción del Fe, todos los demás metales junto con el C-orgánico y el Eh tienden a decrecer en la concentración con la profundidad (Figs. 5.74 a 5.76). En la fracción reducible otra vez se repite el mismo tipo de perfil, nada más que, además del Fe, el Ni y el Cr, también tienden a aumentar sus proporciones hacia el fondo del núcleo (Fig. 5.77 a 5.79).

Núcleo B5 de la cuenca Farallón, al igual que en el núcleo B14, otra vez el Fe es el único que se incrementa en su concentración hacia el fondo, en tanto que los demás metales asociados a la fracción oxidable todos decrecen (Figs. 5.80-5.81).

En la fracción de los óxidos de Fe y Mn, se tiene que Zn, Ni, Cu y Co, siguen la misma tendencia del Fe, mientras que Cr y Pb la del Mn, el cual disminuye en sus concentraciones hacia las secciones del fondo (Figs. 5.82 y 5.84).

Núcleo B6 de la cuenca Farallón, presenta un perfil de la fase oxidable similar a los dos anteriores núcleos (Figs. 5.85 a 5.87), sólo que adicionalmente al comportamiento del Fe le acompaña el Cd. La fracción reducible por su parte muestra (Figs. 5.88-5.90) un patrón también semejante al de los núcleos anteriores, pero Cu y Cr acompañan el incremento de Fe, en tanto que la caída del Eh va acompañada por Mn, Zn, Pb, Ni y el apenas perceptible decrecimiento de Co.

Núcleo B24, también de la cuenca Farallón, pero de la parte más profunda, contrario a los anteriores núcleos de las depresiones, en el B24 todos los metales junto con el C-orgánico y el Eh sorprendentemente tienden a aumentar con la profundidad (Figs. 5.91-5.93), únicamente Fe permanece prácticamente constante en todo el perfil sedimentario.

Respecto a los metales de la fase reducible se puede observar en las figuras 5.94-5.96, que aparte del Pb, todos tienden a incrementarse con la profundidad.

Núcleo B26, colectado en la depresión norte de cuenca Pescadero, al igual que el B14 (extraído desde el campo hidrotermal de la depresión sur de cuenca de Guaymas), todos los metales con excepción del Fe presentan una clara evidencia a decrecer con la profundidad en la fase oxidable (Figs. 5.97-5.99). En la fracción reducible también se repite el perfil de los primeros núcleos de las depresiones, ya que por un lado el Fe y Pb tienden a aumentar sus concentraciones hacia el fondo, en tanto que los demás decrecen (Figs. 5.100-5.102).

En el núcleo B29 (colectado en la entrada del golfo y en la cuenca Mazatlán), en la fracción oxidable, otra vez con la salvedad del Fe y Ni los demás metales todos tienden a decrecer con la profundidad, al igual que el C-orgánico aunque este lo hace de una manera apenas perceptible (Figs. 5.103 y 5.105).

En el caso de la fracción reducible al patrón de decrecimiento del Mn, le acompañan solo el Pb, mientras que el incremento del Fe va acompañado por los demás metales (Figs. 5.106 y 5.108).

Fondos Pelágicos

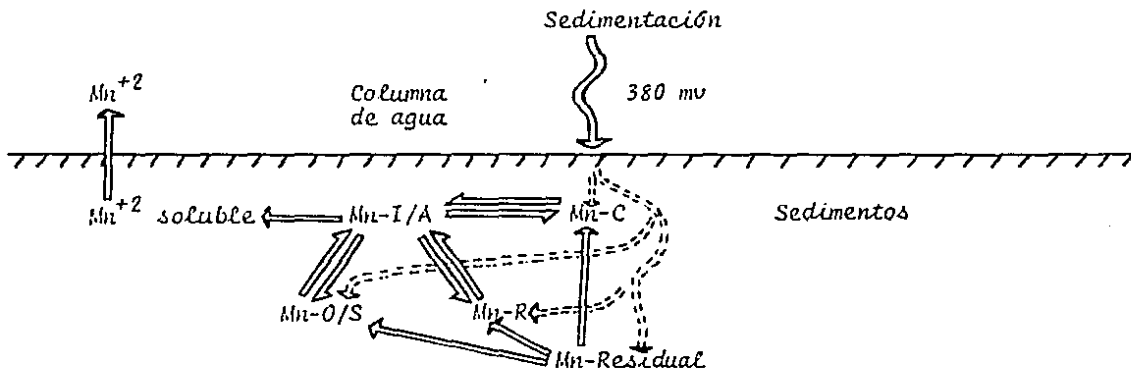
De los fondos pelágicos adyacentes a la entrada del golfo en lo que es el Pacífico oriental, se colectó el núcleo B31, el cual consistió principalmente de arcillas de coloración rojiza-naranja. Este núcleo fue extraído desde una profundidad de 3410 m; en la fase de los metales asociados a la fracción oxidable en las figuras 5.105-5.112, se observa como (excepto el Cr), todos los metales, el Eh y el C-orgánico muestran el típico perfil de calda con la profundidad. En la fase reducible, con la excepción de Cu, Zn, Ni, Cr y Co que se enriquecen hacia el fondo, Fe, Mn y Pb por lo contrario disminuyen como es de esperarse con la profundidad (Figs. 5.113 5.115).

Cuenca de Guaymas

En las figuras 5.116-5.134 (Apéndice 5) se presentan algunos perfiles donde se comparan varios metales de los núcleos B14, B17 y B18 colectados en la cuenca de Guaymas, la idea es ilustrar los niveles y comportamiento de los metales en las fases de la depresión y el talud en la cuenca de Guaymas.

En la figura 5.116, se muestran los diferentes perfiles para el Mn de intercambio adsorbido, es evidente que las concentraciones son mucho más elevadas en el núcleo del campo hidrotermal (30 ug.g^{-1}) que ciertamente tiende a decrecer con la profundidad mientras que en el talud los dos perfiles del Mn potencialmente soluble son muy similares y tienden ligeramente a enriquecerse hacia el fondo.

En estos mismos tres núcleos en las figuras 5.117 y 5.118 se observa nuevamente la misma situación en la fase del Mn enlazado a la fracción oxidable y reducible. Si se parte de la suposición de que la diagénesis es de tipo estable, y de que la proporción de las fases también es estable en los fondos de la depresión, cabe plantearse entonces, ¿Qué sucede con el Mn que se transforma necesariamente con la profundidad?, en otras palabras, en los núcleos del talud continental adyacente a Guaymas parece ser que el Mn I/A que incluye parte del Mn soluble y el adsorbido (e intercambio) se transporta hacia la columna de agua, por el gradiente de concentración, pero los perfiles también de Mn-O/S y Mn-R, sugieren que con el tiempo o la profundidad se enriquecen estas fases, la figura 5.119 y 5.120, ayudan a explicar el origen de este enriquecimiento, el cual (como se observa por los perfiles de los núcleos B17 y B18) debe provenir del Mn residual o asociado a los silicoaluminatos, ya que los gradientes en los perfiles son complementarios. Todo esto permite sugerir las siguientes reacciones esquematizadas en esta zona del talud mediante un modelo de transformación de las fracciones:



Este simple modelo, y los perfiles del Mn de las figuras 5.119 y 5.120 permiten explicar que:

- Hay una aportación de Mn desde la zona del talud en esta región, lo cual ya ha sido sugerido por otro tipo de estudios (Niemitz, 1977).
- Que el Mn exportado proviene de los distintos equilibrios en que se ve involucrado el Mn soluble en el agua intersticial pero que de manera indirecta, este resulta de la transformación neta de las otras fases como la oxidable, reducible y posiblemente la carbonatada, mismas que tienden a enriquecerse a consecuencia del Mn residual (R/S) el cual viene a ser el final al que suministra el Mn también exportado desde los sedimentos.

A pesar de que han sido desarrollados muy poco este tipo de modelos que involucran el transporte desde las fases sólidas, han habido algunos trabajos (Callender y Bowser 1980; Klinkhammer, 1980; Klinkhammer *et al.*, 1982), que han demostrado que algunos metales como Cu son liberados desde las fases sólidas en el fondo marino a una velocidad capaz de suministrar el cobre que se acumula en los nódulos de manganeso. Recientemente Lyle *et al.*, 1984; desarrolló un modelo para explicar el crecimiento de los nódulos, el cual está basado en la transferencia de los metales a través de los metales adsorbidos (extraídos con acetato de sodio en ácido acético a pH= 5 desde el inicio) en los sedimentos superficiales. De hecho esta nueva modalidad de modelos parecen ser promisorios en relación a muchas cuestiones relacionadas con el origen de los metales transferidos o capturados por materiales depositados como los mismos nódulos polimetálicos.

En el caso del núcleo B14 colectado en el campo hidrotermal, se presenta el hecho importante en que el Mn "Total" disminuye si se compara la capa superficial (0-70 cm) con la capa más profunda (55-70 cm) (Fig. 5.8). Si el flujo de Mn es, a grandes rasgos, en estado estable, entonces hay una enorme pérdida de Mn (probablemente hacia la columna de agua) durante su depositación y diagénesis temprana.

Es evidente (Figs. 5.121 y 5.122) que a pesar de la coexistencia de las distintas fracciones, una gran cantidad del Mn que se deposita sobre la superficie se redissuelve en los primeros 50 cm de la columna sedimentaria de la depresión de Guaymas.

En las Figs. 5.123 -5.128 se muestran los perfiles del Fe en las distintas fracciones de los núcleos B17, B18 y B14; nuevamente en el talud se repite la situación del Mn (Fig. 5.126 y 5.127). En el caso del núcleo B14, la conducta del Fe contrasta dramáticamente con la del Mn; los perfiles de la figura 5.128 sugieren que con la profundidad se forma más Fe en las distintas fracciones.

En la fig. 5.129 se presenta el perfil del Cd asociado a la fracción oxidable, esta fracción en el talud continental constituye entre el 13.9 y 59.7% mientras que en el núcleo B14 (de la depresión sur de cuenca de Guaymas), entre el 48.1 y 100% del total presente. En contraste con el núcleo B14 y B18, en el núcleo B17 se tiene que el Cd oxidable, se incrementa con la profundidad, en donde por cierto el C-orgánico es relativamente constante con la profundidad (Fig. 5.20). El caso del Ni, Pb y Zn orgánicos es también similar al del Cd (Figs. 5.130-5.134), con la figura 5.131 se puede observar como el Zn por ejemplo se comporta de manera muy similar al Mn, aunque en el caso de los carbonatos y sobre todo en la fracción reducible (Fig. 5.132) es más clara la diferencia entre el perfil del Zn y el del Mn, ya que mientras en el Mn los núcleos del talud se enriquecen y el de la depresión decrece, en el Zn los tres núcleos tienden a disminuir en sus concentraciones.

Cuenca del Carmen

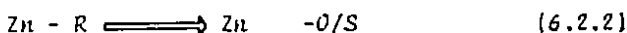
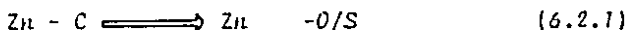
En las figuras 5.135- 5.137, se muestran los perfiles pero el Mn en las distintas fases de los núcleos B7, B8 y B12 de la plataforma continental, el talud continental y el talud peninsular de la cuenca del Carmen. Solamente en la fase oxidable se observa la diferencia en los perfiles, ya que el B17 y B7 en contraste con el B9 (Z= 1240 m) presentan un evidente incremento con la profundidad.

En el núcleo de la plataforma continental adyacente a cuenca del Carmen, se puede observar (Fig. 5.137) que a diferencia del núcleo B9 la disminución del Mn en la fase reducible se traduce en un incremento ligero en la fracción residual, y en uno más intenso en la fracción oxidable. Por su parte en el núcleo del talud peninsular el incremento en la fase Mn oxidable, se traduce principalmente en una reducción con la profundidad del Mn residual y el asociado a los óxidos (Fig. 5.138).

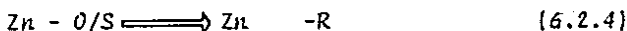
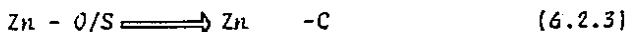
En las Figs. 5.139-5.141, se pueden observar los perfiles para el Fe en los tres núcleos de la cuenca del Carmen, tanto el Fe de intercambio, y el oxidable en los tres núcleos se comportan similarmente, la figura 5.140, indica de alguna manera que en los tres núcleos se están formando con la profundidad asociaciones entre el Fe y el material oxidable.

Ahora debido a que el C-orgánico tiende a ser relativamente constante ó a decrecer con la profundidad en estos tres núcleos (apéndice 2), es de esperarse que el Fe en la fase oxidable se incremente a expensas de la formación de sulfuros de hierro, precipitando como machinavita, greigita o la misma pirita. Berner (1964), en el núcleo L62 vecino al B12 midió niveles de pirita (más azufre orgánico) hasta de 1.45% en las secciones del fondo con una clara tendencia a aumentar hacia el fondo. En la figura 5.142, es posible observar como el incremento de la fracción oxidable incluido los sulfuros, coincide con la caída del Fe litogénico.

En las figuras 5.143-5.151, se ilustran también los perfiles para Cd, Pb y Zn. Llama la atención el comportamiento del Pb, (perfiles 5.146 y 5.147), acerca del destino del Pb conforme se van sepultando las fases del metal asociado a la fracción oxidable y a los óxidos, ya que la reducción del Pb en estas fases se traduce en un incremento del Pb en la fase residual. En el caso del Zn es notorio como se diferencia el metal en su comportamiento en las fases de los núcleos del talud y el de la plataforma continental, por ejemplo el Zn adherido a las partículas (o en posición de intercambio) solamente se detectó en el núcleo B7, luego en la fase oxidable se tiene que el núcleo de plataforma el Zn tiende a enriquecerse hacia el fondo, contrario a los otros dos núcleos (Fig. 5.149) mientras que en la fase carbonatada parece suceder lo contrario. (fig. 5.151). Ahora bien, respecto a la fase del Zn-litogénico este no parece estar involucrado en las transformaciones de las demás fases, de aquí que se pueda plantear para el Zn en la plataforma el siguiente tipo de transformación con la profundidad:



y en el talud continental de cuenca del Carmen:



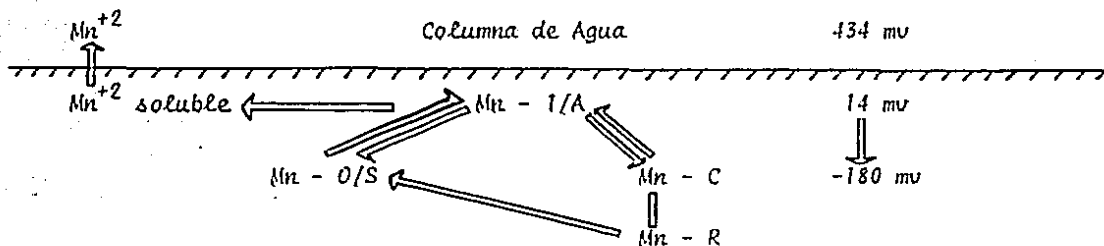
en tanto que en el talud peninsular:

Zn - R	Zn - C	(6.2.5)
Zn - R	Zn - O/S	(6.2.6)

Cuenca Pescadero

En las figuras 5.152-5.154 se ilustra el comportamiento del Mn en las distintas fases en los núcleos colectados en el transecto realizado sobre cuenca Pescadero. En la fase de intercambio se puede observar como a pesar de que el núcleo B26 fue exprimido (perdiendo un 80-95% del agua), este junto con el B3 son los que presentan los mayores niveles del metal (hasta $240 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) aunque en los dos casos (y al parecer también en el B4) la proporción tiende a empobrecerse con la profundidad. Esta misma tendencia parece ser que es la que predomina también en la fase oxidable y reducible, solamente el núcleo de la plataforma B1 presenta la tendencia contraria.

El perfil del Mn en la figura 5.155 sugiere que diagenéticamente el Mn en la plataforma continental adyacente a Pescadero sufre las siguientes transformaciones.



A diferencia con el modelo propuesto para el talud continental en Guaymas, en este caso el Mn^{+2} exportado está soportado por el decrecimiento hacia el fondo del Mn reducible que a la vez favorece posiblemente la precipitación de carbonatos de manganeso y de sulfuros.

En el caso del núcleo B3 la tendencia del Mn es distinta y algo difícil de interpretar ya que es muy clara la tendencia a decrecer de todas las fases incluida la residual (Fig. 5.156) aunque si obviamos la sección superficial (0-5 cm) el ajuste de las gráficas cambia dramáticamente (Fig. 5.157) e incluso parece notarse una ligera tendencia a aumentar del Mn en las secciones subsuperficiales del núcleo. En el caso del núcleo colectado en el borde adyacente a la península, también ocurre (incluido el Mn residual) que todas las fases tienden a decrecer hacia el fondo (Figs. 5.158-5.159); igualmente en el núcleo B26 de la depresión se repite este tipo de comportamiento, aunque al parecer se denota en las secciones de los 25-35 cm otro máximo quizás como remanente de un evento que suministró importantes concentraciones de manganeso en el pasado (Fig. 5.160).

En las gráficas de las figuras 5.161-5.163 se muestran los perfiles del Fe para los cuatro núcleos de cuenca Pescadero. En común se puede notar en los cuatro núcleos que en la fase oxidable el Fe se enriquece hacia los fondos, pero en la fase reducible el núcleo B4 se diferencia porque más bien tiende a decrecer con la profundidad (Fig. 5.164). En las figuras 5.165-5.167, se ilustran los perfiles de manera individual, en el caso de los núcleos B3 y B26 (de las partes más profundas) se observa como el Fe asociado a los minerales resistentes es el que parece soportar la formación de sulfuros de hierro.

Como se mencionó anteriormente el Cd en los sedimentos se presentó predominantemente en las fases oxidable y residual y solamente en unos cuantos núcleos tuvieron concentraciones detectables en las otras fases, en las figuras 5.168 y 5.169, tenemos los perfiles del Cd para los núcleos de cuenca Pescadero, y en ellos se puede notar como únicamente en el núcleo B1 de la plataforma se pudieran medir niveles de este elemento, en el se nota también como el Cd más bien tiende a decrecer en esta fase al igual que en la oxidable; ahora en el núcleo B26 de la depresión también se nota la tendencia a decrecer hacia el fondo, en tanto que en los núcleos B3 y B4 se presenta el patrón contrario.

Las figuras 5.170-5.179 se ilustran los perfiles de los núcleos de cuenca Pescadero para el Cu, Zn y Pb, en ellos es posible observar la similitud entre los perfiles de Cu y Zn, como quiera que sea en los demás metales es más difícil observar un patrón general.

- En el caso del núcleo B26 llama la atención sus perfiles individuales en el sentido de que reflejan un suministro variable en concentración en la depresión como se puede notar en el Zn (Fig. 5.177), Pb (Fig. 5.178), Cr (Fig. 5.179) y Ni (Fig. 5.180), en el Co (Fig. 5.181) a pesar de tal variación se puede observar como el decrecimiento del metal se traduce en un incremento del Co residual con la profundidad.

Cuenca Farallón

En esta cuenca solamente se colectaron tres núcleos de las depresiones, B5 (Z= 2250 m), B6 (Z= 2220 m) y B24 (Z= 3250 m). En las figuras 5.183-5.186, se presentan los perfiles individuales de Mn para cada núcleo en las distintas fases; tanto en el B5 como en el B6 se puede observar que en todas las fases del Mn siempre tiende a decrecer hacia el fondo de los núcleos, lo cual puede deberse a la variación del suministro y que en estos últimos años se hayan depositado partículas más ricas en Mn. En el caso del núcleo B24 de la depresión profunda, en cambio se presenta el comportamiento contrario ya que con excepción del Mn-1/A, todos los demás incluido el Mn residual tienden a enriquecerse con la profundidad, este núcleo como se nota en el apéndice 2, presenta un perfil anómalo en su contenido de humedad Eh, C-orgánico, además de la alcalinidad, cloruros y amonía del agua intersticial (Osuna-López, en preparación).

Entre las posibles explicaciones que se pueden plantear para los perfiles de este núcleo están: (1) Que el punto o localidad donde fue colectado el núcleo B24, constituye una trampa de sedimentos finos, y aunado a esto la diagénesis y cambios redox dan lugar a una redistribución del Mn; (2) Que dicha anomalía sea una consecuencia de la actividad hidrotermal. Es difícil con la información disponible evaluar estos planteamientos; evidentemente se requiere verificar con otro tipo de análisis (relación isotópica de Helio y oxígeno, por ejemplo), las hipótesis.

En el Fe nuevamente son muy similares los núcleos B5 y B6 (Figs. 5.187-5.190) dichos perfiles pueden interpretarse en términos de una transformación del Fe-residual a Fe-oxidable y reducible conforme se sepultan los sedimentos, mientras que en el núcleo B24 el decrecimiento del Fe-orgánico parece más bien reflejarse en un incremento del Fe-reducible con la profundidad (Figs. 5.191 y 5.192). En otros metales tales como Ni (Fig. 5.193) y Cu (Fig. 5.194) en todas las fases incluida la residual se observa un evidente aumento hacia el fondo, aunque en metales tales como el Zn, dicho aumento parece deberse a la disminución del Zn orgánico (Fig. 5.195).

Cimas o sills

Tanto el núcleo B22 (Z= 1350 m) como el B25 (Z= 2450 m) presentan un perfil muy similar de Mn en todas las fases analizadas (Fig. 5.196-5.197) en la sección superficial de ambos núcleos se presenta un gran enriquecimiento del metal para luego decrecer hacia el fondo, esto denota que dicho enriquecimiento es el resultado de la emigración del Mn soluble desde las capas sub-superficiales con el posterior proceso de formación de los óxidos del Mn en las respectivas fases de los estratos superiores, esto último es muy factible de que ocurra ya que los perfiles del Mn-I/A se caracterizan por el gran enriquecimiento también en el estrato superficial (Fig. 5.199-5.200).

En las figuras 5.200, 5.203 y 5.204 se muestran los perfiles del Fe en las distintas fases de los núcleos B22 y B25 nuevamente en los dos núcleos se presentó el mismo comportamiento, el Fe que se incrementa en las fases no-litogénicas aparentemente es suministrado por los silicoaluminatos en ambos núcleos. En cambio en el caso de otros metales como Pb y Cr el decrecimiento del elemento en fases como la oxidable, da como resultado un enriquecimiento del metal en la fase residual (fig. 5.205 y 5.206), en tanto que en el Ni parece suceder justamente lo contrario (Fig. 5.207).

Cuando se comparan los perfiles de los metales (fig. 5.208-5.224) en las distintas fases de los núcleos de las depresiones de las cuencas del bajo golfo de California, se puede corroborar que el núcleo de la cuenca Farallón, es ciertamente anómalo, siendo más evidente el contraste en las fases del Mn, Fe, O/S, Cu-O/S, Ni-O/S, pb-O/S, Cd-O/S y Zn-C. De manera común los perfiles del Mn-I/A (Fig. 5.207) en las depresiones de las cuencas reflejan una precipitación superficial del metal, siendo un poco menos evidente en el núcleo B24 de cuenca Farallón.

De los nateriores resultados a continuación se presentan algunas generalizaciones en el comportamiento de los metales en las fases geoquímicas de los perfiles sedimentarios de la parte centro y sur del golfo de California.

A pesar de la diversidad de comportamientos de los metales en las distintas fases, es posible observar un patrón general que permite sugerir modelos esquematizados sobre las principales transformaciones de los metales en las fases a medida que estos se van acumulando en la columna sedimentaria. De manera general se observa que el Mn viene a ser el elemento más perceptible a los cambios del nivel redox (Eh), en algunos casos se puede notar como este elemento sigue el mismo tipo de perfil que el Eh (por ejemplo: en los núcleos B7 y B20) en contraste a veces del Fe.

Diferentes investigadores (Krauskopf 1957; Lynn y Bonatti, 1965; entre otros) han argumentado que los óxidos de Mn son más estables en potenciales redox elevados, que los óxidos del Fe, sin embargo los del Mn se reducen primero, y el Mn⁺² puede emigrar hacia un ambiente más oxidante y precipitar. En apoyo a este tipo de argumento, en la literatura existen una gran diversidad de trabajos con datos tanto de agua intersticial y del sedimento (por ejemplo, Froelich et al., 1979).

Con los resultados de esta sección, en el presente trabajo se puede esquematizar el transporte y transformación del Mn y Fe en las distintas fases; en la figura 6.2.1 se ilustra el modelo generalizado el cual se refleja con más claridad para el Mn en núcleos como el B14, B29 y B9; y para el Fe en el B31, y B29, éstos últimos dos núcleos que por cierto se colectaron en las afueras del golfo.

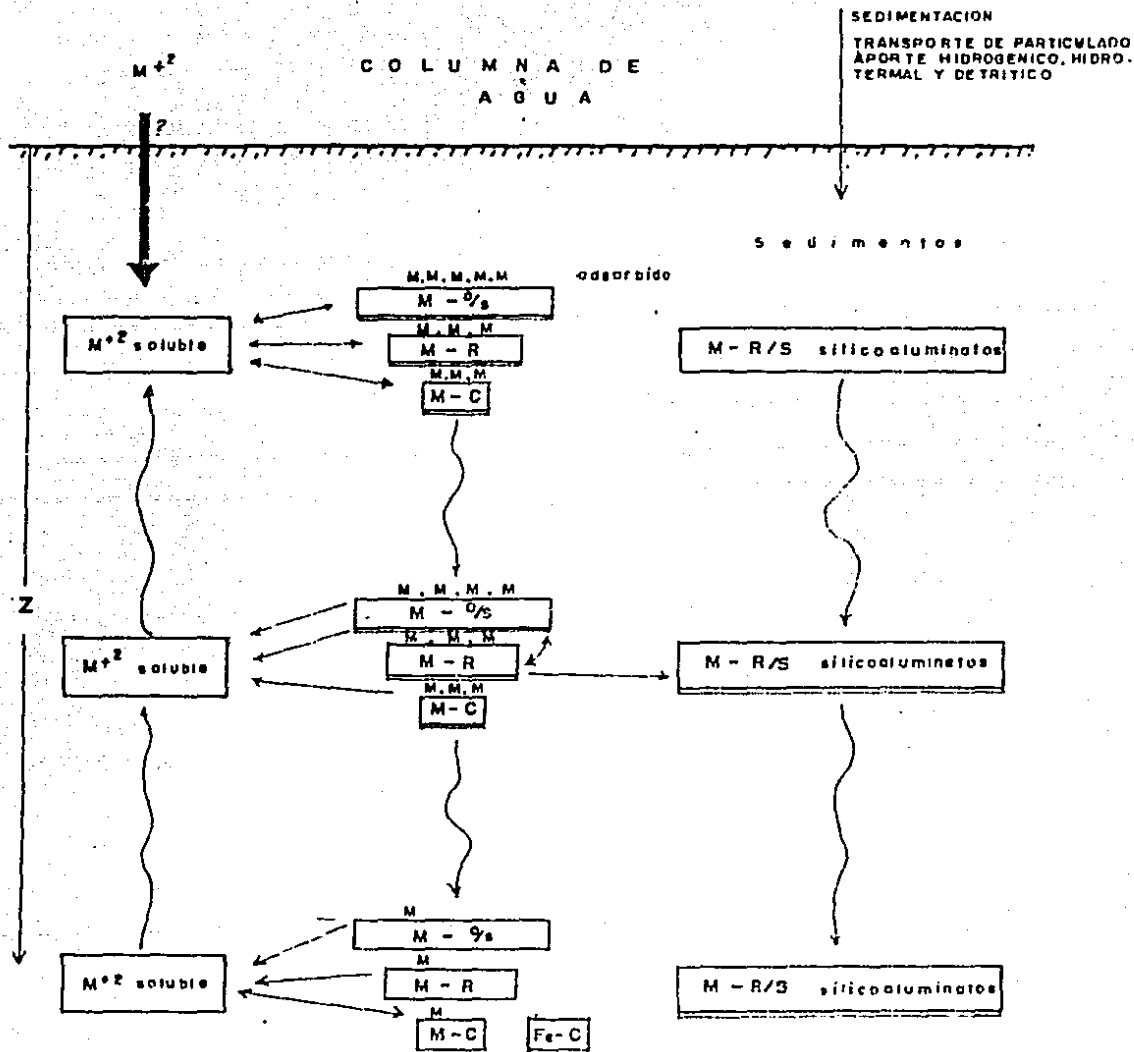


Figura 6.2.1. Modelo de transformación y transporte de Mn y Fe en los fondos de la depresión sur de Cuenca de Guaymas, Cuenca Mazatlán y fondos pelágicos adyacentes a la zona de actividad hidrotermal 21°N.

En la figura 6.2.2, se muestran las principales transformaciones para el Fe y Mn en el talud continental adyacente a la cuenca de Guaymas (núcleos B17 y B18). Adicionalmente el Fe en los núcleos B5 y B6 de la depresión principal de cuenca Farallón, B3, B4 y B26 de cuenca Pescadero y los núcleos de las cimas o sills B22 y B25, también presentan este tipo de transformaciones.

Igualmente en la figura 6.2.3, se presenta el modelo para explicar el cambio que sufren las fases del Mn en la plataforma continental de la porción central y sur del golfo de California.

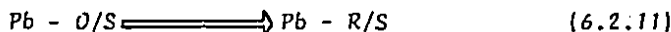
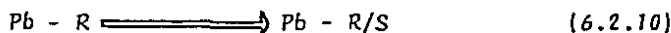
Respecto a los demás metales, no es fácil generalizar ya que un mismo núcleo se presentan diversos patrones de comportamiento en las fases según el metal; por ejemplo, en el núcleo B25, se tiene que el cromo al acumularse se transforma básicamente de la fase oxidable a las fases reducible y residual:



mientras que el níquel más bien parece transformarse solamente desde la fracción litogénica a la oxidable:



Por su parte el Pb-R y Pb-O/S al acumularse parece irse transformando en Pb-R/S:



presentándose esta misma tendencia en otros núcleos como el B7 de la plataforma continental y el B12 del talud peninsular (adyacente a cuenca del Carmen) o incluso en el núcleo B25 colectado en el "sill" o cima que separa a las cuencas de Pescadero y Farallón.

De los modelos anteriores, es posible concluir que en el caso de sedimentos como los de la depresión de la cuenca de Guaymas, hay un aporte de Mn desde las fases no-litogénicas que tiende a decrecer hacia el fondo al asociarse el metal a fases más resistentes; en cambio, en el caso de los sedimentos del talud, las fracciones de los silicoaluminatos parecen servir como una fuente del aporte de Mn disuelto; en la plataforma continental, también parece ocurrir algo muy similar, la diferencia estriba solamente en que en lugar de los silicoaluminatos, vienen a ser los óxidos (más estables) la fuente de aportación del Mn.

En relación al volumen bibliográfico que existe sobre la asociación de los metales a las fases geoquímicas, es notable la mayor abundancia de trabajos en muestras superficiales y material suspendido que en núcleos. Respecto al núcleo colectado en la Bahía Francesa de Villefranche (Nembrini et al., 1982; Rapin et al., 1983) se puede observar que en este núcleo no obstante haber sido colectado en un área altamente contaminada presenta un perfil de Mn y Fe similar al de los núcleos del talud continental adyacente a cuenca de Guaymas (B17 y B18).

Ahora respecto a otro tipo de estudios que han sugerido la participación de los sedimentos silíceos, en las reacciones diagenéticas, investigadores como Gieskes et al., (1983); han sugerido que estos sedimentos son los que aportan el Mn y Li

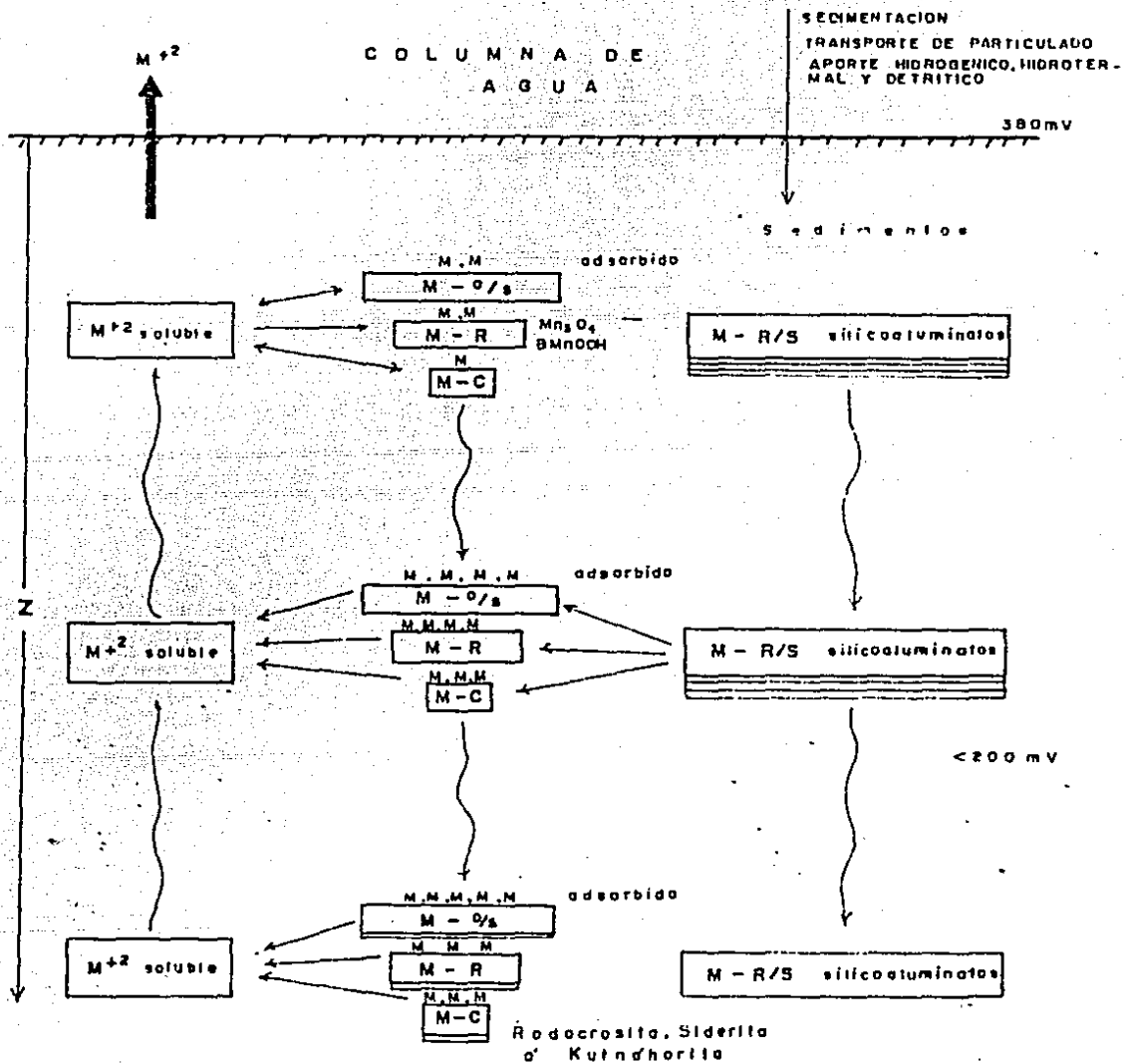


Figura 6.2.2. Modelo de transformación y transporte del Mn en el talud continental adyacente a Cuenca de Guaymas.

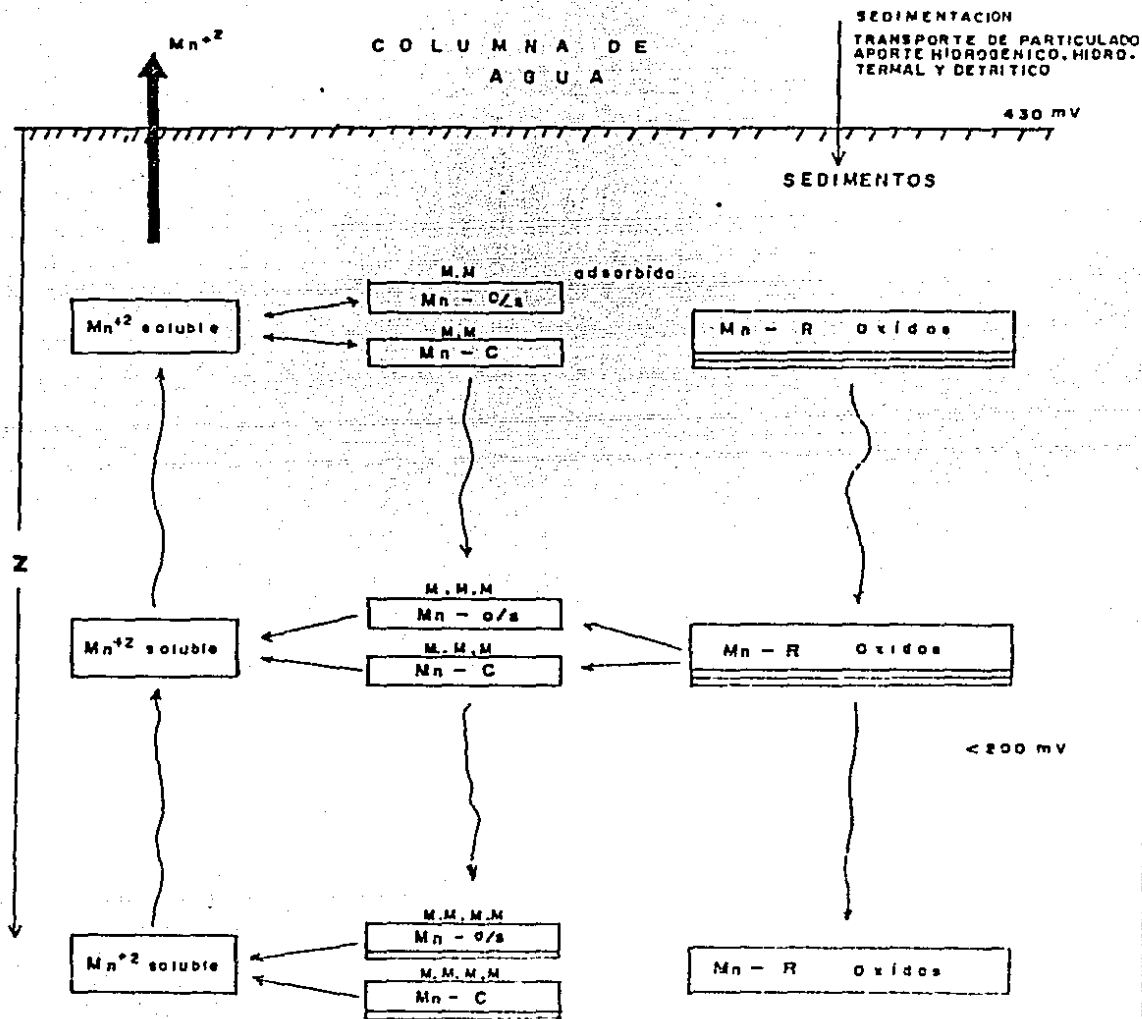


Figura 6.2.3. Modelo de transformación y transporte del Mn en la plataforma continental de la parte centro y sur del Golfo de California.

disuelto de las aguas intersticiales; para el Mn esto se ha interpretado que ocurre como resultado de la presencia del Carbono orgánico reactivo el cual sirve como agente de reducción.

Otro hecho que llama la atención en los perfiles de la columna sedimentaria es que el Fe asociado a los óxidos, en ocasiones (como por ejemplo núcleos B17 y B18) se incrementa su concentración con la profundidad a pesar de que el Eh más bien tiende a caer a valores hasta de -44 mv (núcleo B14, por ejemplo). En este sentido Postma (1985) habla de que el Fe no siempre se apega a los modelos de equilibrio, ya que los óxidos de hierro pueden persistir en sedimentos anóxicos donde incluso esté presente H_2S (Berner, 1970; Jorgensen, 1978) en obvio desequilibrio. Para aclarar esto Stumm y Morgan (1981) han sugerido una explicación cinética, la cual se refiere a la más lenta oxidación del Mn^{+2} comparada a la del Fe^{+2} .

En cuanto a la fracción de intercambio y adsorción, como es de esperarse las mayores concentraciones detectadas en los núcleos fueron las del Mn y Fe; en el caso de los núcleos de la plataforma y el talud, y sobre todo en la parte continental del golfo de California fue más evidente el perfil que refleja una exportación o emigración del Mn hacia la columna de agua. El Mn disuelto en condiciones óxicas, es de esperarse que esté en equilibrio con óxidos como la hausmanita (Mn_3O_4) o el $B-MnOOH$ (Bricker, 1965; Klinkhammer y Bender, 1980); en tanto que en los ambientes deficientes de O_2 , la solubilidad del Mn ha sido explicada en base a la existencia de una mezcla carbonatada de Mn similar a la rodocrosita ($MnCO_3$) (Manheim 1961; Li et al, 1969; Holdren et al, 1975; Suess, 1979; Klinkhammer, 1980) aunque en condiciones extremadamente reducidas pueden formarse sulfuros de Mn. Suess (1979) ha sugerido que la composición del agua intersticial puede de hecho controlar la composición de la fase sólida a través de la formación de soluciones sólidas de la forma $Mn_{1-x-y}Ca_xMg_yCO_3$.

A pesar de que se han identificado las fases del Mn carbonatado tanto en ambientes lacustrinos (Callender, 1973; Nembrini et al, 1982), como marinos (Manheim, 1961; Hartmann, 1964; Calvert y Price, 1970; Suess, 1979) poco se ha discutido realmente (Pedersen y Price, 1982) sobre los factores que controlan su distribución y formación.

En todos los estudios que se ha caracterizado la fase carbonatada, se ha encontrado que está constituida por un carbonato impuro con proporciones variables de Mn, Cr, Mg y a veces Fe; así mientras que en el Lago Suizo de Lacléman los difractogramas confirmaron la presencia de rodocrosita y en menor extensión siderita (Nembrini et al, 1982), Pedersen y Price (1982) en la cuenca de Panamá en cambio encontraron que los difractogramas correspondieron al mineral denominado Kutnahorita $Ca(Mn, Mg)(CO_3)_2$.

La solubilidad del Fe por su parte en el ambiente anóxico está limitada principalmente por la reacción con H_2S (Berner, 1977; Murray et al, 1978; Boulegue et al, 1982); la solubilidad de otros metales como Cu, Cd, Cr y Pb en general tiende a incrementarse en las aguas sulfídicas (Gaillard et al, 1986), la naturaleza de la fase sólida que precipita en las aguas ricas en H_2S no es conocida (Emerson et al, 1983; Dyrssen, 1985), Fe siempre se ha considerado como el metal que principalmente precipita en las diferentes formas de compuestos sulfídicos (Goldhaber y Kaplan, 1974; Berner, 1984); de acuerdo a Franson y Leckie (1978) y Elderfield et al, 1979; los metales pesados son más bien capturados por los sulfuros de hierro que precipitados puramente como minerales de sulfuros. Este tipo de sugerencias ha hecho

suponer (Gaillard et al, 1986) que los sulfuros son eficientes en remover los metales desde las aguas intersticiales. Cuando los sulfuros alcanzan concentraciones de mil las fases comunes de los óxidos e hidróxidos son reemplazados por sulfuros (Framson y Leckie, 1978). El p_{ks}p de los sulfuros de metales pesados varía de 25.2 para el ZnS(S) a 53.2 para el HgS(S) (Leckie y Nelson, 1975), de aquí que una gran fracción de los metales pesados acuosos esté unida como sulfuros sedimentarios en condiciones anaeróbicas.

Recientemente Jean y Bancroft (1986) experimentalmente demostraron que sulfuros minerales tales como Fe_{1-x}S, FeS₂, ZnS, PbS, son excelentes capturadores de metales como el Pb, Zn, Hg y Cd, estos autores encontraron que el pH en el cual los sulfuros adsorben la mayor proporción de Zn y Cd es entre valores de 6-8 y 7-9 respectivamente; intervalos que corresponden muy bien con la mayoría de los pH medidos en los sedimentos del golfo de California. (Apéndice 2).

En este sentido la mayoría de los sedimentos del golfo de California presentan una clara evidencia a formar sulfuros de hierro asociado a metales como el Pb, Ni, Cr, Cu y Cd, sobre todo en los núcleos del talud continental (B17, B18, B4 por ejemplo).

Como se ha mencionado en las secciones anteriores el cadmio en el ambiente marino en gran extensión es biogénico (Bender y Gagner, 1976; Knauer y Martin, 1981); en los núcleos del golfo de California en general se observa que a diferencia de los demás metales analizados este se halla predominantemente asociado a la fase oxidable (49.5-64.7 % en la sección superficial de los núcleos), en esta fase los núcleos del golfo caen en dos categorías; (1) aquellos en que el Cd-0/S decrece hacia el fondo de los núcleos o sea que no se ve favorecida la formación posiblemente de sulfuros de cadmio (B18, B12, B7, B1, B37, B29, B31, B14, B5 y B26) y (2) en los que sí se favorece con la profundidad la formación de fases orgánicas, sulfurosas (y posiblemente carbonatadas) del Cd (B17, B9, B6, B25, B20, B22, B24, B4, B3).

Es evidente que en aquellos núcleos con una mayor proporción de C-orgánico, menos Eh, como son los del talud se favorece más la formación de Cd-0/S en la columna sedimentaria.

El mecanismo que se ha sugerido en la diagénesis del Cd (Gendron et al, 1986), parte del hecho de que cuando el detritus orgánico que contiene cadmio es destruido (sobre todo en ambientes anóxicos y bajas tasas de sedimentación), parte del cadmio es liberado junto con otros productos de la mineralización. El cadmio liberado en forma disuelta es entonces libre para transportarse, pero si el metal se sobresatura con el sistema H₂S (lo cual seguramente ocurre en las capas subsuperficiales) es de esperarse que precipite el elemento acompañado generalmente al hierro y en ocasiones al manganeso (núcleos B17, y B24 solamente).

6.3 Balance geoquímico del Manganeso

En base al capítulo quinto, en esta parte se presenta un balance de masas para el Mn y Cu; es de especial interés el Mn, debido a que es un elemento muy estudiado y de comportamiento muy peculiar (muy móvil químicamente y sensible a cambios redox), contrariamente el cobre es el típico oligoelemento que para fines de comparación con el manganeso resulta de gran utilidad.

En la tabla 6.3.1 y 6.3.2 se presenta el balance global estimativo de estos elementos. Para el Mn se emplearon los datos de la Tabla 5.4.7 de este estudio, para calcular el aporte hidrotermal y del talud, se revisó el trabajo de Campbell (1975) para estimar el aporte riverino se usó la concentración de los ríos del mundo (Holland, 1981) debido a que no se tiene esta información para los ríos que desembocan en el golfo de California. Si se observa el total de Mn depositado contra el flujo aportado globalmente en el golfo, resulta imposible establecer un sistema en estado estable, debido a que el flujo de Mn depositado es cinco veces mayor que lo aportado, por tanto si el sistema golfo-oceano opera en estado estable, lo anterior necesariamente se tiene que explicar por una sobreestimación en el flujo depositado, lo cual es factible en el complejo de cuencas Pescadero, o bien por una sub-estimación en el aporte de Mn hidrotermal, lo cual también es posible, debido a que en cuencas como Del Carmen y Farallón, se han tenido indicios de actividad hidrotermal (Lupton, 1979).

A diferencia del Mn, en el Cu los flujos aportados ($13-393 \cdot 10^7$ g \cdot año⁻¹) y depositados ($407 \cdot 10^7$ g \cdot año⁻¹) son razonablemente comparables, tomando en cuenta las consideraciones realizadas. Este balance permite reforzar la idea de que el Mn hidrotermal es subestimado en el anterior balance, ya que en el cobre se aplicaron las mismas tasas de acumulación sedimentaria, que para el manganeso.

En las figuras 6.3.1 a 6.3.4 se ilustra la sedimentación del Mn (en sus respectivas fracciones geoquímicas), en las cuencas del bajo golfo; en estas figuras se presenta también la proporción de Mn en cada una de las fracciones extraídas con el $MgCl_2$ a pH7 (I/A), H_2O_2 (O/S), hidroxilamina (R) y la residual o litogénica (R/S) (ver sección 6.1). Este modelo de depositación del Mn en las cuencas permite visualizar los flujos de cada una de las fracciones del metal en los distintos rasgos morfológicos; así por ejemplo es fácil notar como es mayor la acumulación del elemento en la depresión ($71.3 (+2.1-21.8) \cdot 10^8$ g \cdot año⁻¹) de la cuenca de Guaymas que en el resto de las cuencas.

Tabla 6.3.1 Balance de Manganeso para el golfo de California

I. Depositado

Cuenca de Guaymas	188-208 . 10^8	(Ver Tabla 5.4.7 este estudio)
Cuenca del Carmen	85-108 . 10^8	
Cuenca Farallón	100 . 10^8	
Cuenca Pescadero	<u>195-215 . 10^8</u>	
Total del Mn depositado:	568-631 . 10^8	g . año ⁻¹

II. Aporte

Intercambio anual de agua	: .5 x 10^6 l	(Roden y Groves 1959)
Concentración promedio del agua de mar	0.5 n mol . kg ⁻¹	(Bruand 1983)
Aporte oceánico	0.14 g . año ⁻¹	
Aporte riverino	3.7 x 10^{13} l . año ⁻¹	(Byrne 1957)
Concentración	0 - 185 ug . kg ⁻¹	(Holland, 1981)
	0 - 68 . 10^8 g . año ⁻¹	
Aporte hidrotermal	23-58 . 10^8 g . año ⁻¹	(Campbell, 1985)
Aporte del talud	10-40 . 10^8 g . año ⁻¹	(Campbell 1985)
Aporte total:	<u>101 - 166 . 10^8</u>	g . año ⁻¹

Tabla 6.3.2 Balance de Cobre para el golfo de California.

I. Depositado

Cuenca de Guaymas	118 . 10 ⁷	(Ver Tabla 5.4.7 este estudio)
Cuenca del Carmen	72 . 10 ⁷	
Cuenca Farallón	54 . 10 ⁷	
Cuenca Pescadero	163 . 10 ⁷	
Total de Cu depositado:	407 . 10 ⁷	g . año ⁻¹

II. Aporte

Intercambio anual de agua	5 x 10 ⁶	(Roden y Groves (1959))
Concentración promedio del agua de mar	4 n mol . kg ⁻¹	(Bruiland, 1983)
Aporte oceánico	1.3 g . año	
Aporte riverino	3.7 x 10 ¹³ l . año ⁻¹	(Byrne 1959)
Concentración	0.8-105 ug . kg ⁻¹	(Holland, 1981)
	10-390 . 10 ⁷ g . año ⁻¹	
Aporte hidrotermal		
Relación molar del fluido hidrotermal en Guaymas (Edmond y Von Damm 1985):	139:1	
	3.3 . 10 ⁷ g . año ⁻¹	
Aporte total:	13- 393 . 10 ⁷	g . año ⁻¹

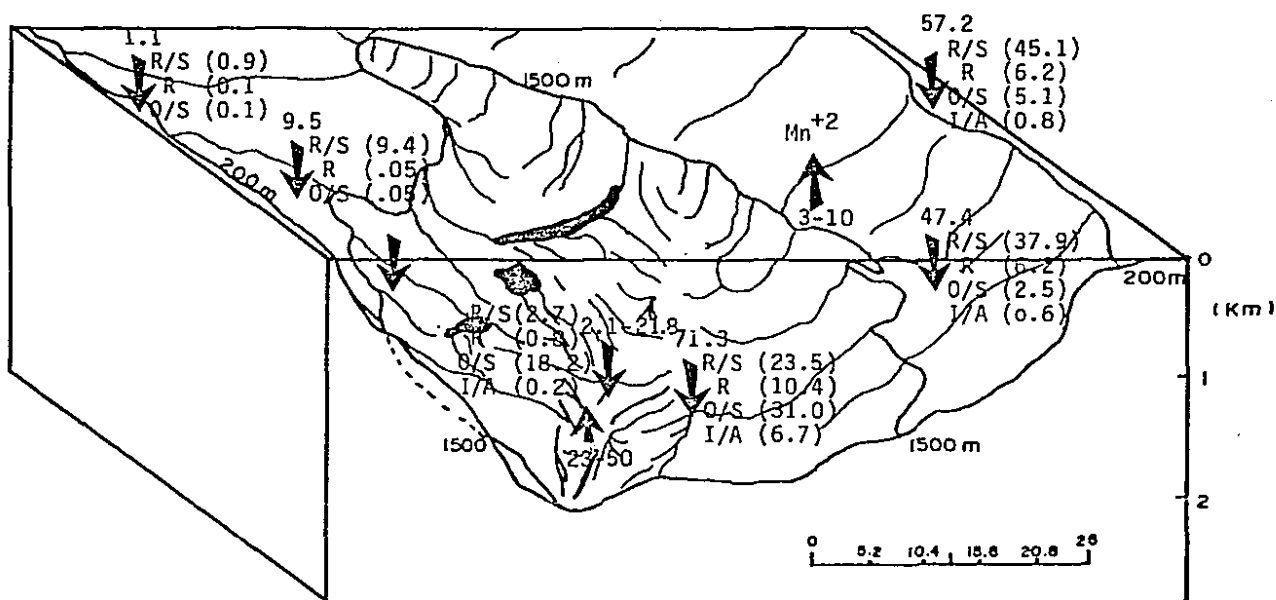


Figura 6.3.1 Balance del Manganeso y sus fracciones geoquímicas en la Cuenca de Guaymas (108 g. año^{-1}). Sedimentación en la Cuenca $189-208.10^8 \text{ g. año}^{-1}$.

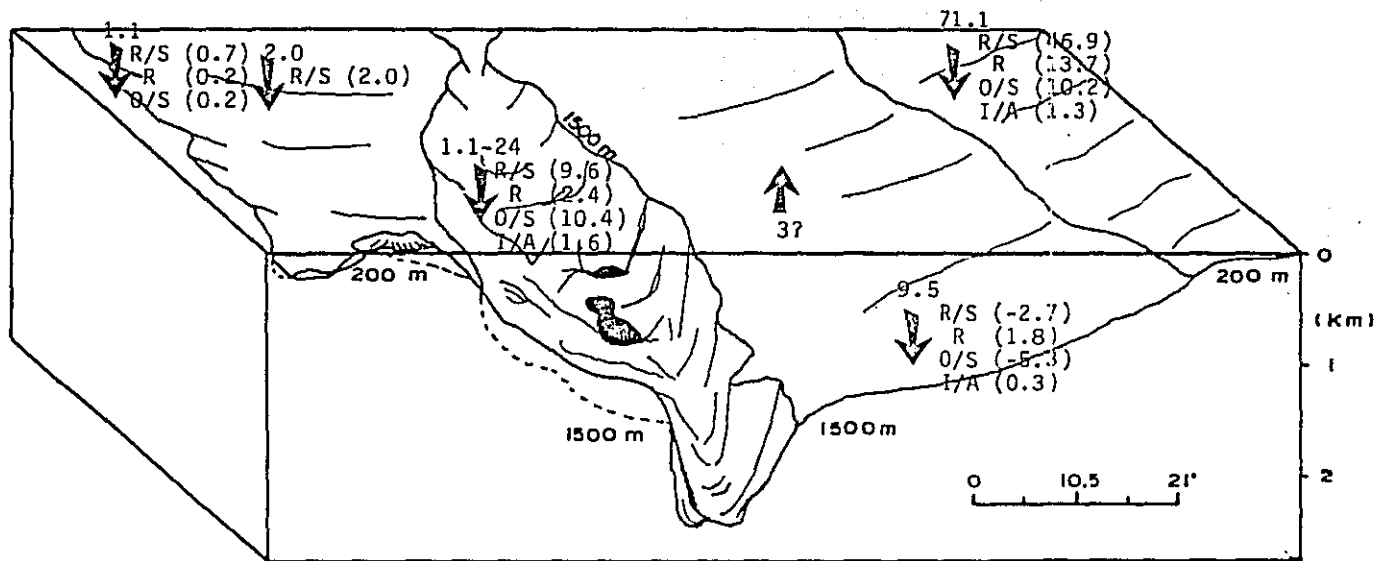


Figura 6.3.2 Balance del Manganeso y sus fracciones geoquímicas en la Cuenca del Carmen (10^8 g.año⁻¹) sedimentación en la cuenca 85-108 g.año⁻¹.

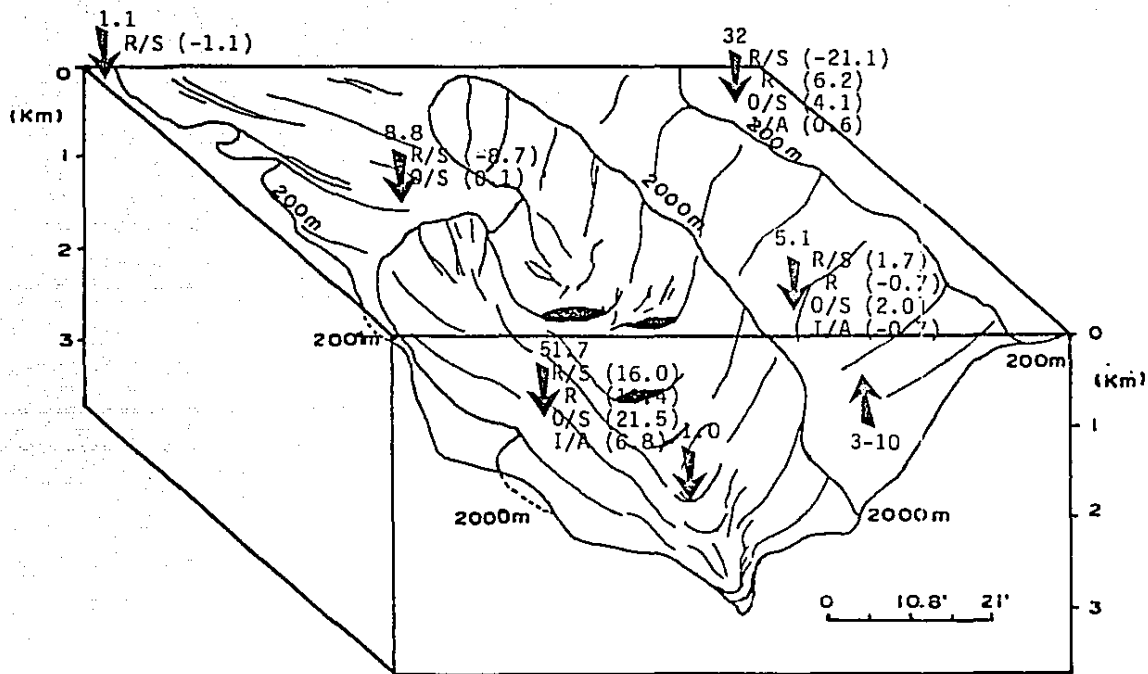


Figura 6.3.3 Balance de Manganeso y sus fracciones geoquímicas en la Cuenca Farallón (10^8 g.año⁻¹) sedimentación en la Cuenca $100 \cdot 10^8$ g.año⁻¹.

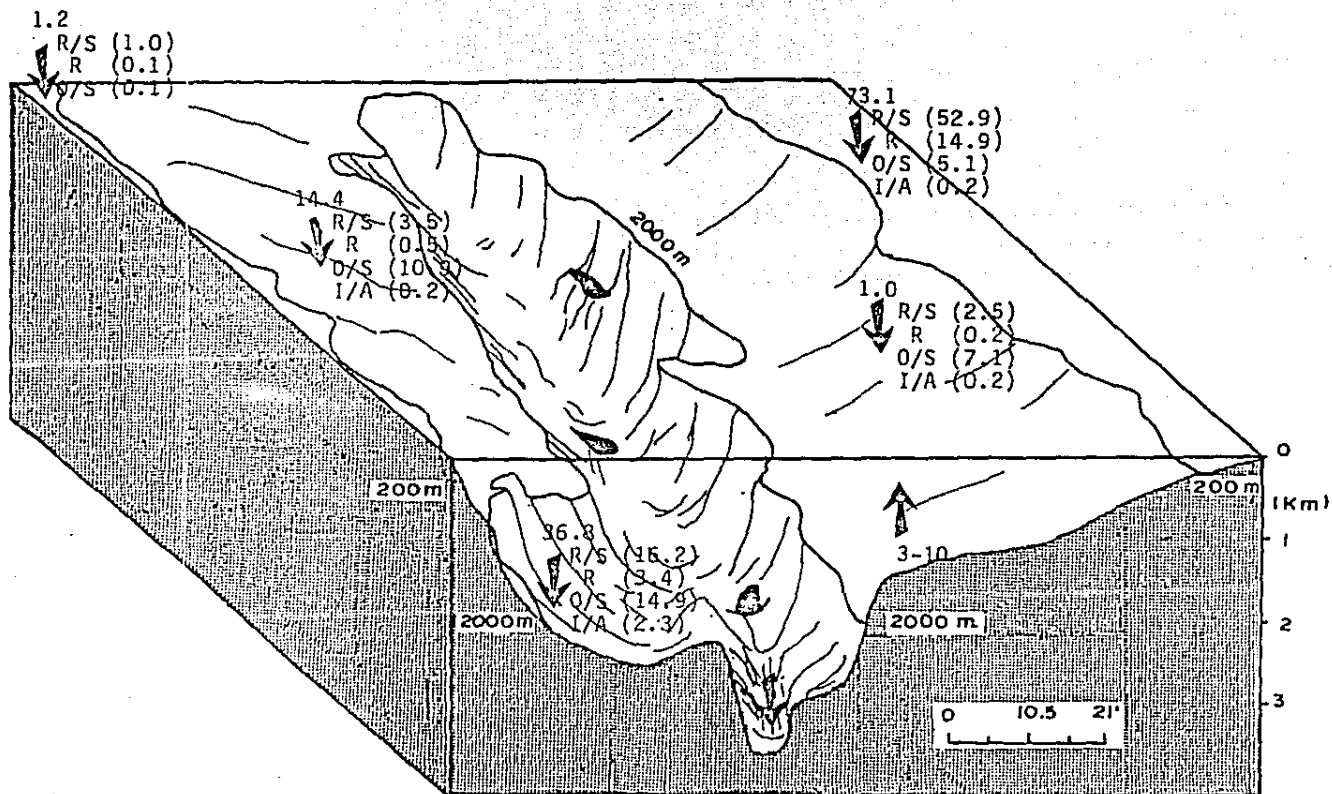


Figura 6.3.4 Balance de Manganeso y sus fracciones geoquímicas en la Cuenca de Pescadero (10^8 g.año⁻¹). Sedimentación en la cuenca $137 \cdot 10^8$ g.año⁻¹

7. Conclusiones

- Si bien las mediciones del Eh no reflejan el potencial redox esperado para las semireacciones, en esta investigación se demuestra que la tendencia del redox medido en la columna sedimentaria, como el calculado (a partir de las concentraciones de los componentes de la semireacción SO_4^{2-}/H_2S) concuerdan de manera significativa; de aquí que las mediciones pueden ser valiosas para caracterizar los sedimentos y su evaluación redox. Así los sedimentos del golfo de California se pueden categorizar como sigue: En los fondos menores a 1100 m (desde la superficie al fondo) los núcleos van desde ligeramente oxidantes a moderadamente reductores; mientras que en las profundidades mayores a 1100 m, los fondos son más bien moderadamente oxidantes, con excepción de algunas depresiones de las cuencas, como la de Guaymas & Farallón.
- El pH, de manera similar a muchos otros estudios de los sedimentos del golfo de California, cae en el orden de 6.8 a 7.8, solamente unas pocas muestras presentaron lecturas por debajo de 6.6.
- La tasa de sedimentación en varios de los núcleos colectados fue estimada mediante el modelo diagenético de Berner (1978), y su aplicabilidad fue evaluada comparandola con tasas de sedimentación previamente medidas por métodos radioquímicos e históricos de las principales cuencas del golfo de California. El ajuste entre el gradiente de la sulfatoreducción $-(\partial c / \partial x)_0$ y la tasa de sedimentación w produce una recta de tipo:

$$w = 1.26 (- \partial c / \partial x)_0 - 0.005$$
 con un coeficiente de correlación significativa ($r = 0.01$) de 0.96 ($n = 9$).
- En relación al C-orgánico, al igual que Van Andel (1963) y Niemitz (1977), se encontró que los valores de C-orgánico oscilan entre 0.11 y 5% según la topografía, localidad y textura de las muestras; así en la plataforma continental del golfo se pueden encontrar concentraciones tan bajas hasta el 0.12% en sedimentos arenosos, mientras que las concentraciones más elevadas en general se hallan en el talud y borde de las cuencas. Por su parte el núcleo B31 extralado de los fondos pelágicos fuera del golfo, presenta valores de 0.17 a 0.73%.
- Las constantes de descomposición del C-orgánico k , varían según el rasgo morfológico en el golfo de California: de 1.5 a 14.5×10^{-3} año $^{-1}$ en la plataforma continental, de 0.7 a 7.1×10^{-3} año $^{-1}$ en el talud y borde de las cuencas, y de 2.1 a 80×10^{-5} año $^{-1}$ en las depresiones; lo cual se traduce como vida media del C-orgánico en 50-450 años en la plataforma continental, 100-1000 años en el talud y de 10-330 años en las depresiones de las cuencas.
- La regresión lineal entre la acumulación de C-orgánico (${}^kC\text{-org}$) y la tasa de acumulación de sedimentos (r) en el golfo está dada por:

$${}^kC\text{-org} = 0.057 = r^{0.82}$$

Así pues mientras que en el golfo de California la regresión sugiere que la tasa de acumulación de C-orgánico es del 5.7% de la tasa de acumulación elevada a la potencia de 0.82, en lugar del 1.0% de la tasa de acumulación elevada a la 1.4 que ha sido observado en sedimentos de tipo oceánico (Heat, et al., 1977).

7. Respecto a la distribución superficial (0-5 cm) de los metales pesados en el golfo de California, se tiene que para metales como Mn, Fe, Cu, Ni, Cr, Zn y Pb, las depresiones de las cuencas vienen a ser los sitios más favorecidos por el enriquecimiento metálico. La distribución de la concentración por su parte en todos los casos muestra una tendencia común a incrementarse hacia la entrada del golfo. En el caso particular del cadmio este coincide de manera general en su enriquecimiento con los fondos que interceptan el mínimo de oxígeno, sobre todo en la región central y occidental del golfo.
8. De acuerdo al diagrama ternario de Fe/Mn/(Co+Cu+Ni) 10 los núcleos que presentan mayor carácter hidrotermal son: el B14, B21 y B26 de la depresión profunda de cuenca de Guaymas y del complejo de cuenca de Pescadero; mientras que el único núcleo que presenta mayor carácter hidrogénico viene a ser el B31 colectado en los fondos pelágicos del Pacífico oriental adyacente al golfo de California.
9. La tasa de acumulación promedio para Cu, Ni, Co, Cr, Zn, Pb y Fe se presenta de mayor a menor proporción en cada uno de los rasgos topográficos como sigue:
- plataforma continental > depresiones > talud
- En el caso del Cd y Ag las acumulaciones más altas se presentan en la plataforma y las más bajas en las depresiones; en cambio el Mn presenta las más elevadas tasas de acumulación en los núcleos de las depresiones, sobre todo en los núcleos de las cuencas Farallón, Guaymas y Pescadero.
10. Considerando el área de los distintos rasgos morfológicos del golfo de California, el flujo másico de los metales en general se presenta en una mayor magnitud en la cuenca Pescadero y cuenca de Guaymas, mientras que la acumulación metálica normalizada por el área de cada cuenca en la mayoría de los metales (Fe, Mn, Cd, Co, Ag, Cr y Pb) es mayor en la cuenca de Guaymas.
11. A pesar de la amplia variabilidad regional en los flujos y tasas de acumulación metálica en las distintas cuencas del bajo golfo, existe una evidente consistencia en los datos como un todo en la magnitud relativa de los flujos elementales. Así, es posible observar que tanto los flujos másicos (g/año), como las tasas de acumulación (mg/m² . año) de los metales, presentan una misma tendencia a decrecer en el orden siguiente:
- Fe > Mn > Zn > Pb > Cr > Ni > Cu > Co > Cd > Ag
- secuencia que tiene una gran similitud con la de la descarga del particulado metálico de los ríos.
12. En lo concerniente a la asociación de los metales pesados con las fracciones geoquímicas operacionalmente definidas en los sedimentos de la parte centro y sur del golfo de California se pueden resumir las siguientes conclusiones:
- Con excepción del Fe y Mn (y en pocos casos el Zn, Ni) la mayoría de los metales no se pudo detectar en la fase de intercambio o adsorción, pudiéndose decir que solamente el Mn posee proporciones apreciables del metal en esta fase.
 - Con la omisión del cadmio, la mayor parte de los metales está presente en la fracción residual o litogénica.
 - Los óxidos de Fe y Mn, y la materia orgánica constituyen fases importantes para la mayoría de los metales.

13. Se elaboraron varios modelos esquematizados que permiten explicar la exportación del Mn, y el involucramiento de las demás fases en el empobrecimiento o enriquecimiento de algunos metales en la fase sólida; así por ejemplo se demuestra que la exportación del Mn en el talud continental adyacente a cuenca de Guaymas proviene desde el Mn-residual, mientras que en la plataforma continental adyacente a la cuenca Pescadero se observa que el Mn^{+2} exportado está soportado por el decrecimiento y transformación hacia el fondo del Mn reducible.

8. LITERATURA CITADA

- Abaychi J.K., y A.A.Z. Douabul, 1986. Trace element Geochemical associations in the Arabian Gulf. Mar. Poll. Bull. 17(8):353-356.
- Addy S.K. y M. Ewing, 1974. A new box corer design for the investigation of manganese-nodule distribution in a sediment column. Mar. Geol. M16-M25.
- Agemian, H. y A.S.Y. Chau. 1975. An atomic absorption method for the determination of 20 elements in Lake Sediments after acid digestion. Anal. Chim. Acta, 80:61-66.
- Al-Hashimi A.H. y H.H. Salman, 1985. Trace metals in the sediments of the North western coast of the Arabian Gulf. Mar: Poll. Bull. 16(3):118-120.
- Aller, R.C. 1980. Diagenetic processes near the sediment-water interface of Long Island Sound, I. Decomposition and nutrient element geochemistry (SNP), Adv. Geophys. 22:235-348.
- Alvarez-Arellano, A.D. 1984. Evolución del Frente Térmico de la Boca del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar (Oceanografía Geológica). CCH, UACPP, ICML, UNAM 124 p.
- Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. en: Estuaries and enclosed seas (ed. Ketchum B.H.), cap. 17, 427-449. Elsevier Scientific Pub. Co.
- Alvarez-Borrego, S. y R.A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California. Ciencias Mar. 6:43-63.
- Anatolevich Solomin, G. 1965. Methods of Determining Eh and pH in Sedimentary rocks. 56p. Consultants Bureau. New York.
- Arrhenius, G.O.S. y E. Bonatti, 1965. Neptunism and Volcanism in the Ocean. En: Progress in Oceanography Vol. 3, (ed. M. Sears) London, Pergamon Press, 7-22.
- Askren, D. y A. Badan. 1978. Conceptos de Oceanografía Física School of Oceanography. Oregon State University 120 p.
- Baas Becking, L.G.M., Kaplan I.R. and Moore V. (1960). Limits of the natural environment in terms of pH and oxidation-reduction potential Jour Geol. 68, 243-284.
- Badri M.A. y S.R. Aston 1981. A comparative study of sequential extraction procedures in the geochemical fractionation of heavy metals in estuarine sediments. Proc. Int. Conf. Heavy Metals in the Environment, Amsterdam CEP Consultant Eds. Edinburgh, 205-708.
- Badan-Dangon, A., C.J. Koblinsky y T. Baumgartner. 1985. Spring and Summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns. Oceanologica Acta 8(1): 13-22.
- Bagander L.E. y L. Niemisto. 1978. An evaluation of the use of redox measurements for characterizing recent sediments. Est. Coast. Mar. Sci. 6:127-134.
- Batiza R. 1978. Geology, Petrology and geochemistry of Isla Tortuga, a recently formed tholeiitic island in the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Bull. 89: 1309-1324.
- Belova J.V. 1970. Zinc in Holocene Black sea sediments. Doklady Akademii Nauk S.S.S.R. 193: 433-436.

- Bender M.L. y C. Gagner. 1976. Dissolved Copper; nickel and cadmium in the Sargasso Sea. J. Marine Res. 34:327-339.
- Bender M.L. y D.T. Heggie 1984. Fate of organic carbon reaching the deep sea floor: a status report. Geochim. Cosmochim. Acta, 48: 977-986.
- Bernas B. 1968. A new method for decomposition and comprehensive analysis of silicates by atomic absorption spectrophotometry. Anal. Chem. 40(1):1682-1686.
- Berner R.A. 1963. Electrode studies of hydrogen sulfide in marine sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 27, 563-575.
- Berner, R.A. 1964. An idealized model of dissolved sulfate distribution in recent sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 28, 1497-1503.
- Berner R.A. 1964. Distribution and diagenesis of sulfur in some sediments from the Gulf of California. Mar. Geol. 1, 117-140.
- Berner R.A. 1970. Sedimentary pyrite formation. Amer. J. Sci. 268:1-23.
- Berner R.A. 1971. Principles of chemical sedimentology, McGraw-Hill, New York, 240 p.
- Berner R.A. 1974. Kinetic models for the early diagenesis of nitrogen, sulfur, phosphorus, and silicon in anoxic marine sediments, En: The Sea Vos. (Ed. E.D. Goldberg), Wiley, New York, 427-450.
- Berner R.A. 1977. Stoichiometric models for nutrient regeneration in anoxic sediments. Limnol. Oceanogr. 29:781-786.
- Berner R.A. 1978. Sulfate reduction and the rate of deposition of marine sediments. Earth and Plan. Sci. Lett. 37: 492-498.
- Berner R.A. 1980. Early Diagenesis, Princeton Univ. Press., 241 p.
- Berner R.A. 1984. Sedimentary pyrite formation: an update. Geochim. Cosmochim. Acta, 48: 605-615.
- Bonatti E. 1981. Metal deposits in the oceanic lithosphere En: The Sea, (ed. Emiliani C.). Wiley-Interscience, New York, 639-685.
- Bonatti E. 1983. Hydrothermal metal deposits from the ocean rifts: A classification. En: Hydrothermal processes at seafloor spreading centers (eds. Rona, P.A. K. Bostrom, L. Laubier, y K.L. Smith). Plenum Press, New York, 491-502.
- Bonatti E. y O. Joensuu. 1966. Deep sea iron deposits from the south pacific. Science 154: 643-645.
- Bonatti E., V. Kolla, W.S. Moore, y C. Stern 1979. Metallogenesis in marginal basins: Fe-rich basal deposits from the Philippone Sea. Mar. Geol. 32:21-37.
- Bordovskiy O.K. 1965. Transformation of organic matter in bottom sediments and its early diagenesis. Mar. Geol. 3: 83-114.
- Bostrom K. 1975. The origin and fate of ferromanganoan active ridge sediments. Stockholm. Contrib. Geol. 27: 149-241.
- Bostrom K. y M.N.A. Peterson, 1969 a. Origin of aluminium-poor ferromanganoan sediments in areas of high heat flow on the East Pacific Rise. Marine Geology, 7: 427-447.

- Bostrom K., M.N.A. Peterson, O. Joensuu, y D.E. Fisher, 1969b. Aluminium-poor ferro-manganous sediments on active oceanic ridges. J. Geophys Res. 74:3261-3270.
- Bothner M.H., P.J. Aruscarage, W.M. Ferree y P.A. Baedeker 1980. Trace metal concentrations in sediment cores from the continental shelf off the south-eastern United States. Est. Coast. Mar. Sci. 10:523-541.
- Boudreau, B.P. y J.T. Westrich. 1984. The dependence of bacterial sulfate reduction on sulfate concentration in marine sediment. Geochim. Cosmochim. Acta. 48: 2503-2516.
- Boulegue, J.C.J. Lord, y T.M. Church 1982. Sulfur speciation and associated trace metals (Fe, Cu) in the pore waters of Great Marsh, Delaware. Geochim. Cosmochim. Acta 46:453-464.
- Bower P.M., H.J. Simpson, S.C. Williams y Y.H.Li. 1978. Heavy metals in the sediments of Foundy Cove, Cold Spring, New York, Environm. Sci. Technol., 12:683-687.
- Bowers T.S., K.L. Von Damm, y J.M. Edmond. 1983. Chemical evolution of hot springs on the East Pacific Rise and in Guaymas Basin (abs.) Eos . 64:723.
- Boyle E.A., F. Sclater, y J.M. Edmond 1976. On the marine geochemistry of cadmium Nature 263:42-44.
- Brannon J.M., J.R. Ross, R.M. Engler y I. Smith 1977. The distribution of heavy metals in sediment fractions from mobile Bay, Alabama. En: Chemistry of Marine Sediments (Yen, T.F. ed.) Ann Arbor Science. Ann Arbor 125-149.
- Breder R. 1982. Optimization studies for reliable trace metal analysis in sediments by atomic absorption spectrometric methods. Fresenius Z Anal. Chem. 313: 395-402.
- Brewer, P.G. y J.P. Riley. 1965. The automatic determination of nitrate in sea water, Deep Sea Research, 12, 765-772.
- Brewer P.G. y J.P. Riley 1966. The automatic determination of silicate-silicon in natural waters with special reference to sea water. Anal. Chim. Acta 35, 514-519.
- Bricker D.P. 1965. Some stability relations in the system MnO_2 H_2O at 25°C and one atmosphere total pressure. Am. Mineral 50: 1296-1354.
- Brongersma-Sanders M. 1969. Permian wind and the occurrence of fish and metals in the Kupferschiefer and marl slate, en: Sedimentary Ores. (C.H. James ed.) 61-68 Univ. of Leicester Press.
- Brongersma-sanders, M., K.M. Stephan, T.G. Kwee y M. DeBruin 1980. Distribution of minor elements in cores from the south west Africa shelf with notes on plankton and fish mortality. Mar. Geol. 37:91-132.
- Brooks R., B.J. Presley y I.R. Kaplan 1968. Trace elements in the interstitial waters of marine sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 32:397-414.
- Bruland K.W. 1980. Oceanic distributions of cadmium, Zinc, nickel and copper in the North Pacific. Earth Planet. Sci. Lett. 47:176-198.
- Bruland K.W., K. Bertine, M. Koide, y B.D. Goldberg, 1974. History of metal pollution in southern California coastal zone. Environ Sci. Technol. 8:425-432.
- Brumsack H.J. 1983. A note on cretaceous Black shales and recent sediments from oxygen deficient environments: Paleooceanographic implications. En: Coastal Upwelling (Suess E. y J. Thiede eds). Plenum Press. 471-484.

- Brumsack H. y Gieskes J.M. 1983. Interstitial water trace metal chemistry of laminated sediments from the Gulf of California, Mexico. Mar. Chem. 14:89-106.
- Byrne J.V. y L.P. Emery. 1960. Sediments of the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Bull. 71: 983-1010.
- Callender E. 1973. Geochemistry of ferromanganese crusts, manganese carbonate crusts, and associated ferromanganese nodules from Green Bay, Lake Michigan. Inter University Program of Research on Ferromanganese deposits of the Ocean Floor Phase I. Report, Natl. Sci. Found Washington. 105-120.
- Callender E. y C.J. Bowser 1980. Manganese and Copper geochemistry of interstitial fluids from manganese nodule rich pelagic sediments of the northeastern equatorial Pacific ocean. Amer. J. Sci. 280: 1063-1096.
- Calmano, W. y U. Förstner, 1983. Chemical extraction of heavy metals in polluted river sediments in central Europe. Sci. total Environ. 28:77-90.
- Calvert, S.E. 1964. The diatomaceous sediments of the Gulf of California. Tesis doctoral, University of California, San Diego 235 p.
- Calvert, S.E. 1966a. Accumulation of diatomaceous silica in the sediments of the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Bull. 77:569-596.
- Calvert, S.E. 1966b. Origin of diatom-rich varved sediments from the Gulf of California, J. Geol. 76: 546-565.
- Calvert, S.E. 1976. The mineralogy and geochemistry of Near-shore sediments en: Chemical Oceanography (J. P. Riley y R. Chester eds). Vol. 6, 2nd. edition. Academic Press. 187-274.
- Calvert, S.E. y A.J. Morris, 1977. Geochemical studies of organic rich sediments from the Namibian shelf. II. Metal-organic associations en: A voyage of Discovery (n. Angel Ed.) Pergamon Press, 580-667. Londres.
- Calvert, S.E. y N.B. Price 1970. Composition of manganese nodules and manganese carbonates from Loch Fyne, Scotland. Contr. Mineral. and Petrol. 29:215-233.
- Calvert, S.E. y N.B. Price 1983. Geochemistry of Namibian sediments En: Coastal Upwelling (Suess E. y J. Thiede eds.). Plenum Press 337-375.
- Campbell, A.G. 1985. Geochemistry of hydrothermal clouds in the Guaymas Basin. Gulf of California. Ph. Doctor Thesis. Univ. Southern California, 262 p.
- Carmody, D.J., J.B. Pearse y W.E. Yasso. 1973. Trace metals in sediments of New York Bight. Mar. Poll. Bull., 4:132-135.
- Clarke F.W. 1924. The data of geochemistry U.S. Geol. Jour. Bull. 770:841 p.
- Cline, J.D. 1969. Spectrophotometric determination of hydrogen sulfide in natural waters. Limn. & Oceanogr. 14: 454-458.
- Cobler R. y J. Dymond 1980. Sediment tra experiment on the Galapagos spreading center. Equat. Pacific Sci. 9:25-29.
- Collier, R.W. 1981. The trace element geochemistry of Marine Biogenic particulate matter. Ph. D. thesis, MIT-Woods Hole Oceanographic Institution, 298 p.
- Cooper B.S. y R.C. Harris 1974. Heavy metals in organic phases in river and estuarine sediment. Mar. Pollut. Bull. 5:24-26.

- Corliss J.B., J. Dymond, L.I. Gordon, J.M. Edmond, R.P. Von Herzen, R.D. Ballard K. Green, D. Williams, A. Bainbridge, K. Crane, y T.H. Van Andel, 1979. Submarine thermal springs on the Galapagos Rift. Science. 203:1023-1083.
- Curry J.R., D.G. Moore, 1982. Init. Repst. of DSDP 64, Washington, U.S. Government printing Office, 1313 p.
- Chao T.T. 1972. Selective dissolution of manganese oxides from soils and sediments with acidified hydroxylamine hydrochloride. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. 36:764-768
- Chan, K.M. y J.P. Riley. 1966. The automatic determination of phosphate in seawater. Deep. Sea Research 13, 467-471.
- Chester R. y M.J. Hughes 1967. A chemical technique for the separation of ferromanganese minerals, carbonate minerals and adsorbed trace elements from pelagic sediments. Chem. Geol. 2:249-262.
- Chester R. y M.J. Hughes 1969. The trace element geochemistry of a North pelagic clay core. Deep sea Res. 16: 639-654.
- Chester R. y R.G. Messiha-Hanna 1970. Trace element partition patterns in North Atlantic deep-sea sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 34:1121-1128.
- Chester R. y S.R. Aston 1976. The geochemistry of Deep-Sea sediments. En: Chemical Oceanography (J.P. Riley y R. Chester eds.) Vol. 6. 281-390. Academic Press. London.
- Chweh T.M., C.J. Lord III y B.L.K. Somayajula 1981. Uranium, Thorium and Lead nuclides in a Delaware salt marsh sediment. Est. Coast. Shelf Sci. 13:267-275.
- Davies-Colley R.J., P.O. Nelson y K.J. Williamson, 1985. Sulfide control of cadmium and copper concentrations in anaerobic estuarine sediments. Mar. Chem. 16: 173-186.
- Davis J.A. y J.O. Leckie 1978. Effect at adsorbed complexing ligands on trace metal uptake by hydrous oxides. Env. Sci. of Techn. 12:1309-1315.
- De Groot A.J., K.H. Zschuppe, y W. Salomons. 1982. Standardization of methods of analysis for heavy metals in sediments. Hydrobiologia, 92:689-695.
- De Groot A.J., W. Salomons y E. Allersma 1976. Processes affecting heavy metals in estuarine sediments. Estuarine Chemistry (J.D. Burton y P.S. Liss Eds.) 131-157. Academic Press.
- De Master D.J. 1981. The supply and accumulation of silica in the marine environment. Geochim. Cosmochim. Acta 45:1715-1782.
- Der-Duen Sheu y B.J. Presley 1986. Variations of calcium carbonate, organic carbon and iron sulfides in anoxic sediment from the orca basin, Gulf of Mexico. Mar. Geol. 70:103-118.
- Devrer R. U. Forstner y G. Schmolll. 1978. Selective chemical extraction of carbonate associated metals from recent lacustrine sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 42:425-427.
- Donazzolo, R., O.H. Merlin, L.M. Vitturi, A.A. Orio, B. Pavoni, G. Perin y S. Rabitti. 1981. Heavy metal contamination in Surface sediments from the Gulf of Venice, Italy. Mar. Poll. Bull., 12:417-425.

- Donegan D. y H. Schrader. 1982. Biogenic and abiogenic components of laminated hemipelagic. Sediments in the central Gulf of California. Mar. Geol., 48:215-257.
- Dymond J. y H. Veeh, 1965. Metal accumulation rates in the southeast Pacific and the origin of metalliferous sediments. Earth Planet Sci. Lett. 28:13-22.
- Dymond J. y W. Ekland 1978. A microprobe study of metalliferous sediments components. Earth Planet Sci. Lett. 40:243-251.
- Dymond J., K. Fisher, M. Clauson, R. Cobler, W. Gardner, M.J. Richardson, W. Berger, A. Soutar, y R. Dunbar 1981. A sediment trap intercomparison study in the Santa Barbara Basin. Earth Planet Sci. Lett. 53: 409-418.
- Dymond J., J.B. Corliss y R. Stillingner 1976. Chemical composition and metal accumulation rates of metalliferous sediments from sites B19, 320, and 321. en: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Leg. 34, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C. 575-588.
- Dyrssen D. 1985. Metal complex formation in sulfidic seawater. Mar. Chem. 15: 285-293.
- Edmond J.M. 1970. High precision determination of titration alkalinity and total CO₂ of seawater by potentiometric titration Deep Sea Research. 17:737-750.
- Edmond J.M., R.L., Von Damm, R.E. McDuff y C.I. Measures 1982. Chemistry of hot springs on the East Pacific Rise and their effluent dispersal. Nature 297:187-191.
- Edmond J.M. y K.L. Von Damm 1985. Chemistry of ridge crest hot springs. Biol. Soc. Wash. Bull. 6:43-47.
- Einsele G. 1982. Mechanism of sill intrusion into soft sediment and expulsion of pore water. Initial Reports of the DSOP 64, 1169-1176. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Einsele, G., J. Gieskes, J. Curray, D. Moore, E. Aguayo, M. Aubry, D. Fornari, J. Guerrero, M. Kastner, K. Kelts, M. Lyle, M. Matoba, A. Molina Cruz, J. Niemitz J. Rueda, A. Saunders, H. Schrader, B. Simoneit y V. Vacquier. 1980. Intrusion of basaltic sills into highly porous sediments, and resulting hydrothermal activity Nature. 283:441-445.
- Elder J.W. 1965. Physical processes in geothermal areas. Am. Geophys. Union 8:211-239.
- Elderfield H., A. Hepworth, P. N. Edwards, y LM. Holliday 1979. Zinc in the Conway river and estuary. Est. Coast. Mar. Sci. 9:403-422.
- Ellaway E.M. 1980. A study of trace metals in the Yarra River system, Victoria. M. Sci. Thesis, Caulfield Inst. Tech. Australia, 172 p.
- Elwakeel, S.K. y J.P. Riley 1961. Chemical and mineralogical studies of deep sea sediments. Geochim. Cosmochim. Acta, 25:110-146.
- Emerson S., L. Jacobs, y B. Tebo. 1983. The behavior of trace metals in marine andoxic waters: solubilities at the oxygen hydrogen sulfide interface. En: Trace metals in seawater (C.S. Wong, E. Boyle, K.W. Bruland, J.D. Burton y E.D. Goldberg). 579-608. Plenum Press, New York.
- Emerson, S. R. Jahnke, M. Bender, P. Froelich, G. Klinkhammer, C. Bowser y G. Setlock. 1980. Early diagenesis in sediments from the Eastern equatorial Pacific I. Pore water nutrient and carbonate results. Earth and Planet Sci. Lett. 49:57-80.

- Emery K.O. y S.C. Rittenberg 1952. Early diagenesis of California Basin sediments in relation to origin of oil. Bull. Am. Assoc. Petrol Geol. 36(5):755-806.
- Engler R.M., J.M. Brannon, y J. Rose 1974. A practical selective extraction procedure for sediment characterization. 168th Meeting ACS, Atlantic city, 17 p.
- Ewing J. y M. Ewing 1970. Seismic reflections. En: The sea (ed. A.E. Makcoell) New York, Wiley-interscience, 1-51.
- Farrah, H. y W. Pickering 1977. Influence of clay-solute interactions on aquerus heavy metal ion levels. Water, air and soil Pollut, 8:189-197.
- Flanegan F.J. 1976. Description and analysis of eighy new U.S. G.S. rock standards Geological Surv. Prof. Paper 840:131-183.
- Forstner U. 1982. Accumulative phases for heavy metals in limnic sediments. Hydro biologia 91:269-284.
- Forstner U., W. Ahlf, W. Calmano, M. Kersten y W. Salomons 1985. Mobility of heavy metals in dredged harbor sediments En: Sediment/water symposium Genova, (Sly P. G. ed.) Springer-Verlag, New York 1-25 p.
- Forstner U. y S.R. Patchineclam 1979. Sediment associations of heavy metals in marine sediments with special reference to pollution in the German north sea. Symposium/Workshop on sediment and pollution interchange in shallow seas. Texel, 24-26 sept. 1979. Paper No. 11.
- Forstner U. y G.T.W. Wittmann 1979. Metal pollution in the aquatic environment. Springer-Verlag. Berlin 486 p.
- Foster P. y D.T.E. Hunt 1975. Geochemistry of surface sediments in an acid stream estuary. Mar. Geol. 18:13-21.
- Fowler, S.W. 1977. Trace elements in zooplankton Particulate products. Nature 269: 51-53.
- Framson D.E. y J.O. Leckie 1978. Limits of coprecipitacion of cadmium and ferrous sulfides. Env. Sci. & Tech 12:465-469.
- Frache-eau J., H.D. Needham, P. Chouckroune, T. Juleau; M. Seguret, R.D. Ballard, P.J. Fox, W. Normak, A. Carranza, D. Cordoba, J Guerrero, C. Rangin, H. Bougalt, P. Cambon, R. Hekinian 1979. Massive deep sea sulfide-ore deposits discovered on the East Pacific rise. Nature, 277:523-530.
- Gabriel K.R. 1978. A simple method of multiple comparisons of means. J. Amer. Stat. Assoc. 73:724-729.
- Gaillard J.F., C. Jeandel, G. Michard, E. Nicolas y D. Renard. 1986. Interstitial water chemistry of Villefranche Bay sediments: trace metal diagenesis. Mar. Chem. 18:233-247.
- Garrels, R.H. y C.C. Christ. 1965. Solutions, Minerals and Equilibria Harper and Row, N.Y. 420 p.
- Gaudette, H.H., W.R. Flight, L. Toner, y D.W. Folger 1974. An inexpensive titration method for the determination or organic carbon in recent sediments. Journ. Sedim. Petrol. 44:249-253.
- Gendron A., N. Silverberg, B. Sundby y J. Lebel, 1986. Early diagenesis of cadmium and cobalt in sediments of the Laurentian Trough. Geochim Cosmochim Acta 50: 741-747.

- Gibbs R.J. 1978. Transport phases of transition metals in the Amazon and Yukon rivers. Bull. Am. Geol. Soc. 88:829-843.
- Gieskes J.M. 1976. Analytical procedures for interstitial water analysis and sediment analysis. manuscrito no publicado. 19 p.
- Gieskes J.M. 1983. The chemistry of interstitial waters of Deep Sea sediments: Interpretation of Deep Sea Drilling Data (Cap. 46) En: Chemical Oceanography Vol. 8 (J.P. Riley y Chester R). 221-265. Academic Press Londres.
- Gieskes J.M., H. Elderfield J.R. Lawrence, J. Johnson, B. Meyers, y A. Campbell 1982. Geochemistry of interstitial waters and sediments, Leg 64, Gulf of California En: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, Vol. LXV, Washington U.S. 675-694.
- Gieskes J.M., H. Elderfield y B. Nevsky. 1983. Interstitial water studies, Leg 65, Deep Sea Drilling Project En: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project Vol. LXV, Washington U.S. 441-449.
- Gieskes J., M. Kastner, G. Einsele, K. Kelts y J. Niemitz. 1982. Hydrothermal activity in the Guaymas basin, Gulf of California a synthesis. Initial reports of the DSDP 64, 1159-1167. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- Gieskes J.M. y W.C. Rogers. 1973. Alkalinity determination in interstitial waters of marine sediments, J. Sedim. Petrol. 43:272-277.
- Glagoleva M.A. 1961. Zirconium in recent black sea sediment. Doklady Akademii Nauk S.S.S.R. 195:184-187.
- Goldberg E.D. y G.O. Arrhenius, 1958. Chemistry of Pacific pelagic sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 13:153-212.
- Goldhaber M.B., R.C. Aller, J.K. Cochran, J.K. Rosengold, C.S. Martens y R.A. Berner 1977. Sulfate reduction, diffusion, and bioturbation in Long Island Sound sediments: report of the FOAM group. Am. J. Sci. 277:193-237.
- Goldhaber, M.B. y I.R. Kaplan, 1974. The sulfur cycle. en: The sea (ed. E.D. Goldberg), Vol. 5, Cap. 17, 569-655. John Wiley and Sons.
- Goldschmidt V.M. 1954. Geochemistry oxford, Clarendon Press. 730 p.
- Gran G. 1952. Determination of the equivalence point in potentiometric titrations Part 2. Analyst 77:861-871.
- Graybeal A.L. y G.R. Heath, 1984. Remobilization of transition metals in surficial pelagic sediments from the eastern Pacific. Geochim. Cosmochim. Acta 48:965-975.
- Green-Ruiz, M. de J., S. Caschetto y S. Alvarez-Borrego. 1984. Silice disuelto en la columna de agua y en las aguas intersticiales de una laguna costera Ciencias Marinas, 9(2): 51-74.
- Griffiths, R.C. 1963. Studies of oceanic fronts in the mouth of the Gulf of California, an area of tuna migrations, FAO Fish. Rep. 6(3): 1583-1609.
- Gross M.G. 1967. Concentrations of minor elements in diatomaceous sediments of a stagnant fjord. En: Estuaries (G.H. Lauff ed.) Am. Assoc. Adv. Sci. Publ. 83:273-282.
- Gupta S.K. y K.Y. Chen, 1975. Partitioning of trace metals in selective chemical fractions of near-shore sediments. Environ. Lett. 10:129-158.

- Guy R.D., C.L. Chakrabarti, y D.C. McBain 1978. An evaluation of extraction techniques for the fractionation of Copper and lead in model sediment systems. Water Res. 12:21-24.
- Hamilton W. 1961. Origin of the Gulf of California Geol. Soc. Am. Bull. 72: 1307-1318.
- Hale S.S. 1974. The role of benthic communities in the nutrient cycles of Narragansett Bay M.S. Tesis. Univ. of Rhode Island, Kingston, 123 p.
- Harrison J.C. y S.P. Mathur 1964. Gravity anomalies in the Gulf of California, en: Marine Geology of the Gulf of California, Van Andel T.H. y Shor G.G. (eds). AAPG. Mem 3:76-89
- Hartmann M., P.J. Müller, E. Suess, y C.H. Van der Weijden. 1976. Chemistry of Late Quaternary sediments and their interstitial waters from the NW African Continental Margin. Meteor Forsch. Reihe C. No. 24, 1-67.
- Hartmann M. 1964. Zur Geochemie von Mangan and eisen in der ostsee. Meyniana 14: 3-20.
- Hastings, J.R. y R.M. Turner. 1965. Seasonal precipitation regimes in Baja California México. Geografiska Annaler 47: 204-223.
- Heath G.R., T.C. Moore, y J.P. Dauphin 1977. Organic carbon in deep-sea sediments en: The fate of fossil fuel CO₂ in the Oceans, (J. Anderson y M. Halahoff eds). Penum Press, 605-625.
- Heggie D. y T. Lewis 1983. Cobalt in pore waters of marine sediments. Nature 311: 453-455.
- Heggie D., T. Lewis y E. Saravo 1983. Early diagenesis of Cobalt, nickel, manganese and iron in sediments. EOS 64(52): 1097.
- Heirtzler, J.R., G.O. Dickson, E.M. Herron, W.C. Pitman y X. Lepichon 1968. Marine magnetic anomalies, geomagnetic field reversals and motions of the ocean floor and continents J. Geophys. Res. 73: 2119-2136.
- Helsing M.H. y G.M. Friedman G.M. 1982. Distribution and incorporation of trace elements in the bottom sediments of the Hudson River and its tributaries Northeastern Environ Sci. 1(1): 33-47.
- Hem J.D. 1978. Redox processes at surfaces of manganese oxide and their effects on aqueous metal ions. Chem. Geol. 21:199-218.
- Holdren G.R., O.P. Bricker y G. Matisoff 1975. A model for the control of dissolved manganese in the interstitial waters of Chesapeake Bay. En: Marine Chemistry in the coastal environment (ed. T.M. Church). Vol. 18: 364-481. Amer. Chem. Soc. Symp. Series.
- Holmgren G.S. 1967. A rapid citrate-dithionite extractable iron procedure. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 31:210-211.
- Horn, M.K. y J.A.S. Adams. 1966. Computer-derived geochemical balances and element abundances Geochim. Cosmochim. Acta, 30:279-297.
- Horowitz A., 1974. The geochemistry of sediments from the northern Reykjanes Ridge and the Iceland-Faeroes ridge, Mar. Geol. 17:103-122.
- Horowitz A. y D.S. Cronan, 1976. The geochemistry of basal sediments from the north Atlantic Ocean. Mar. Geol. 20:205-228.

- Howarth, R.W. 1978. A rapid and precise method for determining sulfate in seawater, estuarine waters, and sediment pore waters. Limnol. Oceanogr. 23(5): 1066-1069.
- Howes B.L., R.W. Howarth, J.M. Teal y I. Valiela 1981. Oxidation-reduction potentials in a salt marsh: Spatial patterns and interactions with primary production Limnol. & Oceanogr. 26:350-360.
- Hudson A. y M. Bender 1984. Hydrothermal iron in seawater around the East Pacific Rise. EOS Trans. Am. Geophys. Union 65, 974 (Abstract).
- Humphris S.E. y G. Thompson 1978. Trace element mobility during hydrothermal alteration of oceanic basalts. Geochim. Cosmochim. Acta 42:127-136.
- International Atomic Energy Agency. 1985. Intercomparison of Trace element measurements in marine sediment sample SD-N-1/2 Report No. 24, 74 p.
- Ingham A.E., 1975. Sea surveying. J. Wiley and Sons, New York, 306 p.
- Jackson M.L. 1958. Soil chemical analysis, prentice Hall publ. 602 p.
- Jacobs L. y S. Emerson 1982. Trace metal solubility in an anoxic fjord Earth Planet Sci. Lett. 60:237-252.
- Jahnke, R., D. Heggie, S. Emerson y V. Grundmanis. 1982. Pore waters of the central Pacific Ocean: nutrient results. Earth and Plan. Sci. Lett. 61:233-256.
- Jean G.E. y G.M. Bancroft 1986. Heavy metal adsorption by sulphide mineral surfaces. Geochim. Cosmochim. Acta 50: 1455-1463.
- Jorgensen B.B. 1978. A comparison of methods for the quantification of bacterial sulfate reduction in coastal marine sediments: III. Estimation from chemical and bacteriological field data. Geomicrobiol. J. 1:49-64.
- Kaplan I.R., K.O. Emery y S.C. Rittenberg 1963. The distribution and isotopic abundance of sulphur in recent marine sediments off southern California: Geochim. Cosmochim. Acta. 27:297-331.
- Kaplan I.R. y S.C. Rittenberg 1963. Basin sedimentation and diagenesis, en: The Sea (ed. M.N. Hill), John Wiley & Sons, 583-619.
- Kastner, M. y G. Gieskes. 1981. Hydrothermal activity in the northern spreading axis of the Guaymas Basins Gulf of California, Geol. Soc. Am. Abstr. Prog. 11:454.
- Katz A. y I.R. Kaplan. 1981. Heavy metals behavior in coastal sediments of southern California: A critical review and synthesis. Mar. Chem. 10: 261-299.
- Kersten M. y U. Förstner 1987. Effect of sample pretreatment on the reliability of solid speciation data of heavy metals implications for the study of early diagenetic processes. Mar. Chem. 22:299-312.
- Klinkhammer G.P. y M.L. Bender 1980. The distribution of manganese in the Pacific ocean. Earth Planet Sci. Lett. 46:361-384.
- Klinkhammer G.P. 1980. Early diagenesis in sediments from the eastern equatorial Pacific II. Pore water metal results. Earth Planet Sci. Lett. 49:81-101.
- Klinkhammer D., D.T. Heggie y D.W. Graham 1982. Metal diagenesis in oxic marine sediments. Earth Planet Sci. Lett. 61: 211-219.
- Klump, J.V. y C.S. Martens. 1981. Biogeochemical cycling in an organic rich coastal marine basin 11. Nutrient sediment-water exchange processes. Geochim. Cosmochim. Acta. 45, 101-121.

- Knauer, G.A. 1977. Immediate industrial effects on sediment metals in a clean environment. Mar. Poll. Bull. 8:249-254.
- Knauer G.A. y J.H. Martin 1981. Phosphorus-cadmium cycling in northeast Pacific waters. J. Marine Res. 39:65-76.
- Knauer G.A., H.H. Martin y K.W. Bruland 1979. Fluxes of particulate carbon, nitrogen, and phosphorus in the upper water column of the northeast Pacific. Deep Sea Res. 26A, 97-108.
- Kuenen Ph. H. 1946. Rate and mass of deep-sea sedimentation Am. J. Science, 244: 503-572.
- Kuenen Ph. H. 1950. Marine Geology, New York, John Wiley & Sons 568 p.
- Lara-Lara J.R. y J.E. Valdez-Holguin 1986. Producción primaria del Golfo de California, en: Memorias de los resúmenes del Primer Coloquio de Plancton y Fertilidad de las aguas, Mazatlán, Sinaloa 2-4 mayo de 1985.
- Larson R.L., H.W. Menard y S.M. Smith (1968 Gulf of California: A result of Ocean floor spreading and transform faulting Science, 161, 781-782.
- Lasaga, A.C. y H.D. Holland 1976. Mathematical aspects of nonsteady-state diagenesis. Geochim. Cosmochim. Acta 40:257-266.
- Lawver L.A., J.G. Sclater, T.L. Henyey, y J. Rogers 1973. Heat flow measurements in the southern portion of the Gulf of California Earth Planet Sci. Lett. 12: 198-208.
- Lawver L.A. y D.L. Williams 1979. Heat flow in the central Gulf of California J. Geophys. Res. 84: 3465-3478.
- Laxen D. p.H. 1985. Trace metal adsorption/coprecipitation on hydrous ferric oxide under realistic conditions Water Res. 19: 1229-1236.
- Leckie J.O. y M.B. Nelson 1975. The Role of Natural Heterogeneous sulfide systems in controlling the concentration and distribution of Heavy metals. 2nd. Int. Symp. on Environmental Biogeochemistry Burlington Ant. Canada.
- Lerman A. 1979. Geochemical processes water and sediment environments John Wiley & Sons. 481 p.
- Li Y.H., J.L. Bischoff y G. Mathieu 1969. The migration of manganese in the Arctic Basin sediment. Earth Planet Sci. Lett. 7:265-270.
- Lion L.W., R.V. Harvey y J.O. Leckie 1982. Mechanisms for trace metal enrichment at the surface microlayer in an estuarine salt marsh. Mar. Chem. 11(3):236-244.
- Liukonke y I.R. Kaplan. 1984. Denitrification rates and availability of organic matter in marine environments. Earth Planet Sci. Letters. 68: 88-100.
- Lyle M. 1978. Form and growth of ferromanganese oxides on the Nazca Plate: Ph. D. dissertation, Oregon State Univ. 172 p.
- Lyle M. 1983. The brown-green color transition in marine sediments: A marker of the Fe (III) Fe(II) redox boundary. Limnol. Oceanogr. 28(5):1026-1033.
- Lyle M., G.R. Heath, y J.M. Robbins 1984. Transport and release of transition elements during early diagenesis: sequential leaching of sediments from MANOP sites M and H. part I. Ph S. acetic acid leach. Geochim. Cosmochim. Acta. 48: 1705-1715.

- Lynn D.C. y E. Bonatti 1965. Mobility of manganese in diagenesis of deep-sea sediments. Mar. Geol. 3:457-474.
- Lonsdale P.F. 1980. Hydrothermal plumes and baritic sulfide mounds at a Gulf of California spreading center. EOS, Trans. Am. Geophys. Union 61:995 (abstracts).
- Lonsdale P. y L. A. Lawver 1980. Immature plate boundary zones studied with a submersible in the Gulf of California Geol. Soc. Am. Bull. 91:555-569.
- López-Ramos E. 1980. Geología de México, Tomo 11, 454 p.
- Loring D.H. y R.T.T. Rantala. 1977. Geochemical Analysis of Marine Sediments and Suspended Particulate Matter Technical report No. 700, 58 p.
- Lubchenko I. Y. 1970. Lead in Holocene black sea sediments. Doklady Akademii Nauk S.S.S.R. 193: 445-448.
- Luoma, S.N. y G.W. Bryan 1981. A statistical assessment of the form of trace metals in oxidized estuarine sediments employing chemical extractants. Sci. Total Environ., 17: 165-196.
- Lupton J.E. 1979. Helium-3 in the Guaymas Basin: evidence for injection of mantle volatiles in the Gulf of California J. Geophys. Res. 84: 7446-7452.
- Maderey L.E. 1975. La Humedad y la Vegetación en la Península de Baja California Bol. del Inst. de Geogr. UNAM VI, 83-85.
- Manheim F.T. 1961. A geochemical profile in the Baltic sea Geochim Cosmochim Acta. 25: 52-70.
- Martin J.H. y G.A. Knauer 1973. The elemental composition of plankton. Geochim. Cosmochim. Acta. 37: 1639-1653.
- Martin H.J., K.W. Bruland, y W.W. Broenkow. 1976. Cadmium transport in the California current, En: Marine Pollutant Transfer (H.L. Windom, y R.A. Duce eds). 159-184. Lexington Books, Toronto.
- Martin J.M. y M. Meybeck 1979. Elemental mass-balance of material carried by major world rivers. Mar. Chem. 7:173-206.
- Martin J.M., P. Nirel y A.J. Thomas, 1987. Sequential extraction techniques: Promises and problems Mar. Chem. 22:313-341.
- Matisoff G., Bricker III, O.P. Holdren Jr. G.R. and Kaerk P. 1975. Spatial and Temporal variations in the interstitial water chemistry of Chesapeake Bay sediments en: Marine Chemistry in the Coastal environment (Church T.M. Ed). Am. Chem. Soc., Washington D.C. 343-363.
- Mayer L.M. y K. Fink. 1980. Granulometric dependence of chromium accumulation in estuarine sediments in Maine. Estuar. Coast. Mar. Sci. 11:491-503.
- Mckee, T.R. 1977. Ferromanganese remobilization in recent sediments of the Gulf of Mexico. Ph. D. dissertation, Texas A & M. University, College Station Texas.
- Meeguelliati, N., D. Robbe, P. Marchandise y M. Astruc 1983. A new chemical extraction procedure in the fractionation of heavy metals in sediments-interpretation Proceedings of the international conference. Heavy metals in the Environment Heidelberg.
- Meischner, D. y J. Rumöhr. 1974. A light-weight, high momentum gravity corer for subaqueous sediments. Senchenbergiana Marit., 6:105-117.

- Michard G., F. Albarède, A. Michard, J.F. Minster, J.L. Carlou y N. Tan. 1984. Chemistry of solutions from 13°N East Pacific Rise hydrothermal site Earth Planet Sci. Lett. 67:297-307.
- Morris A.W. y J.P. Riley 1966. The bromide/chlorinity and sulphate/chlorinity ratio in sea water Deep Sea Res. 13:699-705.
- Moody, J.R. Lindstrom, R.M. 1977. Selection and cleaning of plastic containers for storage of trace element samples. Anal. Chem. 49:2264-2267.
- Moore, D.G. 1973. Plate edge deformation and crustal growth, Gulf of California structural province. Geol. Soc. Am. Bull. 84:1883-1906.
- Moore C. y K. Bostrom 1978. The elemental compositions of lower marine organisms. Chem. Geol. 23:1-9.
- Mongan W.J. 1968. Rises, trenches, great faults, and crustal blocks. J. Geophys Res. 73:1959-1982.
- Müller P.J. y A. Mangini, 1980. Organic carbon decomposition rates in sediments of the Pacific manganese nodule belt dated by ^{230}Th and ^{231}Pa . Earth, Planet Sci. Lett. 51: 94-114.
- Müller P.J. y E. Suess (1979). Productivity, sedimentation rate and sedimentary organic matter in the oceans I. Organic carbon preservation. Deep Sea Res. 26: 1347-1362.
- Mundhenke, D.J. 1969. The relationships between water masses and euphausiids in the Gulf of California and the Eastern Tropical Pacific, M.S. Thesis Postgrad. School Monterey, Calif. 114 p.
- Murray J.W. 1975. The interaction of cobalt with hydrous manganese dioxide. Geochim. Cosmochim. Acta 39: 635-647.
- Murray J.W., V. Grundmanis, y W.M. Smethie 1978. Interstitial water chemistry in the sediments of Saanich Inlet. Geochim. Cosmochim. Acta, 42:1011-1026.
- Myers J.J., C.H. Holm y R.E. Mcallister, 1969. Handbook of Ocean and Underwater Engineering McGraw-Hill, New York, 325 p.
- Nembrini G.P., F. Rapin, J.I. García y U. Förstner 1982. Speciation of Fe and Mn in a sediment core of the Baie de Villefrance (Mediterranean sea, France), Env. Techn. Lett. 3: 545-552.
- Nembrini G., J.A. Capobianco, J. García y J.M. Jacquet 1982. Interaction between interstitial water and sediment in two cores of Lac Lemán, Switzerland Hydrobiologia, 92: 363-375.
- Niemitz, J.W. 1977. Tectonics and geochemical exploration for metal deposits in the Southern Gulf of California. Ph. Doctor Thesis, Univ. Southern California. 354 p.
- Nissenbaum, A., B.J. Presley y I.R. Kaplan. 1972. Early diagenesis in a reducing fjord Saanich Inlet, British Columbia-I Chemical and isotopic changes in major components of interstitial water. Geochim. Cosmochim. Acta 36: 1007-1027.
- Nissenbaum A. y D.J. Swaine 1976. Organic matter-metal interactions in recent sediments: the role of humic substances. Geochim. Cosmochim. Acta 40:809-816.

- Ortega-Osorio y Páez-Osuna F. 1987. Geoquímica y mineralogía de los depósitos del Dorsal del Pacífico Mexicano (21°N) VII Congreso Nacional de Oceanografía Ensenada, B.C.N. México (Resumen).
- Páez-Osuna F., H. Fernández y E.F. Mandelli. 1983. Mineralogía de los sedimentos de un núcleo de Laguna Mitla, Guerrero, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México 10(1):271-276.
- Páez-Osuna F y E.F. Mandelli 1985. ²¹⁰Pb in a Tropical coastal lagoon sediment core. Est. Coast. Shelf. Sci. 20: 367-374.
- Páez-Osuna, F., J.I. Osuna-López, L.D. Mee-Miller y M.I. Abdullah. 1986. Modificación a un nucleador ligero y económico para muestrear sedimentos sin disturbarlos: Nota Científica. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México, 13(1): 449-454.
- Páez-Osuna F., J.I. Osuna-López and L.D. Mee-Miller. Potencial redox, pH y porosidad de los sedimentos del Golfo de California y áreas adyacentes (Agosto 1983 y Enero-Febrero 1984). (remitido).
- Patchineelam S.R. y U. Förstner 1977. Bindungsformen von sedimenten Senckenbergiana Marit 9: 75-104.
- Pedersen T.F. y N.B. Price 1982. The geochemistry of manganese carbonate in Panama Basin sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 46: 59-68.
- Peter J.M., S.D. Scott y W.C. Shanks 1987. Mineralogy and geochemistry of hydrothermal Vent deposits in the southern trough of Guaymas basin, Gulf of California NSF. Conference on the Mexican-American Guaymas Basin Expedition, 1985. Mazatlán, México. Abstract.
- Piper D. 1973. Origin of metalliferous sediments from the East Pacific Rise. Earth Planet Letters, 19: 75-82.
- Poldervaart A. 1955. Chemistry of the Earth's crust Geol. Soc. Am. Special Paper 119-144.
- Ponnamperund F.N. 1972. The chemistry of submerged soils En: Advances in Agronomy Vol. 24, (N.C. Brady ed.) Academic Press, New York 121-140.
- Postma D. 1985. Concentration of Mn and Separation from Fe in sediments- I. Kinetics and stoichiometry of the reaction between birnessite and dissolved Fe (II) at 10°C. Geochim. Cosmochim. Acta 49: 1023-1033.
- Presley, B.J. y J.H. Trefry. 1980. Sediment-water interactions and the geochemistry of interstitial waters. En: Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries (eds. Olausson E. y I. Cato) Cap. 6, 187-232. John Wiley & Sons.
- Presley, B.J., Y. Kolodny, A. Nissenbaum y I.R. Kaplan, 1972. Early diagenesis in a reducing fjord, Saanich Inlet, British Columbia-II Trace element distribution in interstitial water and sediment. Geochim. Cosmochim. Acta 36: 1073-1090.
- Rapin F., G.P. Nembrini, U. Forstner, y J.I. García 1983. Heavy metals in marine sediment phases determined by sequential chemical extraction and their interaction with interstitial water. Env. Techn. Lett. 4: 387-396.
- Rashid M.A. 1974. Adsorption of metals on sedimentary and peat humic acids. Chem. Geol. 13: 15-123.

- Reeburgh, W.S. 1967. An improved interstitial water sampler. Limnol. Oceanogr. 12: 163-165.
- Rondel P.S., G.E. Batley y A.J. Cameron, 1980. Adsorption as a control on metal concentrations in sediment extracts. Environ. Sci. Tech. 14: 314-318.
- Reusch-Berg, B. y M.I. Abdullah. 1977. An automatic method for the determination of ammonia in seawater. Water Research 11: 637-638.
- Richards, F.A. 1965. Anoxic basins and fiords. En: Chemical Oceanography. (ed. Riley J.P. y G. Skirrow), Vol 1, 611-645 Academic Press.
- Robbins J.A. 1978. Geometrical and geophysical applications of radioactive lead. En: The biogeochemistry of Lead in the Environment (Nriagu, I. ed). Elsevier North-Holland Biomedical Press, New York.
- Robinson, W.K. 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, México. San Diego Society of Natural History Mem. 5, 97 p.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of Gulf of California en: Geology of the Gulf of California, Van Andel T. y G.G. Skor (eds.). Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3: 30-58.
- Roden G.I. 1972. Temperature and Salinity fronts at the boundaries of the sub-arctic-subtropical transition zone in the Pacific. J. Geophys. Res. 77:7175-7187.
- Roden G.I. y G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California: Sears Foundation, J.Mar. Res. 18(1): 10-35.
- Rosental R., G.A. Eagle, y M.J. Orren 1986. Trace metal distribution in different chemical fractions of Nearshore Marine Sediments. Est. Coast. Shelf. Sci. 22:303-324.
- Rusnak, G.A., R.L. Fisher y F.P. Shepard. 1964. Bathymetry and Faults of the Gulf of California. In: Marine Geology of the Gulf of California, Van Andel T. y G.G. Shor (Eds.) Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3: 59-75.
- Russel, D.S. 1984. Variable standards for use in the analysis of marine materials. Marine Analytical chemistry standards program No. 23025. Report No. 8. National Research Council of Canada.
- Riley, J.P. y G. Skirrow 1975. Chemical Oceanography. Academic Press New York, Vol. 2. 647 p.
- Salomons W. 1985. Sediments and water quality. Env. Techn. Lett. 6:315-326.
- Salomons W. y A.J. Groot. 1978. Pollution history of trace elements in sediments, as affected by the Rhine river. In: Krumbein, W.E. (ed.) Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology, Vol. 1: The Aquatic Environment. Ann. Arbor Science Publishers Inc., Ann Arbor., Michigan. 394 p.
- Santiago-Mandujano, F. 1980. Aplicación de método dinámico y análisis de correntometría para el estudio de la circulación y el transporte de agua en la boca del Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, 78 p.
- Sayles F.L., T.Ku, y P.C. Bowker, 1975. Chemistry of ferromanganous sediment of the Bayer Deep. Geol. Soc. Am. Bull. 86: 1423-1431.

- Scott S.D. 1985. Seafloor polymetallic sulfide Deposits: Modern and ancient Marine Mining, 2(2): 191-212.
- Schrader, H. 1979. Cruise report Baja Vamonos 79, Sep. 7-30, 1979. Data report 78. School of Oceanography, Oregon State University.
- Schrader, H., D. Murray, A. Matherne, D. Donegan, S. Crawford y G. Schuette. 1980b. Laminated marine sediments in the central Gulf of California. En: Geol. Soc. Am. Cordilleran section meeting corvallis, Oreg., Abstracts with Programs 151-152.
- Schrader, H., K. Kelts, J. Curray, D. Moore, E. Aguayo, M.P. Aubry, G. Einsele D. Fornari, J. Gieskes, J. Guerrero, M. Kastner, M. Lyle, Y. Matoba, A. Molina Cruz, J. Niemitz, J. Rueda, A. Saunders, B. Simoneit, y N. Vaquier, 1980a. Laminated diatomaceous sediments from the Guaymas Basin slope (Central Gulf of California): 250,000 year climate record, 207: 1207-1209.
- Schwertmann U. 1964. Differenzierung der Eisenoxide des Bodens durch photochemische Extraktion mit saurer Ammonium oxalat Lösung. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkde. 105: 194-202.
- Sholkovitz E. 1973. Interstitial water chemistry of the Santa Barbara Basin Sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 37: 2043-2073.
- Simoneit B.R.T. 1982. Hydrothermal effects on recent diatomaceous sediments in Guaymas Basin, Gulf of California: Genesis of Petroleum and degradation of Protokerogen. Spectra 8(2): 52-57.
- Simoneit B.R.T. 1984. Hydrothermal effects on organic matter high vs low temperature components. Org. Geochem. 6: 857-864.
- Simoneit B.R.T., C.P. Summerhayer, y P.A. Meyers. 1982. Sources, preservation and maturation of organic matter in pliocene and Quaternary sediments of the Gulf of California: A synthesis of organic geochemical studies from Deep Sea Drilling Project Leg 64. En: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. (J.R. Curray y D.G. Moore eds.) Vol. 64, U.S. Government Printing Office Washington, D.C. 939-951.
- Simoneit B.R.T., M.A. Mazurek, S. Brenner, P.T. Crisp y I.R. Kaplan 1979. Organic geochemistry of recent sediments from Guaymas Basin, Gulf of California. Deep Sea Res. 26A., 879-891
- Skirrow G. 1965. The dissolved gases-carbon dioxide. En: Chemical Oceanography (eds. Skirrow, G. y J.P. Riley), 185-192. Academic Press.
- Skornyakova, I.S. 1964. Dispersed iron and manganese in Pacific Ocean sediments Int. Geology Rev. 7: 2161-2174.
- Smetacek V.K., B. Brockel, B. Zeitzschel y W. Zenk. 1978. Sedimentation of particulate matter during a phytoplankton spring bloom in relation to the hydrographical regime. Mar. Biol. 47: 211-226.
- Soutar A., S.P. Johnson y T. Baumgartner. 1981. Search of modern depositional analogs to the Monterey Formation in: The Monterey Formation and related siliceous rocks of California, Garrison, G.E. y R.G. Douglas (eds.) Soc. of Econ. Paleon. and Min. 123-147.
- Staresinic N. 1978. Ph D. Dissertation Woods Hole Oceanographic Institution, Joint Program in Oceanography (abstract).

- Starikova N.D. 1956. Organic matter in Bering Sea sediments. Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R. 106(3) en ruso (citado por Bordovskiy 1965).
- Stein R. 1986. Organic carbon and sedimentation rate-further evidence for anoxic deep-water conditions in the cenomanian Turonian Atlantic Ocean. Mar. Geol. 72: 199-209.
- Stoeppler, M. y F. Backhaus. 1978. Pretreatment studies with Biological and Environmental Materials Fresenius Z. Anal. Chem. 291: 116-120.
- Strickland, J.D.H y T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis, Bulletin 107, Alg. Press. 310 p.
- Stumm W., 1966. Redox potential as an environmental parameter: conceptual significance and operational limitation, Third Int. Conf. on Water Pollution Research, Paper No. 13: 1-16.
- Stumm W. y J.J. Morgan 1981. Aquatic Chemistry 2nd. Ed. John., Wiley Brisbane 780 p.
- Suess E. 1979. Mineral phases formed in anoxic sediments by microbial decomposition of organic matter. Geochim. Cosmochim. Acta 43: 339-352.
- Suess E. 1980. Productivity, Sedimentation rate and sedimentary organic matter in the oceans. VI Vertical Carbon Flux. Nature 277: 450-451.
- Suess E. y P.J. Müller, 1981. Productivity, Sedimentation rate and sedimentary organic matter in the oceans II Elemental fractionation Colloques Internationaux de C.N.R.S. no. 293. Biogéochimie de la matière organique a l'interface Eau-sédiment Marin 17-26.
- Summerhayes C.P. 1983. Sedimentation of organic matter in upwelling regimes. en: Coastal upwelling (J. Thiede y E. Suess eds.) Plenum Press. 29-72.
- Sykes, L.R., J. Oliver y B. Isacks, 1970. Earthquakes and tectonics. en: The Sea (ed. A.E. Maxwell), New York, Wiley Interscience 353-420.
- Tessier, A., P. G.C. Campbell y M. Bisson. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate Trace Metals. Anal. Chem. 51(9):644-651.
- Tessier A., P.G.C. Campbell, y M. Bisson. 1980. Trace metal speciation in the Yamaska and St. Francois Rivers (Quebec). Can. Jour. Earth Sci. 17:90-104.
- Thompson G. 1983. Basalt-seawater interaction. En: Hydrothermal Processes at seafloor spreading centers. (P.A. Rona, K. Bostrom, L. Lanbier y K.L. Smith eds.), 225-278. Plenum Press.
- Thomson J., M.S.N. Carpenter, S. Colley, T.R.S. Wilson, H. Elderfield y H. Kennedy. 1984. Metal accumulation rates in north west Atlantic pelagic sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 48: 1935-1948.
- Tschapek M. y C. Masowski, 1976. The surface activity at humic acid Geochim. Cosmochim. Acta 40:1343-1345.
- Turekian K.K. 1965. Some aspects of the geo-chemistry of marine sediments. En: Chemical Oceanography Vol. 2 (J.P. Riley, y G. Skirrow eds.) 81-126. Academic Press.
- Turekian K.K. 1967. Estimates of the average Pacific deep sea clay accumulation rate from material balance considerations Progress in Oceanography 4:226-244.

- Turekian K.K. 1969. The oceans, streams, and atmosphere. En: Handbook of Geochemistry Vol. I (K.H. Wedepohl, ed.) 297-323 Springer-Verlag, Berlin.
- Turekian K.K. y K.H. Wedepohl. 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Bull. Geol. Soc. Am. 72: 175-192.
- Van Andel Tj. H. 1963. Algunos aspectos de la sedimentación reciente en el Golfo de California Bol. Soc. Geol. Mexicana XXVI, (2): 85-94.
- Van Andel Tj H. 1964. Recent marine sediments of Gulf of California. In: Van Andel Tj H. y G.G. Shor (eds.) Marine Geology of the Gulf of California a Symposium. The American Association of Petroleum Geol. Mem. 3. 216-310.
- Van Andel Tj. H. y G.G. Shoy 1964. Marine Geology of the Gulf of California a Symposium. The American Association of Petroleum Geol. Mem. 3.
- Vine F.J. 1966. Spreading of the ocean floor: new evidence science, 154:1405-1415.
- Valkov I.I. y L.S. Fomina 1974. Influence of organic material and processes of sulfide formation on distribution of some trace elements in deep-water sediments of the Black Sea. Am. Ass. Pet. Geol. Mem. 20: 456-476.
- Von Damm K.L. 1983. Chemistry of submarine hydrothermal solutions at 21°N East Pacific Rise and Guaymas Basin, Gulf of California. 240 p., Ph D. Thesis M. I. T. and Woods Hole Oceanographic Inst.
- Walter P. y P. Stoffers 1985. Chemical characteristics of metalliferous sediments from eight areas on the Galapagos rift and East Pacific Rise between 2°N and 42°S. Mar. Geol. 65:271-287.
- Waples D.W. y J.R. Sloan 1980. Carbon and nitrogen diagenesis in deep sea sediments Geochim. Cosmochim. Acta 44:1463-1470.
- Warsh, C.E. y K.L. Warsh. 1971. Water exchange at the mouth of the Gulf of California. J. Geophys. Res. 76: 8098-8116.
- Warsh, C.E., K.L. Warsh y R.C. Staley. 1973. Nutrients and water masses at the mouth of the Gulf of California. Deep. Sea Research, 20: 561-570.
- Wedepohl K.H. 1960. Spurenanalytische Untersuchungen an Tiefseetonen aus dem Atlantik. Geochim. Cosmochim. Acta. 18:200-231.
- Wedepohl K.H., 1969. Handbook of geochemistry, New York, Springer Verlag 342 p.
- Weiss R.F. 1977. Hydrothermal manganese in the deep sea scavenging residence time and Mn/He relationship Earth Planet Sci. Letters. 37:257-262.
- Whitfield M. 1974. Thermodynamic limitations on the use of the platinum electrode in Eh measurements Limnol & Oceanogr. 19:857-865.
- Williams D.L., K. Becker, L.A. Lawver, y R.P. Von Herzen 1979. Heat flow at the spreading centers of the Guaymas Basin, Gulf of California. J. Geophys. Res. 84: 6757-6769.
- Wyrtki, K. 1965. Surface currents of the eastern tropical Pacific. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull. 9:271-304.
- Yamamoto, T. y Fujita T., 1966. A summary of chemical abundance in seaweeds. Bull. Kyoto Univ. Ed. Series D, 29: 9-12.

Zeitzschel, B. 1969. Primary productivity in the Gulf of California J. Mar. Biol. 3: 201-207.

Zobell, C.E. 1946. Studies on Redox potential of Marine sediments Bull. of the Am. Ass. of Petr. Geol. 30(4): 477-513.

APENDICE 1

RELACION DE MUESTRAS SUPERFICIALES COLECTADAS EN LOS
CRUCEROS CORTES 2 Y PALEO-I.

Relación de muestras superficiales colectadas en el Crucero PALEO-I BAP-82, mediante el Nucleador de Caja.

Muestra	Localización		Prof. (m)	Descripción General del Sedimento	Localización		Prof. (m)	Descripción General del Sedimento
	Latitud N	Longitud W			Latitud N	Longitud W		
BC2	30°06.0'	113°39.0'	230	Limo-arcillosos con poca arena color verde olivo.	27°56.5'	112°23.9'	873	Verde oscuro, ligero olor a H ₂ S, arcillo-limoso y presencia de herodaciones, y laminado.
BC3	30°01.5'	113°48.1'	365	Limo-arcillosos color verde olivo.	28°05.0'	111°44.0'	350	Arenoso, verde olivo oscuro, ligero olor a H ₂ S, y pocos foraminíferos (1 por campo de 50x).
BC6	29°59.7'	114°06.9'	380	Limo-arcillosos color verde olivo ligero olor sulfuroso.	28°05.0'	111°41.3'	356	Arenoso, con un poco de finos, verde olivo oscuro, con poliquetos y foraminíferos escasos (1 por campo de 50x), además de un ligero olor de H ₂ S.
BC9	30°00.4'	114°08.5'	345	Limo-arcillosos color verde olivo.	28°04.8'	111°41.3'	477	Finos, con poca arena, verde oscuro, con ligero olor a sulfuros escasos foraminíferos y diatomeas.
BC11	29°01.4'	113°00.1'	350	Arenoso con abundantes fragmentos de conchas.	28°04.0'	111°41.5'	520	Finos con poca arena, verde oscuros.
BC13	28°20.1'	112°27.4'	935	En los 5 cm superficiales; sedimento oscuro con grava y arena, y en la superficie presencia de ofluroideos, gasteropodos, poliquetos, etc.	27°54.5'	111°42.1'	610	Muy acuosos, verde oscuros, sin arena con olor H ₂ S con muy pocos foraminíferos y diatomeas.
BC13	28°20.1'	112°27.4'	935	Después de los 5 cm superficiales del núcleo BC13, se observó sedimento color verde olivo, además de vestigios de laminaciones con una capa amarillosa de 2-3 mm y una oscura de ~1 cm.	27°49.8'	111°43.6'	668	Café-verdosos, finos con ligero olor a H ₂ S y laminados.
BC14	28°15.0'	112°25.0'	900	Limo-arcillosos, color verde olivo, fuerte olor sulfuroso (Cuenca de San Pedro Mártir). Además laminaciones de 3-4 mm.	27°46.5'	111°44.0'	810	Finos, pero más compactos, café - verdosos.
BC17	27°52.5'	112°31.5'	610	Arenosos, con muchos foraminíferos, y sobre la superficie 3 juveniles de langostas.	27°40.9'	111°05.6'	608	Finos, café - verdosos, muy acuosos y anóxicos.
BC18	27°56.6'	112°23.5'	840	Fuerte olor a sulfuros, sobre-penetró el nucleador.				

Muestra	Localización		Prof. (m)	Descripción general del sedimento
	Latitud N	Longitud W		
BC41	27°38.0'	111°04.8'	860	Finos verde oscuros con olor a H ₂ S.
BC42	27°50.5'	111°43.6'	647	Finos verde oscuros muy fangosos, foraminíferos y bacterias filamentosas en la superficie.
BC52	26°26.4'	109°55.6'	515	Laminado, gris-verdoso, limo-arcilloso, sin olor a H ₂ S.
BC53	26°17.6'	110°02.4'	745	Laminados, acuoso con olor a H ₂ S y color verde grisáceo.
BC56	26°19.5'	109°46.2'	412	Laminado, color verde grisáceo pero menos acuoso.
BC57				
BC58	26°04.6'	109°49.5'	600	Finos, con los primeros 20 cm color café verdoso, después verde oscuro y sulfuroso.
BC59	25°39.5'	109°40.3'	650	Fino, café verdoso con abundantes poliquetos.
BC60	25°40.1'	109°35.6'	350	Finos, café verdoso.
BC61	25°40.8'	109°34.3'	162	Oscuros y más bien gruesos.
BC63	25°00.0'	109°01.0'	645	Finos, laminados verde grisáceo con poliquetos, foraminíferos, micromoluscos y bacterias filamentosas.
BC66	24°48.5'	108°32.6'	645	Limos con poca arena, capa amarillosa en la superficie.
BC68	24°44.9'	108°33.7'	860	Verdosos, más consolidado.

Muestra	Localización		Prof. (m)	Descripción general del sedimento
	Latitud N	Longitud W		
BC69	24°05.3'	108°03.4'	220	Arenoso, con abundantes moluscos y algunos guijarros y gravas. En la parte superficial se observó una capa café-naranja bien consolidado.
BC70	23°58.9'	108°08.9'	600	Fino con poca arena no laminado y capas amarillias en la superficie.
BC72	23°49.3'	108°15.9'	900	Finos con poca arena, color verde grisáceo, sin olor no laminados.
BC75	24°32.2'	110°15.3'	745	Finos, verde grisáceos, con láminas de 1 mm a cm y olor H ₂ S.
BC77	24°33.5'	110°15.5'	725	Laminados, finos verde grisáceos, con muchos foraminíferos.
BC79	25°52.3'	111°08.2'	260	Verde oscuros, no laminados.
BC80	25°57.6'	111°05.7'	640	Verde oscuros, sin olor a H ₂ S y con laminación no-homogénea.
BC82	25°52.3'	110°59.2'	600	Arenas con arcillas y limos y fragmentos de rocas y basalto, además de fosforito.
BC83	25°32.2'	110°43.5'	615	Grises, no-laminados.
BC85	25°41.1'	110°51.0'	638	Verde oscuros, fangoso, laminado y con fuerte olor a H ₂ S.

Relación de muestras superficiales colectadas en el Crucero
CORTES 2, mediante la draga Van Veen y Smith-Mc Intyre.

Muestra	Localización		Profundidad (m)	Muestra	Localización		Profundidad (m)
	Latitud N	Longitud W			Latitud N	Longitud W	
C-2	24°37.0'	108°21.8'	880	C-44	30°02.6'	112°56.0'	104
C-3	25°02.0'	108°32.0'	28	C-46	28°09.0'	111°31.5'	95
C-5	24°53.1'	108°46.2'	120	C-47	28°17.9'	111°37.1'	37
C-8	25°34.2'	110°59.2'	52	C-48	28°16.2'	111°36.6'	64
C-3	25°47.9'	111°03.5'	77	C-49a	26°59.7'	111°50.4'	101
C-10	25°58.7'	111°06.5'	42	C-49b	26°59.5'	111°53.4'	68
C-14	26°46.7'	110°06.8'	92	C-49c	26°59.4'	111°58.8'	29
C-15	26°51.3'	110°06.5'	50	C-50	25°49.2'	109°33.8'	97
C-16	26°53.7'	110°05.4'	24	C-51	25°41.5'	109°30.2'	48
C-19	28°10.2'	112°48.2'	26	C-52	25°40.0'	109°28.1'	28
C-21	28°08.3'	112°41.6'	108	C-55	23°08.7'	109°28.1'	34
C-25	29°12.5'	112°31.4'	106	C-56	23°06.5'	109°24.2'	98
C-26	29°23.7'	112°31.3'	72	C-57	23°06.5'	109°27.9'	53
C-27	29°26.2'	112°28.2'	35	C-59	20°49.9'	105°41.6'	99
C-32	29°47.0'	114°21.7'	36	C-60	20°51.8'	105°33.3'	75
C-33	29°55.6'	114°19.4'	81	C-61	20°54.1'	105°27.4'	49
C-34	30°12.0'	114°31.9'	33	C-62C	21°38.1'	106°31.9'	29
C-37	31°15.9'	114°21.7'	30	C-62D	21°38.6'	106°31.7'	122
C-38	31°10.0'	114°15.2'	53				
C-42	30°12.1'	112°47.0'	30				
C-43	30°08.8'	112°50.5'	69				

A P E N D I C E 2

RELACION DE NUCLEOS COLECTADOS EN LOS CRUCEROS BERMEJO
1 (B) Y PALEO 2 (P). RESULTADOS ANALITICOS DE Eh, PH,
SULFATOS Y CARBONO ORGANICO.

NUCLEO B2; Profundidad 1160 m; Posición 24°18'.94N; 108°22'.78W.

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad %	C-org (%)
Agua						
0 - 5	292	7.6	27.9			
0 - 5	113	7.3	33.7	59.9	0.79	
5 -10	66	7.0	32.8	54.1	0.75	
10-15	183	6.7	31.5	58.4	0.78	
15-20	149	7.4	30.1	49.8	0.72	
20-25	-8	6.7	27.0	44.3	0.67	
25-30	168	7.2	29.9	45.2	0.68	
30-35	185	6.7	29.0	49.6	0.72	
35-40	164	7.6	32.2	37.6	0.61	
40-45	18	7.1	25.5	45.5	0.68	
45-50	-70	6.4	30.1	44.9	0.68	
50-60	46	7.0	30.1			
60-70	90	7.4	27.0			
70-82	81	7.2	28.4			

NUCLEO B1; Profundidad 240m; Posición 24°25.6'N; 108°9.4'W.

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad %	C-org (%)
Agua						
0 - 8	434	6.9	27.3	100	1.00	
0 - 5	14	7.4	26.4	60.5	0.80	1.93
5 -10	-56	7.1	18.9	57.5	0.77	2.56
10-16	-86	7.2	12.2	51.1	0.73	2.16
16-21	-151	7.4	11.8	59.9	0.79	2.29
21-25	-96	6.4	7.6	63.8	0.82	2.28
25-30	-178	7.5	3.4	74.2	0.88	2.48
30-35	-182	6.8	1.5	52.2	0.74	2.29
35-40	-180	7.4	0.5	62.1	0.81	2.47
40-45	-154	7.4	0.3	57.6	0.78	2.07
45-50	-92	7.7	0.0	56.0	0.76	2.05
50-55	-59	7.7	0.0	57.2	0.77	2.23
55-60	-26	7.8	0.0	54.9	0.76	2.49
60-65	-106	7.6	2.5	54.7	0.75	1.77
65-70	-5	7.4	0.0	54.6	0.75	1.87
70-75	35	6.3	0.0	58.3	0.78	1.82
75-80	45	7.7	0.0	58.8	0.78	2.32
80-85	3	7.7	0.5	57.1	0.77	2.47
85-91	-29	7.5	0.0	50.0	0.72	1.67
91-101	19	7.5	0.0	50.9	0.73	2.00
101-113	36	7.6	0.0	55.1	0.76	2.29

NUCLEO B3; Profundidad 2500 m; Posición 23°49'.01N; 109°04.5'W.

0 - 5	301	7.0	29.0	66.9	0.84	2.89
5 -10	112	7.3	27.9	65.7	0.83	3.57
10-15	176	7.4	25.3	67.6	0.84	3.56
15-20	187	7.3	23.6	63.9	0.82	3.59
20-25	206	7.5	22.1	66.2	0.83	3.64
25-30	192	6.9	29.3	64.4	0.82	3.45
30-35	212	7.3	28.7	64.9	0.83	3.90
35-40	187	6.9	31.9	62.8	0.81	3.61
40-45	149	6.6	29.5	62.1	0.81	3.50
45-50	249	7.4	28.7	59.5	0.79	3.63
50-55	151	6.6	40.6	65.7	0.83	3.22
55-60	257	7.6	0.0	61.0	0.80	3.20
60-65	204	7.5	30.3	57.7	0.78	3.48
65-70	275	7.4	28.7	61.8	0.81	3.58
70-75	119	7.6	25.5	60.4	0.80	3.34
75-84	268	7.4	25.5	60.3	0.80	3.25

NUCLEO 86: Profundidad 2220 m; Posición 25°21'.7N; 109°39'W.

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua			26.6			
0 - 5	114	7.3	29.1	55.7	0.76	1.86
5 -10	97	7.4	26.2	51.5	0.73	1.81
10-15	73	7.5	27.4	52.3	0.74	1.82
15-20	62	7.4	22.5	52.9	0.74	1.75
20-25	74	7.4	22.5	52.3	0.74	
25-30	66	7.4	20.1	52.6	0.74	1.76
30-35	42	7.6	20.6	53.2	0.75	1.75
35-40	87	7.4	21.9	51.7	0.73	
40-45	69	7.5	22.5	54.1	0.75	1.75
45-50	55	7.6	19.6	51.3	0.73	1.24
50-55	85	7.6	20.1	48.7	0.71	1.59
55-60	52	7.6	20.1	45.1	0.68	1.72
60-70	72	7.6	16.7	52.9	0.74	1.85
70-80	13	7.6	20.2	52.2	0.74	1.91
80-89	86	7.7	16.5	48.9	0.71	1.91

NUCLEO 87: Profundidad 45 m; Posición 26°39'.5N; 109°55'.6W.

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua			26.4			
0 - 5	168	7.6	28.3	64.1	0.82	2.27
5 -10	37	7.5	28.1	61.5	0.81	2.27
10-15	45	7.6	22.3	60.6	0.80	2.47
15-20	-16	7.5	22.2	56.4	0.76	2.48
20-25	7	7.7	25.5	55.0	0.76	2.55
25-30	34	7.7	25.3	55.5	0.76	2.51
30-35	89	7.7	25.1	55.0	0.76	2.48
35-40	2	7.7	26.6	54.3	0.75	2.51
40-45	-18	7.6	22.3	53.4	0.75	2.55
45-50	-16	7.7	21.6	52.1	0.74	2.47
50-55	-58	7.6	21.2	53.2	0.75	2.38
55-60	-49	7.7	20.1	53.3	0.75	2.40
60-72	-50	7.7	19.3	51.4	0.73	2.47

NUCLEO 84: Profundidad 1210m; Posición 23°36'N; 109°24'.5W.

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
0 - 5	259	7.1	27.1	40.7	0.64	1.27
5 -10	134	7.2	27.9	40.8	0.64	1.18
10-15	142	7.2	29.8	40.5	0.64	1.20
15-20	138	7.4	30.6	42.1	0.65	1.14
20-25	217	6.9	29.0	41.3	0.65	1.25
25-30	183	5.7	29.3	47.6	0.70	1.51
30-35	249	7.8	27.9	37.8	0.61	1.32
35-43	213	6.9	30.0	38.1	0.61	1.34

NUCLEO 85: Profundidad 2250m; Posición 25°08'.5N; 110°10'.7W.

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
0 - 5	295	7.7	27.3	76.7	0.89	3.54
5 -10	221	7.8	28.7	74.8	0.88	3.47
10-15	139	7.7	30.3	72.1	0.87	3.66
15-20	72	7.6	31.7	72.0	0.87	3.57
20-25	56	7.7	28.6	70.4	0.86	3.66
25-30	128	7.8	24.9	67.0	0.84	3.70
30-35	134	7.8	23.8	65.5	0.83	3.67
35-40	117	7.7	31.3	69.5	0.85	3.66
40-45	160	7.8	19.0	68.5	0.85	3.63
45-50	218	7.6	25.3	58.4	0.78	3.66
50-55	202	7.6	31.6	67.5	0.84	3.62
55-60	160	7.7	31.4	67.3	0.84	3.64

NUCLEO B10; Profundidad 2450 m; Posición 26°15'.5N; 110°42'.5

Sección	Eh (mv)	pH	SO ⁴ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad %	C-org (%)
Agua			26.1			
0 - 5	256	7.7	24.4	88.9	0.95	
5 -10	28	7.7	30.9	81.8	0.93	
10-15	30	7.7	34.3	81.0	0.91	
15-20	-15	7.8	29.1	76.0	0.89	
20-25	19	7.7	30.5	76.4	0.89	
25-30	4	7.7	29.3	75.0	0.89	
30-35	-21	7.8	30.0	73.6	0.87	
35-40	-26	7.7	28.5	80.3	0.91	
40-45	0	7.8	28.4	75.6	0.89	
45-53	-20	7.8	28.0			

NUCLEO B11; Profundidad 1050m; Posición 26°10'H; 110°52'W

0 - 5	338	7.4	29.3	81.7	0.91	
5 -10	193	7.5	24.8	73.2	0.87	
10-15	82	7.4	28.8	74.5	0.88	
15-20	60	7.5	27.3	72.5	0.87	
20-25	64	7.5	29.3	71.9	0.86	
25-30	-8	7.5	26.8	74.0	0.88	
30-35	-43	7.5	26.8	69.8	0.85	
35-40	-20	7.6	26.8	69.1	0.85	
40-45	-20	7.5	31.0	68.7	0.85	
45-51	-17	7.5	25.5	68.6	0.85	

NUCLEO B8; Profundidad 840m; Posición 26°31'.8N; 110°10'.0W.

Sección	Eh (mv)	pH	SO ⁴ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad %	C-org (%)
Agua			29.2			
0 - 5	389	6.9	31.3	84.0	0.93	
5 -10	356	6.6	28.2	75.9	0.89	
10-15	308	6.7	30.1	73.1	0.87	
15-20	132	6.6	31.3	76.4	0.89	
20-25	117	7.0	28.8	74.5	0.88	
25-30	118	7.4	28.4	72.2	0.87	
30-35	122	7.4	29.2	69.2	0.85	
35-40	175	7.4	29.0	70.6	0.86	
40-45	202	7.4	29.4	70.8	0.86	
45-50	71	7.4	27.2	77.3	0.90	
50-55	79	7.4	28.00	69.3	0.85	
55-60	124	7.4	29.0	69.5	0.85	
60-70	134	7.4	28.6	69.8	0.85	

NUCLEO B9; Profundidad 1240 m; Posición 26°23'.5N; 110°26'.3W

Agua						
0 - 5	324	7.4	30.2	70.1	0.86	
5 -10	212	7.3	29.3	71.1	0.86	
10-15	115	7.5	27.4	71.2	0.86	
15-20	72	7.5	30.4	70.4	0.86	
20-25	99	7.6	30.0	69.2	0.85	
25-28	171	7.7	27.9	66.8	0.83	

NUCLEO B14; Profundidad 2020m; Posición 27°00'.6N; 111°25'.5W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ^{1/4}	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (Z)
Agua						
0 - 10	316	7.7	25.8	100.0		
0 - 3	252	7.7	30.7	92.7	0.97	
3 - 6	182	8.0	32.3	90.2	0.96	2.88
6 - 10	32	6.8	30.1	83.8	0.93	2.92
10-15	-10	7.7	29.8	84.6	0.93	3.11
15-20	-32	7.3	27.8	83.5	0.93	3.14
20-25	-22	7.6	27.3	82.0	0.92	3.14
25-30	-27	7.5	26.0	79.7	0.91	2.69
30-35	-5	7.5	28.0	71.7	0.86	2.28
35-40	-44	7.6	27.2	69.4	0.85	2.11
40-45	75	7.4	30.1	62.4	0.81	2.06
45-50	0	7.3	24.8	62.4	0.81	2.06
50-55	86	7.4	24.6	60.1	0.80	2.03
55-60	55	7.2	24.4	60.7	0.80	2.04
60-67	88	7.4	18.3	61.5	0.81	1.83

Presencia de franjas oscuras en las capas superficiales.

NUCLEO B15; Profundidad 1815m; Posición 27°08'.4N; 111°11'.2W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ^{1/4}	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (Z)
Agua	373	7.5	29.9			
0 - 5	223	7.6	29.9	73.0	0.87	
5 - 10	206	7.5	30.1	59.4	0.79	
10-15	129	7.6	33.5	58.2	0.78	
15-20	126	7.5	35.3	59.1	0.79	
20-25	65	9.2	31.5	72.9	0.87	
25-30	14	9.2	29.5	73.4	0.87	
30-35	20	9.2	32.2	71.5	0.86	
35-40	10	9.3	32.4	68.9	0.85	
40-47	48	9.3	28.8	68.2	0.85	

NUCLEO B12; Profundidad 670m; Posición 26°06'.4N; 110°59'.3W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ^{1/4}	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (Z)
Agua						
0 - 5	186	7.5	26.3	25.1		4.48
5 - 10	174	7.7	24.7	83.6	0.93	4.19
10-15	118	7.9	24.7	86.2	0.94	4.37
15-20	101	7.9	22.5	88.9	0.95	4.41
20-25	75	7.9	24.5	88.1	0.95	4.29
25-30	88	7.8	23.5	87.9	0.95	4.63
30-35	10	7.8	20.9	81.5	0.91	4.14
35-40	16	7.8	19.1	82.0	0.92	4.82
40-45	-68	7.8	20.4	81.2	0.91	4.44
45-50	-81	7.7	16.8	80.6	0.91	4.41
50-58	-96	7.7	12.4	79.5	0.91	4.25

NUCLEO B13; Profundidad 630m; Posición 26°52'.6N; 111°40'.0W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ^{1/4}	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (Z)
Agua	338	7.5	29.5	100.0		
0 - 5	126	6.8	27.9	80.4	0.91	
5 - 10	137	5.0	27.2	81.8	0.91	
10-15	134	7.6	31.3	84.8	0.93	
15-20	-9	7.1	31.7	83.9	0.93	
20-25	-99	7.2	31.9	82.8	0.92	
25-30	-104	5.3	28.1	82.3	0.92	
30-35	-130	7.0	25.7	75.1	0.89	
35-40	-122	7.2	24.1	77.9	0.90	
40-45	-139	7.1	25.2	75.3	0.87	
45-50	-166	7.3	24.8	73.2	0.87	
50-55	-168	7.4	23.9	76.7	0.89	
55-60	-127	7.3	23.7	78.6	0.90	
60-67	-171	7.3	22.1	69.1	0.85	

NUCLEO B18; Profundidad 380m; Posición 27°27'.24N; 110°43'.61W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	388	7.7	24.3	100.0		
0 - 5	88	6.8	28.1	56.0	0.77	1.03
5 -10	78	7.1	28.3	57.5	0.78	1.17
10-15	59	7.2	25.1	57.7	0.78	1.27
15-20	55	7.3		62.5	0.81	1.26
20-25	76	7.3	23.4	54.5	0.76	1.25
25-30	77	7.3	19.3	55.0	0.76	1.18
30-35	68	7.3	16.7	57.8	0.78	1.22
35-40	54	7.4	15.6	57.6	0.78	1.27
40-45	39	7.4	16.4	57.9	0.78	1.23
45-50	33	7.4	12.8	63.4	0.82	1.03
50-60	50	7.4	13.7	51.0	0.73	0.94
60-70	95	7.5	5.6	61.4	0.80	1.16
70-80	32	7.6	1.9	55.4	0.76	1.00
80-90	-41	7.7	2.8	40.3	0.64	0.81
90-100	7	7.6	4.4	48.0	0.70	1.12
100-110	57	7.6	0.0	44.9	0.68	1.29

NUCLEO B19; Profundidad 1500m; Posición 27°46'.9N; 112°03'.2W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	370	7.4	25.8			
0 - 5	188	7.4	28.5	77.2	0.89	3.72
5 -10	198	7.5	26.5	75.8	0.89	3.79
10-15	157	7.5	27.1	77.2	0.89	3.82
15-20	100	7.5	27.7	75.3	0.88	3.85
20-24	-4	7.6	26.2	78.6	0.90	3.68
24-28	-18	7.5	28.7	74.1	0.88	3.88

NUCLEO B16; Profundidad 1540m; Posición 27°16'.0N; 110°56'.5W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	375	7.4				
0 - 5	192	7.1	28.1	89.7	0.95	
5 -10	106	7.4	27.7	65.2	0.83	
10-15	88	7.5	24.6	59.7	0.79	
15-20	132	7.4	25.9	62.2	0.81	
20-25	223	7.3	25.7	58.3	0.78	
25-30	174	7.4	21.7	60.2	0.80	
30-35	64	7.5	29.9	63.4	0.82	
35-40	189	7.5	37.7	56.5	0.77	
40-45	156	7.6	25.9	61.4	0.81	
45-50	207	7.0	28.6	56.7	0.77	
50-55	132	7.7	26.1	57.1	0.77	

NUCLEO B17; Profundidad 790m; Posición 27°25'.15N; 110°47'.07W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	379	7.3	26.1			
0 - 5	206	7.1	24.7	52.6	0.74	1.51
5 -10	221	7.0	28.9	69.0	0.85	1.47
10-15	154	7.2	28.9	50.9	0.73	1.52
15-20	146	7.3	28.5	54.1	0.75	1.58
20-25	-145	7.2	25.2	54.6	0.75	1.56
25-30	-147	7.1	25.9	51.8	0.74	1.47
30-35	177	7.4	24.0	46.4	0.69	1.30
35-40	146	7.3	25.3	52.3	0.74	1.56
40-45	143	7.3	26.6	54.1	0.75	1.48
45-50	152	6.4	24.9	48.8	0.71	
50-55	152	6.8	21.2	47.0	0.70	1.32
55-60	179	6.1	21.1	51.5	0.73	1.81
60-70	173	7.8	21.7	54.5	0.75	1.45
70-80	157	6.1	19.9	49.0	0.71	1.33
80-89	197	7.4	22.7	54.6	0.75	1.50

Presencia de edulnoderms en la capa superficial (0-6cm)

NUCLEO B18; Profundidad 380m; Posición 27°27'.24N; 110°43'.61W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ⁴ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	388	7.7	24.3	100.0		
0 - 5	88	6.8	28.1	56.0	0.77	1.03
5 -10	78	7.1	28.3	57.5	0.78	1.17
10-15	59	7.2	25.1	57.7	0.78	1.27
15-20	55	7.3		62.5	0.81	1.26
20-25	76	7.3	23.4	54.5	0.76	1.25
25-30	77	7.3	19.3	55.0	0.75	1.18
30-35	68	7.3	16.7	57.8	0.78	1.22
35-40	54	7.4	15.6	57.6	0.78	1.27
40-45	39	7.4	16.4	57.9	0.78	1.23
45-50	33	7.4	12.8	63.4	0.82	1.03
50-60	50	7.4	13.7	51.0	0.73	0.94
60-70	95	7.5	5.6	61.4	0.80	1.16
70-80	32	7.6	1.9	55.4	0.76	1.00
80-90	-41	7.7	2.8	40.3	0.64	0.81
90-100	7	7.6	4.4	48.0	0.70	1.12
100-110	57	7.6	0.0	44.9	0.68	1.29

NUCLEO B19; Profundidad 1500m; Posición 27°46'.9N; 112°03'.2W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ⁴ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	370	7.4	25.8			
0 - 5	188	7.4	28.5	77.2	0.89	3.72
5 -10	198	7.5	26.5	75.8	0.89	3.79
10-15	157	7.5	27.1	77.2	0.89	3.82
15-20	100	7.5	27.7	75.3	0.88	3.85
20-24	-4	7.6	26.2	78.6	0.90	3.68
24-28	-18	7.5	28.7	74.1	0.88	3.88

NUCLEO B16; Profundidad 1540m; Posición 27°16'.0N; 110°56'.5W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ⁴ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	375	7.4				
0 - 5	192	7.1	28.1	89.7		0.95
5 -10	106	7.4	27.7	65.2		0.83
10-15	88	7.5	24.6	59.7		0.79
15-20	132	7.4	25.9	62.2		0.81
20-25	223	7.3	25.7	58.3		0.78
25-30	174	7.4	21.7	60.2		0.80
30-35	64	7.5	29.9	63.4		0.82
35-40	189	7.5	37.7	56.5		0.77
40-45	156	7.6	25.9	61.4		0.81
45-60	207	7.0	28.6	56.7		0.77
50-55	132	7.7	26.1	57.1		0.77

NUCLEO B17; Profundidad 790m; Posición 27°25'.15N; 110°47'.07W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ⁴ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	379	7.3	26.1			
0 - 5	206	7.1	24.7	52.6	0.74	1.51
5 -10	221	7.0	28.9	69.0	0.85	1.47
10-15	154	7.2	28.9	50.9	0.73	1.52
15-20	146	7.3	28.5	54.1	0.75	1.58
20-25	145	7.2	25.2	54.6	0.75	1.56
25-30	147	7.1	25.9	51.8	0.74	1.47
30-35	177	7.4	24.0	46.4	0.69	1.30
35-40	146	7.3	25.3	52.3	0.74	1.56
40-45	143	7.3	26.6	54.1	0.75	1.48
45-50	152	6.4	24.9	48.8	0.71	-
50-55	152	6.8	21.2	47.0	0.70	1.32
55-60	179	6.1	21.1	51.5	0.73	1.81
60-70	173	7.8	21.7	54.5	0.75	1.45
70-80	157	6.1	19.9	43.0	0.71	1.33
80-89	197	7.4	22.7	54.6	0.75	1.50

Presencia de equinodermos en la capa superficial (0-6cm)

NUCLEO B22; Profundidad 1350m; Posición 26°37'.8N; 111°04'.8W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	355	7.7	26.5			
0 - 5	296	7.5	30.5	75.4	0.89	
5 - 10	126	6.4	27.1	73.4	0.87	
10-15	167	7.5	27.4	73.8	0.87	
15-20	157	6.7	27.1	73.5	0.87	
20-25	37	7.6	23.8	70.6	0.86	
25-30	26	7.6	30.9	72.9	0.87	
30-35	-3	7.1	29.3	70.0	0.86	
35-40	0	7.6	28.2	72.1	0.87	
40-46	-12	6.9	28.8	69.1	0.85	

NUCLEO B23; Profundidad 2410m; Posición 25°40'.2N; 110°00'.1W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	425	7.4	29.3			
0 - 5	418	7.8	29.0	78.7	0.90	
5 - 10	188	7.8	26.2	73.4	0.87	
10-15	90	7.8	27.1	71.1	0.86	
15-20	50	7.7	28.8	73.8	0.87	
20-25	34	7.6	21.8	55.9	0.77	
25-30	22	7.5	31.5	71.6	0.86	
30-35	14	7.3	28.7	71.5	0.86	
35-40	23	7.5	29.1	71.0	0.86	
40-45	10	7.6	31.5	74.0	0.88	
45-50	2	7.5	29.6	75.4	0.89	
50-55	1	7.5	27.9	65.5	0.83	
55-60	43	7.6	27.9	67.0	0.84	
60-65	52	7.4	31.5	65.7	0.83	

Capa superficial color café (0-4cm)

NUCLEO B20; Profundidad 1490m; Posición 27°21'.8N; 111°45'.5W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	420	7.4	28.4			
0 - 5	295	7.1	28.0	87.0	0.94	3.42
5 - 10	175	7.3	29.3	77.6	0.90	3.48
10-15	153	7.3	29.7	78.2	0.90	3.61
15-20	120	7.4	29.9	74.8	0.88	3.83
20-25	88	7.4	28.9	74.3	0.88	3.75
25-30	161	7.5	30.5	72.3	0.87	3.84
30-35	124	7.4	28.9	73.2	0.87	3.56
35-40	160	7.4	29.3	70.4	0.86	3.86
40-46	38	7.4	29.3	69.0	0.85	3.78

NUCLEO B21; Profundidad 2010m; Posición 27°02'.2N; 111°23'.7W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM) ⁴	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	389	7.4	27.8			
0 - 3	360	7.7	26.8			
3 - 6	146	7.7	30.9	87.3	0.94	
6 - 10	111	7.6	29.2	78.1	0.90	
10-15	41	7.5	27.9	77.0	0.89	
15-20	103	7.5	27.8	68.8	0.85	
20-25	29	7.4	28.1	66.4	0.83	
25-30	75	7.4	26.3	64.8	0.82	
30-35	69	7.3	23.8	61.1	0.80	
35-40	112	7.2	23.3	61.0	0.80	
40-45	163	7.2	25.0	60.9	0.80	
45-50	165	7.2	23.4	62.3	0.81	
50-55	42	7.3	24.3	63.1	0.81	
55-60	89	7.2	21.2	61.5	0.80	
60-70	144	7.2	23.7	60.8	0.80	
70-80	72	7.2	20.6	63.0	0.81	

NUCLEO B26; Profundidad 3230m; Posición 24°19'.96N; 109°07'.24W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	399	7.5	28.4			
0 - 5	236	7.5	26.6	78.5	0.90	3.37
5 - 10	126	7.6	25.2	70.8	0.86	3.35
10-15	111	7.6	27.3	65.6	0.83	3.35
15-20	90	7.6	28.7	70.0	0.86	3.12
20-25.5	23	7.6	22.4	63.0	0.81	3.00
25.5-30.5	203	7.6	26.6	65.9	0.83	3.52
30.5-35.5	123	7.3	26.0	63.3	0.82	3.34
35-40.5	110	7.1	20.8	61.8	0.81	2.95
40-45.5	-8	7.7	26.0	57.2	0.77	2.55
45.5-50.5	28	7.5	23.1	49.5	0.72	2.01
50-57.5	25	8.3	20.1	48.8	0.71	2.06

Presencia de capas café y oscuras.

NUCLEO B27; Profundidad 1600m; Posición 24°07'.9N; 108°37'.3W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua			28.7			
0 - 5	178	7.3	28.0	83.8	0.93	
5 - 10	162	7.5	28.0	70.4	0.86	
10-15	200	7.1	25.8	68.3	0.85	
15-20	207	5.7	25.1	68.7	0.85	
20-25	321	7.4	28.7	65.7	0.83	
25-30	293	7.6	28.1	64.3	0.82	
30-35	295	7.6	26.4	66.0	0.83	
35-40	295	7.4	25.7	62.1	0.81	
40-45	269	7.5	27.1	60.6	0.80	
45-50	229	7.8	30.5	63.3	0.82	
50-55	177	7.6	30.5	60.5	0.80	

NUCLEO B24; Profundidad 3250m; Posición 25°27'.8N; 109°52'.0W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua			28.1			
0 - 5	228	7.1	29.2	53.3	0.75	1.89
5 - 10	289	7.5	29.1	59.4	0.79	2.44
10-15	246	7.3	27.4	56.4	0.77	2.45
15-20	212	7.1	28.9	59.6	0.79	2.76
20-25	234	7.2	27.6	58.0	0.78	2.62
25-30	291	7.6	27.9	60.3	0.80	2.94
30-35	288	7.6	27.3	59.5	0.79	3.30
35-40	310	7.5	26.8	61.3	0.80	3.26
40-45	295	7.2	26.0	60.7	0.80	3.00
45-51	301		24.2	61.4	0.80	3.25

Presencia de una capa café en los 8 cm superficiales y de gránulos de diferente tamaño.

NUCLEO B25; Profundidad 2450m; Posición 24°51'.90N; 109°21'.36W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua						
0 - 5	143	7.4	29.6	77.5	0.90	3.37
5 - 10	152	7.2	30.4	65.7	0.83	3.18
10-15	142	7.8	28.6	63.5	0.82	3.52
15-20	180	7.4	31.8	63.0	0.81	3.59
20-25	130	7.5	28.0	61.0	0.80	3.54
25-30	110	7.5	28.2	60.9	0.80	3.54
30-35	140	7.6	27.4	60.1	0.80	3.54
35-40	83	7.6	27.1	58.8	0.79	3.39
40-44			25.3	59.2	0.79	3.47

Presencia de una capa superficial café oscura (2-5cm) y de una concreción ovoidal de 2 por 3 cm en la sección 20-25cm.

NUCLEO B30; Profundidad 2630m; Posición 22°27'.52N; 107°29'.34W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ⁻² (mM ⁺)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua						
0 - 5	86	7.7				
0 - 5	-208	6.8	25.8	64.8	0.83	2.54
5 -10	-91	7.3	26.2	61.4	0.80	2.61
10-15	-102	7.3	25.8	59.7	0.79	2.71
15-20	-89	7.4	28.1	58.8	0.78	2.56
20-25	-60	7.1	25.5	59.1	0.79	2.40
25-30	-54	7.1	27.7	57.6	0.78	2.25
30-35	-77	7.5	26.2	53.4	0.75	2.46
35-40	-53	7.3	27.9	51.5	0.73	2.29
40-45	36	7.3	28.1	53.4	0.75	2.36
45-50	94	7.2	27.0	57.9	0.78	2.35
50-55	-30	7.8	27.0	58.9	0.79	2.58
55-60	39	7.7	27.5			2.54
60-66	91	7.3	23.9	52.4	0.74	2.53

Capa superficial (0-2cm) café.

NUCLEO B28; Profundidad 2590m; Posición 23°26'.46N; 108°22'.73W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ⁻² (mM ⁺)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua						
0 - 5	296	7.4	31.2	75.6	0.89	
5 -10	113	7.4	20.9	69.9	0.85	
10-15	102	7.1	30.8	67.5	0.84	
15-20	106	7.2	30.1	66.7	0.84	
20-25	126	7.5	33.0	66.2	0.83	
25-30	92	7.3	32.1	66.7	0.84	
30-35	108	7.3	32.6	64.4	0.82	
35-40	92	7.4	31.8	67.3	0.84	
40-45	44	7.4	28.9	63.9	0.82	
45-50	-230	7.4	28.7	64.7	0.82	
50-55	-367	7.4	30.7	63.1	0.81	
55-60	-387	7.2	31.6	64.2	0.82	
60-70	-383	7.6	31.1	62.9	0.81	
70-76	-226	7.6	30.6	62.5	0.81	

NUCLEO B29; Profundidad 3180m; Posición 22°56'.8N; 108°07'.5W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ⁻² (mM ⁺)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	73	7.8	27.2			
0 - 5	-370	7.2	31.9	74.8	0.88	2.43
5 -10	-376	7.7	30.0	69.7	0.85	2.46
10-15	-379	7.2	31.2	66.1	0.83	2.41
15-20	-252	7.0	27.1	63.6	0.82	2.56
20-25	-363	6.6	28.2	62.4	0.81	2.39
25-30	-95	7.2	23.1	59.6	0.79	2.54
30-35	-179	7.5	26.4	60.7	0.80	2.27
35-40	-283	7.2	22.5	58.7	0.78	2.34
40-45	-12	7.6	27.5	62.6	0.81	2.55
45-50	-88	7.5	27.0	59.9	0.79	2.43
50-55	-266	7.1	29.8	60.3	0.80	2.33
55-60	-216	8.0	29.9	61.6	0.80	2.34
60-70	-318	7.6	27.8	60.9	0.80	2.42

Presencia de una capa café en la sección 0-2cm

NUCLEO B32: Profundidad 3220m; Posición 21°41'.77N; 110°05'.27W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM ⁴)	H ₂ O (%)	Porosidad μ	C-org (%)
Agua						
0-10	293	7.5	30.0			
0-5	374	7.2	29.3	82.2	0.92	
5-10	305	7.2	28.7	75.0	0.88	
10-15	246	7.3	28.7	74.8	0.88	
15-20	167	7.7	31.6	74.4	0.88	
20-25	178	7.4	29.2	73.2	0.87	
25-30	105	7.5	30.7	69.3	0.85	
30-35	135	7.4	25.9	66.8	0.84	
35-40	111	8.1	29.6	68.6	0.85	
40-45	98	7.7	32.0	71.4	0.86	
45-50	78	7.8	30.3	69.8	0.85	
50-55	102	7.9	30.0	70.8	0.86	
55-60	131	7.9	29.8	68.6	0.85	
60-70	125	7.7	27.3	70.0	0.86	
70-80	116	7.7	31.5	66.6	0.84	
80-88	59	7.8	28.2	68.1	0.84	

Presencia de capas superficiales café oscuras, pero en los demás intervalos presentó el típico color verde-oliva.

NUCLEO B33: Profundidad 3150m; Posición 22°17'.9N; 109°15'.4W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM ⁴)	H ₂ O (%)	Porosidad μ	C-org (%)
Agua						
0-10	222	7.3	27.5			
0-5	234	7.0	24.3	71.5	0.86	
5-10	124	6.7	27.8	61.3	0.80	
10-15	102	7.0	26.7	58.7	0.78	
15-20	37	6.9	26.9	56.7	0.77	
20-25	41	7.5	27.8	59.1	0.79	
25-30	47	7.5	26.7	57.7	0.78	
30-35	31	7.6	26.5	57.2	0.78	
35-40	34	7.4	28.0	55.0	0.76	
40-45	58	7.4	27.3	51.1	0.73	
45-50	108	7.5	26.4	52.1	0.74	
50-54	33	7.4	25.7	54.7	0.76	

Capa café rojiza en los primeros 6 cm con un cambio gradual hasta el intervalo 10-15cm, donde se inicia el típico color verde-oliva.

NUCLEO B31: Profundidad 3410 m; Posición 20°32'.2N; 112°01'.6W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM ⁴)	H ₂ O (%)	Porosidad μ	C-org (%)
Agua						
0-10	310	7.4	27.5			
0-5	261	7.1	29.6	77.0	0.89	0.73
5-10	263	6.6	28.1	65.7	0.83	0.39
10-15	219	6.3	27.7	64.7	0.82	0.34
15-20	297	7.0	29.2	61.5	0.80	0.17
20-25	259	6.9	29.6	62.7	0.81	0.15
25-30	272	6.9	28.3	64.4	0.82	0.30
30-35	284	6.8	28.8	63.0	0.81	0.26
35-40	311	6.9	29.4	65.2	0.83	0.26
40-45	250	6.6	29.4	64.8	0.82	0.37
45-50	261	6.7	30.0	63.4	0.82	0.30
50-55	259	6.9	30.7	64.5	0.82	0.30
55-60	317	6.8	27.1	63.5	0.82	0.35
60-65	309	6.5	33.5	66.9	0.84	0.28
65-70	257	7.1		68.4	0.85	0.36
70-75	250	6.7	29.6	66.3	0.83	0.40
75-80	273	7.2	30.1	66.6	0.84	0.37
80-85	272	6.8	31.4	61.7	0.80	0.33
85-90	266	6.9	29.6	63.6	0.82	0.29
90-95	278	7.1	30.0	64.1	0.82	0.36
95-105	104	7.3	32.1	66.4	0.83	0.20

Núcleo color café-rojizo, desde oscuro rojizo en la superficie a tonos más claros en el fondo.

NUCLEO 836; Profundidad 40m; Posición 23°36'.5N; 106°55'.0W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM ³)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	140					
0 - 5	-13	30.3	34.5	0.58		
5 -10	-23	33.9	30.1	0.53		
10-15	28	31.7	24.8	0.46		
15-20	30	25.6	20.8	0.40		
20-24	73	31.1	19.7	0.39		

Sedimento arenoso y con fragmentos de conchas.

NUCLEO 837; Profundidad 25m; Posición 23°10'.5N; 106°25'.3W

Agua	160		29.3			
0 - 5	-8		30.6	50.4	0.72	1.53
5 -10	-33		29.0	52.3	0.74	1.49
10-15	-16		28.4	47.7	0.70	1.38
15-20	-25		28.8	53.5	0.75	1.45
20-25	-27		26.8	47.1	0.70	1.64
25-30	-26		31.0	40.6	0.64	1.40
30-35	-30		25.2	46.3	0.69	1.43
35-40	-28		26.8	48.6	0.71	1.48
40-45	-27		23.7	45.8	0.69	1.40
45-50	-23		23.9	47.6	0.70	1.49
50-55	-26		26.1	47.4	0.70	1.43
55-60	-39		24.3	45.7	0.69	1.48
60-70	-41					

NUCLEO 834; Profundidad 2800m; Posición 22°38'.53N; 108°30'.84W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM ³)	H ₂ O (%)	Porosidad #	C-org (%)
Agua	244	7.4	29.0			
0 - 5	175	7.2	29.6	57.0	0.77	
5 -10	137	7.0	29.8	65.7	0.83	
10-15	80	7.2	32.2	59.8	0.79	
15-20	77	7.2	30.0	57.0	0.77	
20-25	71	7.0	30.6	58.0	0.78	
25-30	121	7.3	30.6	54.3	0.75	
30-35	68	7.3	28.3			

Capa superficial café con ligeros tonos oscuros declinando al verde-oliva hacia el fondo.

NUCLEO 835; Profundidad 2590m; Posición 22°44'.4N; 108°17'.0W

Agua	115	7.6	30.7	100.0		
0 - 5	-26	6.3	29.4	70.2	0.86	
5 -10	4	7.0	30.7	65.4	0.83	
10-15	-6	7.2	28.8	62.5	0.81	
15-20	44	7.2	30.3	62.7	0.81	
20-25	50	7.0	30.1	61.4	0.80	
25-30	41	7.2	30.5	60.7	0.80	
30-35	-52	7.4	29.2	57.7	0.78	
35-39	102	7.5	29.9	58.9	0.79	

Presencia de capas café en la superficie y remanentes de basalto.

NUCLEO P3; Profundidad 2020m; Posición 23°15'.3N; 107°36'.9W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad ρ	H ₂ S (mM)
Agua	278	6.1	29.6			0.06
0 - 5	192	6.1	33.6			0.08
5 -10	97	6.1	29.6			0.07
10-15	195	6.3	29.9			0.09
15-20	115	6.1	31.0			0.10
20-25	87	6.4	25.1			0.08
25-30	98	6.1	31.4			0.06
35-40	102	6.3	28.4			0.07
40-45	111	6.5	27.4			0.09
45-49	213	6.3	28.7			0.08
49-53	Muy	compacto				

NUCLEO P4; Profundidad 2040m; Posición 23°08'.5N; 107°46'.7W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad ρ	H ₂ S (mM)
Agua	323	6.3	29.2			
0 - 5	325	3.8	27.7	72.6	0.87	0.09
5 -10	123	6.6	28.7	67.8	0.81	0.16
10-15	238	7.5	28.5	63.2	0.81	0.15
15-20	109	7.0	27.6	60.9	0.80	0.22
20-25	136	6.8	27.6	59.8	0.79	0.18
25-30	109	7.3	29.0	60.5	0.80	0.11
30-35	124	7.7	28.4	61.0	0.80	0.16
35-40	207	7.7	28.2	58.6	0.78	0.19
40-45	204	7.8	29.5	61.8	0.81	0.23
45-50	226	7.6	27.9	58.2	0.78	0.15
50-55	168	7.5	31.0	51.6	0.73	0.15

NUCLEO P1; Profundidad 88m; Posición 23°36'.7N; 107°05'.7W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad ρ	H ₂ S (mM)
Agua	334	8.0	27.6			
0 - 5	267	7.1	34.7			
5 -10	236	7.5	25.6			
10-15	306	7.3				
15-20	276	7.5				
20-25	151	7.4				
25-30	202	7.3				
30-35	76	7.4				
35-40	111	7.4				
40-45	41	7.4				
45-50	Muy	compacto				

NUCLEO P2; Profundidad 635m; Posición 23°28'.4N; 107°17'.6W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad ρ	H ₂ S (mM)
Agua	329	5.7	25.5			0.02
0 - 5	207	5.6	27.7			0.08
5 -10	164	6.0	27.4			0.07
10-15	110	6.8	27.1			0.07
15-20	195	6.0	27.2			0.08
20-25	154	6.4	28.9			0.09
25-30	94	7.8	25.5			0.06
30-35	24	7.5	25.4			0.08
35-40	4	7.2	26.2			0.05
40-45	-10	7.2	23.7			0.26
45-50	29	7.2	25.9			0.09
50-55	-23	7.2	23.8			0.05
55-60	-44	7.2	23.5			0.05
60-65	-45	7.6	22.7			0.09
65-70	-54	7.6	22.9			0.10
70-75	-61	7.1	21.3			0.14
75-80	-64	7.4	23.0			0.10
80-85	-71	7.4	20.2			0.12
85-90	-66	7.4	20.2			0.07

NUCLEO P7: Profundidad 2700m; Posición 22°40'.9N; 108°28'.4W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad ϕ	H ₂ S (mM)
Agua			28.5			0.06
0 - 1	417	7.5	28.7			0.07
1 - 6	331	7.8	28.2			0.11
6 -10	199	6.1	28.7			0.12
10-15	153	8.1	28.9			0.12
15-21	107	7.8	29.5			0.11

NUCLEO P8: Profundidad 2845m; Posición 22°38'.4N; 108°40'.6W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad ϕ	H ₂ S (mM)
Agua	375	8.0	28.2			0.06
0 -2.5	390	4.8	32.8			0.10
2.5- 5	290	6.9	28.7			0.11
5 -7.5	170	6.0	27.9			0.11
7.5-10	224	5.6	28.1			0.10
10-15	176	6.7	28.9			0.15
15-20	180	7.3	28.5			0.11
20-25	169	6.9	28.9			0.12
25-30	189	7.8	28.9			0.11
30-35	230	7.0	28.2			0.08
35-40	224	6.6	27.6			0.08
40-45	167	6.8	28.7			0.12
45-50	167	6.8	29.0			0.11
50-55	161	6.7	27.6			0.14
55-60	151	7.0	28.9			0.10
60-65	147	6.9	29.7			0.13
65-70	158	6.8	28.7			0.10
70-77	129	6.7	24.5			0.10

NUCLEO P5, Profundidad 2640m; Posición 21°02'.3N; 108°03'.0W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad ϕ	H ₂ S (mM)
Agua	402	7.8	30.9			0.17
0 - 5	205	6.2	28.1			0.20
5 -10	138	7.3	29.3			0.27
10-15	108	7.1	30.7			0.28
15-20	128	7.4	33.7			0.31
20-25	136	7.5	31.4			0.19
25-30	128	7.6	28.5			0.27
30-35	109	7.9	31.4			0.24
35-40	210	7.9	29.2			0.15
40-45	245	7.6	28.9			0.17
45-50	253	7.6	30.6			0.22
50-60	227	7.8	29.0			0.27
60-75	111	7.3	28.7			0.21

NUCLEO P6, Profundidad 2980m; Posición 22°54'.8N; 108°15'.1W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM)	H ₂ O (%)	Porosidad ϕ	H ₂ S (mM)
Agua	297	5.5	28.7			0.07
0 - 5	292	5.3	28.9			0.08
5 -10	194	6.4	28.2			0.09
10-15	165	6.6	28.7			0.10
15-20	144	6.9	28.7			0.11
20-25	137	4.8	29.0			0.09
25-30	107	6.1	27.9			0.09
30-35	158	6.9	24.5			0.12
35-40	112	6.3	27.9			0.10
40-45	205	6.3	29.3			0.13
45-50	230	7.1	30.9			0.18
50-55	119	6.3	28.7			0.11
55-59.2	226	6.0	28.9			0.10

NUCLEO P25; Profundidad 1,100m; Posición 26°10'.8N; 110°50'.0W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM ²)	H ₂ O (%)	Porosidad #	H ₂ S (mM)
Agua	375	7.4	28.5			0.06
0 - 5	165	7.4	28.7			0.07
5 - 10	83	7.4	28.1			0.10
10-20	24	7.6	27.4			0.12
20-30	-38	7.5	28.9			0.13
30-40	-65	7.5	28.4			0.18
40-50	12	7.6	28.2			0.14
50-70	126	7.5	28.1			0.27
70-90	50	7.5	27.6			0.16
90-110	-48	7.4	28.4			0.12
110-130	176	7.5	26.3			0.19
130-150	237	6.4	26.3			0.15

NUCLEO P9; Profundidad 2970m; Posición 22°30'.4N; 108°55'.1W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM ²)	H ₂ O (%)	Porosidad #	H ₂ S (mM)
Agua	385	7.5	28.7			0.07
0 - 2.5	399	7.2	28.1			0.07
2.5 - 5	349	7.3	28.5			0.11
5 - 7.5	219	7.2	28.9			0.14
7.5-10	163	7.8	28.7			0.23
10-15	130	7.6	28.2			0.23
15-20	161	8.2	28.7			0.19
20-25	119	7.8	28.1			0.21
25-30	163	7.8	28.4			0.15
30-35	151	7.8	29.5			0.20
35-40	144	7.6	29.0			0.22
40-45	142	7.6	28.1			0.22
45-50	163	7.9	29.5			0.21
50-55	233	7.7	28.5			0.19
55-60	284	7.7	28.7			0.14
60-65	265	7.7	28.5			0.12
65-70	143	7.6	28.7			0.12
70-78.5	168	7.5	28.1			0.12

NUCLEO P19; Profundidad 3400m; Posición 23°59'.3N; 108°53'.0W

Sección	Eh (mv)	pH	SO ₄ ²⁻ (mM ²)	H ₂ O (%)	Porosidad #	H ₂ S (mM)
Agua	374	7.6	29.2			0.07
0 - 5	224	7.5	30.4	65.1	0.83	0.27
5 - 10	124	7.3	28.4	68.9	0.85	
10-15	132	7.2	27.9	62.4	0.81	0.31
15-25	274	7.4	27.7	63.3	0.81	0.27
25-35	215	7.7	27.7	64.1	0.82	0.24
35-50	238	7.2	27.7	54.1	0.75	0.26
50-70	107	7.4	25.5	41.2	0.64	0.20
70-90	251	7.6	22.9	50.0	0.79	0.15
70-110	269	8.0	22.7	61.4	0.80	0.15

APENDICE 3

CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LOS NUCLEOS Y SEDIMENTOS
SUPERFICIALES DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

NUCLEO B1

Sección (cm)	µg/g (Fe en %)									
	Cu	Mn	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Hn	Fe
0 - 5	24.4	30.0	9.7	38.8	133	56.1	3.64	2.25	405	3.53
5 -10	24.9	35.9	7.8	37.3	131	48.3	4.83	1.84	405	3.62
10-15	22.5	34.8	15.6	36.9	118	52.2	4.59	1.87	399	3.38
15-20	21.2	18.7	9.6	32.6	106	49.7	2.74	1.60	340	3.04
20-25	22.9	24.4	6.6	36.2	118	53.1	4.66	1.90	380	3.32
25-30	22.9	24.5	12.8	37.7	119	50.3	4.34	1.91	391	3.37
30-35	24.7	30.5	13.8	38.4	124	48.1	3.81	1.50	411	3.44
35-40	25.0	30.8	15.4	37.5	129	54.3	3.85	2.20	414	3.55
40-45	25.6	29.7	9.6	38.5	130	46.9	3.26	1.20	416	3.56
45-50	27.0	42.3	14.2	38.4	139	55.5	4.63	1.55	423	3.61
50-55	25.6	39.0	10.2	36.5	133	55.0	3.81	1.80	425	3.58
55-60	24.3	50.2	8.1	60.7	134	59.0	5.02	2.08	424	3.52
60-65	19.5	21.7	7.8	34.6	138	56.5	4.54	1.64	463	3.46
65-70	31.7	163	10.2	166	178	52.7	4.43	2.66	451	3.67
70-75	36.9	141	11.5	97.3	228	66.7	5.50	1.82	457	3.68
75-80	30.1	58.3	13.7	57.8	216	59.1	4.12	2.50	430	3.57
80-85	22.1	26.8	10.7	34.3	123	61.7	3.55	1.50	397	3.42
85-90	22.9	22.2	14.1	32.7	123	55.5	4.25	2.20	418	3.59
90-100	21.1	21.6	9.2	33.0	125	50.6	3.50	2.31	407	3.54
100-113	21.2	27.4	9.4	37.6	124	57.1	3.86	2.69	413	3.51

NUCLEO B2

Sección (cm)	µg/g (Fe en %)									
	Cu	Mn	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Hn	Fe
0 - 5	31.5	40.0	13.1	56.5	141	45.4	4.08	1.77	349	3.26
5 -10	31.0	48.8	8.2	57.2	136	27.0	5.08	1.75	312	3.15
10-15	33.6	46.5	11.2	60.7	142	53.1	3.63	1.60	320	3.35
15-20	33.7	44.8	8.2	58.2	138	32.6	4.70	2.42	312	3.52
20-25	32.4	46.9	15.1	55.3	133	31.6	6.00	1.27	305	3.61
25-30	31.7	40.3	10.0	54.3	134	39.4	4.82	2.68	314	3.59
30-35	33.1	42.3	15.7	47.8	131	43.7	5.63	2.55	300	3.50
35-40	30.5	46.5	5.2	49.0	136	49.1	4.51	2.00	308	3.61
40-45	27.3	40.5	6.8	44.4	132	48.9	4.84	1.61	301	3.49
45-50	25.6	29.1	10.0	52.6	118	39.5	4.09	1.25	293	3.40
50-60	28.1	55.2	8.7	67.5	128	50.2	4.23	1.84	316	3.56
60-70	25.5	28.9	11.5	44.0	124	39.4	4.08	1.42	293	3.29
70-82	17.8	17.4	13.0	32.5	104	27.1	3.64	1.23	313	3.08

NUCLEO B3

0 - 5	84.4	75.3	15.8	49.5	225	35.2	1.55	1.38	4229	3.44
5 -10	88.4	82.3	18.4	49.6	232	42.9	2.35	1.85	729	3.33
10-15	90.2	82.3	20.4	50.6	237	43.8	1.54	2.39	628	3.38
15-20	92.0	82.5	12.5	52.6	232	48.9	4.04	1.69	605	3.33
20-25	86.4	76.1	17.1	51.5	236	43.4	1.19	1.87	565	3.41
25-30	87.9	82.1	22.9	57.1	242	48.9	2.15	2.86	610	3.66
30-35	90.3	84.0	20.4	53.4	252	49.7	2.91	1.88	726	3.58
35-40	93.2	88.7	21.0	52.4	259	39.5	3.36	2.83	726	3.74
40-45	87.5	84.2	16.1	51.8	240	41.8	3.33	1.23	697	3.60
45-50	93.0	90.0	14.9	54.2	243	36.9	2.51	1.25	615	3.57
50-55	89.0	85.2	16.7	49.3	240	40.2	2.18	1.63	631	3.41
55-60	84.0	82.3	12.7	54.6	232	43.5	2.05	2.05	666	3.46
60-65	87.3	87.2	14.7	49.8	220	66.8	3.73	2.31	618	3.40
65-70	81.1	84.1	16.1	54.5	231	51.0	1.33	1.40	683	3.49
70-75	79.7	85.0	18.1	54.2	234	48.8	2.50	2.33	699	3.58
75-84	78.0	77.0	15.8	49.4	223	29.9	1.54	1.89	679	3.50

NUCLEO B4

Sección (cm)	µg/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	17.6	19.6	10.0	27.2	97.6	22.2	1.24	1.42	407	3.10	
5 - 10	14.6	17.8	5.2	6.2	92.5	22.6	2.34	0.80	367	2.98	
10-15	15.6	17.2	6.6	23.7	93.8	28.5	2.94	0.87	374	2.95	
15-20	16.6	14.9	7.9	25.6	106	20.9	1.84	1.67	346	2.86	
20-25	16.9	16.9	6.5	23.3	106	22.9	4.08	1.19	346	2.98	
25-30	19.8	24.0	5.3	26.6	109	22.9	2.75	2.39	365	3.03	
30-35	17.4	17.4	5.1	26.9	98.0	24.6	1.58	2.11	320	2.72	
35-43	18.5	20.5	<1.9	26.2	89.8	21.4	2.57	1.71	257	2.52	

NUCLEO B5

0 - 5	54.5	65.6	17.4	37.4	184	38.6	0.88	2.28	4846	2.84	1.43
5 - 10	56.8	71.4	23.3	35.8	185	46.0	1.21	2.90	2050	2.68	1.75
10-15	52.5	6.2	11.0	22.4	105	40.0	1.58	1.93	1134	2.79	2.22
15-20	58.9	63.5	14.1	39.3	187	42.4	0.88	2.44	1384	2.66	1.55
20-25	64.2	83.5	23.8	36.5	224	42.5	0.88	2.29	1253	2.85	2.53
25-30	60.9	77.5	18.5	37.5	212	37.7	<0.50	1.89	1267	2.74	1.47
30-35	65.4	86.1	25.3	40.5	228	42.6	3.33	3.15	1280	2.96	1.70
35-40	64.0	81.4	17.8	39.4	227	43.7	0.90	2.70	1478	2.92	1.89
40-45	71.0	90.5	20.3	39.1	230	38.2	0.87	2.61	1457	2.91	1.82
45-50	78.5	79.6	21.1	41.6	228	43.8	2.16	2.34	1396	2.98	1.91
50-55	64.8	85.3	26.6	41.2	223	34.4	2.43	3.31	1188	2.90	1.69
55-60	63.5	85.6	18.8	41.3	240	34.5	1.87	2.96	1239	2.87	2.23

NUCLEO B4

15-43(c)	3.0	18.2	9.8	3.9	27.0	8.3	4.25	1.14	40.0	0.82	
15-43(o)	3.1	19.1	16.5	4.1	32.0	<2.0	2.93	0.52	54.8	1.37	

NUCLEO B6

Sección (cm)	µg/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	34.1	25.8	16.9	40.8	135	47.7	4.18	1.64	1219	3.69	3.65
5 - 10	33.7	27.3	16.2	40.3	133	43.6	4.13	2.34	820	3.74	3.14
10-15	34.4	34.0	15.7	40.2	135	45.8	4.71	2.10	728	3.61	3.90
15-20	36.0	30.3	15.8	36.6	140	56.2	4.73	1.93	686	3.72	4.41
20-25	34.0	28.8	18.7	35.2	130	50.0	4.05	1.24	685	3.85	4.27
25-30	29.9	27.5	18.8	36.0	130	39.3	4.20	1.84	695	3.66	3.40
30-35	31.3	27.5	14.8	40.5	134	33.3	2.40	2.17	638	3.55	1.38
35-40	28.4	32.2	15.0	40.6	122	39.4	2.58	2.63	686	3.65	5.12
40-45	26.8	32.5	14.5	36.9	122	43.0	2.82	1.59	605	3.51	4.65
45-50	27.3	29.4	16.6	34.0	115	44.5	3.22	1.53	597	3.47	2.89
50-55	31.2	25.3	20.3	36.1	122	43.6	4.50	1.83	624	3.44	2.73
55-60	29.4	35.5	14.2	42.9	119	35.2	2.77	1.21	561	3.33	
60-70	28.0	29.3	14.8	41.4	121	35.3	3.58	1.91	606	3.27	2.46
70-80	29.1	37.2	16.1	39.1	120	45.3	3.55	2.06	666	3.42	2.26
80-89	27.3	31.5	18.0	37.0	118	37.3	3.86	2.06	596	3.28	1.65

NUCLEO B7

0 - 5	31.3	38.3	18.0	39.3	125	44.4	1.19	1.36	458	3.02	
5 - 10	37.4	27.6	15.3	40.7	116	31.2	1.52	1.86	364	2.88	
10-15	29.6	32.8	20.5	39.1	117	31.0	0.84	2.86	389	3.26	
15-20	29.4	34.4	18.7	42.4	118	29.0	0.86	1.94	404	3.24	
20-25	30.4	31.9	11.7	38.8	109	31.9	2.08	2.60	381	3.12	
25-30	36.9	37.7	18.5	40.5	117	32.0	1.57	1.57	420	3.13	
30-35	30.7	37.7	21.2	42.7	119	30.2	1.29	1.29	454	3.31	
35-40	39.0	38.2	14.5	43.9	124	39.4	3.00	3.01	461	3.27	
40-45	35.8	30.5	15.9	40.9	118	32.5	1.23	1.76	462	3.24	
45-50	33.9	31.7	21.1	41.1	124	33.8	3.85	2.38	466	3.31	
50-55	41.9	36.3	15.1	40.3	123	27.5	1.18	3.36	470	3.18	
55-60	33.7	39.4	21.0	40.8	115	33.6	1.64	3.29	460	3.15	
60-70	36.8	33.4	19.2	38.0	118	33.3	2.18	2.53	413	3.23	

NUCLEO B10

Sección (cm)	ug/g (Fe en %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	
0 - 5	54.4	65.5	25.2	37.0	176	59.9	2.10	2.28	6958	2.67	
5 - 10	49.5	63.0	18.8	36.8	165	46.6	3.49	1.92	9958	2.51	
10-15	53.3	66.0	20.7	36.2	170	47.2	4.59	1.94	5916	2.62	
15-20	53.4	66.2	22.5	33.1	166	56.1	2.48	1.95	6832	2.38	
20-25	47.7	65.7	21.7	32.8	159	49.5	3.34	2.04	4916	2.45	
25-30	48.4	55.2	18.3	33.2	153	45.5	2.40	1.55	4155	2.22	
30-35	46.4	59.0	17.8	33.7	150	47.0	3.60	2.88	4600	2.37	
35-40	33.9	71.8	24.4	36.0	183	70.8	4.76	4.82	5933	2.30	
40-45	41.3	47.5	9.3	42.6	100	33.2	3.80	2.24	297	2.09	
45-53	43.8	60.1	15.0	33.6	140	36.0	4.00	2.88	218	2.08	

NUCLEO B11

0 - 5	40.6	48.2	16.1	47.3	99.4	32.9	3.76	1.61	226	2.16	
5 - 10	45.1	46.1	15.4	48.0	109	38.2	3.93	2.22	224	2.23	
10-15	43.9	50.0	13.3	47.3	111	29.4	5.37	1.97	215	2.25	
15-20	40.2	45.8	13.1	51.0	108	32.7	4.97	2.30	213	2.34	
20-25	48.6	57.4	16.9	49.8	123	31.8	5.18	2.94	221	2.38	
25-30	46.5	62.2	15.4	54.5	142	31.4	4.78	2.05	210	2.48	
30-35	43.8	55.6	16.1	53.8	115	32.9	4.65	1.97	207	2.39	
35-40	50.3	53.6	8.9	51.5	124	36.3	5.36	2.32	223	2.57	
40-45	54.8	57.2	18.8	58.1	134	36.0	5.33	2.66	243	2.69	
45-51	51.2	58.6	13.5	65.3	134	44.0	5.46	3.09	248	2.76	

NUCLEO B9

Sección (cm)	ug/g (Fe en %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	
0 - 5	40.1	45.1	19.3	42.2	117	33.5	3.45	2.91	505	2.07	
5 - 10	52.9	63.6	14.9	64.7	128	33.5	4.46	2.97	334	2.06	
10-15	42.2	45.6	18.7	45.3	119	35.9	4.44	3.89	237	2.14	
15-20	37.7	46.0	12.7	42.4	111	28.0	3.60	2.91	224	2.09	
20-25	43.6	52.1	20.6	55.2	131	27.5	3.85	3.18	236	2.21	
25-28	43.3	53.7	13.3	48.8	129	29.4	4.12	2.31	240	2.28	

NUCLEO B8

0 - 5	41.9	51.6	14.2	58.6	131	34.4	4.23	2.62	259	2.95	
5 - 10	42.2	46.9	11.1	60.0	133	30.5	3.30	2.11	234	2.84	
10-15	42.1	57.0	17.4	64.2	133	30.1	5.21	2.64	243	2.94	
15-20	52.4	70.0	18.8	57.2	146	45.6	3.50	3.30	236	2.97	
20-25	45.0	63.6	14.2	63.8	135	33.8	4.15	2.27	225	3.00	
25-30	67.7	78.3	18.7	63.0	164	68.8	7.85	4.50	225	3.06	
30-35	44.9	61.8	20.4	64.7	141	22.3	4.89	2.97	234	3.23	
35-40	44.9	61.8	12.6	66.7	143	30.2	2.80	2.20	234	3.18	
40-45	50.2	64.3	15.9	64.5	144	26.7	6.00	2.48	233	3.11	
45-50	45.5	60.8	11.1	67.5	146	38.4	5.40	1.95	232	3.13	
50-55	48.5	67.5	17.4	68.3	144	38.2	4.58	2.11	234	3.21	
55-60	45.4	64.2	19.0	69.5	140	38.3	4.58	2.99	229	3.22	
60-70	46.6	67.5	21.2	68.1	142	38.0	5.79	1.45	233	3.10	

NUCLEO B14

Sección (cm)	ug/g (Fe,Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	45.5	48.0	22.1	30.0	129	35.8	1.88	2.65	10272	1.98	3.25
5 - 10	45.3	44.2	15.6	29.9	124	39.2	2.99	1.40	8169	2.00	1.90
10-15	46.2	52.5	21.7	28.3	132	32.0	0.87	0.87	13636	1.96	1.88
15-20	51.6	49.5	18.7	28.4	132	34.9	2.55	2.73	3602	2.06	1.96
20-25	45.7	46.0	16.9	28.5	128	26.0	3.61	2.28	1707	2.33	4.47
25-30	38.5	38.0	20.4	29.3	119	38.5	2.51	2.41	4293	2.14	7.47
30-35	35.2	36.5	18.8	30.2	111	34.6	2.07	2.05	2300	2.36	8.89
35-40	31.2	43.0	16.6	30.7	109	38.6	0.87	1.92	1341	2.93	6.58
40-45	31.1	31.5	15.5	34.0	109	31.8	2.08	1.92	863	3.09	9.24
45-50	29.6	36.6	17.8	31.6	114	38.4	1.55	2.24	838	3.34	8.24
50-55	29.3	36.0	20.2	31.3	111	34.7	1.55	1.37	708	3.39	7.87
55-60	30.5	39.5	21.0	35.1	115	29.2	1.34	1.96	677	3.60	
60-67	31.3	33.4	20.5	35.4	114	32.0	1.56	1.93	693	3.48	5.37

NUCLEO B15

0 - 5	42.0	35.2	21.1	33.1	143	48.4	2.23	1.55	2382	3.39	
5 - 10	36.8	34.6	17.9	32.6	128	31.1	2.55	1.18	1191	3.31	
10-15	31.0	26.0	19.7	30.3	112	28.0	0.51	1.37	855	3.34	
15-20	31.4	33.8	21.3	27.9	115	25.2	1.39	1.21	868	2.98	
20-25	43.6	46.1	14.1	35.8	129	28.1	3.43	1.54	1605	2.39	
25-30	47.6	56.3	18.5	32.3	153	28.7	1.40	1.92	2271	2.42	
30-35	52.9	62.4	23.8	30.3	184	41.4	1.37	2.05	2557	2.55	
35-40	55.8	62.1	19.1	36.0	185	43.5	0.50	1.66	1495	2.59	
40-46.5	53.8	61.7	26.8	31.8	188	33.4	3.80	1.97	1410	2.61	

NUCLEO B12

Sección (cm)	ug/g (Fe,Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	46.6	64.8	19.8	30.9	161	25.8	2.72	2.66	7375	2.44	10.46
5 - 10	39.3	52.3	6.0	42.8	90.7	35.1	3.90	1.90	209	2.09	13.96
10-15	35.3	47.6	6.3	43.8	76.6	22.4	3.11	3.36	169	1.82	8.18
15-20	34.5	45.3	9.6	46.8	83.3	30.9	4.60	2.04	159	1.93	9.87
20-25	36.1	48.4	10.7	44.0	87.9	29.8	5.10	1.93	165	1.99	12.78
25-30	35.7	53.5	11.0	47.4	91.4	26.7	5.26	2.66	167	1.97	13.45
30-35	37.7	54.0	11.2	59.3	92.4	22.8	3.90	1.98	202	2.09	16.13
35-40	38.2	56.6	14.6	55.1	99.2	19.2	6.48	2.29	241	2.33	8.36
40-45	29.5	48.3	11.1	39.3	73.8	18.8	4.57	1.38	148	1.70	9.41
45-50	39.9	56.1	12.5	45.9	90.9	26.3	4.50	1.74	170	2.05	9.00
50-58	38.7	56.5	9.4	44.1	89.1	18.8	3.85	2.26	171	2.06	8.15

NUCLEO B13

0 - 5	55.2	40.4	18.4	41.1	111	44.2	5.11	2.01	239	2.26	
5 - 10	41.8	35.2	14.2	42.4	94.3	46.5	4.18	1.92	202	2.00	
10-15	28.8	39.0	13.1	35.7	79.2	32.2	3.70	2.01	156	1.68	
15-20	32.0	38.3	10.9	39.0	89.8	33.3	4.85	1.91	192	2.04	
20-25	29.3	33.6	17.3	37.1	86.5	37.8	6.79	2.98	180	1.92	
25-30	31.0	33.8	11.0	35.0	86.0	24.8	4.55	1.75	180	1.86	
30-35	30.9	39.8	15.6	40.0	97.5	50.6	4.55	2.60	222	2.10	
35-40	33.8	32.2	12.6	40.5	89.8	24.9	4.91	2.28	210	2.25	
40-45	32.7	43.6	14.0	41.6	90.8	38.1	7.56	1.58	207	2.30	
45-50	40.0	38.5	16.6	42.7	98.5	32.1	5.02	2.01	223	2.31	
50-55	38.0	36.2	12.4	44.8	97.6	37.2	5.50	1.38	215	2.25	
55-60	36.0	32.5	11.1	39.7	90.5	42.7	5.30	1.76	208	2.17	
60-67	39.8	47.8	12.9	44.7	99.1	21.0	5.04	1.62	225	2.41	

NUCLEO B18

Sección (cm)	ug/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	21.6	19.6	13.5	30.6	98.7	36.5	2.16	2.52	360	3.43	5.60
5 -10	30.0	22.6	31.3	33.2	115	32.2	2.80	2.78	344	3.64	5.57
10-15	27.9	22.1	23.1	32.5	110	34.7	3.60	2.39	342	3.66	5.74
15-20	27.9	18.6	21.1	33.7	107	34.7	4.28	1.54	359	3.58	6.05
20-25	30.3	26.8	21.2	29.8	112	37.5	2.69	1.85	377	3.69	
25-30	32.1	28.3	19.3	33.9	114	36.2	3.38	2.67	332	3.78	5.57
30-35	31.1	18.8	20.2	34.0	109	45.2	4.32	2.76	419	3.66	5.13
35-40	30.6	21.9	19.9	33.5	108	34.5	3.23	2.72	400	3.62	5.73
40-45	29.3	27.2	20.0	32.5	111	31.5	3.25	1.37	410	3.81	5.84
45-50	26.7	27.5	14.1	30.6	102	31.8	3.98	1.21	384	3.57	5.28
50-60	24.7	21.3	22.2	28.4	98.0	26.9	2.68	1.84	422	3.56	
60-70	31.6	29.7	18.1	29.6	109	40.5	3.85	1.84	402	3.71	5.00
70-80	30.3	20.7	23.1	29.4	101	29.5	2.57	2.88	407	3.53	4.88
80-90	32.4	19.5	17.7	34.3	90.1	30.1	1.96	2.15	428	3.60	4.91
90-100	24.6	20.1	18.2	34.4	100	27.6	2.36	2.19	418	3.69	4.79
100-110	25.8	30.9	24.1	30.6	106	33.9	3.85	2.17	380	3.60	4.52

NUCLEO B19

0 - 5	41.2	42.0	17.4	33.3	114	26.7	1.89	2.66	297	2.09
5 -10	42.4	43.7	17.3	32.1	116	34.4	3.70	3.00	245	2.10
10-15	41.3	41.2	15.6	32.1	109	26.2	1.22	3.13	250	1.99
15-20	34.8	37.8	20.1	27.8	99.0	30.3	1.50	3.50	225	1.80
20-24	35.8	33.7	16.9	27.6	92.3	29.9	3.28	2.80	217	1.86
24-28	55.7	47.4	18.7	35.2	139	61.6	4.23	5.63	246	2.18

NUCLEO B16

Sección (cm)	ug/g (Fe en %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	34.1	32.2	29.5	46.0	116	46.0	2.92	2.07	934	3.27	
5 -10	31.7	29.4	17.4	37.5	108	47.0	2.64	1.55	389	3.35	
10-15	26.8	25.7	20.3	35.9	100	37.6	1.21	1.91	407	3.46	
15-20	26.6	23.7	13.9	29.4	92.0	28.7	1.89	1.40	394	3.44	
20-25	26.8	27.4	20.3	41.1	107	33.3	1.21	1.40	420	3.46	
25-30	30.0	30.9	15.0	36.2	114	35.6	3.71	0.95	419	3.53	
30-35	31.1	35.8	20.2	42.0	105	28.9	4.15	2.25	394	3.27	
35-40	29.0	26.4	19.3	34.8	106	38.7	3.56	1.60	415	3.40	
40-45	31.3	37.0	20.0	34.2	106	32.9	2.57	1.71	370	3.07	
45-50	29.4	32.0	23.1	39.6	106	37.2	3.77	1.05	409	3.39	
50-55	30.4	38.1	16.7	37.0	110	45.0	3.71	1.35	386	3.33	

NUCLEO B17

0 - 5	25.6	20.1	25.4	34.5	105	37.5	2.28	1.46	306	3.56	
5 -10	26.4	27.1	16.0	32.2	116	33.4	1.33	1.95	325	3.83	
10-15	27.5	24.2	19.6	39.2	113	25.4	0.46	1.67	311	3.79	
15-20	27.1	23.9	22.5	38.8	109	31.3	3.50	1.83	298	3.84	
20-25	27.1	29.8	17.9	35.0	114	46.7	1.83	1.64	307	4.00	
25-30	26.2	28.4	15.3	35.3	112	34.9	0.47	0.75	308	3.77	
30-35	28.0	28.7	23.2	31.1	109	25.8	3.77	1.51	323	3.95	
35-40	26.5	25.3	20.5	33.7	109	18.2	1.78	1.42	314	3.74	
40-45	28.8	26.4	20.0	34.8	110	25.6	3.91	1.26	313	3.79	
45-50	29.1	33.9	15.0	34.8	108	35.0	2.18	2.25	323	3.77	
50-55	29.2	28.7	21.7	31.0	107	36.0	2.20	2.46	352	3.79	
55-60	30.0	38.7	26.4	39.5	106	30.6	1.34	1.46	350	3.65	
60-70	30.0	27.6	17.8	35.9	106	18.9	4.09	1.09	316	3.64	
70-80	30.6	25.0	21.7	31.9	105	30.1	1.76	1.80	366	3.82	
80-89	29.3	30.7	17.4	31.0	107	30.3	2.25	1.42	340	3.70	

NUCLEO B20

Sección (cm)	µg/g (Fe-Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	69.4	51.4	21.8	36.2	134	44.5	4.08	3.37	750	1.94	0.43
5 - 10	38.5	34.8	18.5	32.3	95.9	29.3	3.75	2.68	379	1.79	0.70
10-15	36.7	35.5	14.5	27.8	93.1	32.6	3.36	1.59	246	1.76	0.50
15-20	30.1	31.7	10.6	28.6	80.1	22.8	4.19	1.46	183	1.61	
20-25	41.9	40.4	12.4	35.3	106	23.4	3.93	1.65	234	2.04	2.13
25-30	36.9	38.7	12.7	31.0	99.5	28.0	3.25	1.71	212	1.94	1.61
30-35	41.8	44.8	15.6	34.1	112	35.2	4.00	1.60	239	2.06	1.55
35-40	50.4	50.3	22.7	35.8	133	38.7	5.03	1.73	244	2.26	0.51
40-46	47.7	53.7	15.2	42.2	139	37.6	4.63	3.15	475	2.58	0.07

NUCLEO R21

0 - 5	47.0	55.4	13.8	27.9	140	41.4	2.39	2.22	10613	2.05
5 - 10	38.8	42.8	16.5	25.1	123	32.1	3.16	2.00	8567	2.20
10-15	34.9	43.3	17.6	26.6	112	35.4	2.80	1.47	5031	2.56
15-20	31.9	38.2	18.2	33.3	110	36.7	4.90	1.35	1841	3.14
20-25	30.4	34.9	21.3	32.1	108	28.2	4.55	1.69	1232	3.27
25-30	29.8	33.3	13.7	34.5	109	41.0	3.89	2.37	914	3.41
30-35	30.3	34.7	18.8	32.8	110	34.9	4.02	0.95	917	3.21
35-40	29.0	44.3	21.5	34.9	114	30.9	3.38	2.25	997	3.38
40-45	29.3	36.8	16.0	31.8	100	28.1	4.25	1.75	728	3.00
45-50	30.6	33.5	23.3	33.1	112	43.2	4.05	1.30	798	3.51
50-55	29.2	36.6	17.5	35.2	107	39.2	3.49	1.78	780	3.31
55-60	29.4	36.9	23.4	36.5	113	31.3	4.40	1.96	767	3.44
60-70	29.7	35.6	23.8	37.0	120	35.8	3.47	1.48	783	3.41
70-80	29.2	41.5	17.5	47.2	114	43.3	5.02	2.27	820	3.50

NUCLEO B22

Sección (cm)	µg/g (Fe en %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	
0 - 5	37.5	46.6	20.1	32.7	95.6	34.7	<0.45	1.27	801	2.22	
5 - 10	39.3	39.3	11.1	37.2	95.5	34.9	0.46	2.37	249	2.28	
10-15	39.7	40.0	18.1	39.0	94.7	29.6	3.54	1.95	216	2.30	
15-20	34.2	40.6	18.3	35.4	85.6	30.0	0.90	1.44	214	2.20	
20-25	37.8	47.2	15.1	34.6	93.0	33.7	2.63	1.58	228	2.30	
25-30	40.0	44.3	19.8	32.3	92.3	29.8	1.79	2.14	220	2.27	
30-35	36.5	43.5	18.7	37.5	92.0	30.7	0.46	2.02	224	2.39	
35-40	37.3	42.7	18.4	36.7	99.5	34.6	3.15	1.98	254	2.50	
40-46	39.2	49.0	14.2	39.8	97.4	25.7	1.85	1.63	241	2.37	

NUCLEO B23

0 - 5	52.7	60.8	18.1	31.6	177	43.3	1.47	1.30	7974	2.88
5 - 10	52.2	56.9	21.6	33.3	175	41.7	1.20	1.72	3814	2.82
10-15	47.5	57.0	14.9	28.3	167	34.4	3.26	2.41	2122	2.44
15-20	55.8	66.8	20.0	33.6	178	44.6	1.51	2.18	2014	2.48
20-25	57.4	62.4	19.1	34.5	176	41.9	1.21	2.42	3027	2.85
25-30	56.0	65.7	21.4	32.0	186	37.4	0.85	1.36	2015	2.87
30-35	57.4	67.3	19.5	33.7	194	36.0	2.29	1.79	2261	2.84
35-40	56.2	67.9	21.3	33.8	194	45.0	2.03	1.86	2211	2.94
40-45	56.5	73.1	19.7	33.1	190	47.8	2.31	1.65	2222	2.87
45-50	58.5	79.1	20.4	34.2	199	33.9	1.54	1.54	2209	2.87
50-55	59.9	70.0	20.3	33.1	198	25.9	1.54	1.88	2586	2.91
55-60	80.6	77.0	27.2	33.8	223	70.0	2.09	4.00	2341	3.17
60-65	60.2	71.1	20.3	34.1	200	39.1	2.24	2.25	2328	3.13

NUCLEO B24

Sección (cm)	ug/g (Fe, Al ±)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	36.5	43.0	22.3	41.1	149	36.6	1.32	1.39	3149	3.51	5.40
5 - 10	40.1	51.1	12.2	44.4	150	35.7	2.20	2.46	1935	3.33	4.78
10-15	37.8	48.5	20.0	46.8	150	36.6	3.16	1.80	1706	3.36	4.80
15-20	46.5	70.5	21.0	45.4	197	30.4	3.30	2.48	4076	3.33	4.57
20-25	59.3	71.4	31.5	42.9	226	42.4	3.08	2.52	6491	3.52	4.66
25-30	59.2	80.4	24.0	45.7	225	41.4	2.99	2.22	3164	3.54	4.38
30-35	71.6	98.6	34.2	48.0	265	38.9	2.18	1.58	2305	3.37	3.46
35-40	65.4	101	19.4	52.3	267	39.0	2.19	2.45	4025	3.26	4.45
40-45	79.5	124	37.3	50.0	304	44.0	2.28	2.91	5345	3.44	3.73
45-51	74.5	112	29.4	52.9	298	47.6	4.50	2.00	5800	3.65	3.42
Pesas	36.1	42.8	20.2	42.5	147	40.0	2.25	2.15	4986	4.19	

NUCLEO B25

0 - 5	71.4	62.8	20.2	44.0	185	41.7	4.31	2.07	1690	3.72	
5 - 10	74.7	68.6	27.7	49.1	194	56.5	4.37	2.59	535	4.17	
10-15	76.6	69.8	21.8	48.3	199	33.4	3.98	2.08	469	4.10	
15-20	82.5	79.5	22.3	48.1	201	44.1	3.14	1.50	526	3.66	
20-25	82.4	72.7	24.2	58.1	206	40.7	4.88	1.85	527	3.76	
25-30	80.7	77.6	22.7	63.0	199	44.9	3.86	1.68	558	3.66	
30-35	75.4	59.5	17.7	48.6	191	43.7	3.43	2.13	510	3.27	
35-40	73.4	68.7	24.9	47.3	188	43.4	2.60	2.11	529	3.27	
40-44	73.6	61.3	22.5	52.5	193	36.1	3.83	2.16	524	3.44	

NUCLEO B26

Sección (cm)	ug/g (Fe, Al ±)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	93.3	81.7	18.4	40.0	204	43.5	1.49	2.16	15289	2.99	4.56
5 - 10	84.5	71.3	16.1	44.3	212	44.3	2.00	2.54	4467	3.13	4.65
10-15	87.6	75.7	16.8	45.9	211	83.6	1.30	1.58	3749	3.29	4.60
15-20	61.3	49.7	13.8	43.4	169	51.2	1.50	1.36	2312	3.17	4.84
20-25	54.6	48.0	17.0	43.0	162	33.4	1.48	2.13	3976	3.05	4.95
25-30	83.4	72.0	16.0	43.7	186	24.2	1.17	2.14	8202	2.90	5.10
30-35	86.4	65.8	19.5	40.6	197	20.5	<0.50	2.13	6347	3.14	4.48
35-40	64.3	51.2	20.2	42.0	171	27.7	1.20	1.02	2390	2.91	5.71
40-45	31.8	28.4	15.9	37.4	130	30.4	1.49	0.99	1275	3.04	4.72
45-50	32.6	20.1	12.2	36.3	106	23.9	1.20	1.65	921	2.81	5.67
50-57.5	25.6	28.3	12.2	37.3	108	23.9	1.48	1.49	818	2.88	5.44

NUCLEO B27

0 - 5	47.2	55.8	11.3	50.9	169	41.5	2.13	1.88	420	2.66	
5 - 10	50.4	59.1	17.2	48.5	163	25.2	<0.5	2.48	324	2.58	
10-15	53.0	61.9	16.2	56.2	176	33.8	2.11	1.69	317	2.71	
15-20	52.7	61.5	14.9	57.6	167	25.5	1.68	1.69	313	2.80	
20-25	52.0	59.2	15.9	54.2	163	29.0	1.25	1.83	305	2.86	
25-30	52.8	71.3	15.0	56.0	177	29.5	2.94	1.85	324	3.06	
30-35	48.1	51.2	16.9	46.5	151	34.2	2.20	1.58	293	2.71	
35-40	56.4	74.7	20.7	61.4	164	28.9	2.06	2.96	317	3.05	
40-45	56.3	52.6	12.5	56.4	160	29.7	2.54	3.55	313	2.82	
45-50	54.2	57.2	19.6	72.5	165	29.0	2.09	2.20	300	2.95	
50-55	57.0	64.4	18.5	59.4	161	29.0	2.92	2.84	287	2.69	

NUCLEO B30

Sección (cm)	µg/g (Fe en %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	109	88.3	27.1	60.8	224	45.0	0.88	1.41	1412	3.79	
5 - 10	110	99.8	31.7	61.1	229	39.2	1.77	2.30	456	3.64	
10-15	109	93.3	30.5	63.2	230	45.7	<0.40	2.14	385	3.63	
15-20	98.8	87.3	30.4	68.5	215	48.5	2.67	1.96	363	3.55	
20-25	80.4	65.6	26.1	56.7	185	40.0	0.45	2.16	351	3.60	
25-30	67.0	57.9	21.6	55.3	160	36.9	0.40	1.26	329	3.65	
30-35	43.5	51.6	22.1	50.7	135	31.5	1.83	1.29	345	3.27	
35-40	65.1	68.8	29.7	70.6	148	34.5	1.83	2.02	354	4.12	
40-45	78.7	57.2	26.7	56.5	157	47.0	2.30	2.02	342	3.54	
45-50	101	72.0	29.5	61.5	186	52.6	1.82	3.08	328	3.91	
50-55	106	79.8	32.6	67.3	190	43.5	2.25	1.09	335	3.91	
55-60	94.5	76.6	30.6	70.3	185	39.7	3.13	1.61	345	3.97	
60-66	71.5	61.6	23.0	65.0	167	39.9	4.04	1.62	341	3.52	

NUCLEO B31

0 - 5	336	398	99.0	44.9	191	53.9	2.28	1.05	18849	3.60	3.97
5 - 10	344	406	101	40.5	205	68.3	2.72	1.63	19929	3.79	3.83
10-15	289	306	85.2	40.5	177	66.3	3.00	2.29	16008	3.58	3.28
15-20	145	433	87.9	40.9	196	63.8	2.83	1.78	21436	3.68	3.18
20-25	391	471	103	40.4	209	69.0	4.04	1.93	27850	4.01	3.93
25-30	312	203	106	42.9	167	60.0	3.00	1.41	11441	4.04	4.44
30-35	281	138	81.2	45.1	163	57.1	2.29	1.94	6290	4.26	5.52
35-40	282	146	84.2	47.4	170	45.1	1.58	1.58	6216	4.42	5.88
40-45	130	162	86.0	45.5	171	65.3	1.56	1.22	7417	4.08	5.87
45-50	360	177	90.2	48.2	173	61.0	1.61	1.07	8396	4.19	6.11
50-55	384	201	103	48.1	181	48.3	2.17	0.73	7844	4.21	5.78
55-60	396	196	102	98.2	187	55.0	2.33	0.90	7464	4.17	5.78
60-65	395	168	82.0	52.5	202	63.8	3.37	0.53	5618	4.61	6.40
65-70	308	119	37.3	70.8	194	62.8	1.59	0.87	2571	4.80	5.83
70-75	332	123	37.0	75.5	200	64.9	2.35	1.80	1381	4.50	5.65
75-80	347	115	29.5	68.5	197	61.6	3.43	1.08	1970	4.34	5.13

NUCLEO B28

Sección (cm)	µg/g (Fe en %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	113	92.1	22.6	52.2	234	47.9	5.21	1.26	1537	3.29	
5 - 10	116	90.1	19.9	51.6	232	53.0	2.67	2.00	681	3.16	
10-15	119	87.2	22.7	51.3	238	53.6	3.89	1.18	650	3.29	
15-20	125	90.3	28.0	52.7	250	45.5	3.92	1.33	692	3.68	
20-25	128	95.4	28.4	51.4	252	52.7	3.82	2.02	698	3.49	
25-30	126	90.8	23.7	55.0	253	44.9	4.21	1.52	713	3.53	
30-35	125	106	26.3	54.1	255	45.0	4.21	1.34	726	3.59	
35-40	129	99.5	23.6	55.9	264	49.1	3.19	2.34	735	3.63	
40-45	132	103	28.5	56.6	270	44.6	3.04	2.62	762	3.66	
45-50	129	101	28.0	56.6	266	43.8	5.41	2.18	784	3.65	
50-55	138	117	28.6	55.8	283	61.4	4.52	2.51	790	3.74	
55-60	128	110	32.3	56.5	283	48.7	4.17	2.17	798	3.87	
60-70	123	117	30.4	58.7	291	49.6	5.61	1.36	932	3.72	
70-76	117	123	32.9	52.5	292	45.4	5.61	1.53	1010	3.73	

NUCLEO B29

0 - 5	118	89.2	21.4	46.7	253	37.2	1.28	1.20	2054	3.54	
5 - 10	120	99.7	28.5	52.4	261	44.2	2.12	0.85	1356	3.68	
10-15	125	104	31.7	51.8	269	36.4	2.93	1.51	1357	3.75	
15-20	128	106	33.5	49.6	278	31.9	2.05	1.25	1359	3.72	
20-25	130	105	33.7	48.9	280	43.0	2.24	1.81	1295	3.83	
25-30	131	104	30.1	53.1	290	43.2	2.50	1.80	1225	3.93	
30-35	127	105	31.6	48.4	289	49.3	2.00	1.75	1232	3.89	
35-40	125	105	32.8	57.7	285	41.4	1.40	1.75	1362	3.88	
40-45	131	103	32.3	58.5	294	35.6	3.25	1.00	1161	4.04	
45-50	123	108	26.0	58.6	297	44.4	0.85	1.36	1562	3.98	
50-55	126	107	28.7	65.1	332	22.6	1.70	1.82	1241	4.25	
55-60	130	111	31.1	54.8	313	35.7	2.50	1.82	1393	4.16	
60-70	137	123	26.8	25.2	316	38.0	1.30	1.60	1632	4.26	

NUCLEO B31 (Continúa)

Sección (cm)	µg/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
80-85	329	122	37.8	67.5	193	69.4	2.77	1.85	1476	4.81	4.21
85-90	318	128	31.0	64.0	190	55.6	2.36	1.45	1631	4.37	4.70
90-95	341	227	46.4	62.8	194	61.8	2.72	1.45	3136	4.38	4.12
95-105	423	152	71.4	65.0	195	54.7	2.67	1.42	6561	4.63	4.91

NUCLEO B32

0 - 5	258	337	67.8	42.5	445	40.3	1.83	1.83	33520	3.79
5 - 10	263	279	62.6	48.2	463	44.5	1.87	1.02	15632	3.96
10-15	224	258	39.5	45.3	486	40.8	1.85	3.03	5355	4.27
15-20	278	301	42.6	43.8	421	40.4	4.51	2.67	4409	4.05
20-25	261	306	54.3	42.5	449	45.3	4.33	2.42	4216	3.70
25-30	280	334	55.0	41.8	350	52.6	6.00	2.46	4619	3.77
30-35	268	914	135	44.2	326	59.0	5.37	2.77	6256	3.55
35-40	212	467	57.1	42.0	351	51.0	5.59	2.84	4523	3.60
40-45	200	234	42.4	38.1	296	39.5	4.66	2.93	3342	2.88
45-50	218	245	43.3	44.8	340	50.0	3.99	2.50	3309	3.52
50-55	221	260	44.9	44.4	335	49.1	4.35	2.44	3341	3.55
55-60	224	269	45.9	42.2	328	49.4	4.73	1.94	3203	3.63
60-70	231	298	42.0	49.2	399	47.9	5.00	1.81	3431	3.66
70-80	236	318	50.7	45.7	415	53.0	4.80	3.00	3591	3.77
80-88	230	494	56.7	44.3	389	53.0	2.98	2.64	3724	3.71

NUCLEO B33

Sección (cm)	µg/g (Fe en %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	
0 - 5	123	142	39.9	39.4	317	28.8	1.25	0.83	10620	3.94	
5 - 10	136	154	29.8	42.4	370	37.0	4.30	2.04	1704	4.00	
10-15	120	138	30.9	38.7	355	32.0	0.82	1.31	1530	4.02	
15-20	108	172	42.7	42.9	326	36.5	2.10	1.51	1668	4.06	
20-25	118	190	41.0	45.4	350	43.2	2.50	2.00	2010	4.08	
25-30	118	171	34.4	43.0	338	32.9	2.54	1.86	2009	4.15	
30-35	110	163	33.5	40.5	326	33.4	1.80	2.20	1952	4.21	
35-40	108	139	34.4	38.6	305	32.2	4.80	2.44	1898	4.01	
40-45	104	150	31.8	43.7	265	36.4	2.94	2.18	1673	3.79	
45-50	104	151	37.0	42.3	284	28.7	2.50	1.99	2005	3.76	
50-54	107	165	37.1	42.7	277	44.6	1.75	2.23	2158	3.73	

NUCLEO B34

0 - 5	96.6	106	35.7	118	295	40.1	2.64	1.16	2390	6.05
5 - 10	106	115	37.3	126	311	36.6	2.70	1.00	780	5.76
10-15	105	117	33.2	119	308	43.9	4.66	1.49	652	5.00
15-20	102	112	34.5	115	298	45.2	4.00	2.04	712	4.39
20-25	89.2	103	37.2	91.3	241	37.8	3.96	1.55	645	5.02
25-30	95.9	103	35.3	106	235	41.0	4.55	1.18	590	4.22
30-35	100	106	37.0	104	280	40.0	4.15	1.00	600	4.10

NUCLEO B35

Sección (cm)	ug/g (Fe en %)									
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe
0 - 5	91.2	81.5	18.2	66.7	243	31.3	1.43	1.43	2430	4.21
5 - 10	106	88.2	22.1	72.9	261	44.7	0.92	1.84	819	4.42
10-15	120	103	25.7	61.0	283	59.2	2.66	2.31	674	4.26
15-20	116	96.5	31.6	69.9	258	51.0	3.18	2.48	720	4.28
20-23	111	100	36.2	69.0	260	42.9	2.50	1.78	626	4.28
25-30	113	101	37.7	63.9	258	43.0	0.89	1.42	637	4.13
30-35	109	101	41.7	66.9	234	54.9	2.65	2.47	639	3.97
35-39	92.9	86.2	34.5	66.6	210	42.7	3.16	2.46	612	3.56
0 - 5 (Bas)	15.5	23.3	20.7	31.1	43.2	16.9	2.81	0.50	386	2.60
5 - 10 (Bas)	21.3	26.3	15.6	29.0	41.6	11.9	3.86	0.88	527	2.63
30-35 (Bas)	16.1	32.7	18.5	17.6	52.0	<3.5	4.09	1.25	343	1.93

NUCLEO B36

0 - 5	11.7	10.4	12.4	19.8	81.8	25.5	1.26	1.16	421	2.76
5 - 10	11.9	12.3	9.0	21.2	82.6	33.8	1.70	1.54	379	2.74
10-15	16.1	17.4	10.0	19.0	77.0	21.9	0.43	1.20	406	2.80
15-20	10.0	15.6	13.7	17.9	81.4	25.4	1.65	1.00	411	2.68
20-24	9.6	20.2	14.9	20.5	71.9	25.2	1.25	2.00	460	2.61

NUCLEO B37

Sección (cm)	ug/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
0 - 5	29.0	24.4	17.6	21.0	140	45.5	1.28	2.57	692	3.68	5.56
5 - 10	29.6	18.0	19.8	20.5	147	89.7	0.85	2.66	734	3.51	4.23
10-15	24.1	13.5	13.6	23.6	135	51.9	2.09	1.50	688	3.49	5.03
15-20	29.9	15.9	17.6	19.1	145	57.0	1.60	2.05	691	3.49	5.05
20-25	27.5	21.7	15.4	20.4	144	69.4	2.16	1.91	1065	3.56	5.82
25-30	24.3	21.5	17.9	21.1	136	57.5	0.43	2.41	686	3.36	5.96
30-35	26.5	21.0	17.5	21.7	148	56.1	<0.40	2.18	673	3.54	5.34
35-40	27.8	16.1	21.1	20.6	141	59.8	0.42	2.17	666	3.92	5.97
40-45	26.8	16.8	16.3	24.0	146	56.8	2.55	1.87	680	3.93	4.16
45-50	28.8	11.9	18.4	19.5	140	51.6	1.70	3.00	659	3.46	6.15
50-55	32.0	20.9	21.1	23.6	146	63.7	1.26	2.18	732	3.74	5.59
55-60	28.2	15.3	15.6	21.9	138	57.9	1.62	2.60	672	3.33	4.23

NUCLEO P4

0 - 5	105	81.4	27.4	48.1	205	42.6	4.45	2.49	1929	3.45
5 - 10	105	86.6	28.1	53.4	216	27.5	3.83	2.37	397	3.55
10-15	113	91.9	23.0	56.9	228	39.1	4.14	1.98	374	3.59
15-20	126	92.1	31.7	54.0	240	46.2	3.72	2.66	352	3.54
20-25	123	95.0	30.7	55.8	249	51.0	4.10	2.68	356	3.64
25-30	114	89.8	31.5	55.6	227	34.3	3.69	2.11	369	3.55
30-35	110	92.5	30.0	55.5	226	38.1	4.39	1.93	367	3.67
35-40	111	94.7	35.1	59.6	235	42.8	4.83	2.15	387	3.85
40-45	107	88.5	32.7	57.8	254	35.7	3.84	2.20	360	3.73
45-50	104	84.6	30.5	59.3	245	34.7	4.10	1.96	433	3.77
50-55	106	81.8	30.0	56.4	246	42.0	4.04	2.30	397	3.76

NUCLEO P17

Sección (cm)	ug/g (Fe en %)									
	Cu	Mn	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe
0 -10	102	82.2	27.2	43.5	221	30.5	1.94	1.94	545	3.76
10-20	97.1	78.3	28.7	48.2	224	29.1	2.69	2.02	608	3.84
20-30	95.8	81.2	27.7	51.0	227	44.6	2.74	1.71	619	3.69
30-40	89.8	87.5	35.1	47.5	225	37.2	3.08	2.74	685	3.51
40-50	83.5	64.8	30.3	49.8	202	46.2	3.72	2.66	680	3.36
50-70	77.7	61.1	30.7	46.3	162	34.4	1.88	1.54	613	3.00
70-90	65.9	49.4	22.9	42.5	135	36.6	1.85	3.20	511	2.86
90-110	73.4	50.4	23.9	42.4	143	37.3	3.61	2.75	504	3.19
110-130	78.5	47.6	26.7	41.7	151	36.0	1.91	2.20	497	3.13
130-150	80.7	51.4	25.4	47.2	155	38.1	3.16	1.93	500	3.37
150-170	80.8	55.1	23.4	50.4	153	34.0	2.75	1.72	469	3.33
170-190	80.0	47.6	25.1	46.7	160	40.5	3.11	3.29	503	3.23

NUCLEO P19

0 - 5	104	67.3	17.3	28.2	214	49.8	3.33	1.05	9636	3.48
5 -10	102	77.9	28.2	36.9	209	45.4	4.00	1.39	7060	3.34
10-15	105	74.9	24.1	37.8	214	42.6	2.85	2.14	4544	3.47
15-25	102	69.7	24.5	38.5	211	43.3	4.17	1.82	3755	3.46
25-35	98.0	66.3	19.1	39.6	207	34.5	3.71	1.78	2740	3.41
35-50	44.7	28.2	19.4	34.0	145	55.0	4.50	1.80	1386	3.53
50-70	27.3	25.4	15.4	31.5	115	25.9	3.60	1.37	1424	3.29
70-90	114	76.8	28.4	42.2	234	34.1	3.70	1.93	1453	3.65
90-110	109	71.1	31.0	36.7	227	37.5	3.98	0.88	5450	3.68

NUCLEO P3

Basalto	22.4	12.0	40.8	154	57.7	64.8	7.77	5.74	231	3.06
---------	------	------	------	-----	------	------	------	------	-----	------

Concentración de Metales Pesados en las Muestras Superficiales Colectadas en el
Cruce PALEO-1, BAP-82.

Muestra	ug/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
BC2	32.2	39.1	20.9	40.0	131	55.6	2.80	2.45	305	2.97	1.25
BC3	25.7	34.0	8.4	31.2	89.4	31.6	2.28	1.05	488	1.90	
BC6	8.1	15.6	11.4	20.2	39.1	16.2	4.57	1.41	218	1.40	
BC9	25.4	35.5	16.4	42.7	103	43.7	2.34	2.48	671	2.66	
BC11	26.2	35.4	0.3	40.0	107	50.4	2.07	1.91	721	2.46	
BC13	25.5	19.4	9.3	36.9	85.2	30.5	2.77	1.39	219	2.65	
BC13*	12.9	28.7	19.3	52.1	48.0	29.2	2.98	1.75	304	2.69	
BC14	19.0	16.3	<1.0	20.9	62.2	17.3	2.07	1.22	175	1.47	0.85
BC17	16.1	23.0	3.5	47.3	80.7	29.3	3.51	2.98	184	3.94	
BC18	25.7	32.2	1.9	28.1	79.6	24.8	4.20	1.58	213	1.45	
BC20	41.3	113	4.8	24.9	99.5	36.2	2.51	2.67	229	1.68	
BC24	6.5	7.8	1.3	20.5	50.5	14.0	0.70	0.48	116	1.15	
BC25	6.3	12.5	5.0	22.6	62.4	20.0	10.60	1.54	176	1.45	
BC26	12.5	16.9	0.3	24.4	68.7	32.7	10.20	1.71	186	1.41	
BC27	27.9	31.2	14.1	35.9	89.9	22.2	3.80	1.71	178	2.09	
BC30	31.0	31.0	4.6	33.1	80.5	38.7	4.47	1.28	157	1.82	
BC31	41.2	45.0	0.4	35.1	77.6	34.9	4.51	1.77	139	1.50	
BC33	34.5	39.8	9.6	34.4	85.2	37.1	5.13	2.22	122	1.48	
BC40	28.3	32.7	9.1	33.9	90.8	37.5	3.93	1.55	211	2.39	
BC41	38.5	54.2	6.4	45.6	112	40.9	4.06	2.37	240	3.10	1.65
BC42	32.7	36.2	6.7	34.8	79.4	36.5	2.86	2.02	151	1.56	
BC52	95.2	85.5	11.3	40.9	105	51.0	5.60	1.57	237	2.65	1.45
BC53	38.7	47.3	6.4	52.6	100	49.5	5.23	2.72	224	2.14	
BC56	38.4	43.6	11.5	48.0	147	49.0	5.42	1.70	356	3.80	
BC57	30.5	40.4	6.3	42.2	107	49.0	2.94	2.68	786	2.46	
BC58	33.4	49.0	9.4	39.5	148	61.7	4.37	1.85	312	3.04	
BC59	32.1	32.5	10.8	36.0	122	46.2	3.06	1.46	348	3.44	
BC60	26.7	24.1	1.9	28.4	138	49.9	3.59	1.27	373	3.45	
BC61	23.6	28.2	7.7	30.8	99.3	43.5	2.28	1.96	344	3.52	
BC63	26.8	31.3	9.1	41.7	128	41.4	2.50	2.80	404	3.18	

Muestra	ug/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
BC66	26.2	27.6	10.1	32.8	121	50.0	2.72	1.63	3.3	2.95	
BC68	27.3	45.0	15.2	42.6	132	56.4	3.63	2.97	320	2.95	
BC69	7.8	47.5	11.1	42.2	75.4	28.6	29.10	1.54	186	1.92	2.13
BC70	36.2	51.8	12.7	55.0	129	62.9	4.80	1.89	290	2.84	
BC72	30.4	49.2	7.4	56.1	98.3	42.1	4.10	2.84	153	1.83	
BC75	44.6	35.7	6.6	51.7	129	42.0	5.21	2.60	174	1.90	1.56
BC77	50.2	65.0	3.3	55.5	102	57.0	7.00	3.17	190	1.76	
BC79	48.3	58.3	9.8	36.3	81.7	51.2	5.97	3.16	158	1.89	
BC80	40.9	46.0	8.4	30.6	91.7	52.0	4.63	2.14	165	1.59	
BC82	28.0	29.4	6.5	32.1	81.1	15.6	5.10	0.68	165	2.17	
BC83	44.6	59.2	10.9	44.3	106	65.7	4.02	2.18	196	1.84	0.50
BC85	43.7	51.1	5.1	40.0	90.8	48.9	5.12	1.83	188	1.81	
BC-82(Fosf)	26.0	58.7	27.8	71.5	58.4	81.3	7.44	5.54	240	2.48	

Concentración de Metales Pesados en las Muestras Superficiales colectadas en el
Cruceiro CORTES 2.

Muestra	ug/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
C-2	4.5	3.3	11.5	12.3	28.8	28.6	1.80	1.31	121	1.28	1.60
C-3	7.2	14.0	18.8	15.2	59.3	35.1	3.00	2.83	450	2.49	3.31
C-4	10.4	21.4	12.0	21.4	65.9	26.6	3.04	0.96	355	2.44	
C-5	14.0	19.6	6.5	23.0	73.1	29.1	4.32	1.66	289	2.16	0.85
C-8	12.6	25.0	22.1	14.5	55.4	56.5	5.58	5.75	87.2	0.65	
C-9	13.1	16.6	23.3	13.4	30.7	71.2	7.04	5.20	77.6	0.37	1.65
C-10	14.4	19.5	24.4	17.0	33.3	47.7	4.95	3.78	79.9	0.74	
C-14	13.7	25.9	24.3	21.0	33.6	38.5	5.20	3.33	179	1.71	0.42
C-15	9.7	11.3	7.7	25.3	55.8	24.9	1.47	1.80	219	2.40	
C-16	8.4	11.6	13.6	12.5	82.0	21.6	1.84	1.66	176	1.97	1.35
C-19	5.4	11.9	9.7	9.0	34.9	18.5	1.90	1.04	131	1.10	1.01
C-20	4.6	15.3	9.7	8.7	35.9	16.7	2.58	1.05	154	1.00	
C-21	6.7	11.5	14.2	7.6	25.6	44.2	3.82	2.99	66.5	0.47	
C-25	5.3	8.6	13.0	8.9	16.5	30.1	2.41	1.89	134	0.39	
C-26	6.2	19.8	15.0	8.7	25.9	29.4	2.69	3.02	151	0.55	0.87
C-27	10.2	25.3	21.1	8.9	92.2	57.1	5.65	4.62	66.7	0.42	
C-32	20.3	25.9	17.0	38.2	92.0	22.6	2.80	2.45	278	2.64	
C-33	19.8	30.3	22.4	41.2	93.9	26.0	2.74	2.22	286	2.89	0.85
C-34	17.7	29.4	20.5	36.2	91.1	40.3	3.49	2.49	332	2.94	
C-37	11.0	5.3	6.9	8.1	30.6	11.0	1.53	1.42	161	0.85	2.20
C-38	3.7	<3.0	5.1	7.8	46.1	10.5	1.87	1.35	284	1.49	
C-39	5.4	10.3	16.7	9.8	38.4	10.7	2.41	0.96	160	1.14	
C-42	17.6	17.9	13.1	25.0	77.4	16.7	2.90	1.27	187	1.58	
C-43	21.5	30.4	16.6	34.5	99.9	26.1	6.52	1.54	218	1.96	
C-44	16.1	27.7	14.8	24.7	59.1	25.2	3.49	2.16	246	1.52	1.29
C-46	2.1	<3.0	6.7	8.9	27.6	<3.5	1.50	0.69	105	1.09	
C-47	7.0	<3.0	8.1	9.9	31.0	6.6	1.56	1.04	112	1.48	
C-48	6.9	8.5	18.0	9.7	42.5	25.8	1.53	2.21	92.9	0.98	0.84
C-49a	12.5	26.4	21.9	27.7	54.1	48.3	3.01	3.84	98.6	1.90	
C-49b	19.9	33.9	22.5	25.6	48.7	45.5	5.67	4.30	119	1.28	4.00
C-49c	13.3	28.5	16.5	32.1	44.4	29.8	3.58	2.38	115	1.17	
C-50	17.8	18.3	23.4	27.1	95.2	40.8	3.86	2.52	304	2.79	

Muestra	ug/g (Fe, Al %)										
	Cu	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cd	Ag	Mn	Fe	Al
C-51	21.0	18.2	29.0	23.1	98.8	29.3	2.34	1.00	381	2.96	
C-52	29.4	20.2	18.1	20.5	101	45.5	2.39	2.05	424	3.00	
C-55	6.1	17.8	22.9	13.2	14.7	47.4	4.25	4.79	53.1	0.52	
C-56	11.4	24.5	24.5	24.6	21.5	59.1	6.62	5.13	86.5	0.79	0.52
C-57	10.3	23.9	22.7	10.9	23.4	61.8	5.71	6.23	69.2	0.34	
C-59	17.0	33.2	25.0	91.8	23.8	64.3	6.40	5.44	76.8	2.09	
C-60	13.4	28.3	22.4	41.2	35.4	68.3	5.64	4.45	102	1.06	
C-61	8.9	12.3	17.2	20.5	77.8	27.1	3.74	2.14	285	2.26	
C-62C	5.4	<3.0	14.1	9.0	36.4	22.4	2.78	2.61	98.5	0.76	
C-62D	17.2	15.8	14.4	23.4	73.1	35.1	3.72	2.66	164	1.27	

A P E N D I C E 4

CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS
SEDIMENTOS DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

NUCLEO B1

Cu				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	3.5	3.0	18
5 - 10	-	2.2	4.7	18
10 - 15	-	2.2	3.0	17
15 - 20	-	2.1	3.6	16
20 - 25	-	3.5	2.5	17
25 - 30	-	3.0	3.1	17
30 - 35	-	3.3	2.0	19
35 - 40	-	2.2	3.3	20
40 - 45	-	2.2	2.6	21
45 - 50	-	1.1	2.6	23
50 - 55	-	3.1	1.0	22
55 - 60	-	3.3	0.6	20
60 - 65	-	2.8	1.1	16
65 - 70	-	2.2	2.0	28
70 - 75	-	1.9	0.5	35
75 - 80	-	4.0	2.0	24
80 - 85	-	2.5	3.3	16
85 - 91	-	1.7	3.2	18
91 - 101	-	1.8	4.0	15
101 - 113	-	3.3	1.8	16

NUCLEO B3

0 - 5	0.7±0.2	27.3	12.0	44
5 - 10	0.4	30.2	26.9	31
10 - 15	0.3	24.8	31.3	34
15 - 20	0.3	16.5	40.3	35
20 - 25	0.4	27.1	25.3	34
25 - 30	0.4	28.3	25.0	34
30 - 35	0.5	29.4	25.2	35
35 - 40	0.5	16.7	33.3	43
40 - 45	0.4	15.7	37.8	34

NUCLEO B3

Cu				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
45 - 50	0.3	27.5	28.0	37
50 - 55	0.2	28.7	21.9	38
55 - 60	0.2	15.5	33.9	34
60 - 65	0.2	23.6	11.7	52
65 - 70	0.2	27.0	16.6	37
70 - 75	0.2	24.6	13.4	42
75 - 84	0.2	23.5	14.6	39

NUCLEO B4

0 - 5	<0.1	3.5	4.2	9
5 - 10	-	3.4	3.8	7
10 - 15	-	2.9	4.7	8
15 - 20	-	2.8	4.1	10
20 - 25	-	3.1	4.9	9
25 - 30	-	4.1	5.2	11
30 - 35	-	4.3	4.8	8
35 - 43	-	6.7	4.8	7

NUCLEO B12

0 - 5	<0.1	8.7±1.0	14.6	23
5 - 10	-	8.7	12.2	18
10 - 15	-	8.2	9.2	18
15 - 20	-	5.8	10.5	18
20 - 25	-	5.1	10.8	20
25 - 30	-	5.7	10.0	20
30 - 35	-	6.7	6.9	22
35 - 40	-	6.5	6.9	21
40 - 45	-	5.6	8.0	16
45 - 50	-	7.8	7.5	25
50 - 58	-	7.0	6.5	24

NUCLEO B7

Sección (cm)	Cu			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	4.9	5.7	20
5 - 10	-	4.8	6.3	26
10 - 15	-	5.6	6.4	18
15 - 20	-	4.4	7.8	17
20 - 25	-	5.3	7.7	17
25 - 30	-	5.4	6.7	25
30 - 35	-	5.8	6.8	18
35 - 40	-	8.0	6.1	25
40 - 45	-	6.4	6.9	23
45 - 50	-	6.9	6.4	21
50 - 55	-	7.2	6.7	28
55 - 60	-	6.5	6.6	21
60 - 72	-	7.7	7.2	22

NUCLEO B24

0 - 5	<0.1	7.6	4.0	25
5 - 10	-	4.6	1.3	34
10 - 15	-	6.6	6.5	25
15 - 20	-	10.4	14.5	22
20 - 25	-	11.6	6.1	42
25 - 30	-	15.5	5.0	39
30 - 35	-	20.6	13.0	38
35 - 40	-	18.6	12.9	34
40 - 45	-	17.2	11.8	51
45 - 51	-	17.9	14.4	42

NUCLEO B5

Sección (cm)	Cu			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	14.3 ± 1.1	14.8	25
5 - 10	-	14.9	16.4	26
10 - 15	-	13.7	15.3	24
15 - 20	-	12.3	14.8	32
20 - 25	-	14.3	17.2	30
25 - 30	-	15.2	16.5	29
30 - 35	-	13.4	18.1	34
35 - 40	-	15.7	18.0	30
40 - 45	-	14.7	23.2	33
45 - 50	-	13.8	31.8	33
50 - 55	-	10.9	27.2	24
55 - 60	-	10.9	25.3	27

NUCLEO B6

0 - 5	<0.1	5.9	4.9	23
5 - 10	-	5.7	4.7	23
10 - 15	-	5.1	6.6	23
15 - 20	-	5.4	6.5	24
20 - 25	-	4.5	6.2	23
25 - 30	-	4.6	6.4	19
30 - 35	-	4.2	5.7	21
35 - 40	-	4.2	6.0	18
40 - 45	-	3.7	5.8	17
45 - 50	-	3.9	5.3	18
50 - 55	-	3.0	5.8	22
55 - 60	-	4.3	5.7	19
60 - 70	-	2.8	6.7	19
70 - 80	-	3.9	6.4	19
80 - 89	-	2.4	5.1	20

NUCLEO B25

Sección (ca)	Cu			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	0.6±0.2	16.5	20.9	35
5 - 10	0.5	15.7	20.9	40
10 - 15	0.6	15.9	22.4	38
15 - 20	0.7	16.8	22.5	43
20 - 25	0.7	18.5	26.8	36
25 - 30	0.6	19.4	24.4	36
30 - 35	0.6	19.5	23.9	31
35 - 40	0.7	18.1	25.3	29
40 - 45	0.8	18.3	20.0	35

NUCLEO B26

0 - 5	<0.1	26.3	25.4	42
5 - 10	-	26.0	21.1	37
10 - 15	-	27.6	18.6	41
15 - 20	-	19.6	12.9	29
20 - 25	-	16.3	11.1	27
25 - 30	-	15.0	-	-
30 - 35	-	17.3	19.7	49
35 - 40	-	20.7	17.0	27
40 - 45	-	9.0	9.5	13
45 - 50	-	8.4	7.6	17
50 - 57	-	6.7	5.3	14

NUCLEO B17

0 - 5	<0.1	2.2±0.4	6.9	16
5 - 10	-	1.8	7.0	18
10 - 15	-	1.7	7.3	19
15 - 20	-	1.7	7.8	18
20 - 25	-	1.8	7.5	18

NUCLEO B17

Sección (cm)	Cu			
	I/A	O/S	R	R/S
15 - 30	-	1.9	7.6	17
30 - 35	-	1.9	6.7	19
35 - 40	-	2.2	7.8	17
40 - 45	-	1.8	8.5	19
45 - 50	-	2.3	7.7	19
50 - 55	-	2.3	6.5	20
55 - 60	-	2.0	5.5	23
60 - 70	-	2.3	4.9	23
70 - 80	-	2.3	6.3	22
80 - 89	-	2.9	6.5	20

NUCLEO B18

0 - 5	<0.1	2.1	5.3	14
5 - 10	-	2.4	8.5	19
10 - 15	-	2.2	7.5	18
15 - 20	-	2.0	8.6	17
20 - 25	-	2.5	7.7	20
25 - 30	-	2.7	8.3	21
30 - 35	-	2.4	7.3	21
35 - 40	-	2.2	7.8	21
40 - 45	-	2.6	7.9	19
45 - 50	-	2.3	6.9	18
50 - 60	-	2.0	6.4	16
60 - 70	-	2.7	9.2	20
70 - 80	-	4.0	6.8	20
80 - 90	-	2.3	4.9	25
90 - 100	-	2.4	9.9	17
100 - 110	-	2.1	6.5	17

NUCLEO B9

Sección (cm)	Cu			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	8.8	4.5	27
5 - 10	-	9.3	7.7	36
10 - 15	-	8.1	6.6	28
15 - 20	-	7.6	3.7	26
20 - 25	-	7.6	4.6	31
25 - 28	-	10.0	6.5	27

NUCLEO B19

0 - 5	<0.1	8.0	4.2	29
5 - 10	-	7.7	3.2	32
10 - 15	-	6.8	3.2	32
15 - 20	-	6.7	3.1	24
20 - 24	-	6.6	3.8	25
24 - 28	-	10.0	5.0	41

NUCLEO B20

0 - 5	<0.1	8.0	14.4	47
5 - 10	-	12.6	9.9	16
10 - 15	-	9.1	9.8	18
15 - 20	-	11.6	9.7	9
20 - 25	-	11.0	13.4	23
25 - 30	-	11.5	5.4	20
30 - 35	-	10.9	7.4	24
35 - 40	-	10.8	5.8	34
40 - 46	-	9.9	8.4	29

NUCLEO B14

Sección (cm)	Cu			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 3	<0.1	9.0	12.8	24
3 - 6	-	-	-	-
6 - 10	-	8.8	13.2	23
10 - 15	-	-	-	-
15 - 20	-	8.9	10.2	33
20 - 25	-	10.1	10.3	25
25 - 30	-	9.1	6.8	23
30 - 35	-	8.1	6.4	21
35 - 40	-	7.5	5.7	18
40 - 45	-	6.2	6.5	18
45 - 50	-	5.5	7.5	17
50 - 55	-	6.8	5.8	16
55 - 60	-	7.1	6.1	17
60 - 67	-	7.3	6.3	18

NUCLEO B22

0 - 5	<0.1	11.5	7.3	19
5 - 10	-	10.7	10.7	18
10 - 15	-	8.8	10.2	21
15 - 20	-	9.6	6.6	18
20 - 25	-	8.8	4.2	25
25 - 30	-	8.1	5.3	27
30 - 35	-	8.8	6.2	22
35 - 40	-	8.2	6.6	23
40 - 46	-	9.2	3.4	27

NUCLEO B37

Sección (cm)	Cu			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	2.6	7.0	19
5 - 10	-	2.7	6.2	21
10 - 15	-	2.6	7.0	15
15 - 20	-	2.9	6.9	20
20 - 25	-	3.3	7.7	17
25 - 30	-	2.9	7.0	14
30 - 35	-	3.7	6.7	16
35 - 40	-	3.8	6.7	17
40 - 45	-	3.1	7.0	17
45 - 50	-	3.3	7.5	18
50 - 55	-	3.3	7.5	21
55 - 60	-	2.9	5.9	19

NUCLEO B29

0 - 5	<0.1	35.7	50.5	32
5 - 10	-	40.1	46.8	33
10 - 15	-	32.4	47.4	45
15 - 20	-	33.8	60.4	34
20 - 25	-	36.5	57.1	36
25 - 30	-	26.6	69.7	35
30 - 35	-	36.5	54.3	42
35 - 40	-	30.2	63.2	35
40 - 45	-	24.4	71.5	35
45 - 50	-	18.6	65.9	39
50 - 55	-	34.0	58.0	36
55 - 60	-	26.0	71.8	32
60 - 70	-	31.4	68.6	37

NUCLEO B31

Sección (cm)	Cu			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	198	41	97
5 - 10	-	176	34	134
10 - 15	-	168	37	84
15 - 20	-	200	39	105
20 - 25	-	159	47	185
25 - 30	-	189	56	67
30 - 35	-	92.4	42	147
35 - 40	-	88.0	85	109
40 - 45	-	110	91	128
45 - 50	-	134	90	136
50 - 55	-	130	97	157
55 - 60	-	120	104	171
60 - 65	-	98.6	110	187
65 - 70	-	42.9	109	153
70 - 75	-	38.2	109	185
75 - 80	-	49.1	110	188
80 - 85	-	51.3	105	172
85 - 90	-	54.9	101	163
90 - 95	-	70.1	91	180
95 - 105	-	95.1	68	261

NUCLEO B1

Sección (cm)	Cd			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	-	1.4±0.1	<0.1	1.74
5 - 10	-	1.3	0.2	3.33
10 - 15	-	1.2	0.2	3.19
15 - 20	-	1.2	0.2	1.34
20 - 25	-	1.4	0.1	3.16
25 - 30	-	1.4	0.2	2.74
30 - 35	-	1.5	0.1	2.21
35 - 40	-	1.1	0.3	2.45
40 - 45	-	1.1	0.2	1.96
45 - 50	-	0.8	0.3	3.53
50 - 55	-	1.2	0.1	2.51
55 - 60	-	1.3	0.1	3.62
60 - 65	-	0.8	0.1	3.64
65 - 70	-	0.9	0.2	3.33
70 - 75	-	0.9	0.1	4.50
75 - 80	-	1.1	0.1	2.92
80 - 85	-	0.7	0.2	2.65
85 - 91	-	0.8	0.2	3.25
91 - 101	-	0.6	0.1	2.80
101 - 113	-	0.8	<0.1	2.96

NUCLEO B3

0 - 5	-	0.8	<0.1	0.25
5 - 10	-	1.4	-	0.95
10 - 15	-	1.2	-	0.34
15 - 20	-	1.4	-	2.64
20 - 25	-	1.2	-	-0.01
25 - 30	-	1.6	-	0.55
30 - 35	-	1.4	-	1.51
35 - 40	-	1.2	-	2.16
40 - 45	-	1.2	-	2.13

NUCLEO B3

Sección (cm)	Cd			
	I/A	O/S	R	R/S
45 - 50	-	1.4	-	1.11
50 - 55	-	1.2	-	0.99
55 - 60	-	1.5	-	0.55
60 - 65	-	2.0	-	1.75
65 - 70	-	1.6	-	0.73
70 - 75	-	1.5	-	1.00
75 - 84	-	1.4	-	0.14

NUCLEO B4

0 - 5	-	0.5±0.1	<0.1	0.24
5 - 10	-	0.5	-	1.84
10 - 15	-	0.5	-	2.44
15 - 20	-	0.4	-	1.44
20 - 25	-	0.5	-	3.58
25 - 30	-	0.7	-	2.05
30 - 35	-	0.7	-	0.88
35 - 43	-	0.8	-	1.77

NUCLEO B12

0 - 5	-	2.3	0.2	0.2
5 - 10	-	2.2	0.3	1.4
10 - 15	-	2.4	0.2	0.5
15 - 20	-	2.4	0.2	2.0
20 - 25	-	2.2	0.3	2.4
25 - 30	-	2.6	0.4	2.7
30 - 35	-	2.1	0.5	0.9
35 - 40	-	2.2	0.3	3.9
40 - 45	-	2.1	0.3	2.1
45 - 50	-	2.1	0.3	2.1
50 - 58	-	2.2	0.3	1.4

NUCLEO B7

Cd				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	-	0.7	<0.1	-0.01
5 - 10	-	0.6	-	0.92
10 - 15	-	0.6	-	0.24
15 - 20	-	0.6	-	0.26
20 - 25	-	0.7	-	1.38
25 - 30	-	0.6	-	0.97
30 - 35	-	0.6	-	0.69
35 - 40	-	0.8	-	2.20
40 - 45	-	0.7	-	0.53
45 - 50	-	0.8	-	3.05
50 - 55	-	0.7	-	0.48
55 - 60	-	0.7	-	0.94
60 - 72	-	0.7	-	1.48

NUCLEO B24

0 - 5	-	0.9	<0.1	-0.08
5 - 10	-	1.0	-	0.60
10 - 15	-	1.4	-	1.76
15 - 20	-	1.2	-	2.10
20 - 25	-	1.3	-	1.78
25 - 30	-	1.5	-	1.49
30 - 35	-	1.3	-	0.88
35 - 40	-	1.6	-	0.59
40 - 45	-	1.8	-	0.48
45 - 51	-	1.9	-	2.60

NUCLEO B5

Cd				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	1.4	<0.1	0.52
5 - 10	-	1.4	-	-0.19
10 - 15	-	1.6	-	-0.02
15 - 20	-	1.5	-	-0.62
20 - 25	-	1.5	-	-0.62
25 - 30	-	-	-	-
30 - 35	-	1.1	-	0.23
35 - 40	-	1.6	-	-0.70
40 - 45	-	1.4	-	-0.53
45 - 50	-	1.0	-	1.16
50 - 55	-	1.1	-	1.33
55 - 60	-	1.3	-	0.57

NUCLEO B6

0 - 5	<0.1	0.7	<0.1	2.98
5 - 10	-	0.8	-	3.33
10 - 15	-	0.6	-	4.11
15 - 20	-	0.8	-	3.93
20 - 25	-	0.5	-	3.55
25 - 30	-	0.8	-	3.40
30 - 35	-	0.6	-	1.80
35 - 40	-	0.5	-	2.08
40 - 45	-	0.8	-	2.02
45 - 50	-	1.0	-	2.22
50 - 55	-	1.0	-	3.50
55 - 60	-	1.0	-	1.77
60 - 70	-	0.7	-	2.88
70 - 80	-	0.8	-	2.75
80 - 89	-	0.9	-	2.96

NUCLEO B25

Sección (cm)	Cd			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	1.0	<0.1	2.41
5 - 10	-	1.1	-	3.27
10 - 15	-	1.1	-	2.88
15 - 20	-	1.2	-	1.94
20 - 25	-	1.4	-	3.48
25 - 30	-	1.4	-	2.46
30 - 35	-	1.4	-	2.03
35 - 40	-	1.3	-	1.30
40 - 45	-	1.6	-	2.23

NUCLEO B26

0 - 5	<0.1	1.2	<0.1	0.29
5 - 10	-	1.3	-	0.70
10 - 15	-	1.3	-	0.00
15 - 20	-	1.5	-	0.00
20 - 25	-	1.4	-	0.08
25 - 30	-	-	-	-
30 - 35	-	-	-	-
35 - 40	-	-	-	0.00
40 - 45	-	1.2	-	0.19
45 - 50	-	1.3	-	0.00
50 - 57	-	1.2	-	0.28

NUCLEO B17

0 - 5	-	0.6	0.2	1.08
5 - 10	-	0.7	0.2	0.43
10 - 15	-	0.7	<0.1	0.76
15 - 20	-	0.7	0.2	2.60
20 - 25	-	1.0	0.1	0.73
25 - 30	-	0.6	<0.1	0.77

NUCLEO B17

Sección (cm)	Cd			
	I/A	O/S	R	R/S
30 - 35	-	0.6	0.1	3.07
35 - 40	-	0.9	0.1	0.78
40 - 45	-	0.9	<0.1	2.91
45 - 50	-	0.9	-	1.28
50 - 55	-	0.9	0.1	1.20
55 - 60	-	0.8	0.1	0.44
60 - 70	-	1.0	0.1	2.99
70 - 80	-	1.0	0.1	0.56
80 - 89	-	1.1	0.1	1.05

NUCLEO B18

0 - 5	-	0.6	<0.1	1.06
5 - 10	-	0.6	-	2.20
10 - 15	-	0.5	-	3.10
15 - 20	-	0.7	-	3.58
20 - 25	-	0.6	-	2.09
25 - 30	-	0.6	-	2.78
30 - 35	-	0.8	-	3.52
35 - 40	-	0.6	-	2.63
40 - 45	-	0.6	-	2.65
45 - 50	-	0.6	-	3.38
50 - 60	-	0.4	-	2.28
60 - 70	-	0.6	-	3.25
70 - 80	-	0.5	-	2.07
80 - 90	-	0.4	-	1.56
90 - 100	-	0.5	-	1.86
100 - 110	-	0.6	-	3.25

NUCLEO B14

Sección (cm)	Cd			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 3	-	1.1	<0.1	0.78
3 - 6	-	-	-	-
6 - 10	-	1.6	-	1.39
10 - 15	-	-	-	-
15 - 20	-	1.6	-	0.95
20 - 25	-	1.8	-	1.81
25 - 30	-	1.6	-	0.91
30 - 35	-	1.4	-	0.67
35 - 40	-	0.9	-	-0.03
40 - 45	-	1.0	-	1.08
45 - 50	-	0.9	-	0.65
50 - 55	-	1.1	-	0.45
55 - 60	-	1.1	-	0.24
60 - 67	-	1.1	-	0.46

NUCLEO B22

0 - 5	-	1.3	<0.1	-0.80
5 - 10	-	1.5	-	-0.84
10 - 15	-	1.5	-	2.04
15 - 20	-	1.5	-	-0.6
20 - 25	-	1.6	-	1.03
25 - 30	-	1.5	-	0.29
30 - 35	-	1.5	-	-1.04
35 - 40	-	1.5	-	1.65
40 - 46	-	1.9	-	-0.05

NUCLEO B9

Sección (cm)	Cd			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	-	1.0	<0.1	1.95
5 - 10	-	1.5	-	2.96
10 - 15	-	1.2	-	3.24
15 - 20	-	1.5	-	2.10
20 - 25	-	1.3	-	2.55
25 - 28	-	1.6	-	2.52

NUCLEO B19

0 - 5	-	1.1	<0.1	0.79
5 - 10	-	1.6	-	2.10
10 - 15	-	1.3	-	-0.08
15 - 20	-	1.5	-	0.00
20 - 24	-	1.5	-	1.78
24 - 28	-	1.7	-	2.53

NUCLEO B20

0 - 5	-	1.1	<0.1	2.48
5 - 10	-	1.6	-	2.15
10 - 15	-	1.2	-	2.16
15 - 20	-	1.7	-	2.49
20 - 25	-	2.0	-	1.93
25 - 30	-	1.6	-	1.65
30 - 35	-	2.1	-	1.9
35 - 40	-	1.5	-	3.53
40 - 46	-	2.0	-	2.63

NUCLEO B37		Cd		
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	-	0.4	<0.1	0.38
5 - 10	-	0.4	-	0.45
10 - 15	-	0.3	-	1.79
15 - 20	-	0.6	-	1.00
20 - 25	-	0.5	-	1.66
25 - 30	-	0.4	-	0.03
30 - 35	-	0.4	-	0.10
35 - 40	-	0.4	-	0.02
40 - 45	-	0.4	-	2.15
45 - 50	-	0.4	-	1.30
50 - 55	-	0.4	-	0.86
55 - 60	-	0.5	-	1.12
NUCLEO B29				
0 - 5	-	0.5	<0.1	0.28
5 - 10	-	0.7	-	1.42
10 - 15	-	0.7	-	2.23
15 - 20	-	0.5	-	1.55
20 - 25	-	0.7	-	1.54
25 - 30	-	0.7	-	1.80
30 - 35	-	0.6	-	1.40
35 - 40	-	0.6	-	0.80
40 - 45	-	0.6	-	2.65
45 - 50	-	0.4	-	0.45
50 - 55	-	0.5	-	1.20
55 - 60	-	0.6	-	1.90
60 - 70	-	0.5	-	0.80

NUCLEO B31		Cd		
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	-	1.2	<0.1	0.58
5 - 10	-	1.3	-	1.42
10 - 15	-	1.4	-	1.60
15 - 20	-	1.6	-	1.23
20 - 25	-	1.9	-	2.14
25 - 30	-	1.0	-	2.00
30 - 35	-	0.6	-	1.69
35 - 40	-	0.4	-	1.18
40 - 45	-	0.4	-	1.16
45 - 50	-	0.4	-	1.21
50 - 55	-	0.4	-	1.77
55 - 60	-	0.4	-	1.93
60 - 65	-	0.3	-	3.07
65 - 70	-	0.5	-	1.09
70 - 75	-	0.2	-	2.15
75 - 80	-	0.4	-	3.03
80 - 85	-	0.6	-	2.17
85 - 90	-	0.8	-	1.56
90 - 95	-	0.8	-	1.92
95 - 105	-	0.3	-	2.37

NUCLEO B1		Co		
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	2.0	1.7	4
5 - 10	-	1.8	1.8	4
10 - 15	-	2.1	1.9	12
15 - 20	-	1.6	1.7	6
20 - 25	-	1.5	1.7	3
25 - 30	-	2.0	1.7	9
30 - 35	-	1.6	1.5	11
35 - 40	-	1.4	1.8	12
40 - 45	-	1.5	1.2	7
45 - 50	-	1.6	1.2	11
50 - 55	-	1.7	1.4	7
55 - 60	-	1.7	1.6	5
60 - 65	-	1.2	1.6	5
65 - 70	-	1.7	1.4	7
70 - 75	-	1.6	1.3	9
75 - 80	-	1.5	1.3	11
80 - 85	-	1.3	1.6	8
85 - 91	-	1.3	1.6	11
91 - 101	-	0.9	1.9	6
101 - 113	-	0.8	1.4	7
NUCLEO B3		Co		
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	4.7	3.0	7
5 - 10	-	3.7	4.1	11
10 - 15	-	3.0	5.4	12
15 - 20	-	2.8	6.0	4
20 - 25	-	3.2	5.6	8
25 - 30	-	3.9	5.3	14
30 - 35	-	4.0	6.1	10
35 - 40	-	3.1	7.0	11
40 - 45	-	3.0	6.8	6

NUCLEO B3		Co		
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
45 - 50	-	3.5	5.7	6
50 - 55	-	4.0	4.5	8
55 - 60	-	3.3	6.2	3
60 - 65	-	4.7	4.4	6
65 - 70	-	4.7	4.5	7
70 - 75	-	4.6	4.3	9
75 - 84	-	4.1	3.7	8
NUCLEO B4		Co		
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	1.3	1.5	6
5 - 10	-	0.9	1.3	3
10 - 15	-	0.8	1.4	4
15 - 20	-	0.8	1.2	6
20 - 25	-	1.0	1.4	4
25 - 30	-	1.4	1.6	2
30 - 35	-	1.4	1.5	2
35 - 45	-	1.5	1.5	6
NUCLEO B12		Co		
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	3.5	1.3	13
5 - 10	-	3.8	0.9	3
10 - 15	-	3.7	0.9	2
15 - 20	-	2.9	0.8	6
20 - 25	-	2.9	0.9	7
25 - 30	-	2.5	1.2	7
30 - 35	-	3.0	0.4	8
35 - 40	-	1.5	0.7	12
40 - 45	-	2.6	0.5	8
45 - 50	-	1.9	1.0	10
50 - 58	-	2.6	0.8	6

NUCLEO B7

Sección (cm)	Co			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	1.5	3.0	12
5 - 10	-	1.5	3.0	11
10 - 15	-	1.1	2.5	17
15 - 20	-	1.6	2.5	15
20 - 25	-	0.9	2.3	9
25 - 30	-	1.6	1.6	15
30 - 35	-	2.0	1.6	18
35 - 40	-	2.0	1.7	11
40 - 45	-	1.9	1.6	12
45 - 50	-	2.7	1.5	17
50 - 55	-	2.7	1.4	11
55 - 60	-	2.8	1.4	17
60 - 72	-	2.7	1.6	15

NUCLEO B24

Sección (cm)	Co			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	1.5	1.9	17
5 - 10	-	1.9	1.2	9
10 - 15	-	1.4	2.0	17
15 - 20	-	1.5	3.1	16
20 - 25	-	2.5	2.0	27
25 - 30	-	2.0	2.5	20
30 - 35	-	2.4	2.7	29
35 - 40	-	3.0	3.3	13
40 - 45	-	3.4	3.4	31
45 - 51	-	3.2	4.0	22

NUCLEO B5

Sección (cm)	Co			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	3.2	3.5	9
5 - 10	-	3.1	4.1	16
10 - 15	-	3.4	3.6	4
15 - 20	-	3.3	3.4	7
20 - 25	-	2.9	4.3	17
25 - 30	-	3.0	3.1	12
30 - 35	-	2.2	3.9	19
35 - 40	-	2.7	4.5	11
40 - 45	-	2.8	5.1	12
45 - 50	-	1.5	6.2	13
50 - 55	-	1.8	5.7	19
55 - 60	-	2.1	5.5	11

NUCLEO B6

Sección (cm)	Co			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	1.1	2.6	12
5 - 10	-	1.4	2.6	12
10 - 15	-	1.0	3.0	12
15 - 20	-	1.2	3.3	11
20 - 25	-	0.7	3.2	15
25 - 30	-	1.5	3.2	14
30 - 35	-	1.2	3.1	11
35 - 40	-	0.5	2.5	12
40 - 45	-	1.2	2.8	11
45 - 50	-	1.4	2.8	12
50 - 55	-	0.9	2.7	17
55 - 60	-	1.3	2.8	10
60 - 70	-	1.0	2.7	11
70 - 80	-	0.9	2.6	13
80 - 89	-	0.9	2.7	14

NUCLEO B17

Sección (cm)	Co			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	1.0	2.9	20
5 - 10	-	0.9	2.5	13
10 - 15	-	1.0	2.9	16
15 - 20	-	1.0	2.6	19
20 - 25	-	1.6	2.2	14
25 - 30	-	1.3	2.0	12
30 - 35	-	1.2	3.2	19
35 - 40	-	1.5	2.7	16
40 - 45	-	1.7	3.8	15
45 - 50	-	1.7	2.4	11
50 - 55	-	2.0	3.0	17
55 - 60	-	1.8	2.8	22
60 - 70	-	2.0	2.8	13
70 - 80	-	2.1	2.8	17
80 - 89	-	2.1	3.0	12

NUCLEO B18

0 - 5	<0.5	1.2	2.2	9
5 - 10	-	0.8	2.1	28
10 - 15	-	0.6	2.4	20
15 - 20	-	1.0	2.3	20
20 - 25	-	0.7	2.1	18
25 - 30	-	1.1	2.1	16
30 - 35	-	1.4	2.5	16
35 - 40	-	1.0	2.5	16
40 - 45	-	1.1	2.5	16
45 - 50	-	1.5	2.3	10
50 - 60	-	1.5	3.2	18
60 - 70	-	1.7	2.8	14
70 - 80	-	1.3	2.5	19
80 - 90	-	1.3	2.2	14
90 - 100	-	1.3	2.2	15
...

NUCLEO B25

Sección (cm)	Co			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	2.2	2.6	14
5 - 10	-	2.2	3.3	22
10 - 15	-	2.4	3.6	16
15 - 20	-	2.5	2.8	17
20 - 25	-	3.3	3.5	17
25 - 30	-	3.6	3.3	16
30 - 35	-	3.7	2.7	11
35 - 40	-	3.9	3.4	18
40 - 45	-	3.5	2.7	16

NUCLEO B26

0 - 5	<0.5	3.1	2.9	11
5 - 10	-	2.2	3.6	10
10 - 15	-	2.3	3.9	11
15 - 20	-	1.9	2.1	10
20 - 25	-	2.1	1.8	13
25 - 30	-	2.4		14
30 - 35	-	2.5	3.2	14
35 - 40	-	2.4	2.9	15
40 - 45	-	1.2	2.2	13
45 - 50	-	1.1	1.8	9
50 - 57	-	1.0	1.4	10

NUCLEO B9

Sección (cm)	Co			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	3.6	1.2	13
5 - 10	-	4.7	2.1	8
10 - 15	-	3.7	1.7	13
15 - 20	-	4.3	1.4	7
20 - 25	-	3.7	1.2	16
25 - 28	-	3.4	1.7	8

NUCLEO B19

0 - 5	<0.5	4.9	3.2	10
5 - 10	-	5.0	2.0	10
10 - 15	-	4.1	3.1	9
15 - 20	-	4.5	1.8	14
20 - 24	-	4.2	1.4	11
24 - 28	-	4.5	2.0	12

NUCLEO B20

0 - 5	<0.5	2.4	2.3	16
5 - 10	-	4.2	1.8	13
10 - 15	-	3.0	1.7	10
15 - 20	-	2.4	1.5	7
20 - 25	-	3.3	1.5	8
25 - 30	-	3.0	1.4	8
30 - 35	-	3.3	1.6	11
35 - 40	-	3.5	1.5	18
40 - 46	-	2.3	2.0	11

NUCLEO B14

Sección (cm)	Co			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 3	<0.5	4.2	2.1	14
3 - 6	-	-	-	-
6 - 10	-	3.6	1.9	12
10 - 15	-	-	-	-
15 - 20	-	2.8	2.0	14
20 - 25	-	3.4	1.9	12
25 - 30	-	2.8	1.5	16
30 - 35	-	2.1	1.7	15
35 - 40	-	1.2	2.2	13
40 - 45	-	1.4	2.0	12
45 - 50	-	1.1	2.0	15
50 - 55	-	1.0	2.0	17
55 - 60	-	1.0	2.0	18
60 - 67	-	0.9	2.0	18

NUCLEO B22

0 - 5	<0.5	3.8	2.3	12
5 - 10	-	3.7	2.8	5
10 - 15	-	3.5	2.9	12
15 - 20	-	3.3	3.3	12
20 - 25	-	3.4	1.7	10
25 - 30	-	3.0	2.2	15
30 - 35	-	3.2	2.8	13
35 - 40	-	2.6	2.5	13
40 - 46	-	3.0	2.4	9

NUCLEO B37

Co				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	1.0-0.4	1.9	13
5 - 10	-	0.6	1.4	18
10 - 15	-	0.9	1.8	11
15 - 20	-	0.8	1.7	15
20 - 25	-	1.3	1.5	13
25 - 30	-	1.8	1.6	15
30 - 35	-	1.6	1.4	15
35 - 40	-	0.8	1.0	19
40 - 45	-	0.7	1.1	15
45 - 50	-	1.6	1.1	16
50 - 55	-	1.4	1.0	19
55 - 60	-	0.7	1.1	14

NUCLEO B19

0 - 5	<0.5	2.1	6.2	12
5 - 10	-	2.2	6.2	20
10 - 15	-	2.2	5.0	25
15 - 20	-	0.6	7.6	25
20 - 25	-	2.4	7.0	24
25 - 30	-	2.1	7.5	21
30 - 35	-	2.5	6.1	23
35 - 40	-	1.7	7.7	23
40 - 45	-	1.5	6.4	24
45 - 50	-	2.0	6.3	18
50 - 55	-	1.5	5.5	22
55 - 60	-	1.5	7.2	22
60 - 70	-	2.4	7.2	17

NUCLEO B31

Co				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.5	52.0	5.9	10
5 - 10	-	47.0	5.7	48
10 - 15	-	50.3	5.8	29
15 - 20	-	47.5	6.4	34
20 - 25	-	49.9	8.8	44
25 - 30	-	52.0	10.4	42
30 - 35	-	41.4	6.0	33
35 - 40	-	35.2	12.5	35
40 - 45	-	39.5	13.5	33
45 - 50	-	48.8	11.6	30
50 - 55	-	47.2	13.7	42
55 - 60	-	48.1	14.1	40
60 - 65	-	39.1	14.5	28
65 - 70	-	7.8	8.1	21
70 - 75	-	3.6	5.4	28
75 - 80	-	5.9	5.6	16
80 - 85	-	5.6	4.9	27
85 - 90	-	6.9	4.4	20
90 - 95	-	12.8	5.4	28
95 - 105	-	23.5	4.8	43

NUCLEO B1

Sección (cm)	Cr			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	3.1	4.4	30
5 - 10	-	2.5	5.0	30
10 - 15	-	2.0	4.7	30
15 - 20	-	1.7	5.1	26
20 - 25	-	3.9	4.2	28
25 - 30	-	2.6	5.6	30
30 - 35	-	3.5	4.3	31
35 - 40	-	2.0	5.1	30
40 - 45	-	2.2	4.4	32
45 - 50	-	1.8	4.1	33
50 - 55	-	3.2	3.1	31
55 - 60	-	2.7	3.5	55
60 - 65	-	2.4	2.9	29
65 - 70	-	2.2	3.9	50
70 - 75	-	1.5	3.5	52
75 - 80	-	2.7	3.8	51
80 - 85	-	2.3	4.0	28
85 - 91	-	1.7	3.8	27
91 - 101	-	1.7	4.1	27
101 - 113	-	2.5	3.3	32

NUCLEO B3

0 - 5	< 0.6	4.4	5.1	39
5 - 10	-	3.7	7.1	39
10 - 15	-	2.6	8.8	39
15 - 20	-	2.5	9.4	41
20 - 25	-	2.5	7.6	41
25 - 30	-	3.2	7.7	45
30 - 35	-	2.8	7.1	42
35 - 40	-	1.9	8.7	42
40 - 45	-	1.7	7.2	43

NUCLEO B3

Sección (cm)	Cr			
	I/A	O/S	R	R/S
45 - 50	-	2.3	8.0	44
50 - 55	-	3.6	6.4	39
55 - 60	-	2.3	8.4	43
60 - 65	-	3.9	6.0	40
65 - 70	-	3.3	6.2	45
70 - 75	-	3.3	5.2	46
75 - 84	-	2.8	5.2	44

NUCLEO B4

0 - 5	< 0.6	3.1	1.8	21
5 - 10	-	4.3	2.2	20
10 - 15	-	4.3	1.4	18
15 - 20	-	3.8	1.5	20
20 - 25	-	4.1	1.8	17
25 - 30	-	3.5	2.1	21
30 - 35	-	3.5	2.1	21
35 - 43	-	4.2	2.4	20

NUCLEO B5

0 - 5	< 0.6	3.4	8.8	25
5 - 10	-	3.9	11.4	21
10 - 15	-	3.6	7.6	11
15 - 20	-	3.4	7.3	29
20 - 25	-	3.6	7.4	26
25 - 30	-	3.7	6.6	27
30 - 35	-	3.0	6.8	31
35 - 40	-	3.2	7.2	29
40 - 45	-	2.2	7.9	29
45 - 50	-	2.2	9.0	30

NUCLEO B5

Sección (cm)	I/A	Cr		
		O/S	R	R/S
50 - 55	-	2.1	7.4	32
55 - 60	-	2.3	10.1	29
NUCLEO B6				
0 - 5	<0.6	4.5	13.2	23
5 - 10	-	3.2	3.8	30
10 - 15	-	3.2	4.0	33
15 - 20	-	3.7	4.0	29
20 - 25	-	2.8	3.9	29
25 - 30	-	2.2	4.4	29
30 - 35	-	2.5	4.3	34
35 - 40	-	2.3	4.0	34
40 - 45	-	2.5	4.4	30
45 - 50	-	2.6	4.3	27
50 - 55	-	2.3	4.0	30
55 - 60	-	3.2	4.4	35
60 - 70	-	2.2	4.7	35
70 - 80	-	2.3	4.7	32
80 - 89	-	3.2	5.0	29
NUCLEO B25				
0 - 5	<0.6	6.5	7.2	29
5 - 10	-	7.7	7.5	34
10 - 15	-	6.1	8.2	34
15 - 20	-	5.8	8.6	34
20 - 25	-	5.5	9.8	43
25 - 30	-	5.5	9.4	48
30 - 35	-	4.8	11.2	33
35 - 40	-	3.9	9.9	34
40 - 45	-	3.4	8.8	40

NUCLEO B26

Sección (cm)	I/A	Cr		
		O/S	R	R/S
0 - 5	<0.6	9.7	4.1	25
5 - 10	-	6.5	5.5	32
10 - 15	-	6.6	5.4	31
15 - 20	-	6.6	5.6	31
20 - 25	-	8.0	4.6	30
25 - 30	-	-	-	-
30 - 35	-	6.2	6.9	28
35 - 40	-	4.1	6.0	32
40 - 45	-	2.7	7.6	27
45 - 50	-	3.4	5.2	28
50 - 57	-	5.0	4.5	28
NUCLEO B12				
0 - 5	<0.6	9.8	6.3	13
5 - 10	-	9.5	6.7	27
10 - 15	-	11.9	4.8	27
15 - 20	-	10.8	5.4	31
20 - 25	-	7.0	5.2	32
25 - 30	-	7.2	6.6	34
30 - 35	-	6.8	6.4	46
35 - 40	-	6.7	6.0	42
40 - 45	-	6.4	6.0	27
45 - 50	-	6.5	7.0	32
50 - 56	-	6.7	6.6	31
NUCLEO B7				
0 - 5	<0.6	6.4	3.6	28
5 - 10	-	5.4	4.1	31
10 - 15	-	5.2	4.1	30
15 - 20	-	5.0	4.8	32

NUCLEO B7

Sección (cm)	I/A	Cr		
		O/S	R	R/S
20 - 25	-	8.5	3.9	26
25 - 30	-	11.7	3.2	26
30 - 35	-	12.5	3.5	27
35 - 40	-	12.9	4.1	27
40 - 45	-	12.8	2.9	21
45 - 50	-	13.0	2.7	25
50 - 55	-	13.4	3.0	24
55 - 60	-	13.4	2.5	25
60 - 72	-	13.8	3.6	21

NUCLEO B24

0 - 5	<0.6	3.0	3.3	33
5 - 10	-	2.6	5.9	34
10 - 15	-	2.4	6.0	38
15 - 20	-	2.0	6.4	36
20 - 25	-	2.6	6.0	33
25 - 30	-	3.1	5.5	36
30 - 35	-	2.9	5.6	38
35 - 40	-	3.6	6.4	42
40 - 45	-	3.2	7.3	40
45 - 51	-	2.9	6.4	44

NUCLEO B17

0 - 5	<0.11	0.8	3.6	28
5 - 10	-	0.9	2.5	29
10 - 15	-	0.9	3.0	35
15 - 20	-	0.7	2.4	36
20 - 25	-	3.2	2.2	30
25 - 30	-	0.9	3.2	31

NUCLEO B17

Sección (cm)	I/A	Cr		
		O/S	R	R/S
30 - 35	-	1.1	2.6	27
35 - 40	-	1.4	2.6	30
40 - 45	-	1.4	3.0	30
45 - 50	-	1.3	3.3	30
50 - 55	-	1.2	2.4	27
55 - 60	-	1.2	3.3	35
60 - 70	-	1.0	3.9	31
70 - 80	-	0.7	2.2	29
80 - 89	-	1.1	1.9	27

NUCLEO B18

0 - 5	<0.6	0.9	0.5	28
5 - 10	-	1.4	0.5	31
10 - 15	-	1.6	0.6	30
15 - 20	-	0.8	1.0	32
20 - 25	-	1.0	0.6	28
25 - 30	-	1.2	0.8	32
30 - 35	-	1.1	0.9	32
35 - 40	-	1.2	0.8	32
40 - 45	-	1.2	0.6	31
45 - 50	-	0.6	0.8	29
50 - 60	-	0.6	0.6	27
60 - 70	-	0.6	1.0	28
70 - 80	-	0.6	0.8	28
80 - 90	-	0.6	0.5	33
90 - 100	-	0.7	1.1	33
100 - 110	-	0.6	0.9	29

NUCLEO B9 Cr

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	-	6.2	9.2	27
5 - 10	-	5.8	11.2	48
10 - 15	-	5.7	9.7	30
15 - 20	-	5.0	11.0	26
20 - 25	-	4.3	11.5	39
25 - 28	-	4.9	11.8	32

NUCLEO B19

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	3.4	7.3	21
5 - 10	-	2.4	5.6	24
10 - 15	-	3.0	6.5	23
15 - 20	-	2.4	6.7	19
20 - 24	-	2.2	7.9	18
24 - 28	-	2.8	6.0	26

NUCLEO B20

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	3.1	4.9	27
5 - 10	-	3.7	5.1	24
10 - 15	-	2.7	5.0	20
15 - 20	-	4.9	6.0	16
20 - 35	-	3.2	5.8	26
25 - 30	-	3.6	27	27
30 - 35	-	2.8	5.3	25
35 - 40	-	3.8	6.2	25
40 - 46	-	3.2	7.4	32

NUCLEO B14

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 3	< 0.6	6.3	1.8	20
3 - 6	-	-	-	-
6 - 10	-	5.0	1.2	24
10 - 15	-	-	-	-
15 - 20	-	5.8	2.2	20
20 - 25	-	5.3	2.7	21
25 - 30	-	3.7	1.8	24
30 - 35	-	5.2	2.1	23
35 - 40	-	1.9	2.4	25
40 - 45	-	3.0	2.2	29
45 - 50	-	2.4	2.4	27
50 - 55	-	3.8	2.8	25
55 - 60	-	3.7	2.8	29
60 - 67	-	3.5	2.7	29

NUCLEO B22

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	2.8	4.3	25
5 - 10	-	4.2	3.9	28
10 - 15	-	3.6	4.6	31
15 - 20	-	3.8	4.7	27
20 - 25	-	3.9	4.0	27
25 - 30	-	2.3	4.2	26
30 - 35	-	3.1	6.1	28
35 - 40	-	2.5	4.6	30
40 - 46	-	3.4	5.5	31

NUCLEO B37

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	2.1	1.3	16
5 - 10	-	1.7	1.4	17
10 - 15	-	2.2	1.2	20
15 - 20	-	2.4	0.9	16

NUCLEO B37

Sección (cm)	Cr			
	I/A	O/S	R	R/S
20 - 25	-	2.7	1.2	17
25 - 30	-	3.9	0.6	17
30 - 35	-	4.9	0.6	16
35 - 40	-	4.8	0.4	15
40 - 45	-	4.7	0.6	19
45 - 50	-	4.1	0.3	15
50 - 55	-	4.2	0.8	19
55 - 60	-	6.1	0.8	15

NUCLEO B29

0 - 5	<0.6	3.6	7.4	34
5 - 10	-	4.6	5.5	41
10 - 15	-	3.1	4.8	43
15 - 20	-	4.0	6.1	38
20 - 25	-	3.5	5.2	39
25 - 30	-	3.0	7.2	41
30 - 35	-	5.8	5.0	37
35 - 40	-	3.6	7.4	45
40 - 45	-	2.8	7.0	48
45 - 50	-	2.0	6.9	49
50 - 55	-	3.5	6.4	53
55 - 60	-	2.9	8.0	43
60 - 70	-	4.1	7.9	42

NUCLEO B31

0 - 5	<0.6	2.3	6.3	35
5 - 10	-	2.1	4.4	34
10 - 15	-	2.3	4.9	33
15 - 20	-	2.4	4.7	34
20 - 25	-	2.5	4.7	33

NUCLEO B31

Sección (cm)	Cr			
	I/A	O/S	R	R/S
25 - 30	-	1.7	5.0	36
30 - 35	-	2.5	3.7	39
35 - 40	-	2.1	7.6	38
40 - 45	-	3.1	8.5	34
45 - 50	-	3.9	8.9	35
50 - 55	-	2.6	7.7	38
55 - 60	-	4.0	9.0	35
60 - 65	-	2.7	8.5	41
65 - 70	-	5.4	14.0	51
70 - 75	-	3.6	11.2	61
75 - 80	-	4.7	11.2	53
80 - 85	-	4.6	9.6	53
85 - 90	-	5.5	8.0	51
90 - 95	-	3.7	7.4	52
95 - 105	-	3.6	5.4	56

NUCLEO B1

Sección (cm)	N1			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	1.4	7.5±1.0	4.1	16
5 - 10	0.5	5.6	7.6	22
10 - 15	0.7	5.3	6.1	23
15 - 20	0.7	4.5	4.8	9
20 - 25	1.2	7.3	3.9	12
25 - 30	1.3	6.5	6.3	10
30 - 35	1.3	8.4	3.7	17
35 - 40	0.8	5.2	7.2	18
40 - 45	0.8	5.5	5.0	18
45 - 50	0.5	3.6	5.2	33
50 - 55	0.7	8.1	3.0	27
55 - 60	1.4	7.4	4.6	37
60 - 65	1.9	5.4	4.4	10
65 - 70	2.0	5.0	3.8	52
70 - 75	1.5	5.2	5.4	29
75 - 80	1.3	6.9	5.5	45
80 - 85	2.2	5.4	4.2	15
85 - 91	2.8	4.0	6.0	9
91 - 101	2.1	3.4	6.4	10
101 - 113	2.4	5.2	4.1	16

NUCLEO B3

0 - 5	<0.2	43.8	10.7	21
5 - 10	-	30.4	27.8	24
10 - 15	-	19.8	26.8	26
15 - 20	-	19.1	38.5	25
20 - 25	-	24.9	31.8	19
25 - 30	-	24.1	36.7	21
30 - 35	-	24.0	35.8	24
35 - 40	-	13.9	35.8	29
40 - 45	-	15.6	44.6	24
45 - 50	-	20.0	40.9	29

NUCLEO B3

Sección (cm)	N1			
	I/A	O/S	R	R/S
50 - 55	-	30.8	29.4	25
55 - 60	-	12.9	44.4	25
60 - 65	-	27.5	33.0	27
65 - 70	-	32.0	29.6	23
70 - 75	-	28.1	30.7	26
75 - 84	-	22.9	32.7	21

NUCLEO B4

0 - 5	1.1	6.2	3.8	8
5 - 10	1.0	5.6	3.5	8
10 - 15	1.6	5.5	3.5	7
15 - 20	2.0	5.3	3.1	5
20 - 25	0.9	5.1	4.2	7
25 - 30	0.4	7.8	4.5	11
30 - 35	0.7	5.8	4.8	6
35 - 43	0.4	8.8	5.7	7

NUCLEO B12

0 - 5	-	20.0	16.9	28
5 - 10	-	17.0	16.6	19
10 - 15	-	21.4	13.2	13
15 - 20	-	18.3	15.3	12
20 - 25	-	15.1	18.2	15
25 - 30	-	17.3	18.9	18
30 - 35	-	19.3	16.8	18
35 - 40	-	27.1	9.2	20
40 - 45	-	14.4	16.4	18
45 - 50	-	25.6	15.5	15
50 - 58	-	21.5	12.3	23

NUCLEO B7

Sección (cm)	NI			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	3.1	7.7	6.5	20
5 - 10	2.1	7.6	7.4	11
10 - 15	2.0	9.1	6.2	16
15 - 20	2.4	11.6	4.5	16
20 - 25	3.5	12.5	5.4	13
25 - 30	2.9	14.3	2.6	18
30 - 35	3.4	13.9	2.4	18
35 - 40	3.8	13.4	2.4	19
40 - 45	2.5	14.0	1.9	12
45 - 50	3.6	14.1	1.4	13
50 - 55	4.0	14.6	1.4	16
55 - 60	4.0	14.1	1.4	20
60 - 72	2.9	15.4	1.7	13

NUCLEO B24

0 - 5	<0.2	16.4	7.0	19
5 - 10	-	17.2	12.7	21
10 - 15	-	16.3	15.7	17
15 - 20	-	26.1	21.0	23
20 - 25	-	30.2	20.6	21
25 - 30	-	29.7	25.9	45
30 - 35	-	38.4	30.4	30
35 - 40	-	38.0	31.4	32
40 - 45	-	44.0	36.9	43
45 - 51	-	40.3	35.6	36

NUCLEO B5

0 - 5	<0.2	34.0	15.1	16
5 - 10	-	24.6	23.4	23
10 - 15	-	26.0	21.0	21
15 - 20	-	24.7	23.1	16
20 - 25	-	25.7	27.6	30

NUCLEO B5

Sección (cm)	NI			
	I/A	O/S	R	R/S
25 - 30	-	26.3	25.8	25
30 - 35	-	26.6	23.8	36
35 - 40	-	28.4	27.1	26
40 - 45	-	29.1	29.9	32
45 - 50	-	21.3	34.3	24
50 - 55	-	23.7	33.0	29
55 - 60	-	27.9	34.8	23

NUCLEO B6

0 - 5	2.9	7.2	5.0	10
5 - 10	<0.2	6.7	4.7	16
10 - 15	0.2	4.8	6.1	23
15 - 20	0.9	5.7	6.7	17
20 - 25	1.8	2.8	5.9	18
25 - 30	2.3	4.4	5.2	16
30 - 35	2.8	3.0	5.5	16
35 - 40	1.7	2.1	5.0	23
40 - 45	1.3	2.7	5.3	23
45 - 50	1.1	3.2	4.8	20
50 - 55	<0.2	3.3	4.2	18
55 - 60	4.4	2.8	5.0	23
60 - 70	1.4	4.2	6.1	18
70 - 80	2.0	3.6	5.1	27
80 - 89	0.8	3.3	5.7	22

NUCLEO B25

0 - 5	<0.2	22.6	11.2	28
5 - 10	-	20.8	12.5	35
10 - 15	-	26.1	12.7	30
15 - 20	-	27.1	12.2	40

NUCLEO B25

N1

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
20 - 25	-	29.9	13.3	30
25 - 30	-	29.7	11.6	36
30 - 35	-	29.8	12.4	17
35 - 40	-	34.3	12.5	22
40 - 45	-	28.7	10.7	22

NUCLEO B26

0 - 5	<0.2	45.6	5.8	31
5 - 10	-	33.9	8.4	29
10 - 15	-	30.2	9.7	36
15 - 20	-	24.0	4.7	21
20 - 25	-	28.1	2.9	17
25 - 30	-	30.9	-	-
30 - 35	-	26.0	7.5	32
35 - 40	-	26.0	6.5	19
40 - 45	-	12.8	3.9	12
45 - 50	-	9.7	7.4	19
50 - 57	-	9.7	2.5	17

NUCLEO B17

0 - 5	<0.2	3.1±0.6	5.2	11
5 - 10	-	4.1	3.6	19
10 - 15	-	5.0	3.7	16
15 - 20	-	4.4	3.9	16
20 - 25	-	9.2	2.0	19
25 - 30	-	4.4	4.1	20
30 - 35	-	2.5	4.5	22
35 - 40	-	6.3	3.0	16
40 - 45	-	4.3	6.1	16

NUCLEO B17

N1

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
45 - 50	-	4.3	4.5	25
50 - 55	-	3.9	4.5	20
55 - 60	-	3.5	5.2	30
60 - 70	-	5.0	6.0	17
70 - 80	-	4.1	4.2	17
80 - 89	-	5.0	4.2	22

NUCLEO B18

0 - 5	<0.2	2.5	4.8	12
5 - 10	-	3.2	3.0	15
10 - 15	-	4.1	2.8	15
15 - 20	-	3.0	3.6	12
20 - 25	-	3.4	3.5	20
25 - 30	-	3.6	3.7	21
30 - 35	-	3.0	3.6	12
35 - 40	-	2.8	3.7	15
40 - 45	-	3.3	4.0	20
45 - 50	-	2.8	3.5	21
50 - 60	-	2.4	3.1	16
60 - 70	-	3.3	3.2	23
70 - 80	-	2.7	2.8	15
80 - 90	-	2.1	2.4	15
90 - 100	-	2.5	2.7	15
100 - 110	-	2.9	2.6	27

NUCLEO B9

0 - 5	0.2±0.1	13.3±1.0	15.1	12
5 - 10	2.1	17.7	15.6	25
10 - 15	<0.2	16.3	16.9	12
15 - 20	3.4	18.4	16.3	8
20 - 25	0.6	18.7	18.3	15
25 - 28	2.5	20.3	20.3	11

NUCLEO B19

NI				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.2	10.3	15.0	11
5 - 10	-	10.1	15.3	14
10 - 15	-	14.4	15.0	12
15 - 20	-	14.9	15.8	7
20 - 24	-	12.7	12.7	8
24 - 28	-	15.6	15.9	16
NUCLEO B2				
0 - 5	1.9	11.0	12.4	26
5 - 10	1.0	15.8	13.5	5
10 - 15	<0.2	12.3	15.6	8
15 - 20	<0.2	14.4	16.5	6
20 - 25	<0.2	15.8	18.0	6
25 - 30	1.0	16.2	15.4	6
30 - 35	<0.2	17.6	17.3	10
35 - 40	1.1	17.2	16.9	13
40 - 46	<0.2	18.1	19.1	16
NUCLEO B14				
0 - 3	<0.2	25.1	2.1	20
3 - 6	-	-	-	-
6 - 10	-	22.6	1.6	22
10 - 15	-	-	-	-
15 - 20	-	19.8	3.9	26
20 - 25	-	22.6	4.2	19
25 - 30	-	18.4	2.7	17
30 - 35	-	17.5	3.0	16
35 - 40	-	11.8	4.0	27
40 - 45	-	11.3	2.9	17
45 - 50	-	10.6	3.5	23

NUCLEO B14

NI				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
50 - 55	-	10.6	2.8	23
55 - 60	-	10.4	2.7	26
60 - 67	-	11.3	2.7	19
NUCLEO B22				
0 - 5	<0.2	16.7±1.3	11.2	19
5 - 10	-	16.0	12.8	11
10 - 15	-	12.1	16.7	11
15 - 20	-	13.5	18.1	9
20 - 25	-	16.6	12.4	18
25 - 30	-	15.5	14.6	14
30 - 35	-	16.2	15.3	12
35 - 40	-	11.8	19.3	12
40 - 46	-	19.7	13.4	16
NUCLEO B3				
0 - 5	<0.2	1.9	<0.5	21
5 - 10	-	2.1	-	16
10 - 15	-	1.3	0.7	12
15 - 20	-	1.3	0.7	15
20 - 25	-	2.3	-	19
25 - 30	-	2.2	-	19
30 - 35	-	2.3	-	19
35 - 40	-	2.3	-	14
40 - 45	-	2.2	-	15
45 - 50	-	2.4	-	10
50 - 55	-	2.3	-	19
55 - 60	-	1.3	-	14

NUCLEO B29

Sección (cm)	NI			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	2.8	22.9	24.6	39
5 - 10	3.9	20.5	32.2	43
10 - 15	3.0	19.8	30.0	51
15 - 20	5.4	20.1	33.8	47
20 - 25	4.4	21.8	33.6	42
25 - 30	4.9	21.8	35.7	45
30 - 35	6.5	27.7	28.3	43
35 - 40	5.9	19.9	38.6	41
40 - 45	3.3	24.2	39.0	37
45 - 50	3.9	22.7	23.1	58
50 - 55	4.9	21.6	32.6	48
55 - 60	1.9	24.2	35.0	50
60 - 70	2.1	33.5	30.7	57

NUCLEO B31

0 - 5	<0.2	270	13.5	113
5 - 10	-	236	11.3	159
10 - 15	-	210	12.3	83
15 - 20	-	284	15.3	133
20 - 25	-	261	18.4	190
25 - 30	-	133	17.9	50
30 - 35	-	54.5	15.0	67
35 - 40	-	44.6	22.8	76
40 - 45	-	67.7	25.2	66
45 - 50	-	79.5	23.4	71
50 - 55	-	92.7	23.5	81
55 - 60	-	74.4	25.8	93
60 - 65	-	49.6	26.1	90
65 - 70	-	8.4	26.3	83
70 - 75	-	3.2	24.0	94
75 - 80	-	7.7	25.0	81

NUCLEO B31

Sección (cm)	NI			
	I/A	O/S	R	R/S
80 - 85	-	7.4	24.5	89
85 - 90	-	5.6	24.0	97
90 - 95	-	27.6	25.2	172
95 - 105	-	50.7	21.3	80

NUCLEO B1

Zn				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	6.3	26.2	99
5 - 10	-	3.8	26.0	99
10 - 15	-	3.4	24.0	89
15 - 20	-	3.1	24.8	76
20 - 25	-	5.1	24.1	88
25 - 30	-	4.6	24.5	89
30 - 35	-	6.3	22.5	94
35 - 40	-	3.9	25.5	97
40 - 45	-	3.8	21.2	103
45 - 50	-	1.0	21.6	115
50 - 55	-	6.8	20.3	105
55 - 60	-	6.1	20.4	105
60 - 65	-	5.7	20.5	110
65 - 70	-	3.5	21.5	151
70 - 75	-	3.5	20.3	202
75 - 80	-	6.2	21.7	186
80 - 85	-	3.9	24.3	93
85 - 91	-	2.7	21.2	97
91 - 101	-	2.5	24.5	96
101 - 113	-	4.5	22.6	95

NUCLEO B3

0 - 5	<0.1	34.9	44.7	140
5 - 10	-	32.9	55.9	138
10 - 15	-	24.8	59.5	146
15 - 20	-	18.3	69.0	139
20 - 25	-	27.5	61.5	141
25 - 30	-	31.1	62.6	140
30 - 35	-	32.0	66.0	147
35 - 40	-	18.6	74.2	156
40 - 45	-	19.3	71.0	141

NUCLEO B3

Zn				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
45 - 50	-	28.2	63.9	140
50 - 55	-	33.7	75.9	122
55 - 60	-	19.4	77.5	125
60 - 65	-	31.5	70.0	111
65 - 70	-	34.2	54.2	134
70 - 75	-	33.3	49.1	145
75 - 84	-	30.5	48.3	137

NUCLEO B4

0 - 5	<0.1	8.8	18.5	70
5 - 10	-	8.2	17.5	66
10 - 15	-	7.5	18.6	67
15 - 20	-	7.5	16.9	81
20 - 25	-	7.7	18.7	79
25 - 30	-	9.2	19.7	80
30 - 35	-	11.2	18.3	68
35 - 43	-	10.9	19.3	59

NUCLEO B12

0 - 5	<0.1	13.0	29.2	117
5 - 10	-	12.1	27.6	49
10 - 15	-	12.4	23.6	38
15 - 20	-	8.9	26.7	46
20 - 25	-	6.4	29.0	50
25 - 30	-	8.2	27.1	55
30 - 35	-	13.9	26.6	49
35 - 40	-	9.7	22.6	65
40 - 45	-	6.8	24.8	40
45 - 50	-	11.5	22.7	54
50 - 58	-	15.7	27.4	43

NUCLEO B7

Sección (cm)	Zn			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	0.5±0.5	7.9±0.5	30.0	86
5 - 10	0.2	8.0	30.1	77
10 - 15	0.3	7.7	28.9	79
15 - 20	2.5	8.5	29.4	77
20 - 25	0.6	9.4	28.1	70
25 - 30	0.4	13.1	24.6	78
30 - 35	<0.1	13.6	23.0	82
35 - 40	-	16.5	20.4	87
40 - 45	-	13.6	22.4	81
45 - 50	-	14.7	21.3	87
50 - 55	-	15.6	22.8	54
55 - 60	-	14.7	21.9	78
60 - 72	-	16.5	23.7	77

NUCLEO B24

0 - 5	<0.1	13.3	31.1	103
5 - 10	-	15.3	32.0	100
10 - 15	-	12.0	36.4	99
15 - 20	-	21.3	60.4	111
20 - 25	-	31.4	50.9	137
25 - 30	-	30.6	55.0	133
30 - 35	-	38.9	75.4	143
35 - 40	-	35.8	72.5	150
40 - 45	-	43.8	79.8	169
45 - 51	-	39.0	87.9	161

NUCLEO B5

Sección (cm)	Zn			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	27.8	54.7	95
5 - 10	-	25.5	58.4	95
10 - 15	-	24.0	53.5	101
15 - 20	-	21.5	63.4	95
20 - 25	-	23.5	72.5	122
25 - 30	-	25.1	63.0	116
30 - 35	-	22.7	66.6	134
35 - 40	-	22.7	74.1	124
40 - 45	-	23.0	93.2	107
45 - 50	-	16.1	85.4	119
50 - 55	-	19.9	83.2	113
55 - 60	-	25.6	86.0	119

NUCLEO B6

0 - 5	<0.1	6.6	24.9	103
5 - 10	-	6.2	24.0	102
10 - 15	-	5.0	26.0	103
15 - 20	-	5.3	26.2	108
20 - 25	-	4.5	23.8	101
25 - 30	-	6.2	25.5	98
30 - 35	-	4.5	24.9	104
35 - 40	-	4.6	22.7	94
40 - 45	-	4.5	24.1	93
45 - 50	-	4.6	21.6	88
50 - 55	-	4.1	21.0	96
55 - 60	-	5.4	22.5	91
60 - 70	-	4.5	24.2	92
70 - 80	-	5.5	24.0	90
80 - 89	-	0.2	23.5	88

NUCLEO B25

Zn

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	20.8	51.3	111
5 - 10	-	16.6	50.5	127
10 - 15	-	22.8	52.2	124
15 - 20	-	24.6	50.2	126
20 - 25	-	24.4	57.3	124
25 - 30	-	25.9	55.8	117
30 - 35	-	28.3	62.3	100
35 - 40	-	25.3	56.7	106
40 - 45	-	24.9	48.8	119

NUCLEO B26

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	43.7	43.5	116
5 - 10	-	22.5	47.3	142
10 - 15	-	19.9	47.9	143
15 - 20	-	16.9	29.9	122
20 - 25	-	21.4	32.5	108
25 - 30	-	-	-	-
30 - 35	-	21.5	57.6	117
35 - 40	-	16.4	46.9	167
40 - 45	-	9.0	28.0	93
45 - 50	-	6.9	22.5	77
50 - 57	-	8.0	21.3	86

NUCLEO B17

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	2.8	24.3	77
5 - 10	-	2.5	20.8	92
10 - 15	-	2.7	21.5	88
15 - 20	-	2.8	23.0	83
20 - 25	-	3.8	23.1	87

NUCLEO B17

Zn

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
25 - 30	-	2.8	22.4	86
30 - 35	-	2.1	22.9	84
35 - 40	-	3.0	22.1	84
40 - 45	-	2.7	18.5	88
45 - 50	-	3.0	22.8	82
50 - 55	-	3.0	19.6	84
55 - 60	-	2.7	20.5	82
60 - 70	-	3.1	21.2	81
70 - 80	-	2.6	19.8	82
80 - 89	-	3.1	21.5	82

NUCLEO B18

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	4.0	23.1	70
5 - 10	-	2.2	18.5	94
10 - 15	-	2.4	18.2	89
15 - 20	-	2.0	18.2	87
20 - 25	-	1.9	17.3	93
25 - 30	-	2.1	18.6	93
30 - 35	-	2.2	23.4	83
35 - 40	-	1.6	16.9	89
40 - 45	-	2.2	17.9	91
45 - 50	-	2.1	16.5	83
50 - 60	-	1.8	17.0	79
60 - 70	-	1.8	19.5	87
70 - 80	-	2.4	15.6	82
80 - 90	-	3.1	15.9	70
90 - 100	-	1.9	14.2	83
100 - 110	-	2.1	14.7	89

NUCLEO B9

In				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	16.3	34.6	63
5 - 10	-	16.1	37.4	72
10 - 15	-	14.0	37.9	65
15 - 20	-	14.7	37.7	55
20 - 25	-	13.6	36.8	77
25 - 28	-	16.5	37.7	69

NUCLEO B19

0 - 5	<0.1	16.5	37.1	56
5 - 10	-	14.6	30.3	66
10 - 15	-	14.3	33.1	57
15 - 20	-	13.3	37.1	44
20 - 24	-	11.9	30.3	46
24 - 28	-	18.7	34.1	82

NUCLEO B20

0 - 5	<0.1	11.9	38.6	81
5 - 10	-	17.5	28.6	47
10 - 15	-	13.0	24.2	52
15 - 20	-	17.0	27.7	31
20 - 25	-	16.7	35.2	50
25 - 30	-	17.1	29.1	48
30 - 35	-	18.0	35.7	53
35 - 40	-	18.9	39.5	70
40 - 46	-	21.2	39.7	72

NUCLEO B14

In				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	32.7	34.6	59
5 - 6	-	-	-	-
6 - 10	-	27.9	31.8	59
10 - 15	-	-	-	-
15 - 20	-	26.8	31.4	71
20 - 25	-	20.1	31.8	74
25 - 30	-	23.5	28.9	65
30 - 35	-	17.9	24.1	68
35 - 40	-	9.5	24.3	74
40 - 45	-	7.7	21.6	79
45 - 50	-	6.2	22.7	85
50 - 55	-	6.9	21.0	83
55 - 60	-	8.2	21.3	85
60 - 67	-	7.9	21.7	84

NUCLEO B22

0 - 5	<0.1	17.9	27.2	48
5 - 10	-	16.0	29.7	48
10 - 15	-	12.6	29.8	49
15 - 20	-	13.6	32.1	36
20 - 25	-	14.3	27.5	49
25 - 30	-	12.1	29.5	48
30 - 35	-	16.4	32.3	40
35 - 40	-	10.7	31.1	54
40 - 46	-	17.3	30.5	47

NUCLEO B37

Zn				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	7.8	24.5	107
5 - 10	-	7.4	25.2	114
10 - 15	-	6.7	25.9	102
15 - 20	-	6.4	23.8	115
20 - 25	-	8.0	20.7	115
25 - 30	-	8.7	22.8	105
30 - 35	-	11.5	19.7	117
35 - 40	-	14.0	19.0	108
40 - 45	-	11.9	18.5	116
45 - 50	-	12.9	21.2	106
50 - 55	-	14.1	20.8	111
55 - 60	-	13.2	22.5	102

NUCLEO B29

0 - 5	<0.1	17.4	70.5	162
5 - 10	-	17.2	64.0	177
10 - 15	-	13.2	55.0	195
15 - 20	-	13.6	74.2	187
20 - 25	-	14.8	71.3	191
25 - 30	-	11.7	85.0	191
30 - 35	-	16.9	64.1	206
35 - 40	-	13.6	84.8	183
40 - 45	-	11.7	91.2	187
45 - 50	-	12.9	80.0	201
50 - 55	-	15.5	69.9	201
55 - 60	-	13.0	87.6	207
60 - 70	-	15.7	87.8	210

NUCLEO B31

Zn				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.1	56.6	27.5	106
5 - 10	-	58.4	24.0	122
10 - 15	-	53.7	27.1	100
15 - 20	-	54.4	25.8	115
20 - 25	-	40.0	27.4	141
25 - 30	-	44.5	24.1	98
30 - 35	-	15.5	18.1	129
35 - 40	-	13.0	28.7	128
40 - 45	-	14.5	28.8	127
45 - 50	-	15.9	29.1	127
50 - 55	-	14.0	28.5	138
55 - 60	-	15.5	31.6	141
60 - 65	-	10.5	31.7	159
65 - 70	-	3.6	33.0	157
70 - 75	-	2.5	31.5	165
75 - 80	-	5.8	32.1	159
80 - 85	-	6.7	35.3	153
85 - 90	-	6.6	32.1	151
90 - 95	-	19.1	35.9	138
95 - 105	-	15.1	26.5	155

NUCLEO B1

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	13.5	3.7	37
5 - 10	-	9.7	4.7	34
10 - 15	-	9.8	3.6	39
15 - 20	-	8.1	3.6	38
20 - 25	-	14.4	2.7	36
25 - 30	-	10.1	3.8	36
30 - 35	-	14.4	3.5	30
35 - 40	-	7.4	4.3	43
40 - 45	-	7.4	3.3	36
45 - 50	-	2.0	3.3	50
50 - 55	-	13.4	2.7	39
55 - 60	-	14.5	2.7	40
60 - 65	-	12.9	3.2	39
65 - 70	-	9.0	3.9	38
70 - 75	-	10.7	4.4	50
75 - 80	-	12.2	3.4	42
80 - 85	-	4.8	3.5	52
85 - 91	-	7.8	4.9	41
91 - 101	-	5.8	4.8	39
101 - 113	-	8.9	3.5	43

NUCLEO B3

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	13.6	3.0	17
5 - 10	-	15.2	2.8	25
10 - 15	-	9.4	3.0	31
15 - 20	-	7.9	3.2	38
20 - 25	-	10.9	2.9	30
25 - 30	-	11.3	2.7	35
30 - 35	-	9.2	2.5	38
35 - 40	-	8.9	2.6	28

NUCLEO B3

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
40 - 45	-	7.7	3.2	31
45 - 50	-	9.1	3.2	25
50 - 55	-	7.9	2.5	30
55 - 60	-	8.6	3.1	32
60 - 65	-	10.6	2.1	44
65 - 70	-	12.2	2.1	37
70 - 75	-	12.3	1.9	35
75 - 84	-	10.9	2.2	37

NUCLEO B4

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	7.9	2.1	10
5 - 10	-	8.0	2.5	12
10 - 15	-	6.4	1.5	21
15 - 20	-	7.0	1.8	12
20 - 25	-	7.6	2.9	11
25 - 30	-	8.2	2.7	12
30 - 35	-	10.3	2.3	12
35 - 43	-	10.5	2.5	8

NUCLEO B5

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	< 0.6	8.0	7.3	22
5 - 10	-	14.3	6.4	25
10 - 15	-	14.3	4.3	21
15 - 20	-	15.6	5.0	22
20 - 25	-	13.4	4.8	24
25 - 30	-	15.0	4.4	18
30 - 35	-	12.2	5.2	25
35 - 40	-	12.4	4.0	27
40 - 45	-	12.6	4.0	22
45 - 50	-	11.1	4.3	28
50 - 55	-	6.9	6.5	21
55 - 60	-	8.0	5.9	21

NUCLEO B6

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.6	17.5	4.0	24
5 - 10	-	13.3	4.1	26
10 - 15	-	14.2	4.4	27
15 - 20	-	13.4	4.1	39
20 - 25	-	9.9	3.8	36
25 - 30	-	11.6	3.8	24
30 - 35	-	11.1	3.7	19
35 - 40	-	9.3	3.7	26
40 - 45	-	11.7	3.0	28
45 - 50	-	13.6	3.0	28
50 - 55	-	9.4	3.5	31
55 - 60	-	10.4	4.0	21
60 - 70	-	8.7	3.3	23
70 - 80	-	9.5	3.5	32
80 - 89	-	9.9	2.8	25

NUCLEO B15

0 - 5	<0.6	6.9±2.0	5.0	28
5 - 10	-	-	3.3	-
10 - 15	-	-	3.8	30
15 - 20	-	9.1	4.1	31
20 - 25	-	-	3.7	-
25 - 30	-	-	3.4	-
30 - 35	-	4.5	4.5	35
35 - 40	-	4.1	4.2	35
40 - 45	-	4.2	3.5	28

NUCLEO B26

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.6	12.3	6.0	23
5 - 10	-	12.0	4.6	28
10 - 15	-	12.8	5.5	65
15 - 20	-	16.1	4.0	31
20 - 25	-	15.8	3.8	14
25 - 30	-	-	-	-
30 - 35	-	15.1	4.4	1
35 - 40	-	15.3	5.1	17
40 - 45	-	11.4	5.2	14
45 - 50	-	8.9	4.3	11
50 - 57	-	8.6	3.1	12

NUCLEO B12

0 - 5	<0.6	18.8	2.6	2.6
5 - 10	-	20.6	2.5	12
10 - 15	-	18.3	2.3	1.8
15 - 20	-	12.8	2.2	16
20 - 25	-	13.7	2.8	13
25 - 30	-	13.1	2.2	11
30 - 35	-	12.5	2.4	8.0
35 - 40	-	5.2	2.3	12
40 - 45	-	10.1	2.2	7.0
45 - 50	-	7.1	1.5	18
50 - 58	-	6.5	1.7	11

NUCLEO B7

0 - 5	<0.6	10.9	2.8	19
5 - 10	-	10.8	5.1	17
10 - 15	-	8.8	2.7	20
15 - 20	-	6.2	2.1	21

NUCLEO B7

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
20 - 25	-	9.6	2.1	20
25 - 30	-	8.1	1.9	22
30 - 35	-	7.0	1.4	22
35 - 40	-	4.3	1.1	34
40 - 45	-	2.9	1.3	28
45 - 50	-	3.2	1.6	29
50 - 55	-	2.9	1.3	23
55 - 60	-	1.5	1.3	31
60 - 72	-	1.5	1.4	30

NUCLEO B24

0 - 5	<0.6	10.9	4.2	20
5 - 10	-	12.4	4.3	19
10 - 15	-	5.1	3.6	26
15 - 20	-	3.2	3.4	25
20 - 25	-	10.4	4.4	28
25 - 30	-	8.2	3.9	29
30 - 35	-	9.0	4.0	26
35 - 40	-	13.1	3.8	22
40 - 45	-	20.5	3.8	20
45 - 51	-	11.9	3.1	33

NUCLEO B17

0 - 5	<0.6	4.3	2.7	29
5 - 10	-	3.3	1.5	29
10 - 15	-	2.0	1.9	22
15 - 20	-	1.1	2.4	28
20 - 25	-	3.3	2.7	41
25 - 30	-	2.0	3.0	30
30 - 35	-	1.2	3.0	22
35 - 40	-	2.5	1.8	14

NUCLEO B17

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
40 - 45	-	2.6	3.1	20
45 - 50	-	3.2	3.0	30
50 - 55	-	2.2	2.2	32
55 - 60	-	4.0	3.0	24
60 - 70	-	6.1	3.6	29
70 - 80	-	5.7	2.7	22
80 - 89	-	6.1	2.7	22

NUCLEO B18

0 - 5	<0.6	10.3	4.2	20
5 - 10	-	8.5	3.0	21
10 - 15	-	6.4	2.3	26
15 - 20	-	6.0	3.4	22
20 - 25	-	6.6	3.1	28
25 - 30	-	5.7	3.7	27
30 - 35	-	7.4	2.3	36
35 - 40	-	2.9	2.9	29
40 - 45	-	3.5	2.9	25
45 - 50	-	4.0	3.0	25
50 - 60	-	4.3	2.8	20
60 - 70	-	6.7	2.5	31
70 - 80	-	2.7	2.2	25
80 - 90	-	5.5	2.6	22
90 - 100	-	6.2	2.6	19
100 - 110	-	2.0	2.4	30

NUCLEO B3

0 - 5	<0.6	10.2	4.1	17
5 - 10	-	12.9	2.9	18
10 - 15	-	9.8	4.1	22
15 - 20	-	10.6	2.8	14

NUCLEO B9				
Pb				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
20 - 25	-	9.4	3.1	15
25 - 28	-	9.8	3.0	17
NUCLEO B19				
0 - 5	<0.6	14.9	3.3	7
5 - 10	-	10.6	2.4	20
10 - 15	-	10.7	3.4	10
15 - 20	-	9.2	2.6	17
20 - 24	-	10.0	3.7	15
24 - 28	-	9.5	3.9	47
NUCLEO B20				
0 - 5	<0.6	16.7	4.8	22
5 - 10	-	15.0	4.5	10
10 - 15	-	10.0	4.3	18
15 - 20	-	13.5	3.7	6
20 - 25	-	11.7	3.7	8
25 - 30	-	11.7	2.7	14
30 - 35	-	11.2	3.6	20
35 - 40	-	11.0	3.5	24
40 - 46	-	13.0	2.9	22
NUCLEO B14				
0 - 5	<0.6	24.9	4.0	5
5 - 6	-	-	-	-
6 - 10	-	18.9	3.5	17
10 - 15	-	-	-	-
15 - 20	-	12.5	3.8	19
20 - 25	-	10.6	3.5	12
25 - 30	-	15.1	4.0	19

NUCLEO B14				
Pb				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
30 - 35	-	10.5	3.1	21
35 - 40	-	5.1	3.1	30
40 - 45	-	2.0	3.6	27
45 - 50	-	-	3.4	35
50 - 55	-	-	2.7	32
55 - 60	-	-	2.7	27
60 - 67	-	-	1.8	30
NUCLEO B22				
0 - 5	<0.6	15.8	3.7	14
5 - 10	-	13.8	3.3	18
10 - 15	-	11.2	3.1	15
15 - 20	-	12.7	2.4	15
20 - 25	-	9.6	1.5	23
25 - 30	-	9.2	3.2	17
30 - 35	-	8.1	3.2	19
35 - 40	-	8.5	3.1	23
40 - 46	-	6.0	3.3	16
NUCLEO B37				
0 - 5	<0.6	14.2	5.1	25
5 - 10	-	14.5	6.2	69
10 - 15	-	14.2	7.6	30
15 - 20	-	13.9	7.6	36
20 - 25	-	14.1	5.7	50
25 - 30	-	16.5	7.0	34
30 - 35	-	10.2	4.0	40
35 - 40	-	16.1	5.0	37
40 - 45	-	12.5	3.8	39
45 - 50	-	14.0	4.9	31
50 - 55	-	10.6	5.2	46
55 - 60	-	11.8	4.0	40

NUCLEO B29

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<0.6	8.1	5.1	25
5 - 10	-	19.9	5.0	19
10 - 15	-	9.7	5.7	21
15 - 20	-	23.7	4.9	33
20 - 25	-	6.5	4.7	32
25 - 30	-	<2.0	5.7	36
30 - 35	-	2.5	5.0	42
35 - 40	-	<2.0	7.4	32
40 - 45	-	-	6.9	29
45 - 50	-	-	6.8	38
50 - 55	-	-	8.9	21
55 - 60	-	-	7.0	29
60 - 70	-	-	7.2	51

NUCLEO B31

Sección (cm)	Pb			
	I/A	O/S	R	R/S
80 - 85	-	2.0	12.5	55
85 - 90	-	3.1	12.6	40
90 - 95	-	7.1	5.5	49
95 - 105	-	<2.0	7.4	45

NUCLEO B31

0 - 5	<0.6	3.1	12.4	57
5 - 10	-	8.8	11.7	48
10 - 15	-	35.3	10.7	20
15 - 20	-	19.3	12.3	32
20 - 25	-	17.6	13.8	38
25 - 30	-	7.7	7.2	45
30 - 35	-	<2.0	5.0	50
35 - 40	-	4.0	12.2	29
40 - 45	-	-	10.5	55
45 - 50	-	4.4	11.9	45
50 - 55	-	-	10.7	38
55 - 60	-	-	10.9	44
60 - 65	-	-	10.6	53
65 - 70	-	-	12.2	51
70 - 75	-	-	10.1	55
75 - 80	-	-	10.5	51

NUCLEO B1

Sección (cm)	Mn			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	1.3-1.0	28.5-3.1	82.6	293
5 - 10	1.2	22.2	84.6	297
10 - 15	1.1	20.9	81.5	296
15 - 20	1.1	19.5	81.6	238
20 - 25	1.0	28.9	79.4	271
25 - 30	1.1	26.4	85.1	278
30 - 35	1.1	39.9	78.7	291
35 - 40	1.2	24.3	95.6	293
40 - 45	<1.0	28.3	78.9	305
45 - 50	1.0	12.1	92.4	318
50 - 55	1.4	49.0	72.1	303
55 - 60	1.5	50.5	74.3	298
60 - 65	1.6	45.0	76.4	340
65 - 70	1.8	31.2	91.7	326
70 - 75	1.8	32.8	83.3	339
75 - 80	2.0	44.1	86.6	297
80 - 85	2.2	36.3	82.8	276
85 - 91	2.0	25.6	91.1	299
91 - 101	1.9	25.3	96.7	283
101 - 113	2.0	36.4	92.6	280

NUCLEO B3

0 - 5	265	1712	386	1866
5 - 10	28.5	104	85.3	511
10 - 15	18.5	68.9	70.0	470
15 - 20	16.8	70.7	74.2	443
20 - 25	15.5	71.3	60.0	418
25 - 30	12.1	65.5	61.5	471
30 - 35	15.0	82.5	56.8	574
35 - 40	10.5	64.5	76.3	575
40 - 45	9.9	49.6	70.5	158
45 - 50	9.1	92.4	82.0	432

NUCLEO B5

Sección (cm)	Mn			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	85.1	2096	532	1367
5 - 10	70.5	375	314	1091
10 - 15	44.8	686	243	161
15 - 20	25.4	358	181	820
20 - 25	18.8	250	148	836
25 - 30	16.9	242	118	890
30 - 35	18.7	207	266	788
35 - 40	18.0	268	155	1037
40 - 45	16.4	240	171	1029
45 - 50	16.5	204	214	959
50 - 55	16.5	224	187	750
55 - 60	18.3	245	214	762

NUCLEO B6

0 - 5	156	464	180	599
5 - 10	26.5	284	118	392
10 - 15	16.6	149	122	438
15 - 20	16.6	126	117	426
20 - 25	16.0	125	109	435
25 - 30	22.7	128	115	430
30 - 35	16.4	99	94	428
35 - 40	22.4	113	83	468
40 - 45	13.5	106	79	406
45 - 50	15.8	105	82	394
50 - 55	11.6	108	72	432
55 - 60	15.3	110	76	362
60 - 70	13.7	116	76	400
70 - 80	14.4	117	73	461
80 - 89	12.9	140	82	361

NUCLEO B3				
Sección (cm)	Mn			
	I/A	O/S	R	R/S
50 - 55	9.8	67.6	72.4	480
55 - 60	9.0	54.4	90.0	513
60 - 65	9.0	82.2	64.2	463
65 - 70	12.1	108	90.8	472
70 - 75	12.5	103	73.1	510
75 - 84	12.0	89.6	71.0	506
NUCLEO B4				
0 - 5	4.1	38.2	37.9	327
5 - 10	1.2	11.2	25.9	326
10 - 15	1.0	8.9	26.8	337
15 - 20	<1.0	8.1	24.8	312
20 - 25	<1.0	7.5	24.6	313
25 - 30	<1.0	8.7	25.4	330
30 - 35	<1.0	7.2	23.4	288
35 - 43	<1.0	7.4	23.4	225
NUCLEO B12				
0 - 5	<1.0	17.0	41.0	7317
5 - 10	-	22.5	39.4	147
10 - 15	-	12.2	25.6	128
15 - 20	-	10.6	22.8	122
20 - 25	-	12.4	27.3	125
25 - 30	-	16.1	29.8	121
30 - 35	-	26.0	29.3	145
35 - 40	-	26.6	20.3	192
40 - 45	-	16.1	26.1	106
45 - 50	-	27.7	26.6	116
50 - 58	-	26.3	26.5	116

NUCLEO B14				
Sección (cm)	Mn			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	95.0	8554	335	1268
5 - 6	135			
6 - 10	305	7400	670	-44
10 - 15	202			
15 - 20	130	1056	202	2214
20 - 25	93.9	846	166	601
25 - 30	89.4	2549	212	1443
30 - 35	218	1400	205	477
35 - 40	135	718	194	294
40 - 45	98.9	343	134	287
45 - 50	37.6	394	129	277
50 - 55	31.0	185	93	399
55 - 60	28.3	179	89	381
60 - 67	31.5	184	83	393
NUCLEO B22				
0 - 5	104	448	87.5	162
5 - 10	6.0	55.1	44.9	142
10 - 15	4.0	32.1	40.5	139
15 - 20	9.6	42.3	43.9	118
20 - 25	3.9	45.6	30.2	150
25 - 30	3.5	43.5	34.6	138
30 - 35	3.5	54.3	37.2	129
35 - 40	3.0	51.2	44.8	155
40 - 46	3.6	60.6	35.3	141

NUCLEO B7

Sección (cm)	Mn			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	8.5	60.6	90.2	303
5 - 10	2.5	28.6	68.1	265
10 - 15	2.7	43.2	49.2	294
15 - 20	1.9	60.4	47.3	294
20 - 25	1.7	69.8	39.3	270
25 - 30	2.9	79.8	35.2	302
30 - 35	2.4	91.1	38.0	323
35 - 40	2.7	108	40.8	310
40 - 45	1.9	112	38.1	310
45 - 50	2.2	121	30.4	312
50 - 55	2.5	127	30.5	310
55 - 60	2.3	139	28.4	290
60 - 72	1.5	105	36.1	270

NUCLEO B24

0 - 5	210	1520	271	1158
5 - 10	84.9	614	227	1010
10 - 15	70.5	456	207	973
15 - 20	115	2042	626	1293
20 - 25	156	3608	889	1838
25 - 30	139	1280	467	1278
30 - 35	127	956	406	816
35 - 40	100	767	403	2755
40 - 45	129	1650	728	2838
45 - 51	162	2544	818	2276

NUCLEO B17

Sección (cm)	Mn			
	I/A	O/S	R	R/S
25 - 30	3.4	24.9	27.6	252
30 - 35	5.5	25.0	40.8	251
35 - 40	5.8	32.2	24.6	253
40 - 45	4.6	30.8	33.9	244
45 - 50	4.2	33.2	32.0	254
50 - 55	6.1	44.6	37.8	258
55 - 60	4.9	40.2	42.0	255
60 - 70	5.1	42.6	43.5	236
70 - 80	4.8	47.1	43.0	263
80 - 89	5.9	48.3	39.1	240

NUCLEO B18

0 - 5	4.9	32.1	39.1	284
5 - 10	5.4	23.1	19.5	293
10 - 15	4.6	26.6	18.9	292
15 - 20	5.4	33.1	35.0	286
20 - 25	6.3	33.6	30.6	307
25 - 30	6.0	39.2	36.1	301
30 - 35	6.1	53.9	53.0	306
35 - 40	9.0	54.6	49.1	287
40 - 45	8.6	53.3	48.9	299
45 - 50	6.9	52.5	50.0	275
50 - 60	7.9	57.8	69.8	288
60 - 70	6.7	54.9	59.1	281
70 - 80	7.0	56.0	56.9	287
80 - 90	4.8	62.6	66.6	294
90 - 100	4.7	73.1	49.4	291
100 - 110	6.2	45.5	38.8	290

NUCLEO B9

Sección (cm)	Mn			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	16.5	282	94.0	113
5 - 10	8.4	76.1	65.3	184
10 - 15	3.0	17.5	34.9	183
15 - 20	3.2	16.2	32.8	172
20 - 25	2.6	17.4	31.0	185
25 - 28	3.1	21.7	32.5	183

NUCLEO B19

0 - 5	6.5	79.4	65.8	145
5 - 10	5.1	58.5	60.3	121
10 - 15	4.4	55.8	62.2	128
15 - 20	4.3	56.3	66.4	99
20 - 24	4.2	42.0	52.2	119
24 - 26	4.0	65.8	51.9	124

NUCLEO B20

0 - 5	44.0	231	132	345
5 - 10	9.8	193	75	101
10 - 15	4.5	52.1	53	134
15 - 20	3.7	44.6	41	95
20 - 25	3.3	39.2	38	153
25 - 30	3.3	42.2	34	133
30 - 35	4.2	37.7	39	158
35 - 40	3.9	44.1	32	164
40 - 46	3.1	40.6	35	396

NUCLEO B25

Sección (cm)	Mn			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	62.1	855	104	669
5 - 10	6.1	77.7	45.6	403
10 - 15	6.1	61.1	37.0	365
15 - 20	9.0	73.9	31.4	412
20 - 25	8.7	80.4	36.1	402
25 - 30	8.5	85.2	39.4	425
30 - 35	9.8	104	43.2	353
35 - 40	9.9	103	38.8	377
40 - 45	9.1	87	34.7	393

NUCLEO B26

0 - 5	235	10990	538	3726
5 - 10	234	2292	537	1604
10 - 15	160	1728	323	1539
15 - 20	105	1125	271	810
20 - 25	150	2040	118	1668
25 - 30	227			
30 - 35	235	3157	408	3007
35 - 40	153	1200	176	861
40 - 45	56.1	602	111	506
45 - 50	43.8	411	75	391
50 - 57	44.7	247	50	477

NUCLEO B17

0 - 5	4.1	16.9	39.8	245
5 - 10	3.5	21.6	26.2	271
10 - 15	3.7	23.2	24.5	260
15 - 20	3.8	23.8	25.0	245
20 - 25	3.6	30.2	20.5	253

NUCLEO B31

Mn

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	<1.0	14104	658	4086
5 - 10	1.5	12740	699	6489
10 - 15	1.0	11890	602	3515
15 - 20	<1.0	15023	753	5649
20 - 25	<1.0	10023	1056	16770
25 - 30	1.3	10300	856	285
30 - 35	<1.0	3915	502	1872
35 - 40	5.5	3365	735	2111
40 - 45	28.5	4275	699	2414
45 - 50	12.9	5490	601	2292
50 - 55	16.0	5455	618	1753
55 - 60	19.9	4315	560	2569
60 - 65	19.1	4208	522	868
65 - 70	13.2	775	488	1295
70 - 75	5.4	310	344	721
75 - 80	4.0	465	316	1184
80 - 85	<1.0	531	301	642
85 - 90	<1.0	659	258	713
90 - 95	<1.0	1405	278	998
95 - 105	1.6	2765	249	3546

NUCLEO B37

Mn

Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	8.3	152	40.8	479
5 - 10	9.4	186	60.1	479
10 - 15	9.3	153	74.9	451
15 - 20	6.7	164	77.3	443
20 - 25	6.5	410	71.1	577
25 - 30	5.9	170	48.5	462
30 - 35	6.9	162	35.9	468
35 - 40	8.1	189	38.3	431
40 - 45	6.4	165	36.2	472
45 - 50	5.5	175	39.0	440
50 - 55	5.6	303	20.2	403
55 - 60	6.3	205	43.9	417

NUCLEO B29

0 - 5	177	708	226	943
5 - 10	59.9	215	167	914
10 - 15	36.4	162	146	685
15 - 20	28.5	127	144	1058
20 - 25	24.6	130	139	1001
25 - 30	25.1	104	142	954
30 - 35	25.8	162	115	929
35 - 40	23.5	106	136	1097
40 - 45	23.8	129	174	634
45 - 50	23.1	106	98	1334
50 - 55	21.6	123	112	1082
55 - 60	21.7	130	139	1102
60 - 70	21.6	170	138	1302

NUCLEO B1				
Fe				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	5.6	200	3751	31345
5 - 10	2.1	93.2	3904	32201
10 - 15	3.1	83.1	3870	29844
15 - 20	3.6	77.3	3967	26352
20 - 25	3.6	350	3598	29248
25 - 30	4.1	153	4085	29458
30 - 35	2.9	812	3708	29877
35 - 40	2.7	150	4574	30773
40 - 45	2.7	205	4245	31147
45 - 50	2.3	16.9	4868	31213
50 - 55	2.6	861	3728	31208
55 - 60	3.5	865	4403	29928
60 - 65	3.1	805	4339	29453
65 - 70	2.5	197	4408	32092
70 - 75	2.6	147	4108	32542
75 - 80	3.7	596	4381	30719
80 - 85	3.6	186	4438	29572
85 - 91	2.9	151	4219	31547
91 - 101	2.7	134	4552	30711
101 - 115	4.0	487	4757	29852
NUCLEO B3				
0 - 5	7.2	224	2214	31925
5 - 10	4.5	79.9	2115	31056
10 - 15	4.2	46.9	2237	31459
15 - 20	4.5	49.5	2794	30391
20 - 25	4.7	115	2795	31073
25 - 30	3.7	109	2767	33619
30 - 35	3.5	176	3197	32246
35 - 40	5.0	68.5	3460	33667
40 - 45	5.5	114	3905	31802
45 - 50	3.6	296	3496	31902

NUCLEO B3				
Fe				
Sección (cm)	I/A	O/S	R	R/S
50 - 55	5.7	614	3217	30263
55 - 60	4.9	99.5	3715	30780
60 - 65	7.2	798	3512	29683
65 - 70	5.7	1189	3182	30523
70 - 75	3.5	901	3369	31524
75 - 84	5.8	676	3247	31071
NUCLEO B4				
0 - 5	4.3	133	2251	28598
5 - 10	7.1	133	2124	27516
10 - 15	7.5	81.0	2030	27365
15 - 20	5.0	93.2	1868	26617
20 - 25	11.6	105	2054	27616
25 - 30	18.1	201	2221	27839
30 - 35	9.2	224	2067	24878
35 - 45	8.0	320	2085	22762
NUCLEO B12				
0 - 5	-	78.2	3475	20805
5 - 10	-	78.6	3705	17076
10 - 15	-	89.7	2000	16081
15 - 20	-	104	2730	16431
20 - 25	-	175	2919	16730
25 - 30	-	180	1754	17727
30 - 35	-	739	2544	17617
35 - 40	-	1223	1691	20386
40 - 45	-	477	1892	14631
45 - 50	-	803	1833	17864
50 - 55	-	918	2366	17316

NUCLEO B7

Sección (cm)	Fe			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	5.7	210	2909	27075
5 - 10	3.7	297	3228	25271
10 - 15	7.6	1100	3467	28085
15 - 20	7.0	1330	4090	26973
20 - 25	4.4	1843	4646	24707
25 - 30	3.4	2621	4174	24502
30 - 35	3.7	2810	4067	26219
35 - 40	4.8	3928	4056	24711
40 - 45	3.0	3385	3855	25157
45 - 50	3.3	3087	4312	25698
50 - 55	3.3	3510	4515	23772
55 - 60	3.3	3565	4072	23850
60 - 72	1.4	3449	4948	23902

NUCLEO B24

0 - 5	1.6	772	4418	29908
5 - 10	1.6	1006	4418	27874
10 - 15	<0.4	985	6179	26436
15 - 20	1.0	815	6039	26445
20 - 25	1.5	1103	4903	29183
25 - 30	3.1	763	5022	29612
30 - 35	2.7	669	4806	28222
35 - 40	2.4	844	5068	26686
40 - 45	0.9	930	4500	28970
45 - 51	1.4	481	5440	30577

NUCLEO B5

Sección (cm)	Fe			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	2.9	63.3	2890	25367
5 - 10	4.2	59.9	3393	23267
10 - 15	5.2	95.0	3350	24358
15 - 20	3.8	113	3645	22778
20 - 25	4.1	109	3782	24492
25 - 30	21.2	152	3170	23950
30 - 35	6.7	143	3546	25757
35 - 40	25.4	199	3952	24805
40 - 45	3.4	169	4452	24173
45 - 50	5.6	224	4674	24647
50 - 55	4.8	172	4925	23603
55 - 60	4.7	221	5696	22337

NUCLEO B6

0 - 5	4.1	549	3220	33010
5 - 10	2.1	653	2947	33696
10 - 15	3.7	617	3250	32123
15 - 20	0.8	662	3204	33210
20 - 25	3.2	557	3003	34821
25 - 30	2.6	674	3567	32246
30 - 35	5.4	503	3553	31273
35 - 40	3.5	648	3205	32518
40 - 45	2.5	837	3838	30273
45 - 50	2.4	1028	3881	29578
50 - 55	2.3	720	3799	30601
55 - 60	2.6	752	3345	29095
60 - 70	4.0	373	3753	28229
70 - 80	2.2	904	3500	29638
80 - 89	2.3	971	3524	28303

NUCLEO B25

Sección (cm)	Fe			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	6.3	322	2253	34606
5 - 10	1.3	371	2658	38664
10 - 15	0.9	639	3029	37318
15 - 20	2.3	477	2671	33442
20 - 25	5.9	631	3234	33721
25 - 30	5.9	738	3149	32693
30 - 35	2.2	800	3660	28201
35 - 40	1.6	785	3463	28436
40 - 45	5.9	750	3205	30430

NUCLEO B26

0 - 5	4.2	434	2846	26606
5 - 10	2.3	232	2575	28487
10 - 15	2.7	247	2775	29866
15 - 20	2.4	628	2130	28918
20 - 25	10.5	1234	2119	27116
25 - 30				
30 - 35	2.9	545	3000	27843
35 - 40	3.0	685	5000	25404
40 - 45	3.2	1597	3860	24877
45 - 50	9.4	1400	4287	22349
50 - 57	5.4	2088	5840	22842

NUCLEO B17

0 - 5	<1.4	246	3668	31544
5 - 10	-	346	3618	34175
10 - 15	-	426	4039	33301
15 - 20	-	345	4368	33566
20 - 25	-	1021	4218	34601
25 - 30	-	454	4150	33576

NUCLEO B17

Sección (cm)	Fe			
	I/A	O/S	R	R/S
30 - 35	-	214	3750	35376
35 - 40	-	759	4600	31869
40 - 45	-	298	4839	32833
45 - 50	-	508	4416	32645
50 - 55	-	502	3982	33213
55 - 60	-	356	4307	31632
60 - 70	-	470	4484	31226
70 - 80	-	597	3891	33507
80 - 89	-	767	4166	31807

NUCLEO B18

0 - 5	1.4	105	2718	31288
5 - 10	2.9	202	2622	33493
10 - 15	1.0	235	2856	33442
15 - 20	1.1	196	3049	32417
20 - 25	1.0	178	2725	33898
25 - 30	2.1	181	2832	34670
30 - 35	1.4	176	3247	32960
35 - 40	1.4	222	3273	32573
40 - 45	1.5	175	3222	34550
45 - 50	1.5	180	3080	32310
50 - 60	1.4	170	3587	32672
60 - 70	1.7	421	3768	32711
70 - 80	1.6	851	3482	30965
80 - 90	1.9	728	3708	31562
90 - 100	1.4	495	3424	32977
100 - 110	3.5	645	3489	31864

NUCLEO B9

Sección (cm)	Fe			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	3.2	184	2578	17857
5 - 10	1.6	105	2851	17573
10 - 15	1.5	101	2672	18565
15 - 20	1.4	217	3079	17495
20 - 25	2.0	245	3367	18341
25 - 28	1.0	583	4139	17840

NUCLEO B19

0 - 5	4.3	507	3811	16189
5 - 10	1.4	205	2960	17610
10 - 15	2.9	320	2177	16723
15 - 20	1.2	244	3837	13786
20 - 24	4.6	220	2899	15343
24 - 28	1.1	439	3674	17381

NUCLEO B20

0 - 5	3.6	61.4	2202	17107
5 - 10	2.9	112	1700	16038
10 - 15	2.9	117	2380	15043
15 - 20	1.3	188	2580	13211
20 - 25	2.8	178	2923	17157
25 - 30	3.1	442	2974	15711
30 - 35	2.4	574	3120	16620
35 - 40	2.2	659	3460	18229
40 - 46	1.0	545	4000	20898

NUCLEO B14

Sección (cm)	Fe			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 3	4.8	582	2208	16939
3 - 6	3.6			
6 - 10	8.5	360	1910	17659
10 - 15	8.3			
15 - 20	6.4	784	1994	17630
20 - 25	7.7	854	2168	20107
25 - 30	7.5	1483	2141	17646
30 - 35	<0.4	2470	2661	18354
35 - 40	4.5	1969	3552	23494
40 - 45	2.4	2291	3723	24629
45 - 50	4.0	2000	3612	27493
50 - 55	4.8	3063	3125	27487
55 - 60	6.5	3468	3125	29133
60 - 67	4.5	3090	3181	28285

NUCLEO B22

0 - 5	3.1	106	1920	20087
5 - 10	3.0	79.5	1711	20962
10 - 15	1.4	65.6	2054	20817
15 - 20	4.7	231	2944	18684
20 - 25	1.3	245	2480	20143
25 - 30	2.0	330	3021	19181
30 - 35	1.6	410	3667	19611
35 - 40	2.3	355	3351	21127
40 - 46	1.0	585	3575	19295

NUCLEO B37

Sección (cm)	Fe			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	12.3	950	4683	31139
5 - 10	7.6	1072	4158	29851
10 - 15	6.8	1290	4656	28887
15 - 20	7.6	1211	4346	29280
20 - 25	11.2	1094	4734	29751
25 - 30	10.4	1328	4653	27596
30 - 35	4.8	1375	4531	29479
35 - 40	4.8	1448	5072	32666
40 - 45	9.8	1330	4394	33557
45 - 50	5.0	1200	5100	28287
50 - 55	9.2	1220	5227	30935
55 - 60	13.0	1376	5018	26905

NUCLEO B39

0 - 5	<0.4	69.7	3182	32131
5 - 10	-	80.4	2548	34153
10 - 15	-	64.1	2221	35177
15 - 20	-	147	2815	34195
20 - 25	-	144	3097	35021
25 - 30	-	138	2698	36410
30 - 35	-	148	2854	35877
35 - 40	-	136	3140	35482
40 - 45	-	155	3974	36204
45 - 50	-	192	3260	36272
50 - 55	-	244	3860	38305
55 - 60	-	185	3545	37805
60 - 70	-	307	3860	38353

NUCLEO B31

Sección (cm)	Fe			
	I/A	O/S	R	R/S
0 - 5	5.7	2649	4870	28405
5 - 10	7.1	2128	4195	31507
10 - 15	5.7	2479	4865	28395
15 - 20	1.7	2152	4780	29823
20 - 25	2.7	1115	5245	33696
25 - 30	3.5	1474	4160	34691
30 - 35	2.4	1063	3125	38353
35 - 40	2.7	753	4582	38797
40 - 45	4.7	795	4198	35767
45 - 50	2.9	787	4263	36799
50 - 55	1.6	835	3715	37504
55 - 60	0.7	610	4025	37029
60 - 65	2.2	507	3840	41717
65 - 70	2.9	307	4031	43801
70 - 75	1.6	145	3187	41645
75 - 80	4.0	281	3306	39790
80 - 85	1.4	166	3365	44552
85 - 90	1.7	568	2970	40146
90 - 95	2.6	302	2858	40623
95 - 105	2.9	276	2871	43134

APENDICE 5

PERFILES DE METALES PESADOS EN LAS FASES GEOQUIMICAS DE LOS SEDIMENTOS DE LA PARTE CENTRO Y SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Núcleos de la Plataforma Continental

- Figura 5.1 Eh y concentraciones de Pb, Co, Cd en la fracción oxidable del núcleo B7.
- Figura 5.2 C-org y concentraciones de Zn, Ni, Cr y Cu, en la fracción oxidable del núcleo B7.
- Figura 5.3 C-org y concentraciones de Fe y Mn en la fracción oxidable del núcleo B7.
- Figura 5.4 Concentraciones de Zn, Cu y Ni en la fracción reducible del núcleo B7.
- Figura 5.5 Concentraciones de Cr, Pb y Co en la fracción reducible del núcleo B7.
- Figura 5.6 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B7.
- Figura 5.7 C-org y concentraciones de Zn, Cd, Co y Cr, en las fracciones oxidables del núcleo B1.
- Figura 5.8 C-org y concentraciones de Pb, Ni y Cu en la fracción oxidable del núcleo B1.
- Figura 5.9 C-org y concentraciones de Mn y Fe, en la fracción oxidable del núcleo B1.
- Figura 5.10 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B1.
- Figura 5.11 Concentraciones de Pb, Co y Cd en la fracción reducible del núcleo B1.
- Figura 5.12 Concentraciones de Zn, Ni, Cu y Cr en la fracción reducible del núcleo B1.
- Figura 5.13 C-org y concentraciones de Cu, Ni, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B37.
- Figura 5.14 Concentraciones de Pb, Zn y Cr, en la fracción oxidable del núcleo B37.
- Figura 5.15 C-org y concentraciones de Fe y Mn en la fracción oxidable del núcleo B37.
- Figura 5.16 Concentraciones de Cu, Pb, Co y Cr en la fracción reducible del núcleo B37.
- Figura 5.17 Concentraciones de Mn, Fe y Zn en la fracción reducible del núcleo B37.

Núcleos del Talud y Borde de las Cuencas

- Figura 5.18 C-org y concentraciones de Ni, Zn y Cu en la fracción oxidable del núcleo B17.
- Figura 5.19 C-org y concentraciones de Pb, Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B17.
- Figura 5.20 C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B17.
- Figura 5.21 Concentraciones de Zn, Cu y Ni en la fracción reducible del núcleo B17.
- Figura 5.22 Concentraciones de Cr, Pb, Co y Cd en la fracción reducible del núcleo B17.
- Figura 5.23 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B17.

- Figura 5.24 C-org y concentraciones de Pb, Ni y Zn en la fracción oxidable del núcleo B18.
- Figura 5.25 C-org y concentraciones de Cu, Co, Cr y Cd en la fracción oxidable del núcleo B18.
- Figura 5.26 C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B18.
- Figura 5.27 Concentraciones de Cu, Pb, Ni, Co y Cr en la fracción reducible del núcleo B18.
- Figura 5.28 Concentraciones de Mn, Fe y Zn en la fracción reducible del núcleo B18.
- Figura 5.29 C-org, Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B19.
- Figura 5.30 C-org y concentraciones de Cu, Co, Cr y Cd en la fracción oxidable del núcleo B19.
- Figura 5.31 Concentraciones de Zn, Ni y Pb en la fracción oxidable del núcleo B19.
- Figura 5.32 Concentraciones de Zn, Ni y Cr en la fracción reducible del núcleo B19.
- Figura 5.33 Concentraciones de Pb, Co y Cu en la fracción reducible del núcleo B19.
- Figura 5.34 Concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B19.
- Figura 5.35 C-org y concentraciones de Zn, Ni, Pb y Cu en la fracción oxidable del núcleo B20.
- Figura 5.36 C-org y concentraciones de Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B20.
- Figura 5.37 C-org, Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B20.
- Figura 5.38 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B20.
- Figura 5.39 Concentraciones de Cr, Pb y Co en la fracción reducible del núcleo B20.
- Figura 5.40 Concentraciones de Cu, Ni y Zn en la fracción reducible del núcleo B20.
- Figura 5.41 Concentraciones de Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B22.
- Figura 5.42 Concentraciones de Cu, Pb, Ni y Zn en la fracción oxidable del núcleo B22.
- Figura 5.43 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B22.
- Figura 5.44 Concentraciones de Cu, Ni y Zn en la fracción reducible del núcleo B22.
- Figura 5.45 Concentraciones de Cr, Pb y Co en la fracción reducible del núcleo B22.
- Figura 5.46 Eh y concentraciones de Fe y Mn en la fracción reducible del núcleo B22.
- Figura 5.47 Concentraciones de Ni, Pb, Cu, Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B9.
- Figura 5.48 Concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B9.
- Figura 5.49 Concentraciones de Cr, Ni y Zn en la fracción reducible del núcleo B9.

- Figura 5.50 Concentraciones de Cu, Pb y Co en la fracción reducible del núcleo B9.
- Figura 5.51 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B9.
- Figura 5.52 Concentraciones de Ni, Pb, Zn y Cu en la fracción oxidable del núcleo B12.
- Figura 5.53 C-org y concentraciones de Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B12.
- Figura 5.54 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B12.
- Figura 5.55 Concentraciones de Zn, Ni, Cu y Pb en la fracción reducible del núcleo B12.
- Figura 5.56 Eh y concentraciones de Fe y Mn en la fracción reducible del núcleo B12.
- Figura 5.57 Concentraciones de Cr, Co y Cd en la fracción reducible del núcleo B12.
- Figura 5.58 C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B25.
- Figura 5.59 Concentraciones de Cd, Co, Cr, Cu, Ni y Zn en la fracción oxidable del núcleo B25.
- Figura 5.60 Concentraciones de Co, Pb, Cr, Cu, Ni y Zn en la fracción reducible del núcleo B25.
- Figura 5.61 Concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B25.
- Figura 5.62 Concentraciones de Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B3.
- Figura 5.63 Concentraciones de Pb, Cu, Zn y Ni en la fracción oxidable del núcleo B3.
- Figura 5.64 C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B3.
- Figura 5.65 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B3.
- Figura 5.66 Concentraciones de Ni, Cu y Zn en la fracción reducible del núcleo B3.
- Figura 5.67 Concentraciones de Cr, Co y Pb en la fracción reducible del núcleo B3.
- Figura 5.68 C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B4.
- Figura 5.69 C-org y concentraciones de Pb, Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B4.
- Figura 5.70 C-org y concentraciones de Cu, Ni y Zn en la fracción oxidable del núcleo B4.
- Figura 5.71 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B4.
- Figura 5.72 Concentraciones de Cr, Pb y Co en la fracción reducible del núcleo B4.
- Figura 5.73 Concentraciones de Ni, Cu y Zn en la fracción reducible del núcleo B4.

Núcleos de las Depresiones de las Cuencas

- Figura 5.74 C-org y concentraciones de Pb, Ni y Zn en la fracción oxidable del núcleo B14.
- Figura 5.75 C-org y concentraciones de Cu, Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B14.
- Figura 5.76 Eh, C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B14.
- Figura 5.77 Eh y concentraciones de Fe y Mn en la fracción reducible del núcleo B14.
- Figura 5.78 Concentraciones de Cu, Pb y Zn en la fracción reducible del núcleo B14.
- Figura 5.79 Concentraciones de Ni, Cr y Co en la fracción reducible del núcleo B14.
- Figura 5.80 Concentraciones de Co, Cr, Cu, Pb, Ni y Zn, en la fracción oxidable del núcleo B5.
- Figura 5.81 C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B5.
- Figura 5.82 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B5.
- Figura 5.83 Concentraciones de Co, Cu, Ni y Zn en la fracción reducible del núcleo B5.
- Figura 5.84 Concentraciones de Cr y Pb en la fracción reducible del núcleo B5.
- Figura 5.85 Eh y concentraciones de Pb, Zn, Ni y Cu en la fracción oxidable del núcleo B6.
- Figura 5.86 Eh y concentraciones de Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B6.
- Figura 5.87 C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B6.
- Figura 5.88 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B6.
- Figura 5.89 Concentraciones de Ni, Pb y Zn en la fracción reducible del núcleo B6.
- Figura 5.90 Concentraciones de Cu, Cr y Co en la fracción reducible del núcleo B6.
- Figura 5.91 Eh, C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B24.
- Figura 5.92 C-org y concentraciones de Pb, Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B24.
- Figura 5.93 C-org y concentraciones de Cu, Ni y Zn en la fracción oxidable del núcleo B24.
- Figura 5.94 Concentraciones de Cu, Ni y Zn en la fracción reducible del núcleo B24.
- Figura 5.95 Concentraciones de Co, Pb y Cr en la fracción reducible del núcleo B24.
- Figura 5.96 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B24.
- Figura 5.97 C-org y concentraciones de Pb, Ni, Cu y Zn en la fracción oxidable del núcleo B26.
- Figura 5.98 C-org y concentraciones de Cd, Co y Cr en la fracción oxidable del núcleo B26.

- Figura 5.99 Eh, C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B26.
- Figura 5.100 Concentraciones de Ni, Cu y Zn en la fracción reducible del núcleo B26.
- Figura 5.101 Concentraciones de Cr, Co y Pb en la fracción reducible del núcleo B26.
- Figura 5.102 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B26.
- Figura 5.103 C-org y concentraciones de Cu, Ni y Zn en la fracción oxidable del núcleo B29.
- Figura 5.104 C-org y concentraciones de Cr, Co y Cd en la fracción oxidable del núcleo B29.
- Figura 5.105 Concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B29.
- Figura 5.106 Concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B29.
- Figura 5.107 Concentraciones de Cr, Co y Pb en la fracción reducible del núcleo B29.
- Figura 5.108 Concentraciones de Ni, Cu y Zn en la fracción reducible del núcleo B29.

Núcleo de los Fondos Pelágicos

- Figura 5.109 Eh, C-org y concentraciones de Mn y Fe en la fracción oxidable del núcleo B31.
- Figura 5.110 Concentraciones de Pb, Co y Zn en la fracción oxidable del núcleo B31.
- Figura 5.111 C-org y concentraciones de Ni y Cu en la fracción oxidable del núcleo B31.
- Figura 5.112 C-org y concentraciones de Cr y Cd en la fracción oxidable del núcleo B31.
- Figura 5.113 Concentraciones de Cu, Ni y Zn en la fracción reducible del núcleo B31.
- Figura 5.114 Concentraciones de Co, Cr y Pb en la fracción reducible del núcleo B31.
- Figura 5.115 Eh y concentraciones de Mn y Fe en la fracción reducible del núcleo B31.

Núcleos de la Cuenca de Guaymas

- Figura 5.116 Concentración de Mn disuelto y adsorbido en los núcleos B14, B17 y B18 de la Cuenca de Guaymas.
- Figura 5.117 Concentración de Mn en la fracción oxidable de los núcleos B14, B17 y B18 de la Cuenca de Guaymas.
- Figura 5.118 Concentración de Mn en la fracción reducible de los núcleos B14, B17 y B28 de la Cuenca de Guaymas.
- Figura 5.119 Concentración de Mn en las principales fracciones del núcleo B17.
- Figura 5.120 Concentración de Mn en las principales fracciones del núcleo B18.
- Figura 5.121 Concentración de Mn en las fracciones reducibles y la extraída con BaCl₂ (pH=7) en el núcleo B14.

- Figura 5.122 Concentración de Mn en las fracciones oxidable y residual del núcleo B14.
- Figura 5.123 Concentración de Fe disuelto y adsorbido en los núcleos B14, B17 y B18 de la Cuenca de Guaymas.
- Figura 5.124 Concentración de Fe en la fracción oxidable de los núcleos B14, B17 y B18.
- Figura 5.125 Concentración de Fe en la fracción reducible de los núcleos B14, B17 y B18.
- Figura 5.126 Concentración de Fe en la fracción reducible y residual del núcleo B17.
- Figura 5.127 Concentración de Fe en las fracciones residual y reducible del núcleo B18.
- Figura 5.128 Concentración de Fe en las fracciones residual, reducible y oxidable del núcleo B14.
- Figura 5.129 Concentración de Cd en la fracción oxidable de los núcleos B14, B17 y B18.
- Figura 5.130 Concentración de Ni en la fracción oxidable de los núcleos B14, B17 y B18.
- Figura 5.131 Concentración de Zn en la fracción oxidable de los núcleos B14, B17 y B18.
- Figura 5.132 Concentración de Zn en la fracción reducible de los núcleos B14, B17 y B18.
- Figura 5.133 Concentración de Zn en la fracción carbonatada de los núcleos B14, B17 y B18.
- Figura 5.134 Concentración de Pb en la fracción oxidable de los núcleos B14, B17 y B18.

Núcleos de Cuenca del Carmen

- Figura 5.135 Concentración de Mn disuelto y adsorbido en los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.136 Concentración de Mn en la fracción oxidable de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.137 Concentración de Mn en las fracciones residual, reducible y oxidable del núcleo B7.
- Figura 5.138 Concentración de Mn en las fracciones del núcleo B12.
- Figura 5.139 Concentración de Fe disuelto y adsorbido en los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.140 Concentración de Fe en la fracción oxidable de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.141 Concentración de Fe en la fracción reducible de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.142 Concentración de Fe en las fracciones del núcleo B7.
- Figura 5.143 Concentración de Cd en la fracción oxidable de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.144 Concentración de Cr en la fracción oxidable de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.145 Concentración de Cr en la fracción reducible de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.146 Concentración de Pb en la fracción oxidable de los núcleos B7, B9 y B12.

- Figura 5.147 Concentración de Pb en la fracción reducible de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.148 Concentración de Zn disuelto y adsorbido en los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.149 Concentración de Zn en la fracción oxidable de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.150 Concentración de Zn en la fracción reducible de los núcleos B7, B9 y B12.
- Figura 5.151 Concentración de Zn en la fracción carbonatada de los núcleos B7, B9 y B12.

Núcleos de Cuenca Pescadero

- Figura 5.152 Concentración de Mn disuelto y adsorbido en los núcleos B1, B3, B4 y B26.
- Figura 5.153 Concentración de Mn en la fracción oxidable de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
- Figura 5.154 Concentración de Mn en la fracción reducible de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
- Figura 5.155 Concentración de Mn en las fracciones del núcleo B1.
- Figura 5.156 Concentración de Mn en las fracciones del núcleo B3.
- Figura 5.157 Concentración de Mn en las fracciones del núcleo B3, (sin la sección 0-5 cm).
- Figura 5.158 Concentración de Mn en las fracciones no-litogénicas del núcleo B4.
- Figura 5.159 Concentración de Mn en las fracciones reducible y residual del núcleo B4.
- Figura 5.160 Concentración de Mn en las fracciones residual, reducible y oxidable del núcleo B26.
- Figura 5.161 Concentración de Fe disuelto y adsorbido en los núcleos B1, B3, B4 y B26.
- Figura 5.162 Concentración de Fe en la fracción oxidable de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
- Figura 5.163 Concentración de Fe en la fracción reducible de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
- Figura 5.164 Concentración de Fe en las fracciones residual y reducible del núcleo B4.
- Figura 5.165 Concentración de Fe en las fracciones residual y reducible del núcleo B1.
- Figura 5.166 Concentración de Fe en las fracciones residual y reducible del núcleo B3.
- Figura 5.167 Concentración de Fe en las fracciones residual, reducible y oxidable del núcleo B26.
- Figura 5.168 Concentración de Cd en la fracción reducible de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
- Figura 5.169 Concentración de Cd en la fracción oxidable de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
- Figura 5.170 Concentración de Zn en la fracción oxidable de los núcleos B1, B3, B4 y B26.

- Figura 5.171 Concentración de Zn en la fracción reducible de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
 Figura 5.172 Concentración de Zn en la fracción carbonatada de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
 Figura 5.173 Concentración de Cu en la fracción oxidable de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
 Figura 5.174 Concentración de Cu en la fracción reducible de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
 Figura 5.175 Concentración de Pb en la fracción oxidable de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
 Figura 5.176 Concentración de Pb en la fracción reducible de los núcleos B1, B3, B4 y B26.
 Figura 5.177 Concentración de Zn en las fracciones del núcleo B26.
 Figura 5.178 Concentración de Pb en las fracciones del núcleo B26.
 Figura 5.179 Concentración de Cr en las fracciones del núcleo B26.
 Figura 5.180 Concentración de Ni en las fracciones del núcleo B26.
 Figura 5.181 Concentración de Co en las fracciones del núcleo B26.

Núcleos de Cuenca Farallón

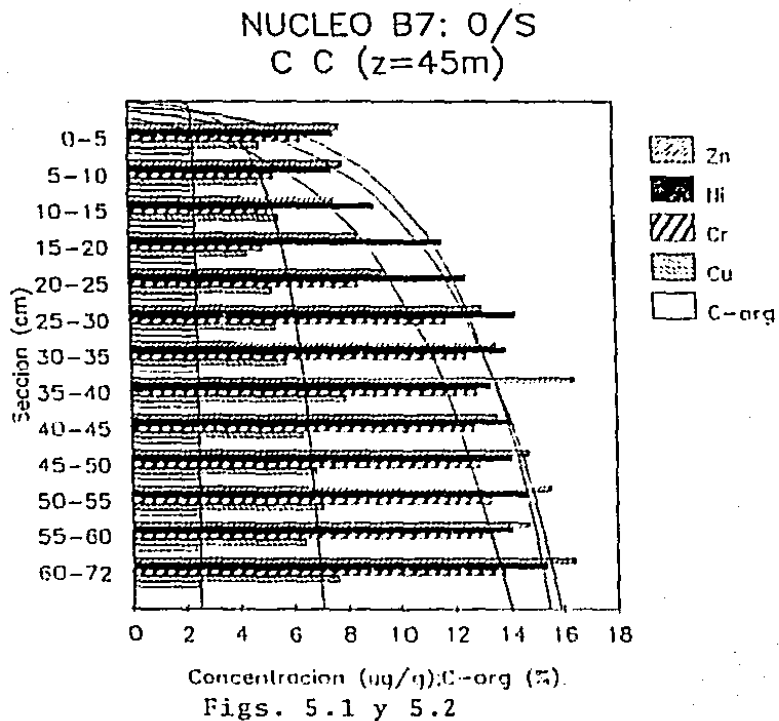
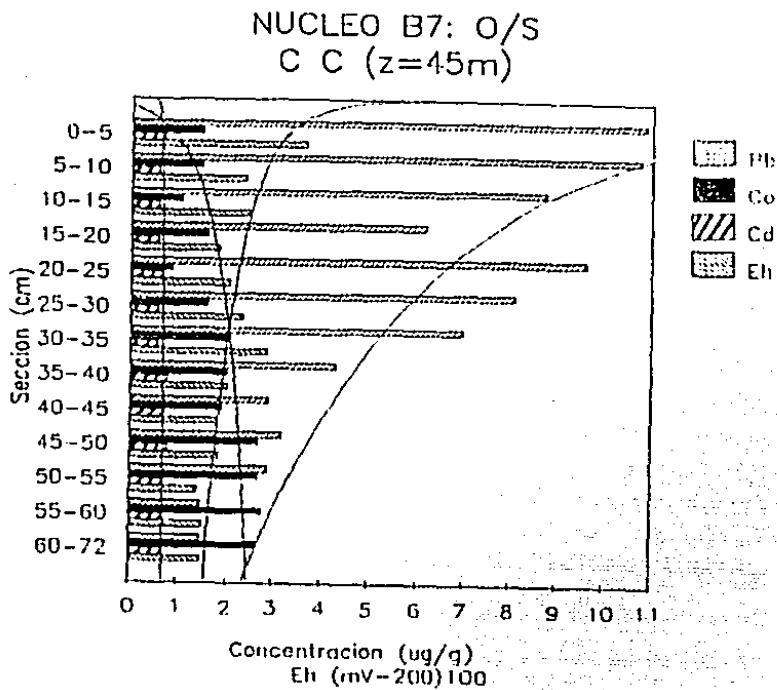
- Figura 5.182 Concentración de Mn en las fracciones residual, reducible y oxidable en el núcleo B5.
 Figura 5.183 Concentración de Mn en las fracciones residual y oxidable del núcleo B6.
 Figura 5.184 Concentración de Mn en las fracciones reducible y de intercambio del núcleo B6.
 Figura 5.185 Concentración de Mn en las fracciones reducible y de intercambio del núcleo B24.
 Figura 5.186 Concentración de Mn en las fracciones residual y oxidable del núcleo B24.
 Figura 5.187 Concentración de Fe en las fracciones oxidable y de intercambio del núcleo B5.
 Figura 5.188 Concentración de Fe en las fracciones residual y reducible del núcleo B5.
 Figura 5.189 Concentración de Fe disuelto y adsorbido en el núcleo B6.
 Figura 5.190 Concentración de Fe en la fracción oxidable en el núcleo B6.
 Figura 5.191 Concentración de Fe en la fracción reducible, oxidable y residual del núcleo B24.
 Figura 5.192 Eh y concentración de Fe en las fracciones residual y reducible del núcleo B6.
 Figura 5.193 Concentración de Ni en las fracciones residual y reducible del núcleo B5.
 Figura 5.194 Concentración de Cu en las fracciones residual y reducible del núcleo B5.
 Figura 5.195 Concentración de Zn en las fracciones del núcleo B5.

Núcleos de las cimas ("Sills")

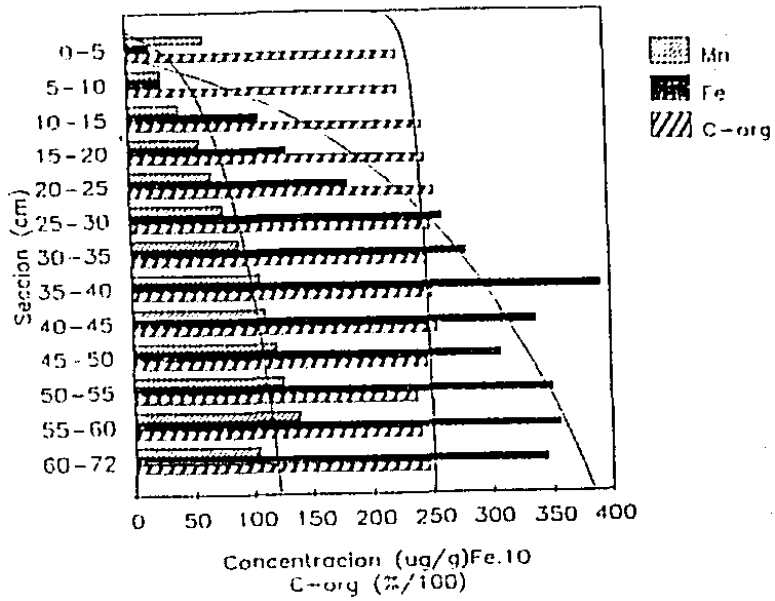
- Figura 5.196 Concentración de Mn en las fracciones residual, reducible y oxidable del núcleo B22.

- Figura 5.197 Concentración de Mn en las fracciones residual, reducible y oxidable del núcleo B25.
- Figura 5.198 Concentración de Mn disuelto y adsorbido en el núcleo B22.
- Figura 5.199 Concentración de Mn disuelto y adsorbido en el núcleo B25.
- Figura 5.200 Concentración de Fe en la fracción oxidable del núcleo B22.
- Figura 5.201 Concentración de Fe en las fracciones residual y reducible del núcleo B22.
- Figura 5.202 Concentración de Fe disuelto y adsorbido en el núcleo B25.
- Figura 5.203 Concentración de Fe en la fracción oxidable del núcleo B25.
- Figura 5.204 Concentración de Fe en las fracciones residual y reducible del núcleo B25.
- Figura 5.205 Concentración de Cr en las fracciones del núcleo B25.
- Figura 5.206 Concentración de Pb en las fracciones del núcleo B25.
- Figura 5.207 Concentración de Ni en las fracciones del núcleo B25.
- Figura 5.208 Concentración de Mn disuelto y adsorbido en los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.209 Concentración de Mn en la fracción oxidable de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.210 Concentración de Mn en la fracción reducible de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.211 Concentración de Fe disuelto y adsorbido en los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.212 Concentración de Fe en la fracción oxidable de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.213 Concentración de Fe en la fracción reducible de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.214 Concentración de Cu en la fracción oxidable de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.215 Concentración de Cu en la fracción reducible de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.216 Concentración de Co en la fracción oxidable de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.217 Concentración de Co en la fracción reducible de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.218 Concentración de Zn en la fracción reducible de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.219 Concentración de Zn en la fracción carbonatada de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.

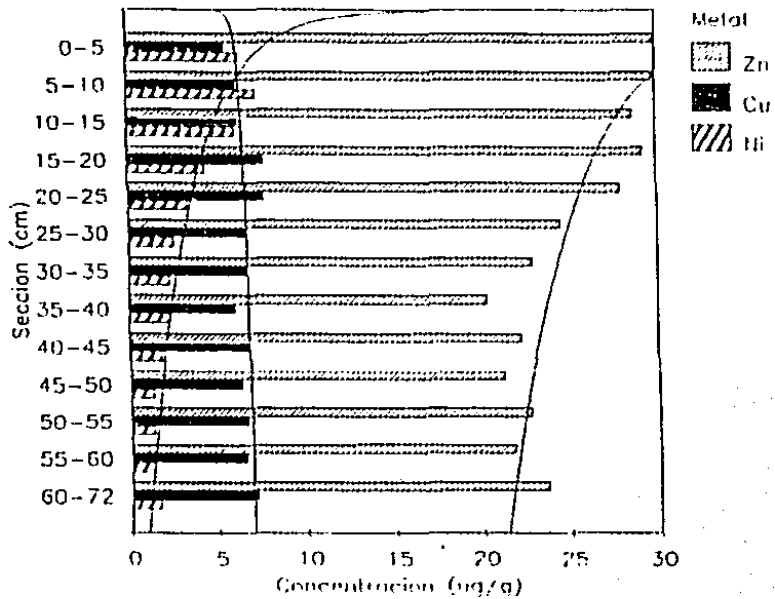
- Figura 5.220 Concentración de Ni en la fracción oxidable de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.221 Concentración de Ni en la fracción reducible de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.222 Concentración de Pb en la fracción oxidable de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.223 Concentración de Pb en la fracción reducible de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.224 Concentración de Cd en la fracción oxidable de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.
- Figura 5.225 Concentración de Zn en la fracción oxidable de los núcleos de las depresiones de las Cuencas de Guaymas, Farallón, Pescadero y Mazatlán.



NUCLEO B7: O/S
C C (z=45m)

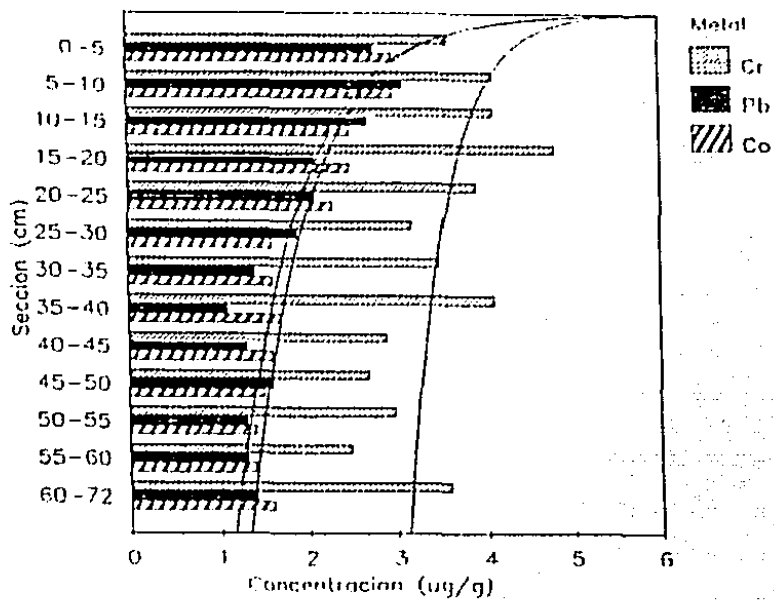


NUCLEO B7: R
C C (z=45m)

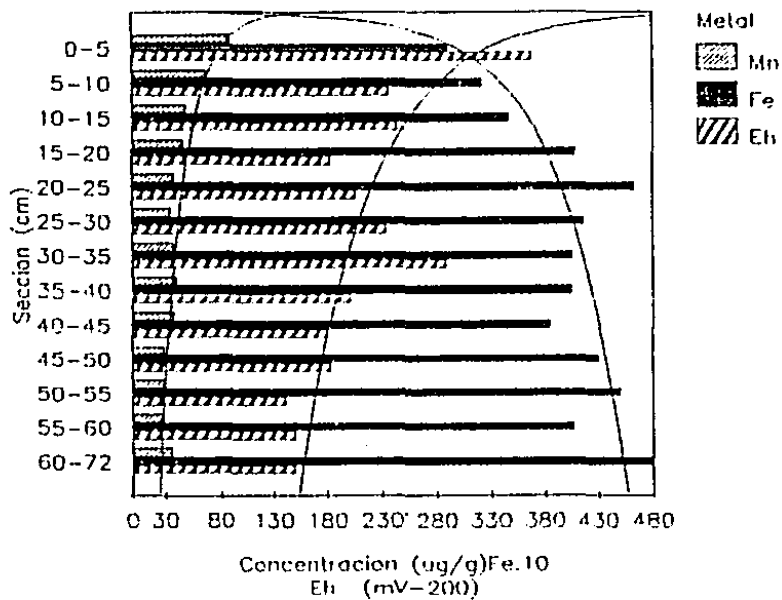


Figs. 5.3 y 5.4

NUCLEO B7: R
C C (z=45m)

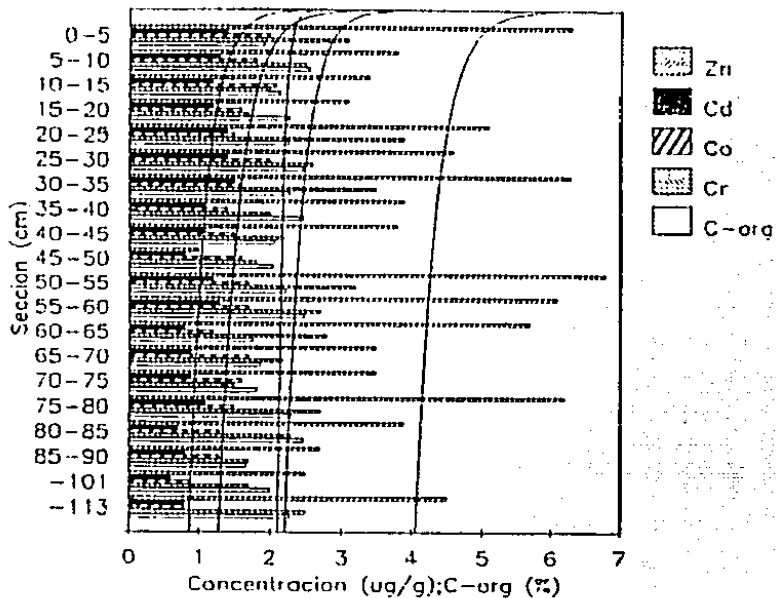


NUCLEO B7: R
C C (z=45m)

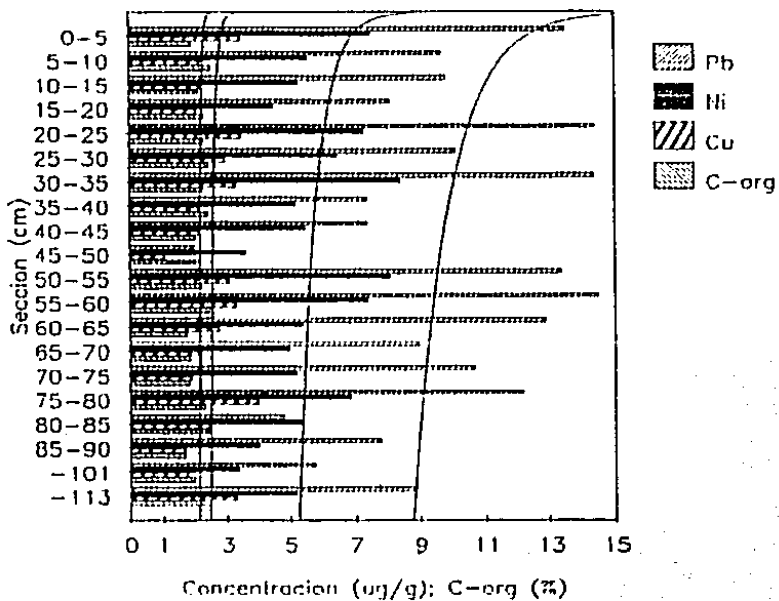


Figs. 5.5 y 5.6

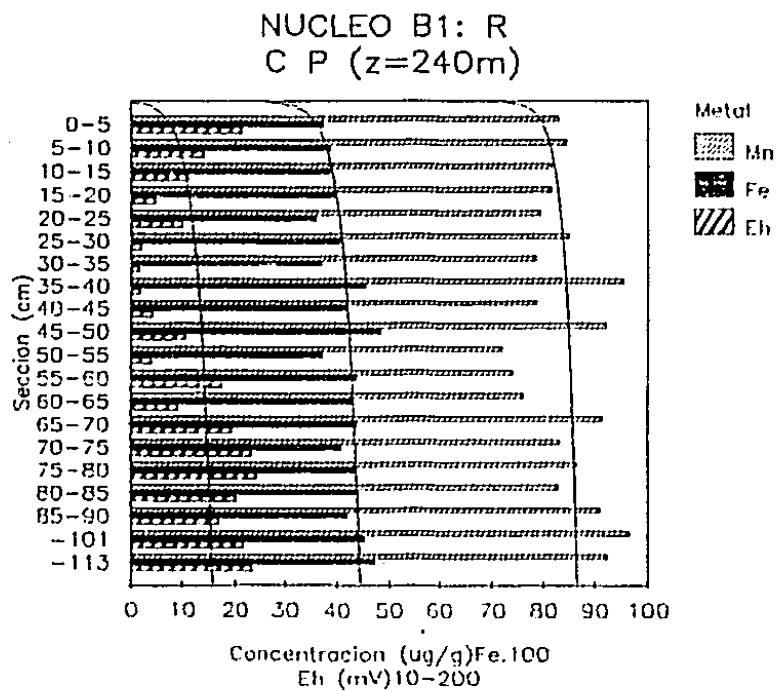
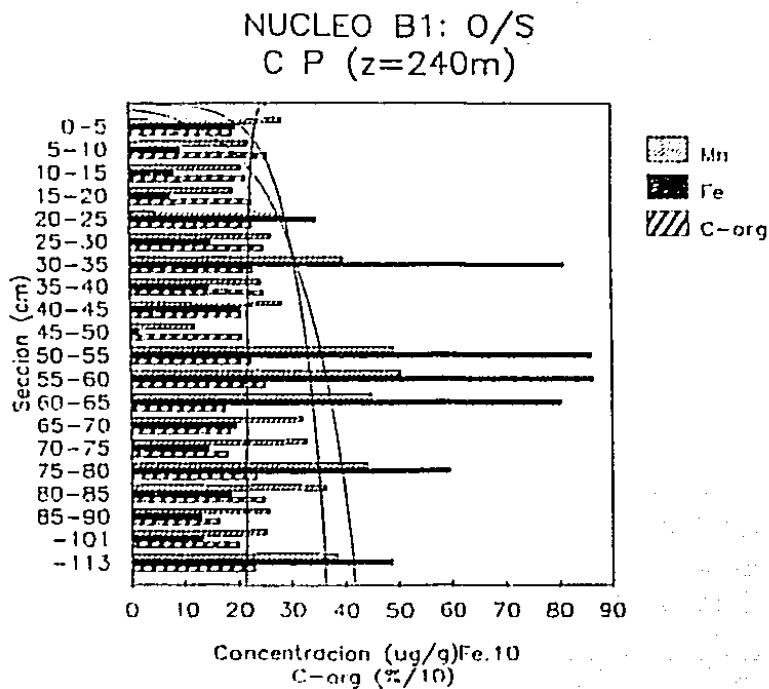
NUCLEO B1: O/S
C P (z=240m)



NUCLEO B1: O/S
C P (z=240m)

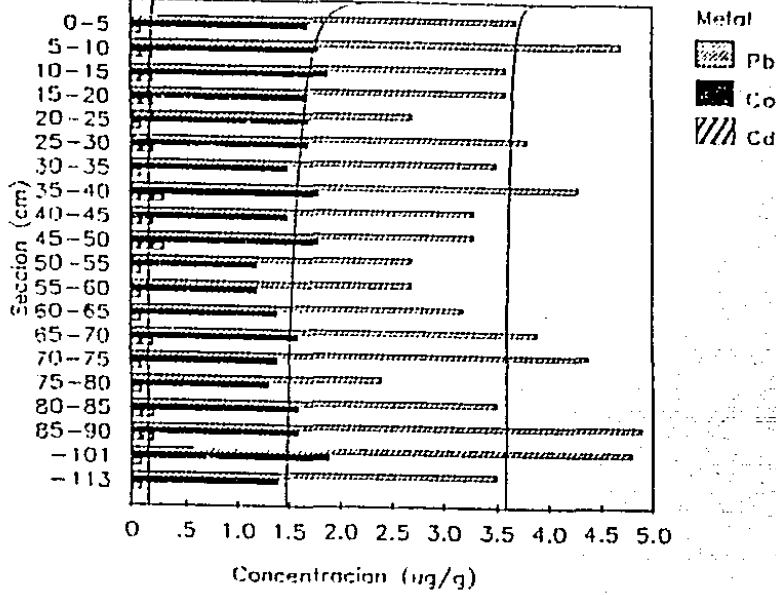


Figs. 5.7 y 5.8

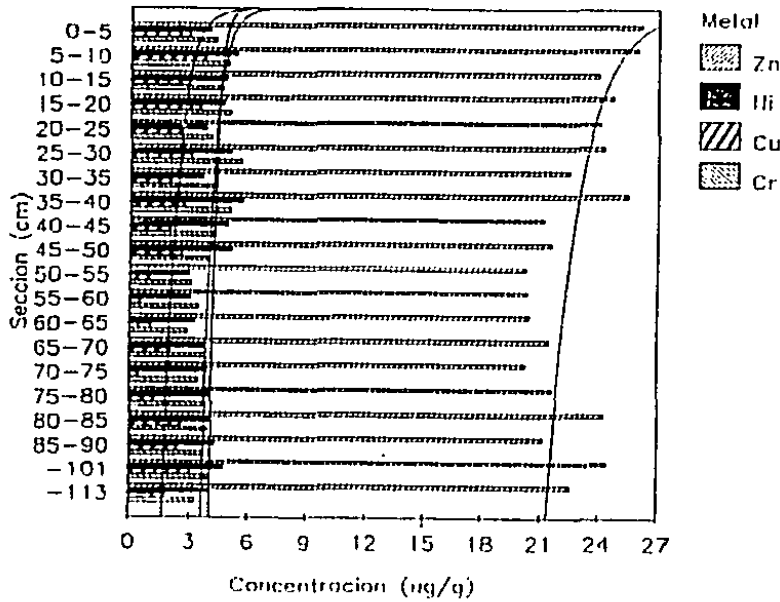


Figs. 5.9 y 5.10

NUCLEO B1: R
C P (z=240m)



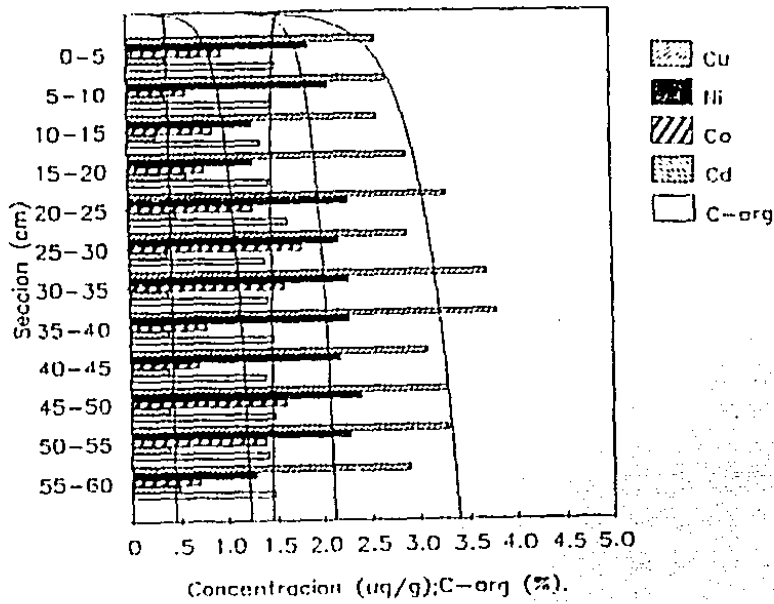
NUCLEO B1: R
C P (z=240m)



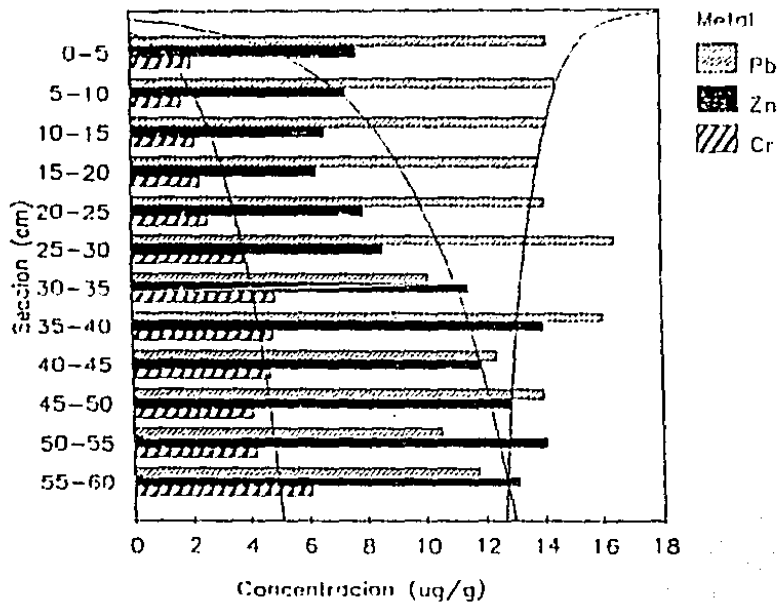
Figs. 5.11 y 5.12

NUCLEO B37: O/S
C M (z=25m)

285

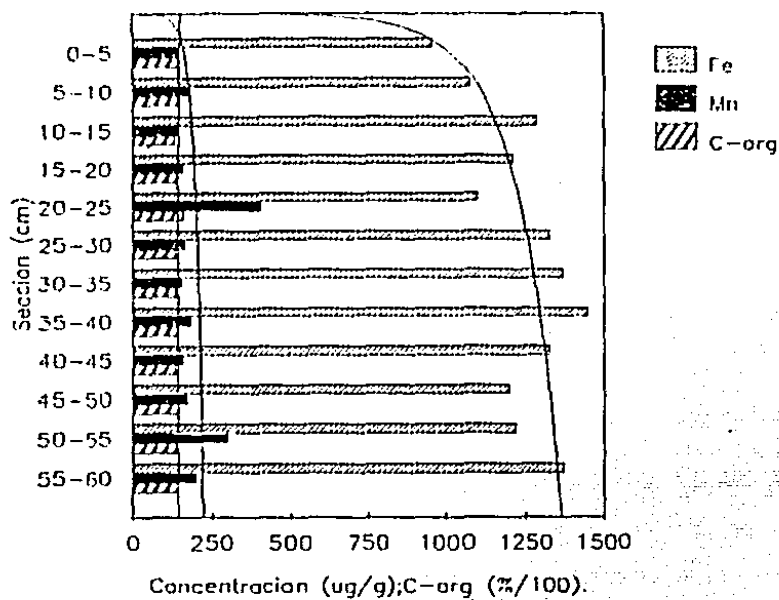


NUCLEO B37: O/S
C M (z=25m)

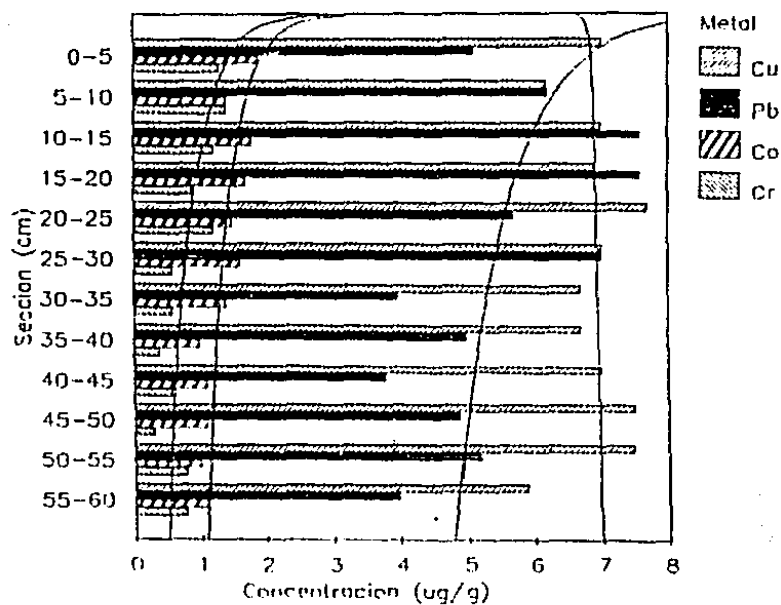


Figs. 5.13 y 5.14

NUCLEO B37: O/S
C M (z=25m)

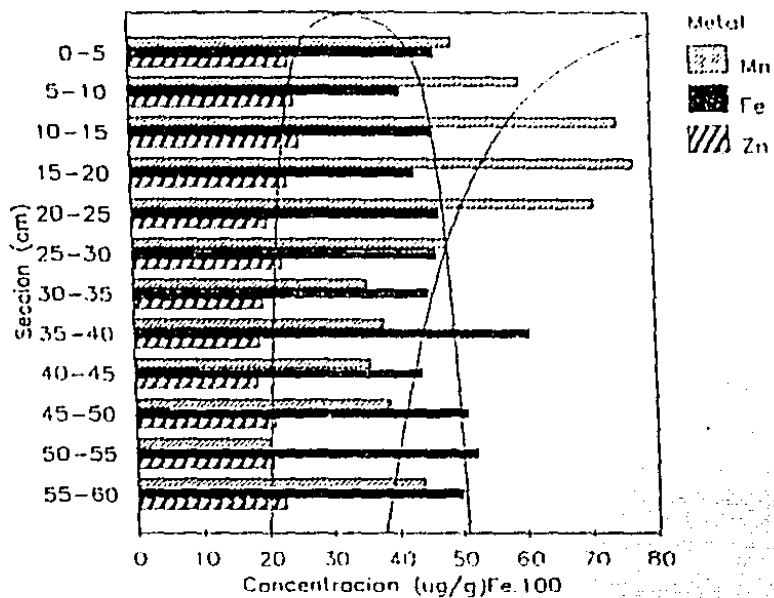


NUCLEO B37: R
C M (z=25m)

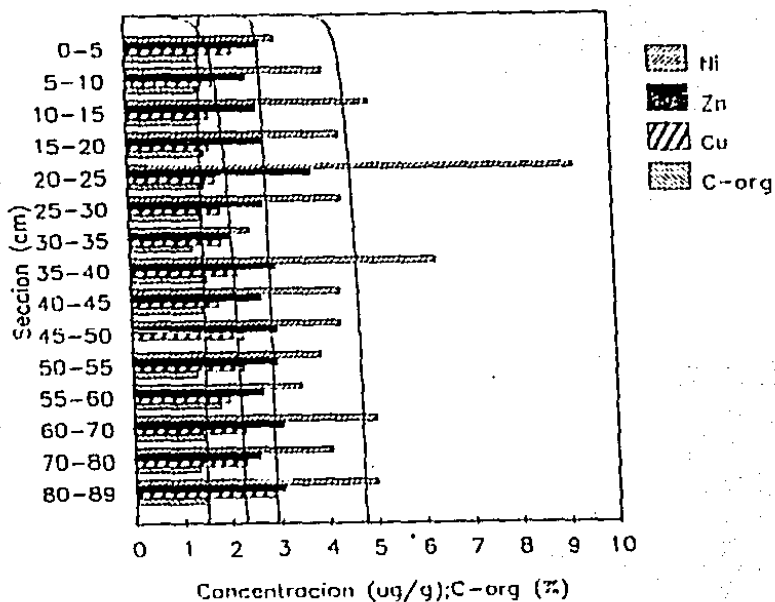


Figs. 5.15 y 5.16

NUCLEO B37: R
C M (z=25m)

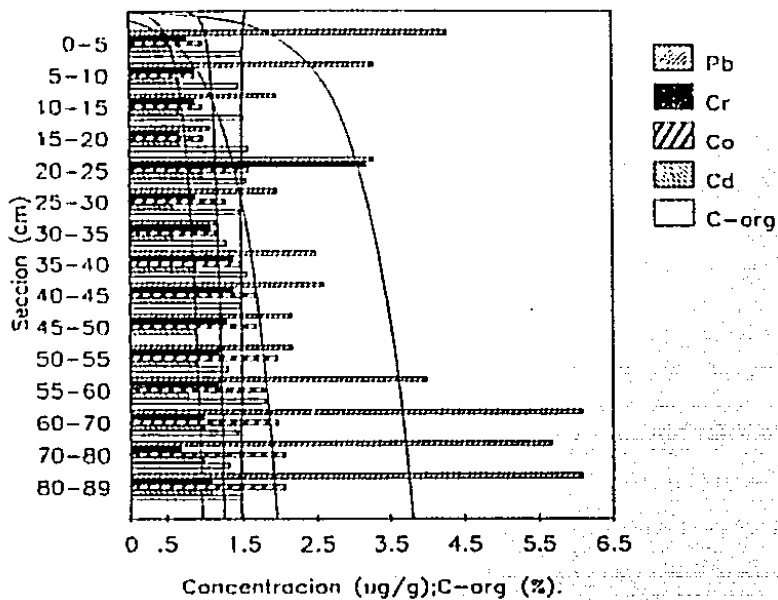


NUCLEO B17: O/S
C G (z=790m)

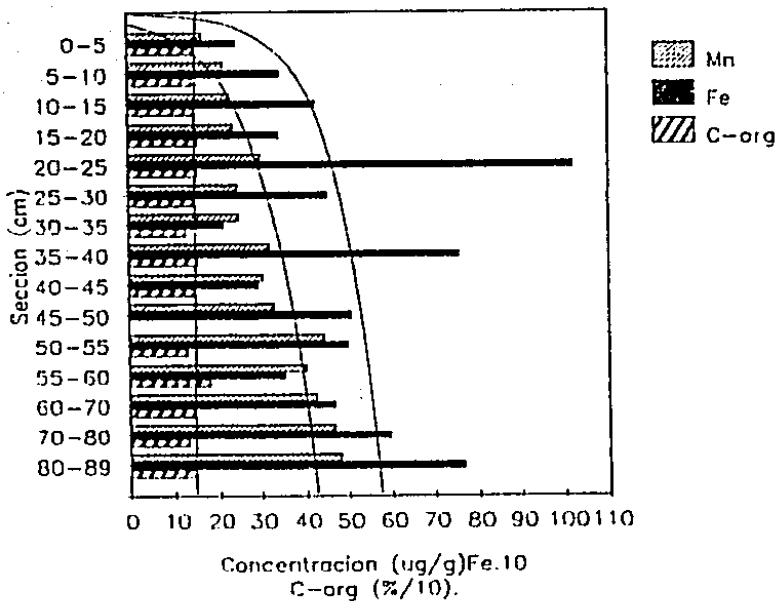


Figs. 5.17 y 5.18

NUCLEO B17: O/S
C G (z=790m)

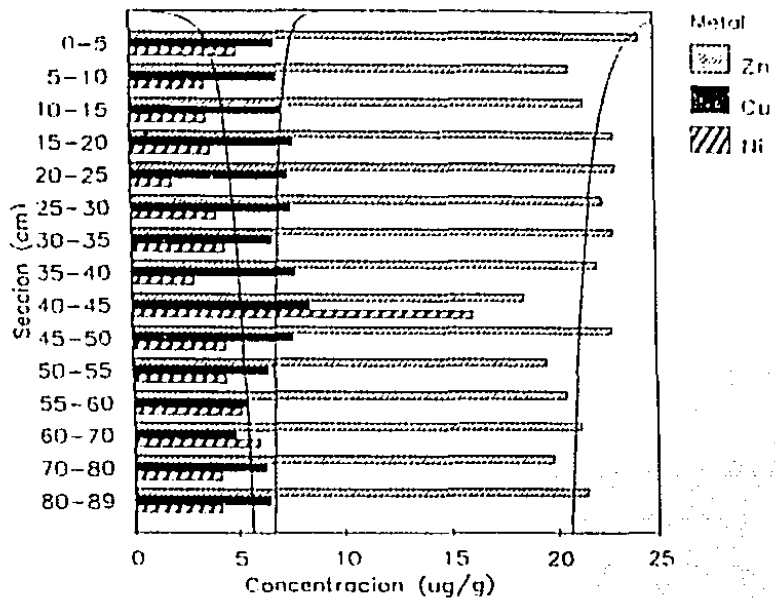


NUCLEO B17: O/S
C G (z=790m)

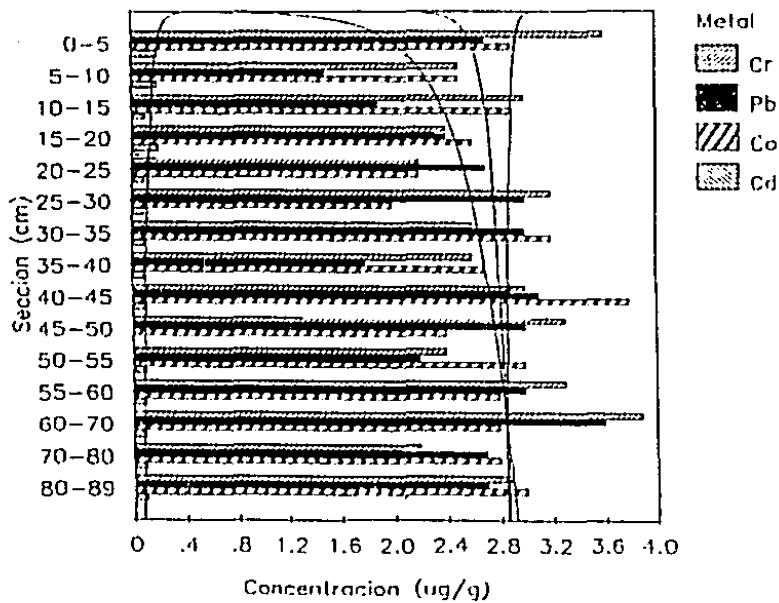


Figs. 5.19 y 5.20

NUCLEO B17: R
C G (z=790m)

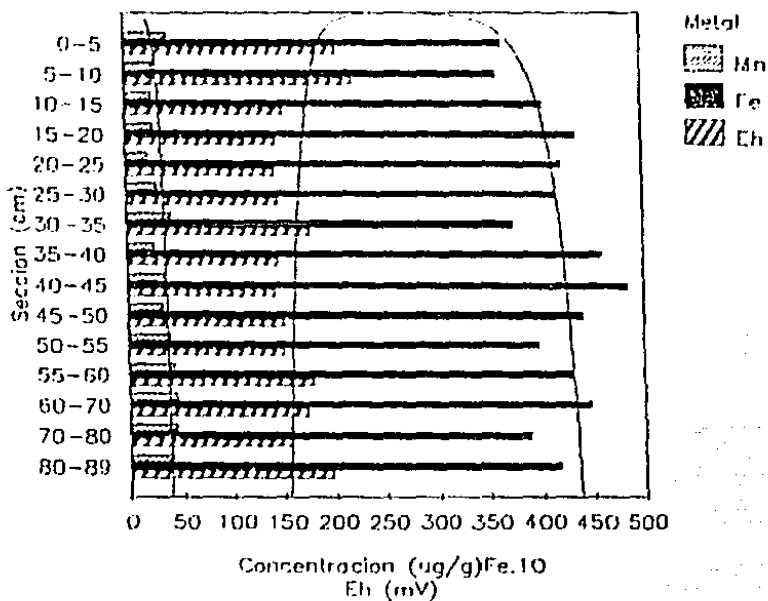


NUCLEO B17: R
C G (z=790m)

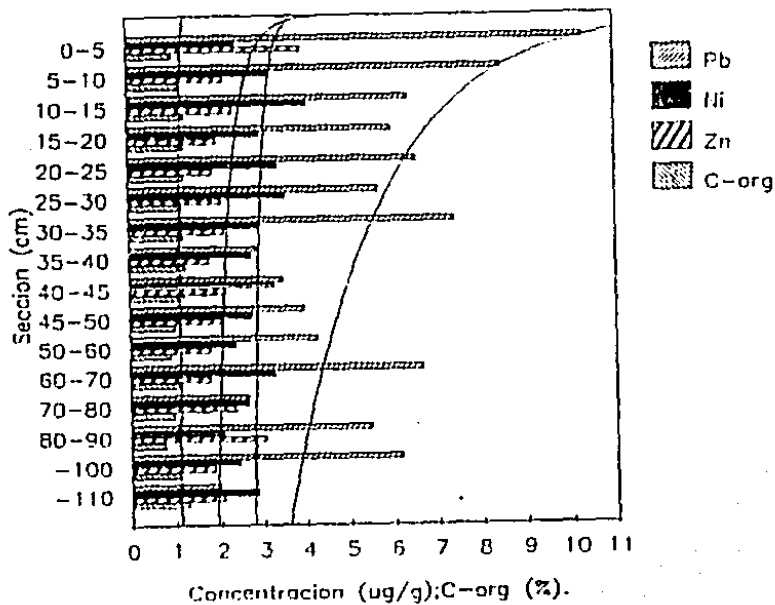


Figs. 5.21 y 5.22

NUCLEO B17: R
C G (z=790m)

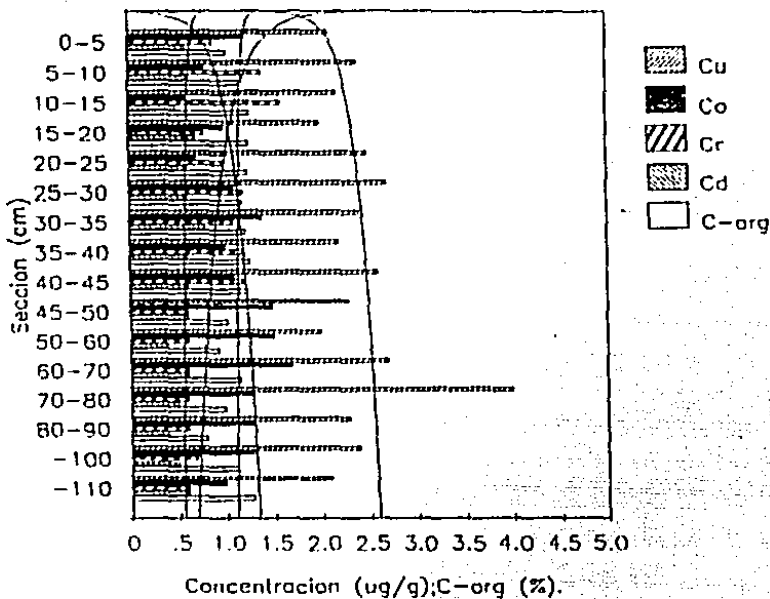


NUCLEO B18: O/S
C G (z=380m)

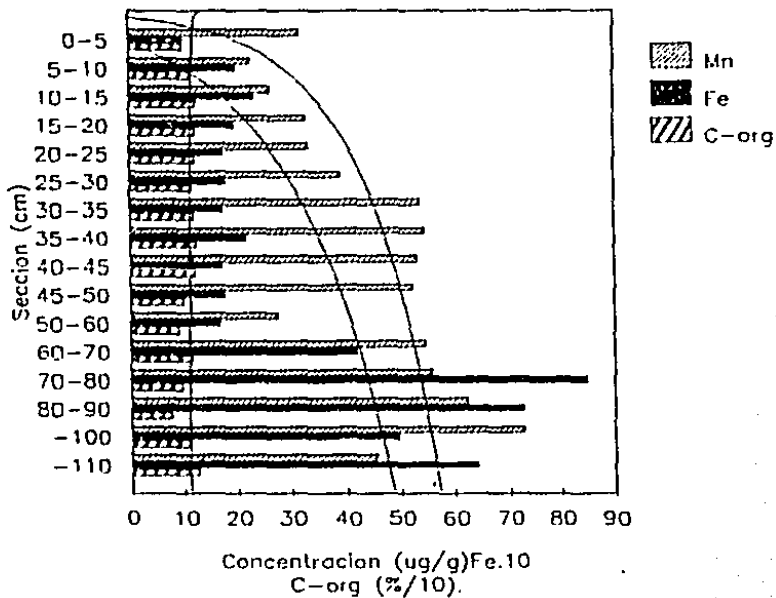


Figs. 5.23 y 5.24

NUCLEO B18: O/S
C G (z=380m)

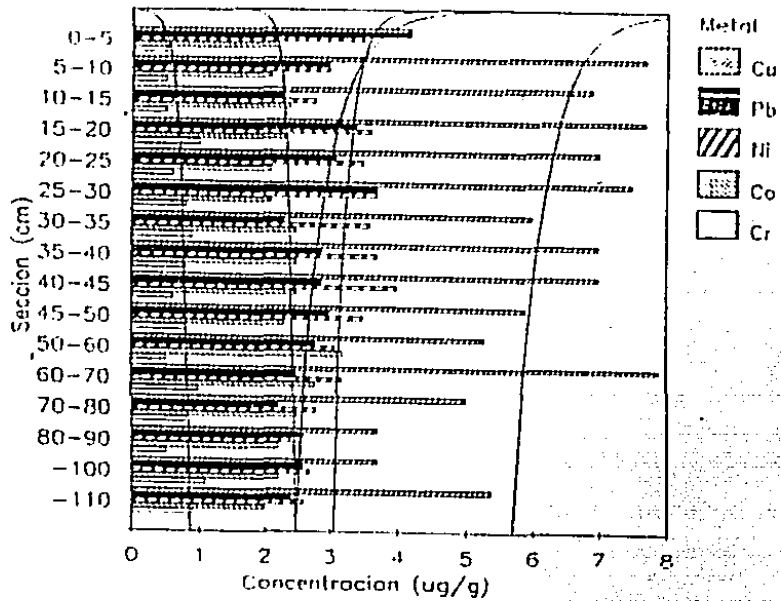


NUCLEO B18: O/S
C G (z=380m)

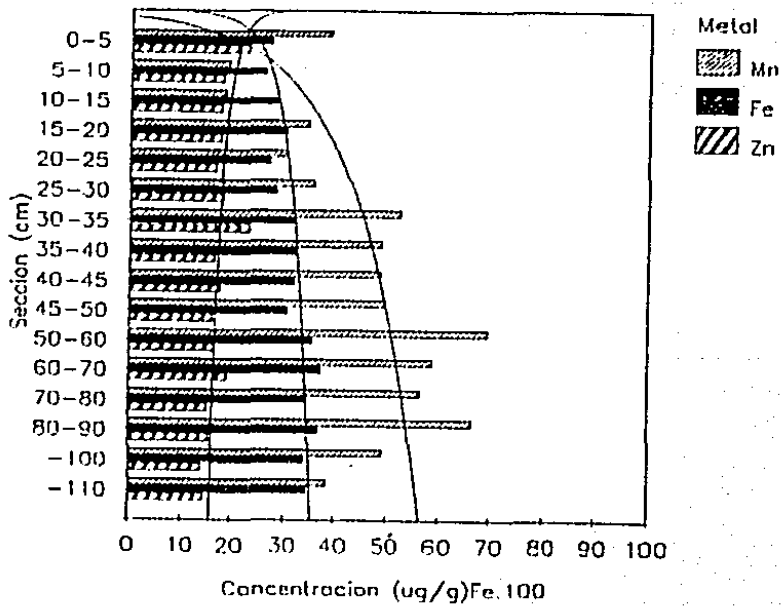


Figs. 5.25 y 5.26

NUCLEO B18: R
C G (z=380m)

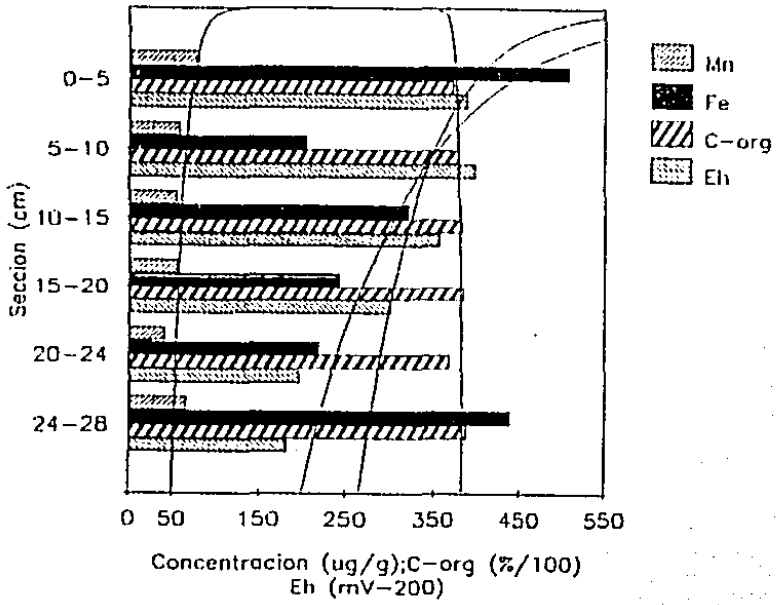


NUCLEO B18: R
C G (z=380m)

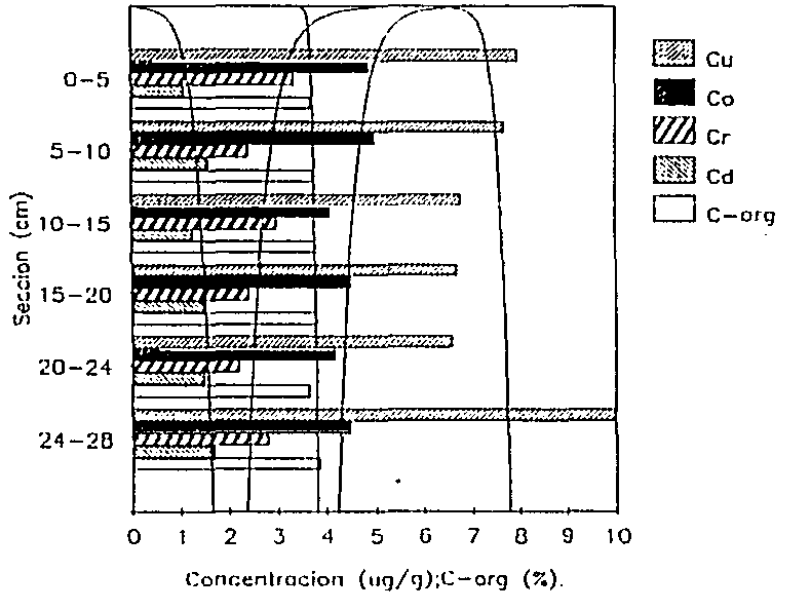


Figs. 5.27 y 5.28

NUCLEO B19: O/S
C G (z=1500m)

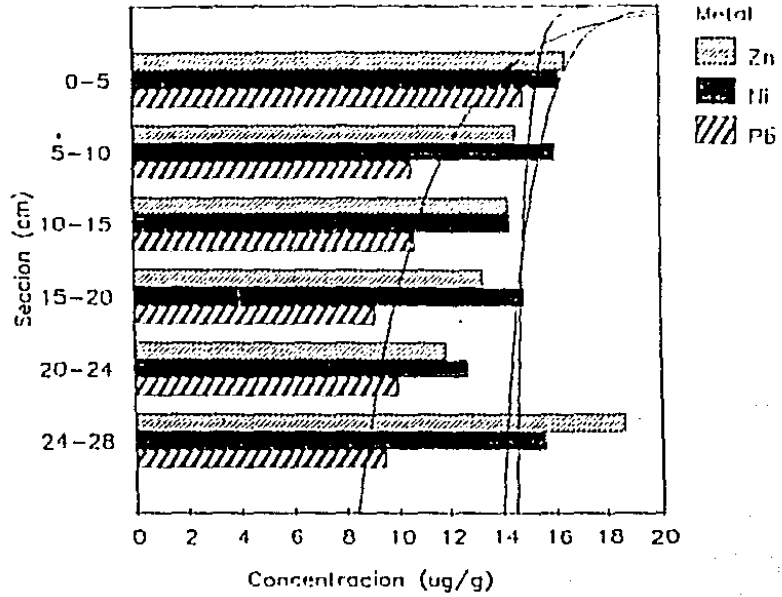


NUCLEO B19: O/S
C G (z=1500m)

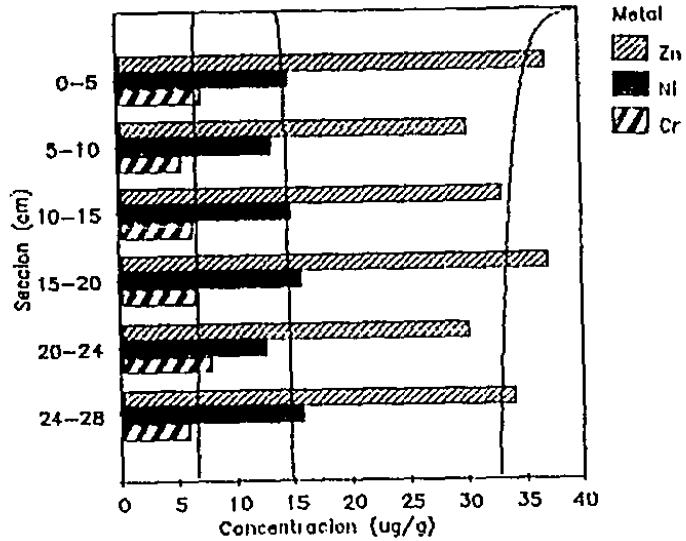


Figs. 5.29 y 5.30

NUCLEO B19: O/S
C G (z=1500m)

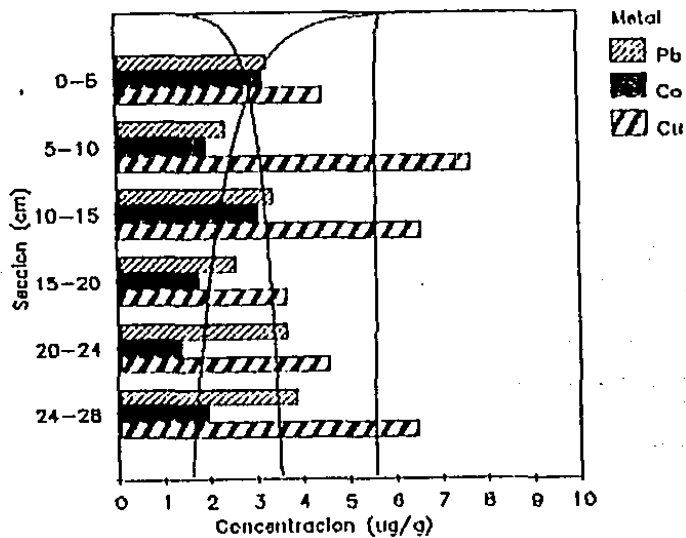


NUCLEO B19: R
C G (z=1500m)

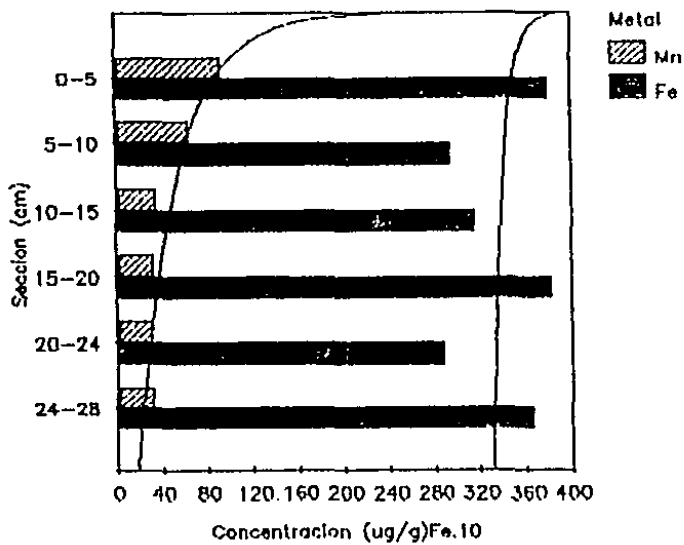


Figs. 5.31 y 5.32

NUCLEO B19: R
C G (z=1500m)

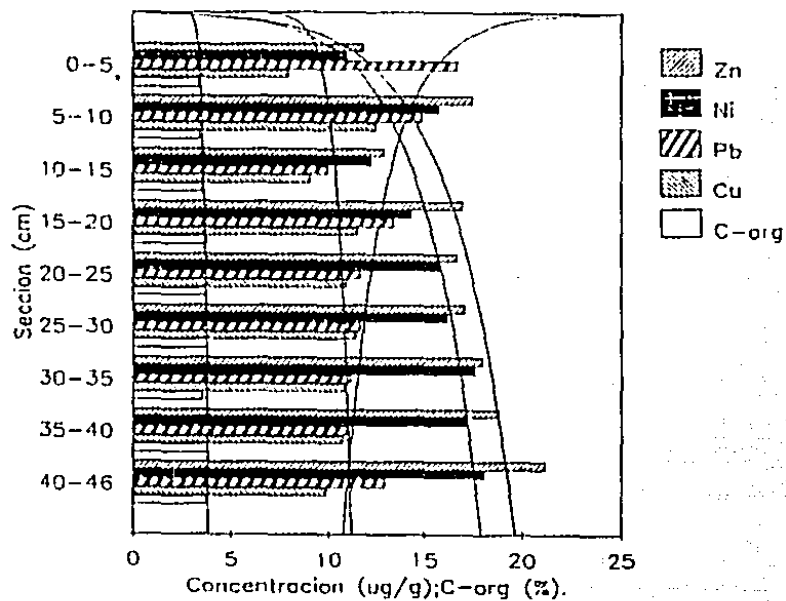


NUCLEO B19: R
C G (z=1500m)

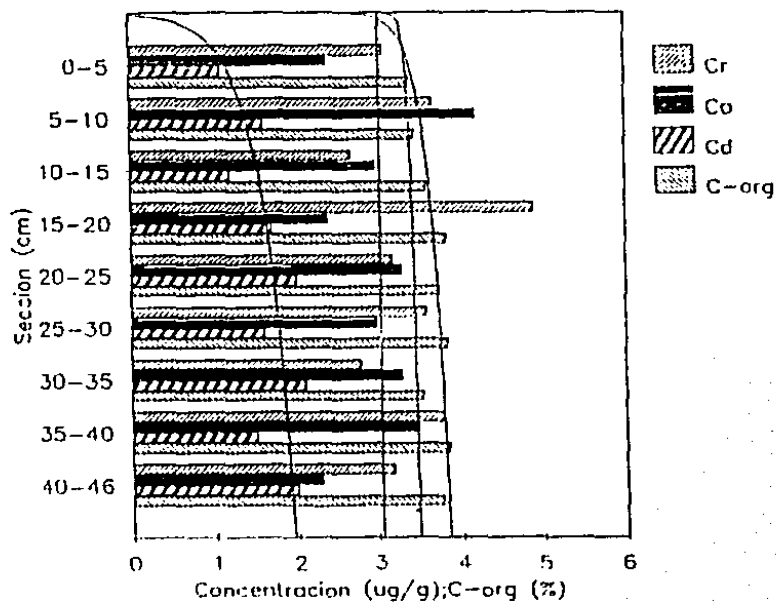


Figs. 5.33 y 5.34

NUCLEO B20: O/S
C G (z=1490m)

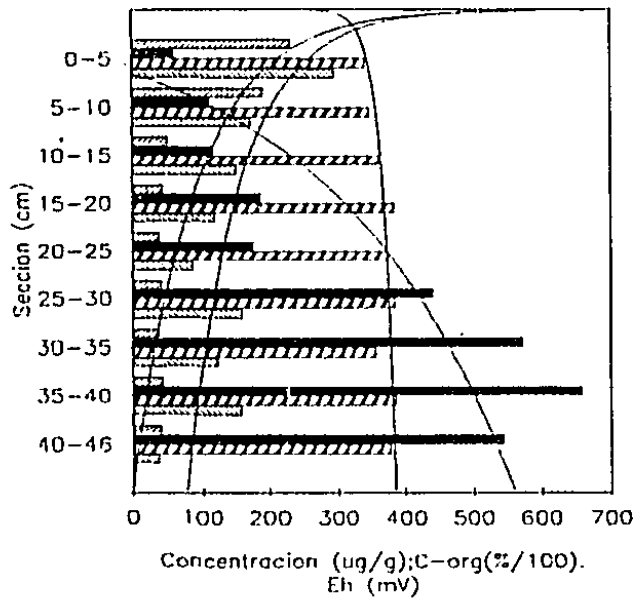


NUCLEO B20: O/S
C G (z=1490m)

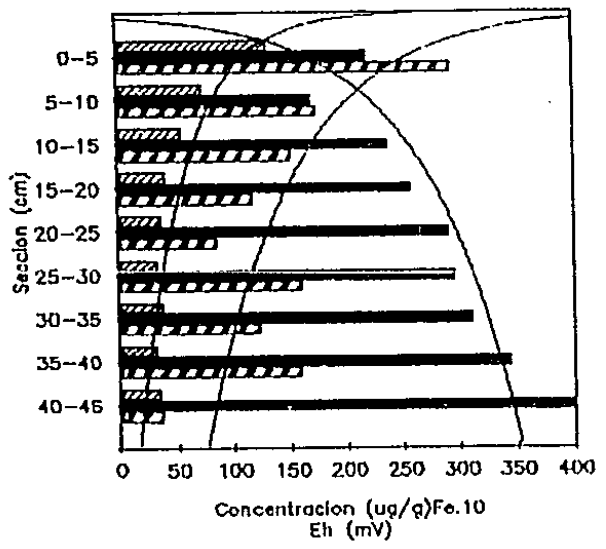


Figs. 5.35 y 5.36

NUCLEO B20: O/S
C G (z=1490m)

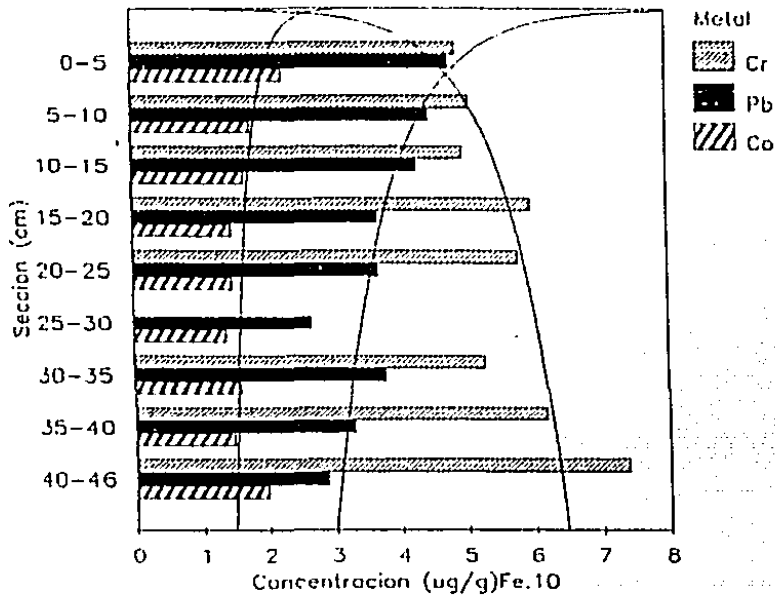


NUCLEO B20: R
C G (z=1490m)

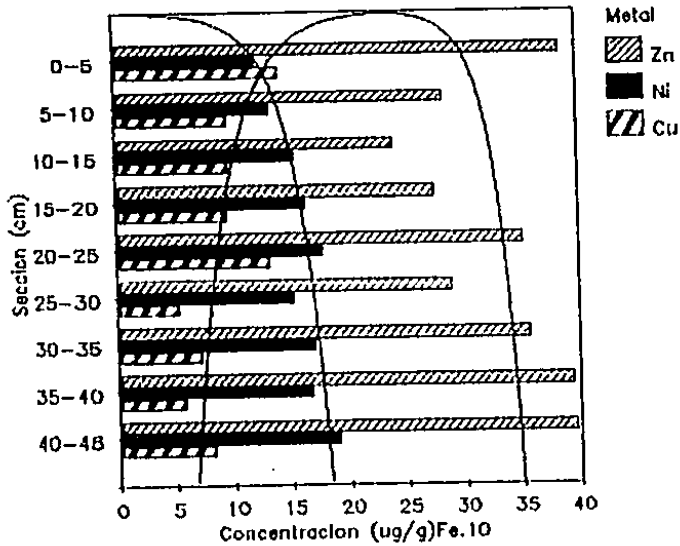


Figs. 5.37 y 5.38

NUCLEO B20: R
C G (z=1490m)

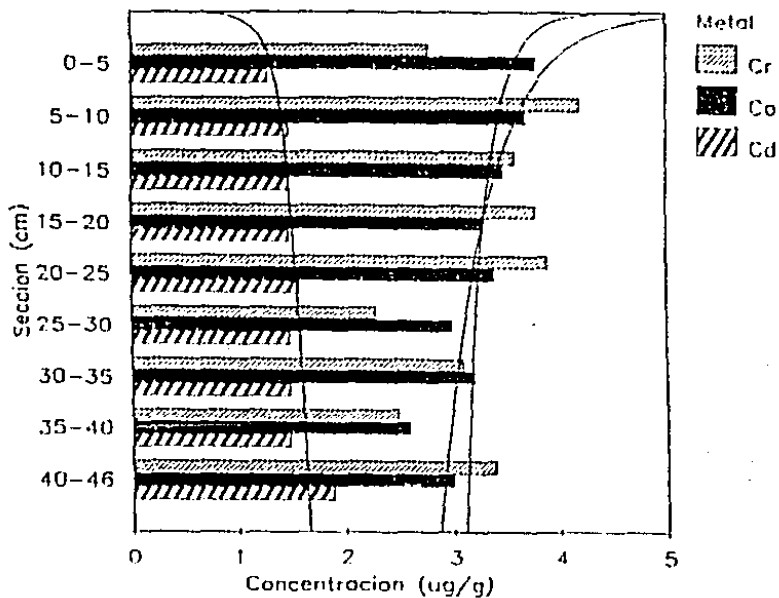


NUCLEO B20: R
C G (z=1490m)

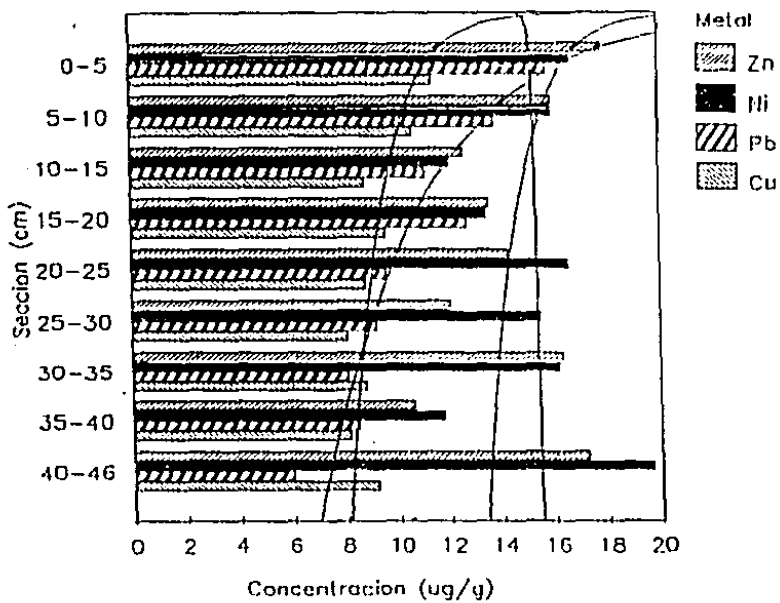


Figs. 5.39 y 5.40

NUCLEO B22: O/S
SG/C (z=1350m)

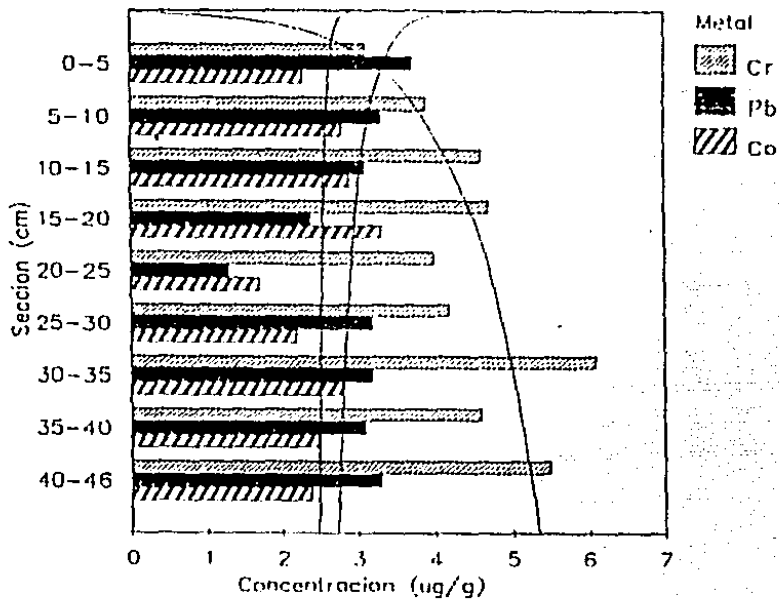


NUCLEO B22: O/S
SG/C (z=1350m)

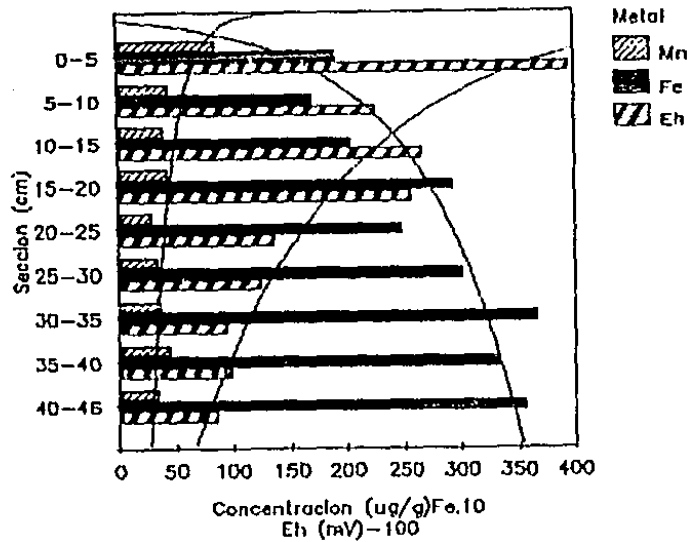


Figs. 5.41 y 5.42

NUCLEO B22: R
SG/C (z=1350m)

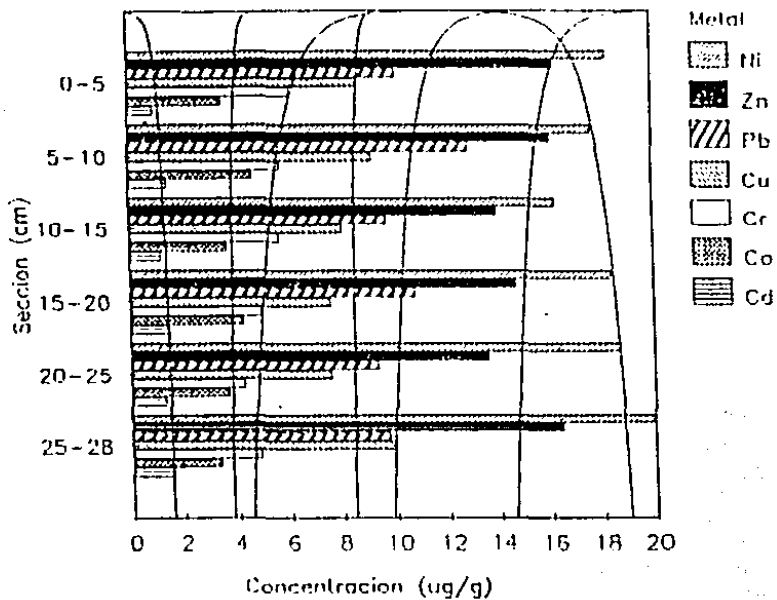


NUCLEO B22: R
SG/C (z=1350m)

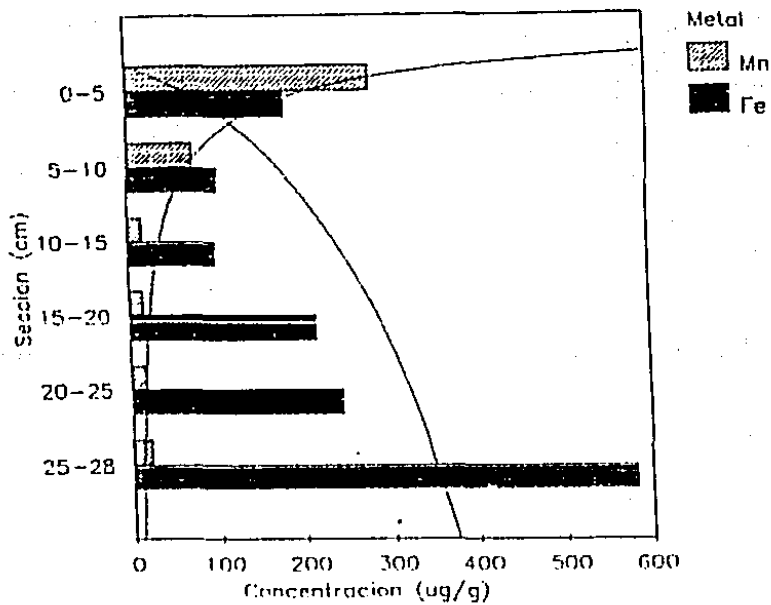


Figs. 5.45 y 5.46

NUCLEO B9: O/S
C C (z=1240m)

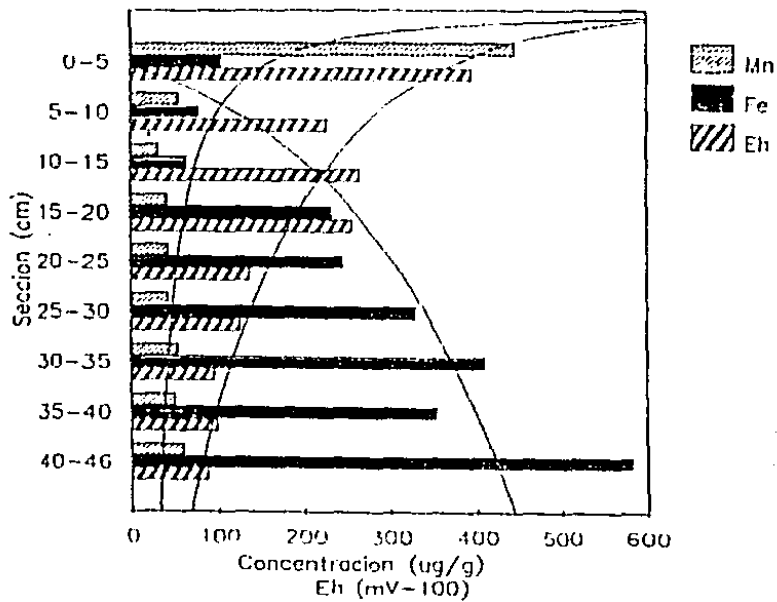


NUCLEO B9: O/S
C C (z=1240m)

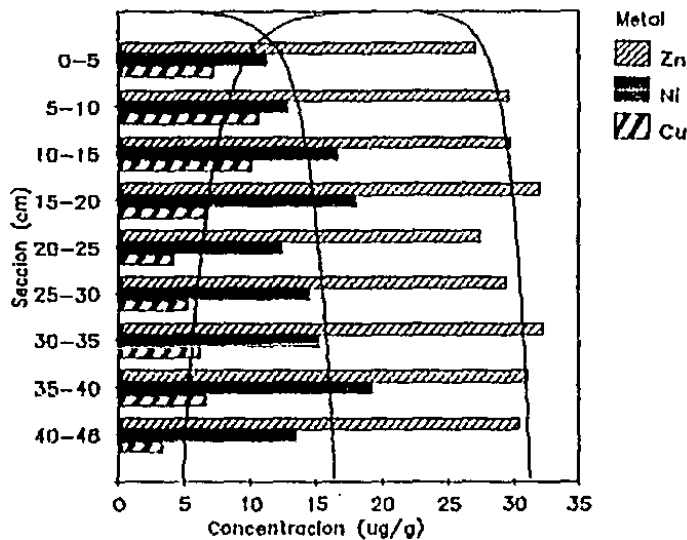


Figs. 5.47 y 5.48

NUCLEO B22: O/S
SG/C (z=1350m)

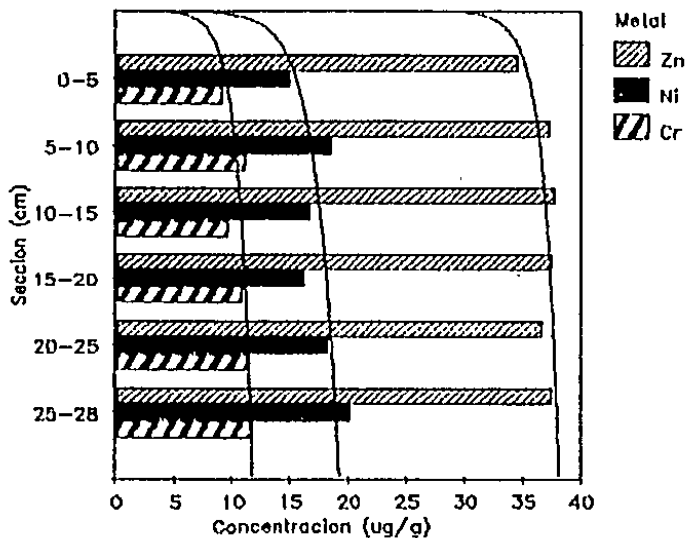


NUCLEO B22: R
SG/C (z=1350m)

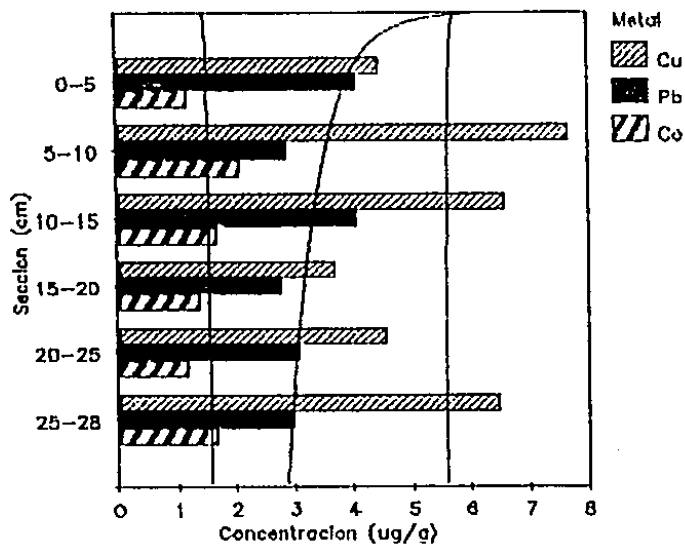


Figs. 5.43 y 5.44

NUCLEO B9: R
C C (z=1240m)

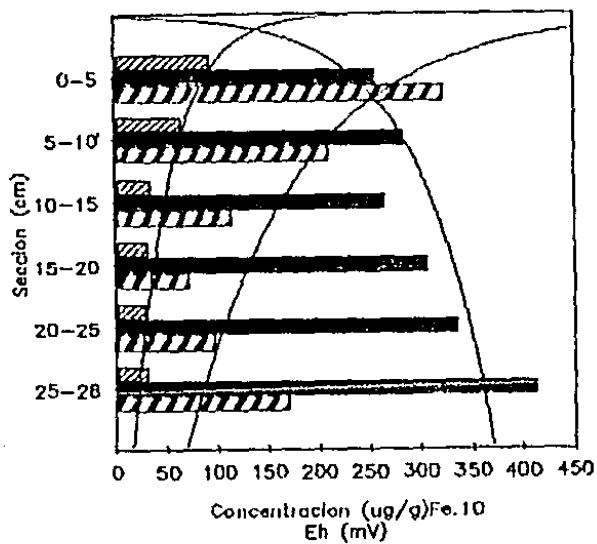


NUCLEO B9: R
C C (z=1240m)

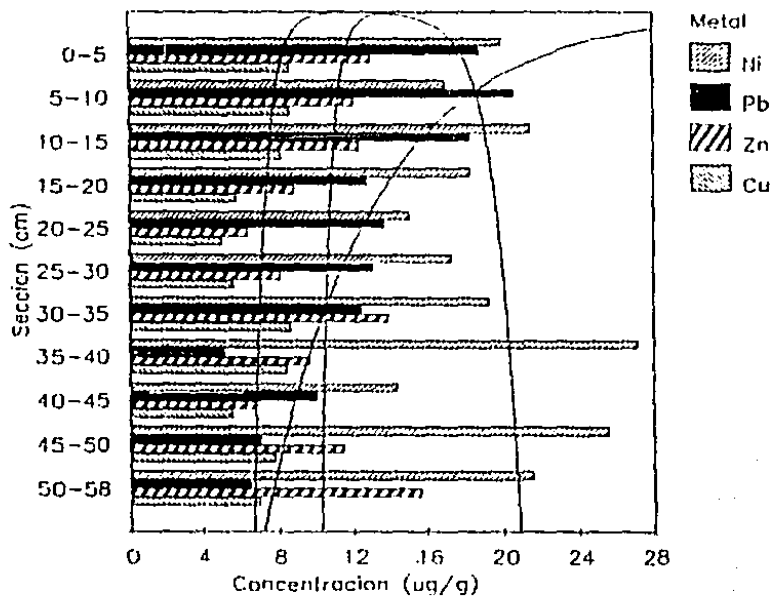


Figs. 5.49 y 5.50

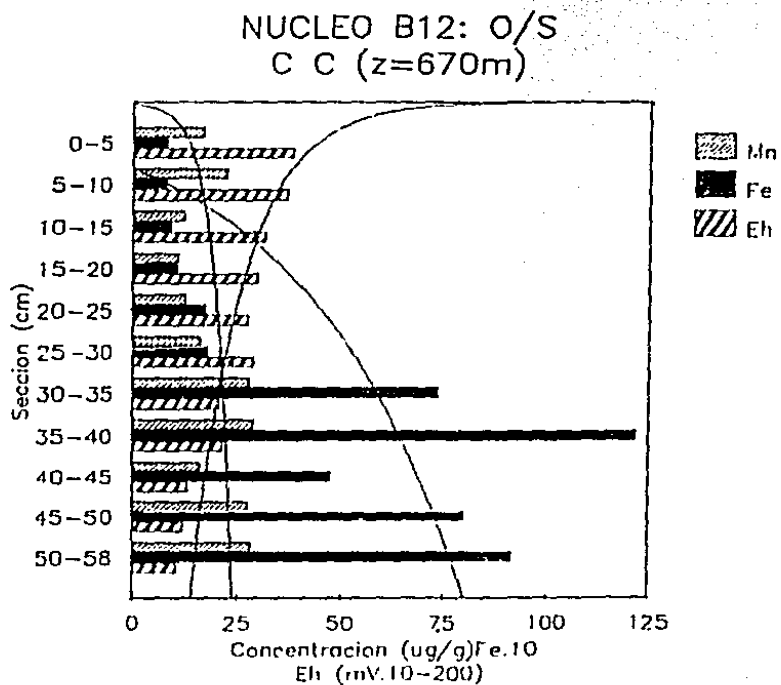
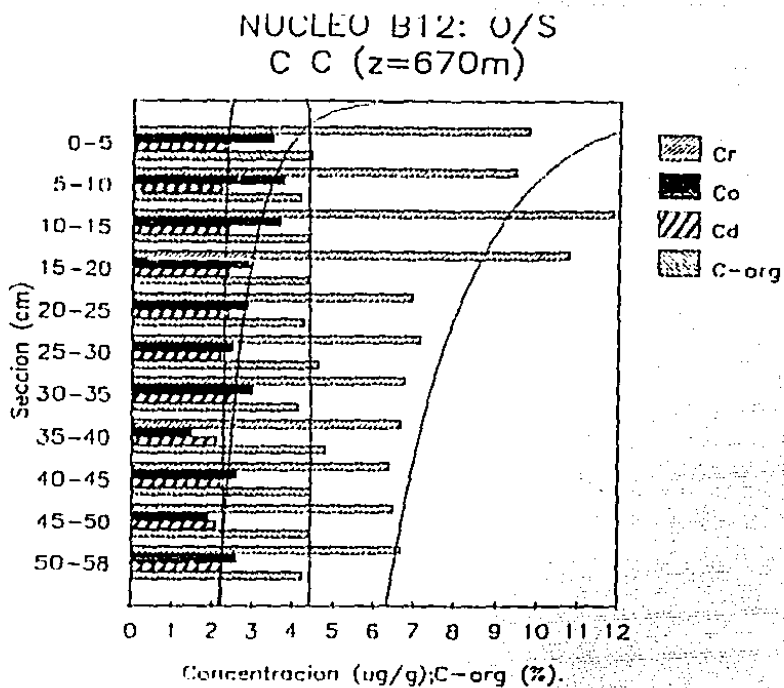
NUCLEO B9: R
C C (z=1240m)



NUCLEO B12: O/S
C C (z=670m)

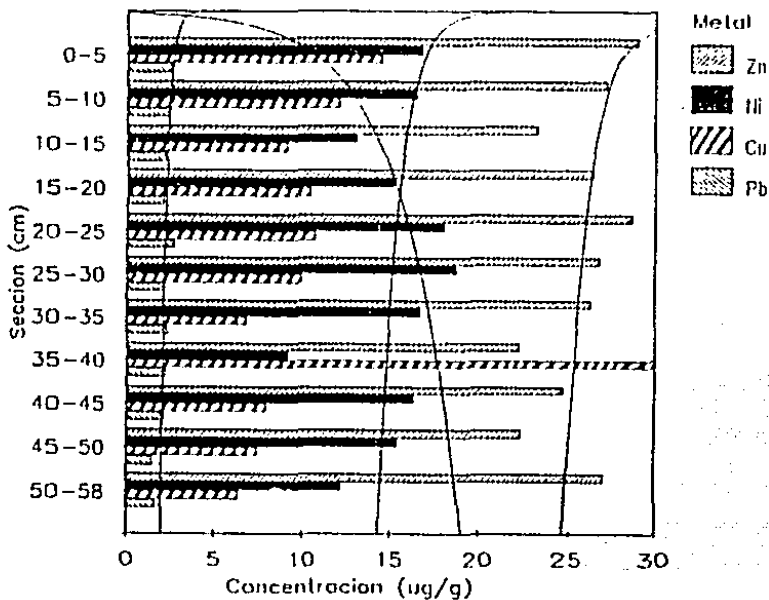


Figs. 5.51 y 5.52

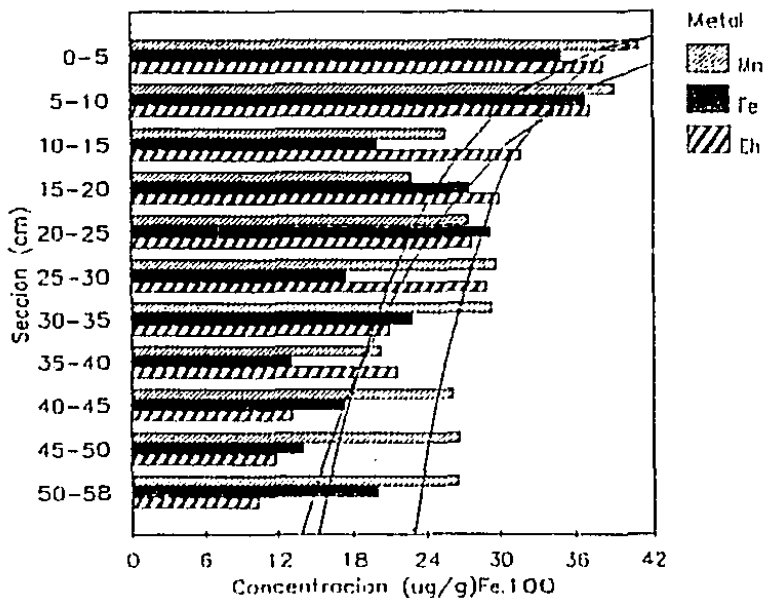


Figs. 5.53 y 5.54

NUCLEO B12: R
C C (z=670m)

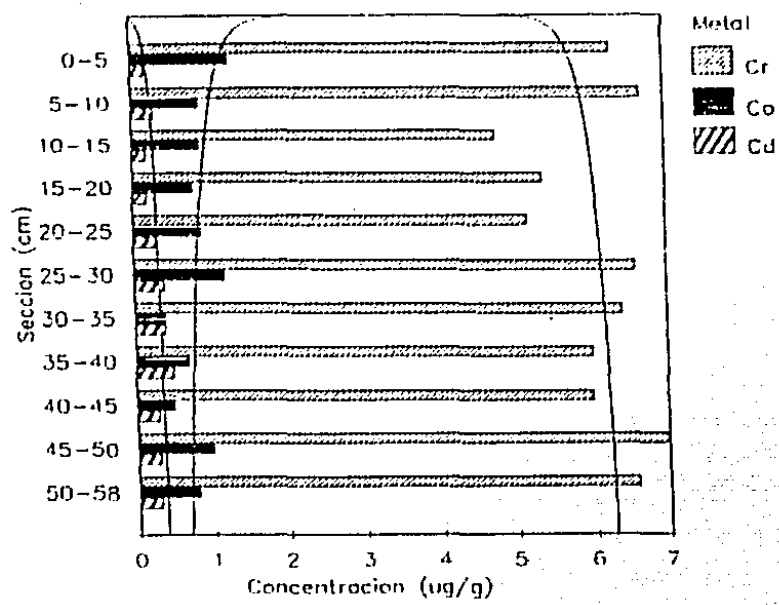


NUCLEO B12: R
C C (z=670m)

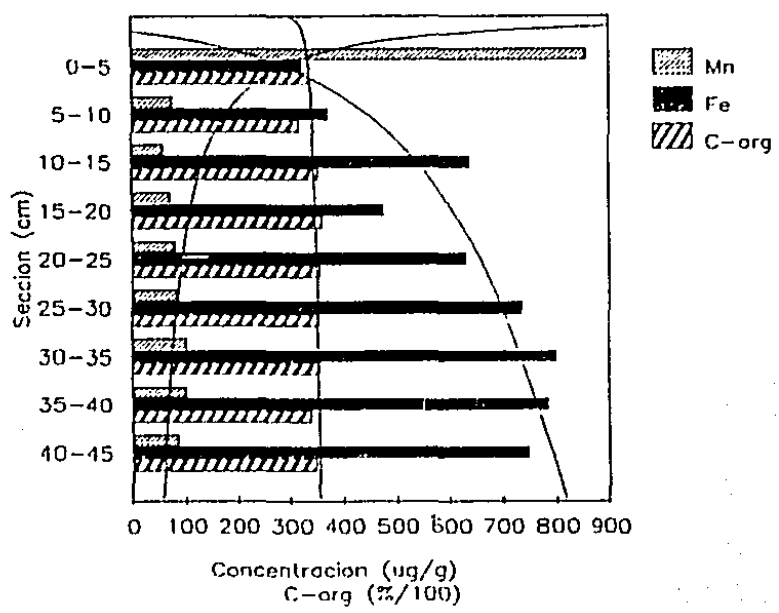


Figs. 5.55 y 5.56

NUCLEO B12: R
C C (z=670m)

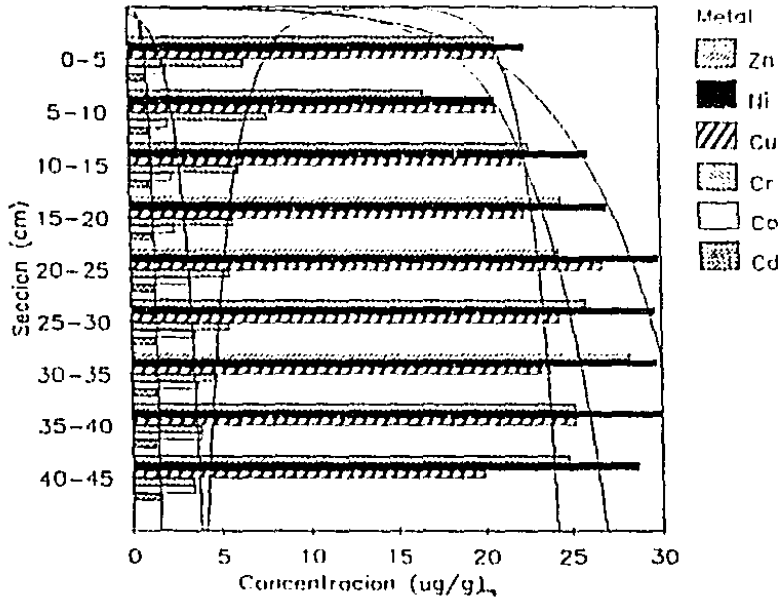


NUCLEO B25: O/S
C P (z=2450m)

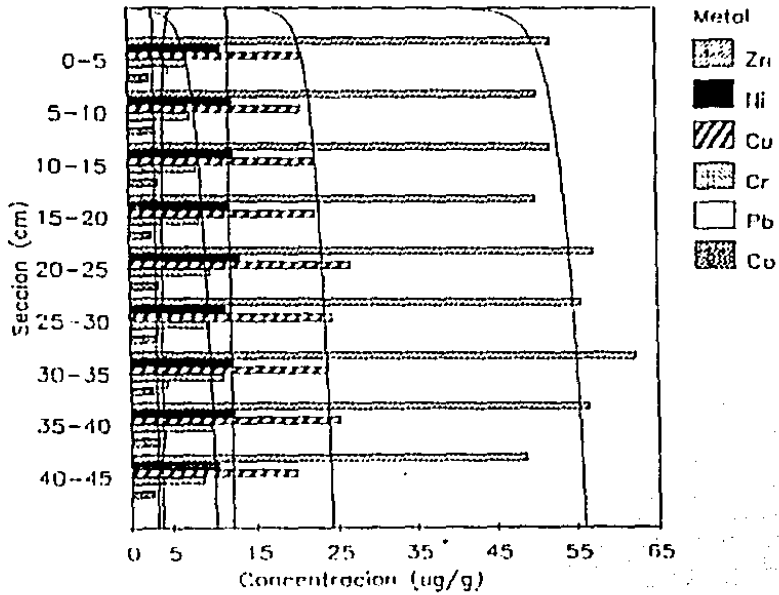


Figs. 5.57 y 5.58

NUCLEO B25: O/S
C P (z=2450m)

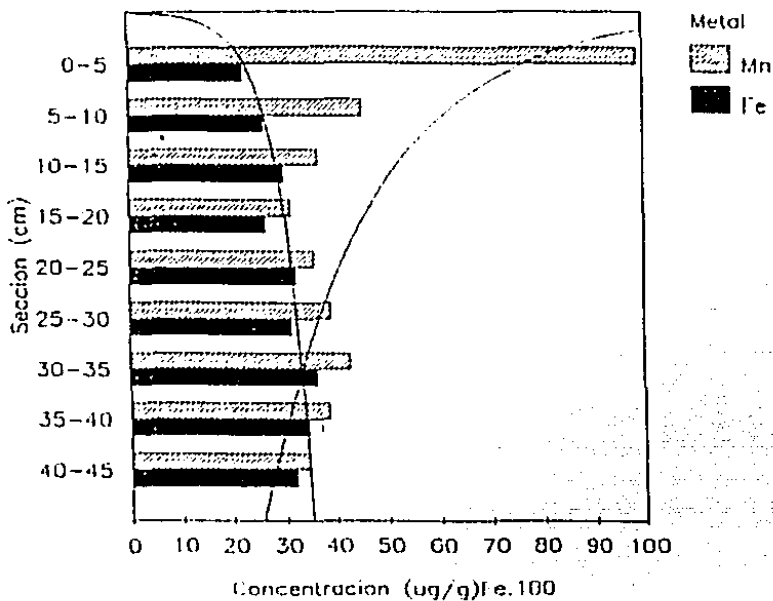


NUCLEO B25: R
C P (z=2450m)

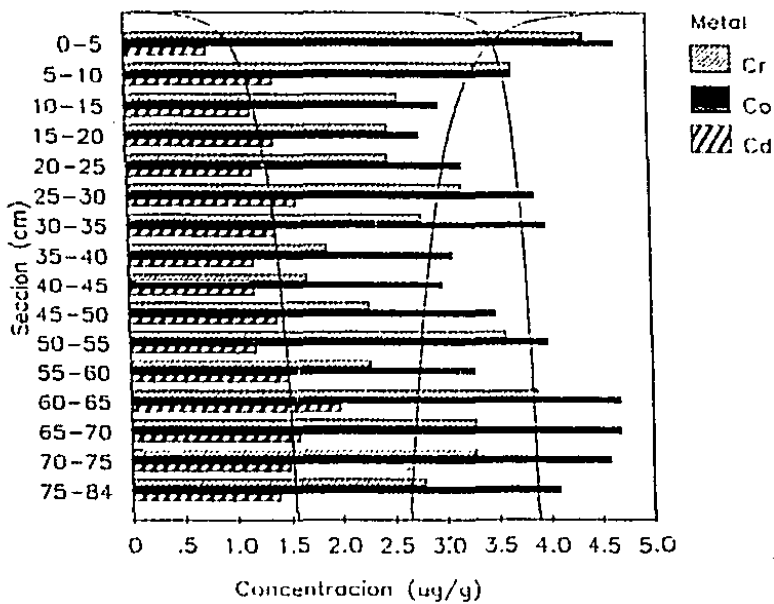


Figs. 5.59 y 5.60

NUCLEO B25: R
C P (z=2450m)

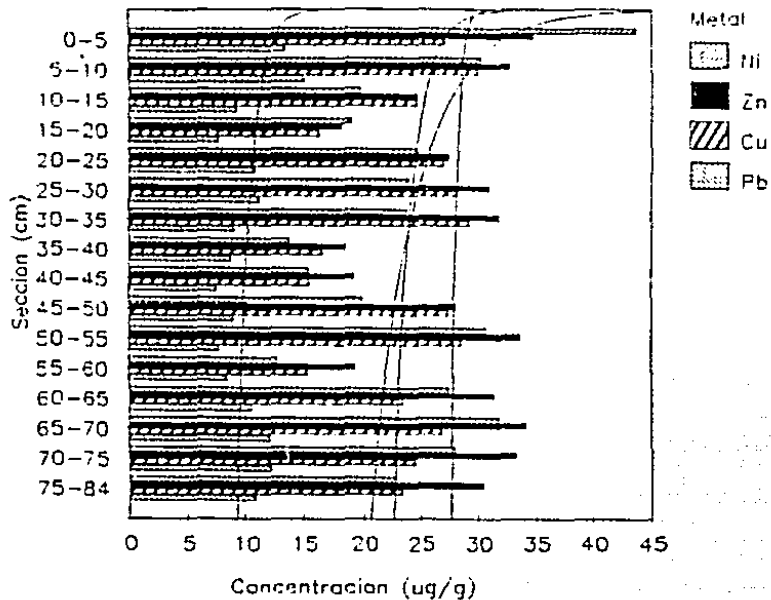


NUCLEO B3: O/S
C P (z=2500)

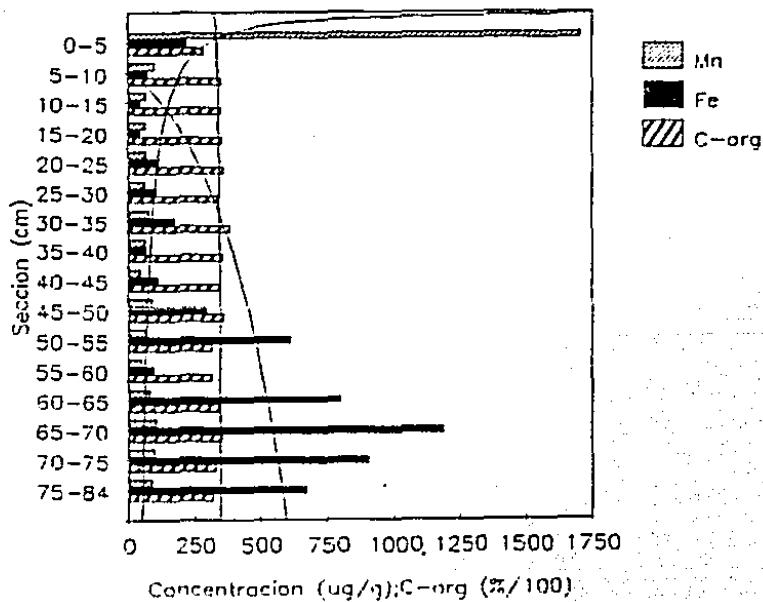


Figs. 5.61 y 5.62

NUCLEO B3: O/S
C P (z=2500)

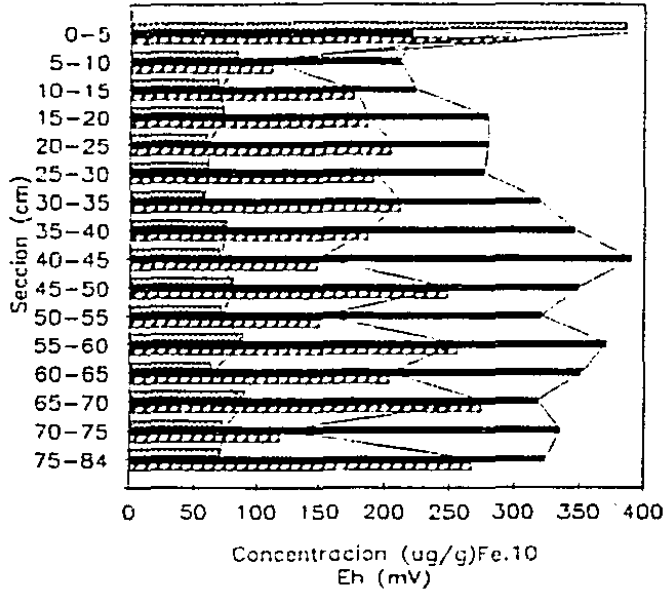


NUCLEO B3: O/S
C P (z=2500)



Figs. 5.63 y 5.64

NUCLEO B3: R
C P (z=2500)



NUCLEO B3: R
C P (z=2500)

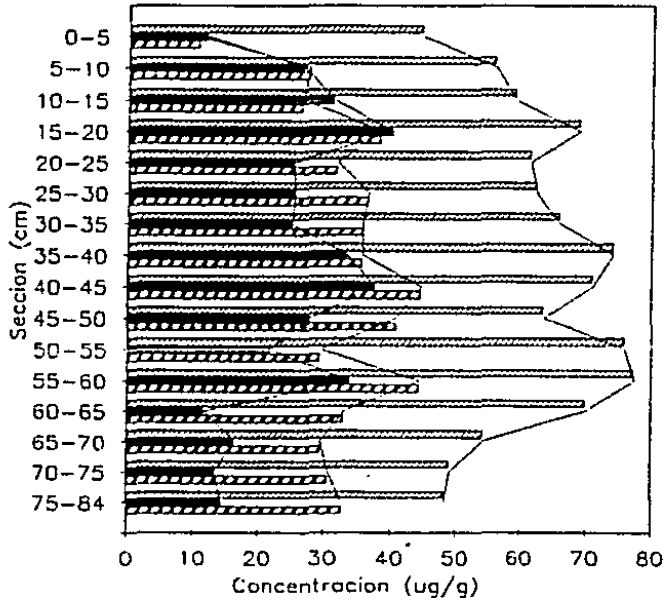


Fig. 5.65 y 5.66

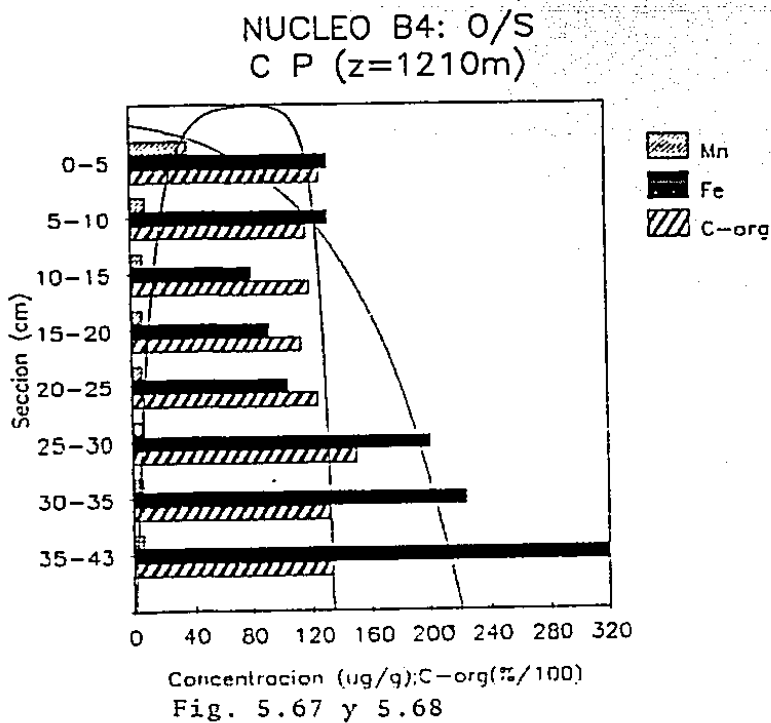
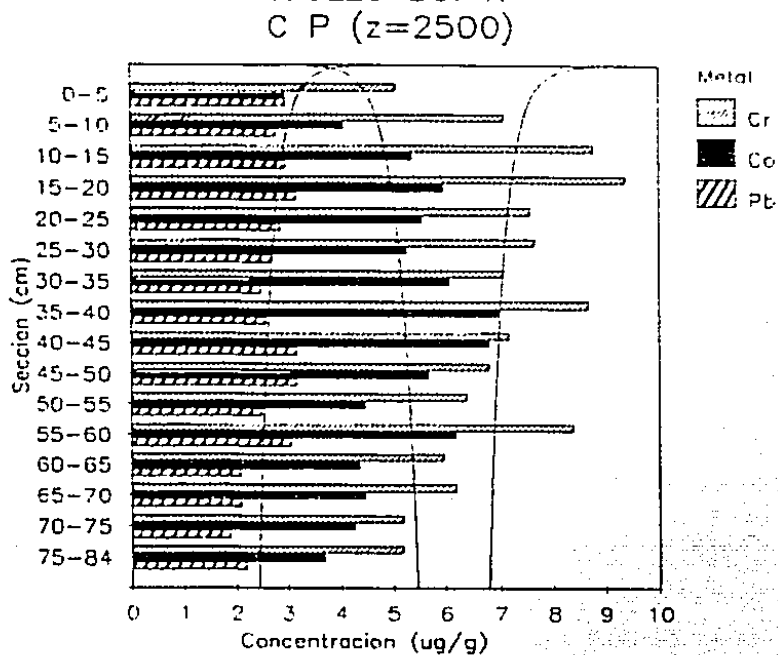
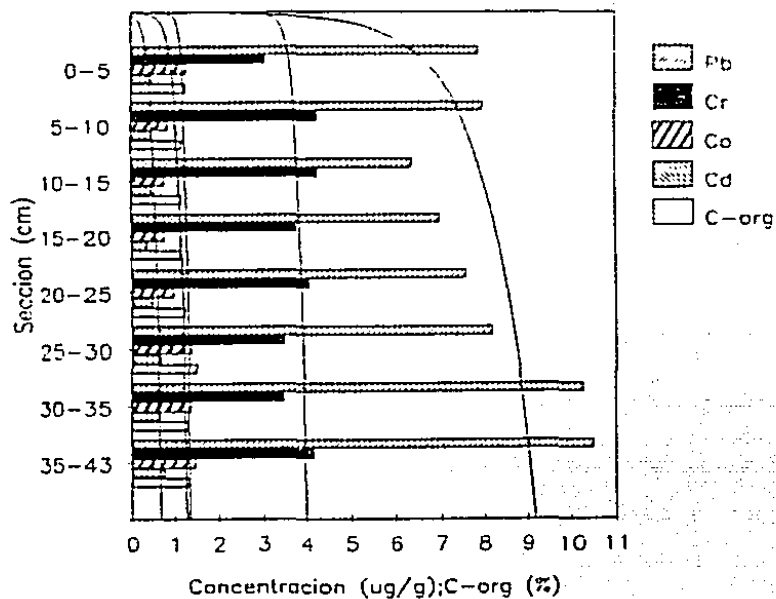
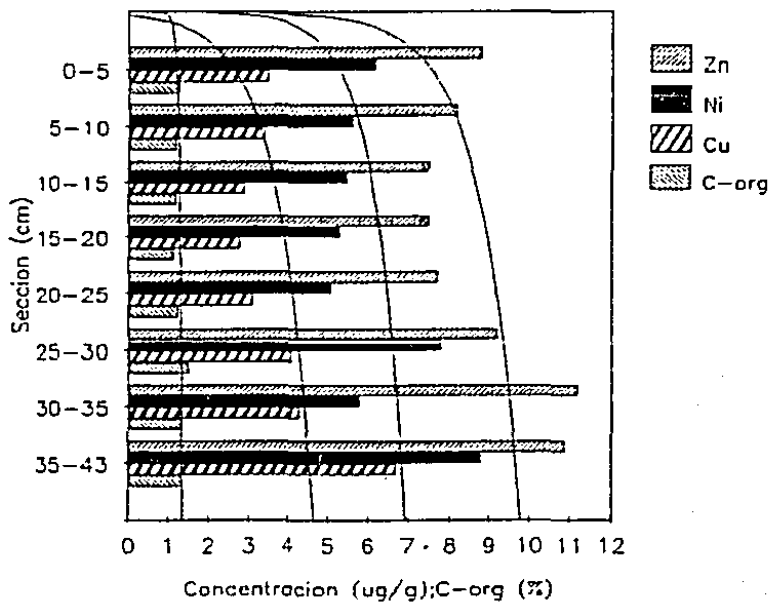


Fig. 5.67 y 5.68

NUCLEO B4: O/S
C P (z=1210m)



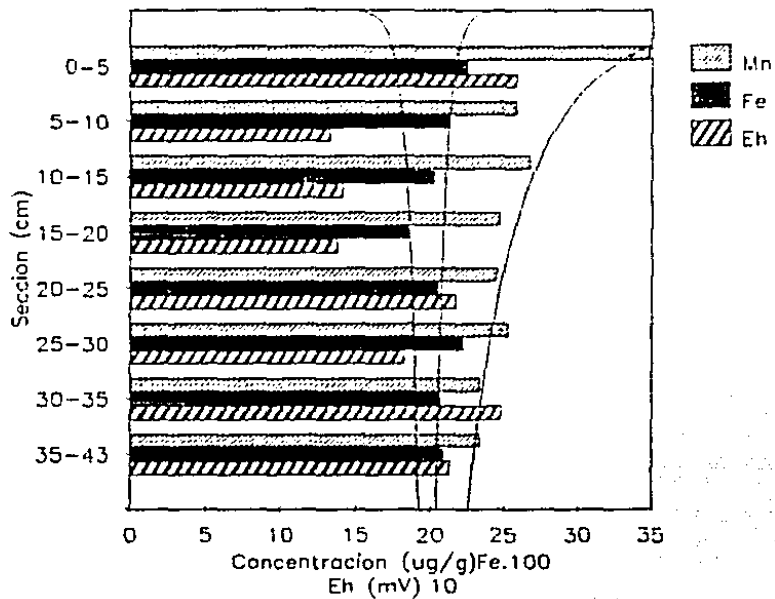
NUCLEO B4: O/S
C P (z=1210m)



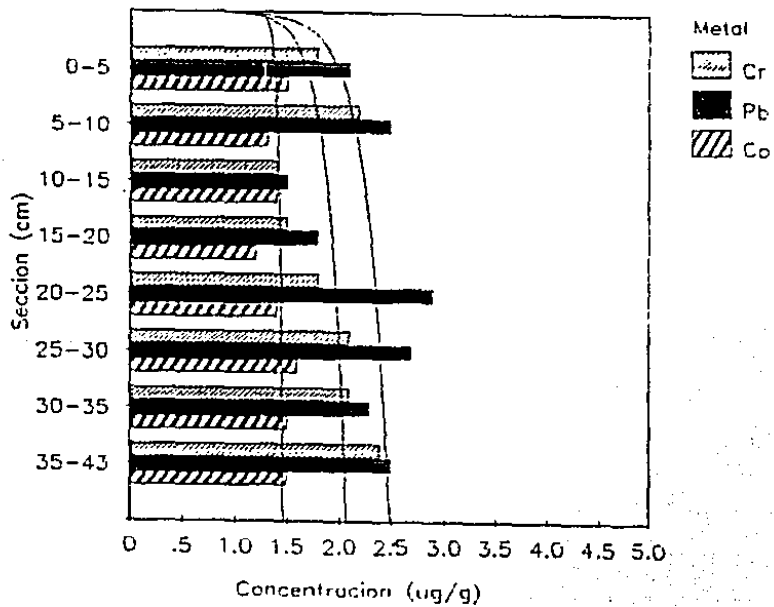
Figs. 5.69 y 5.70

NUCLEO B4: R
C P (z=1210m)

314

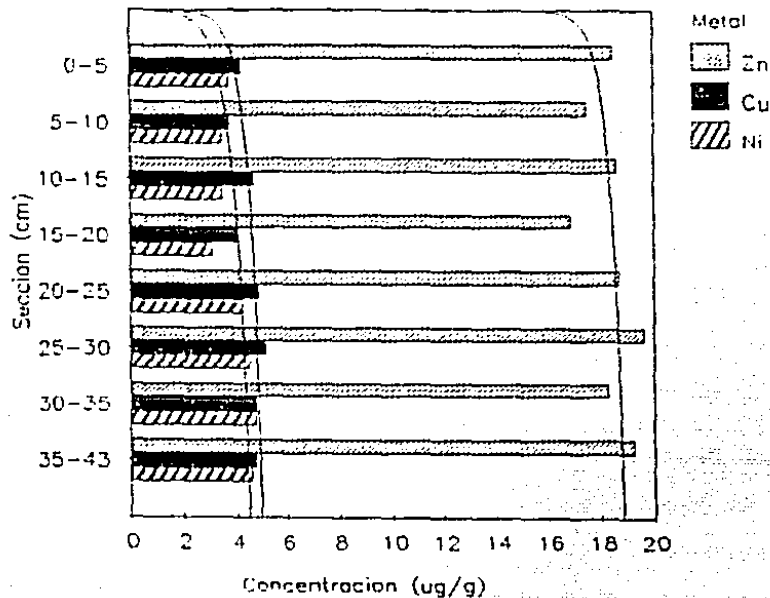


NUCLEO B4: R
C P (z=1210m)

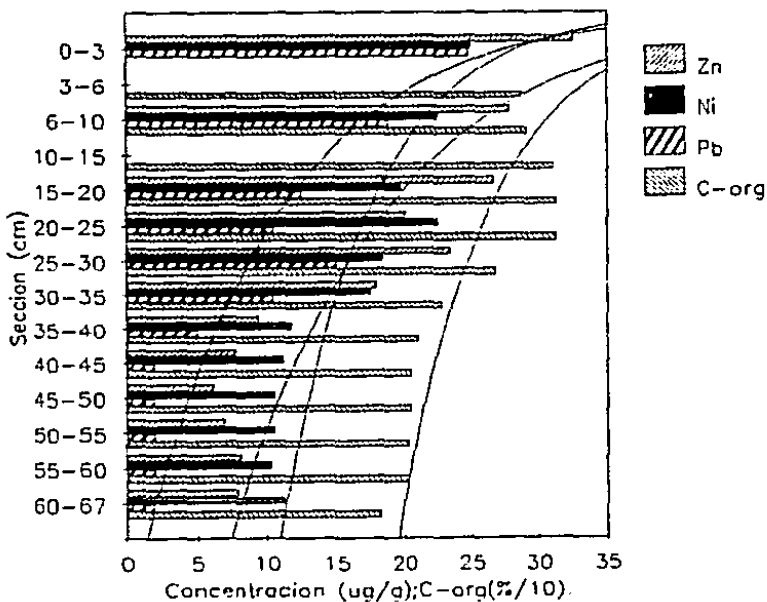


Figs. 5.71 y 5.72

NUCLEO B4: R
C P (z=1210m)

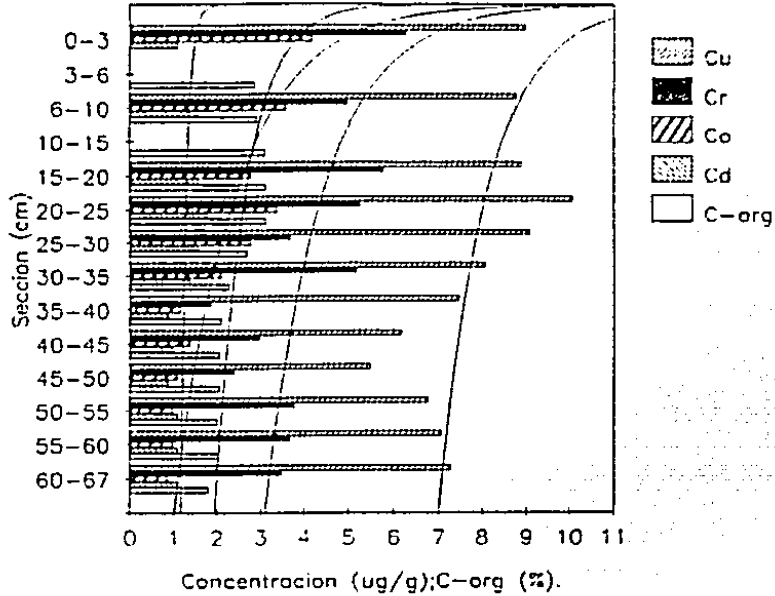


NUCLEO B14: O/S
C G (z=2020m)



Figs. 5.73 y 5.74

NUCLEO B14: O/S
C G (z=2020m)



NUCLEO B14: O/S
C G (z=2020m)

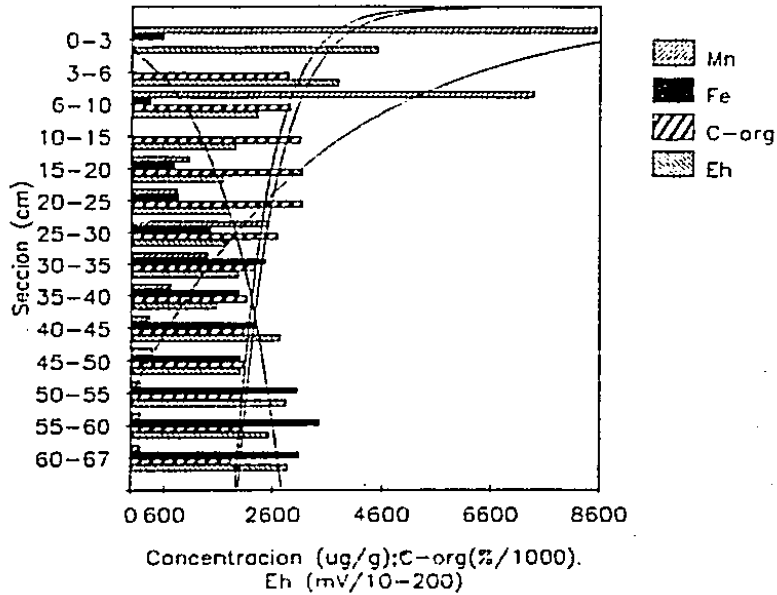
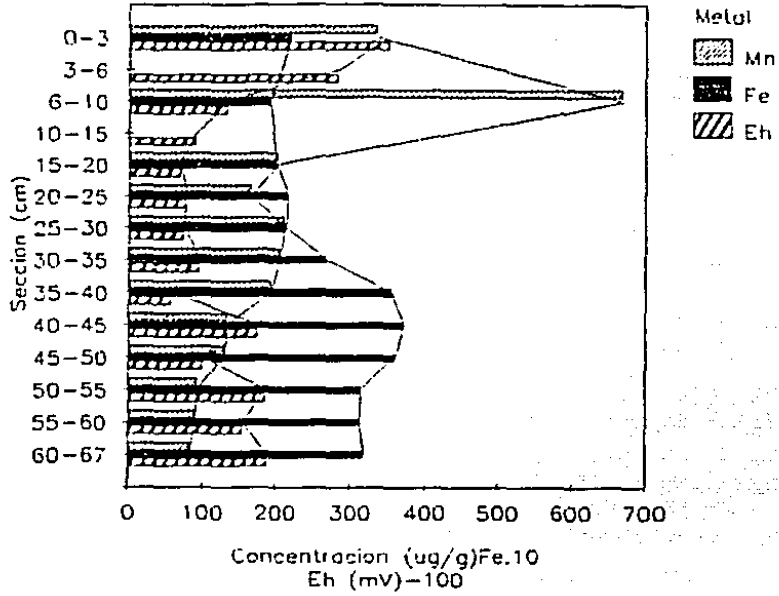
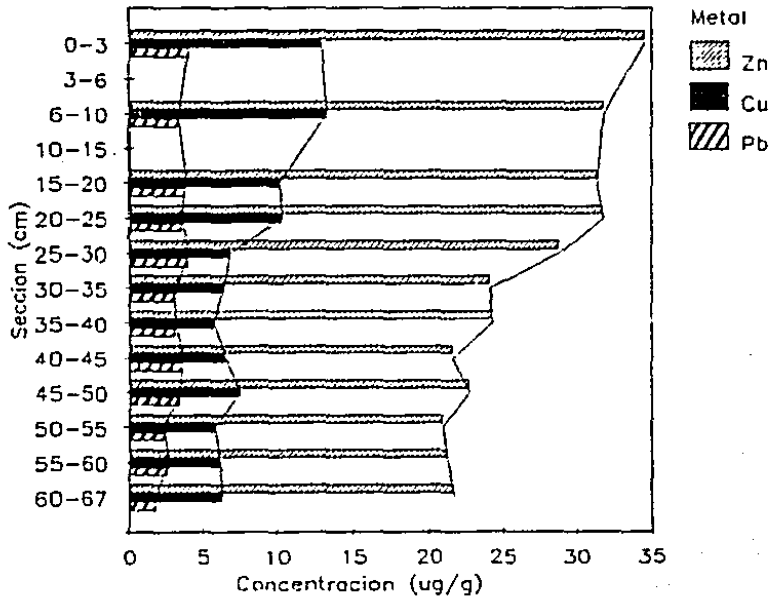


Fig. 5.75 y 5.76

NUCLEO B14: R
C G (z=2020m)

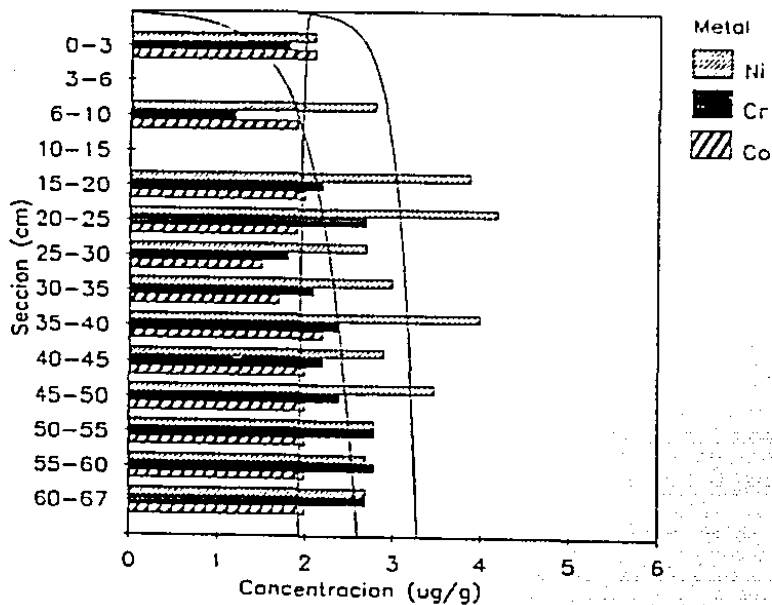


NUCLEO B14: R
C G (z=2020m)

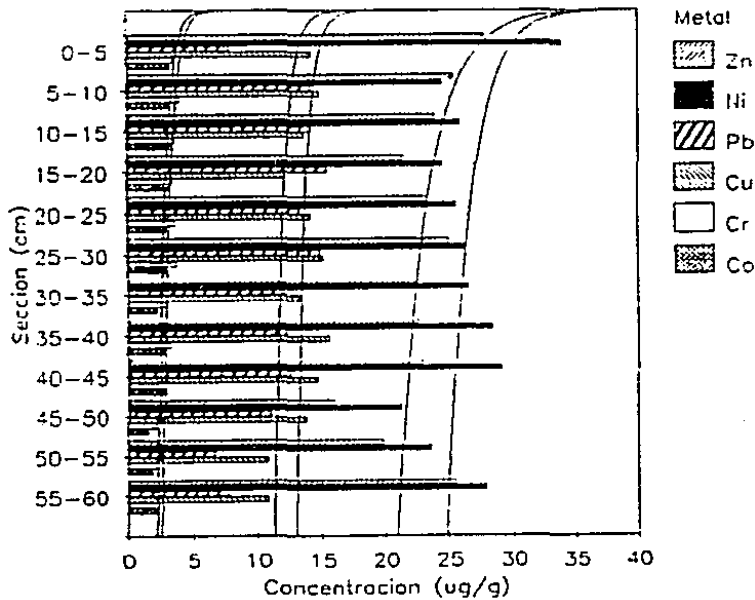


Figs. 5.77 y 5.78

NUCLEO B14: R
C G (z=2020m)

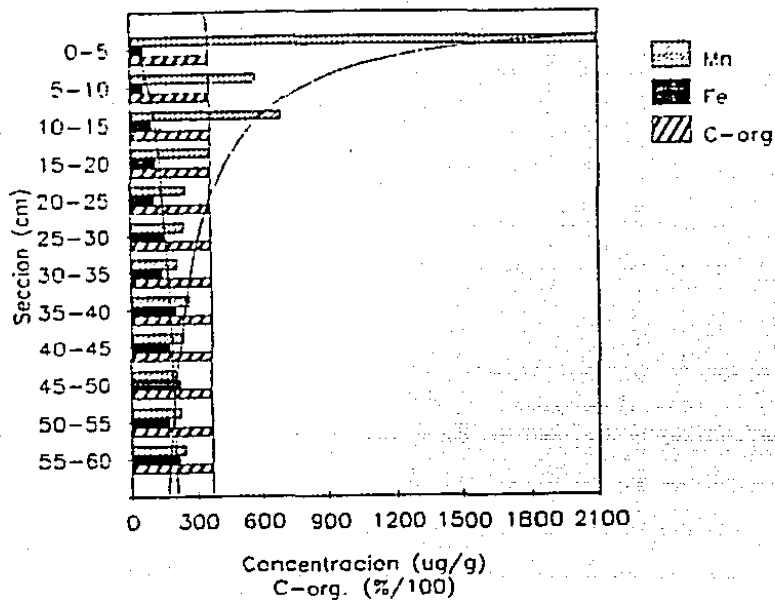


NUCLEO B5: O/S
C F (z=2250m)

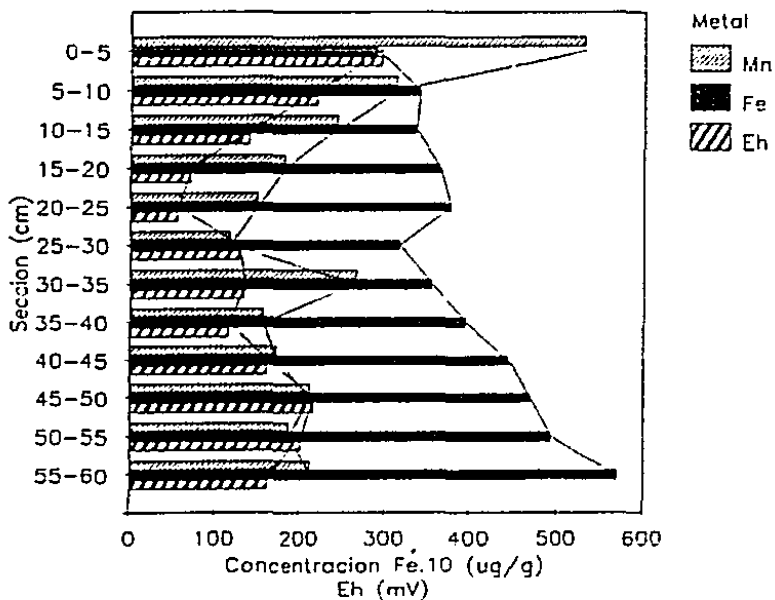


Figs. 5.79 y 5.80.

NUCLEO B5: O/S
C F (z=2250m)



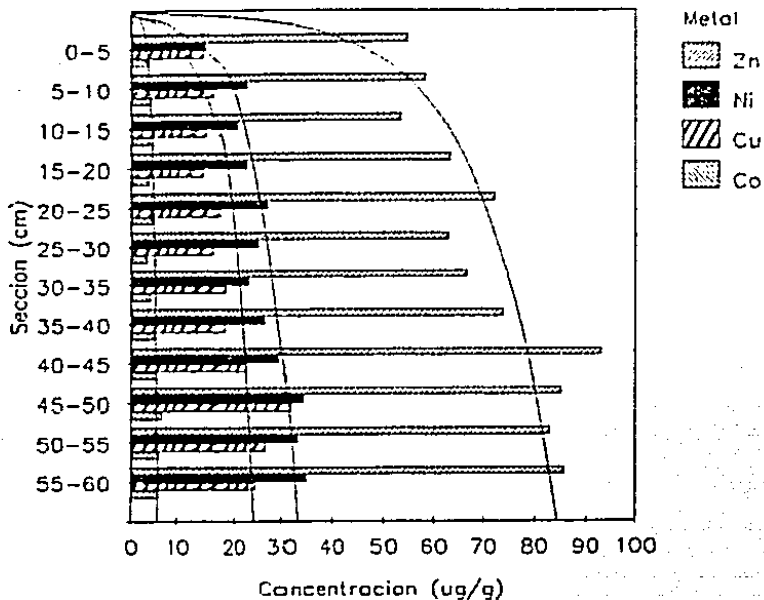
NUCLEO B5: R
C F (z=2250m)



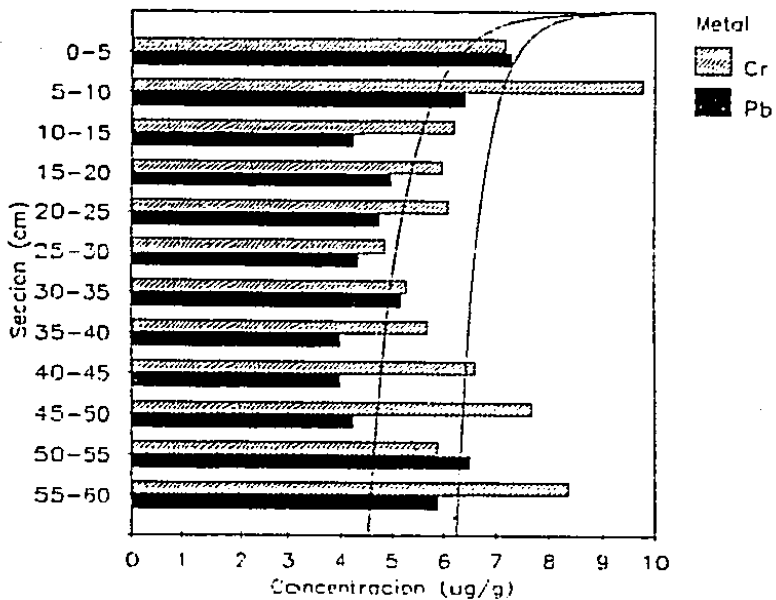
Figs. 5.81 y 5.82

NUCLEO B5: R
C F (z=2250m)

320

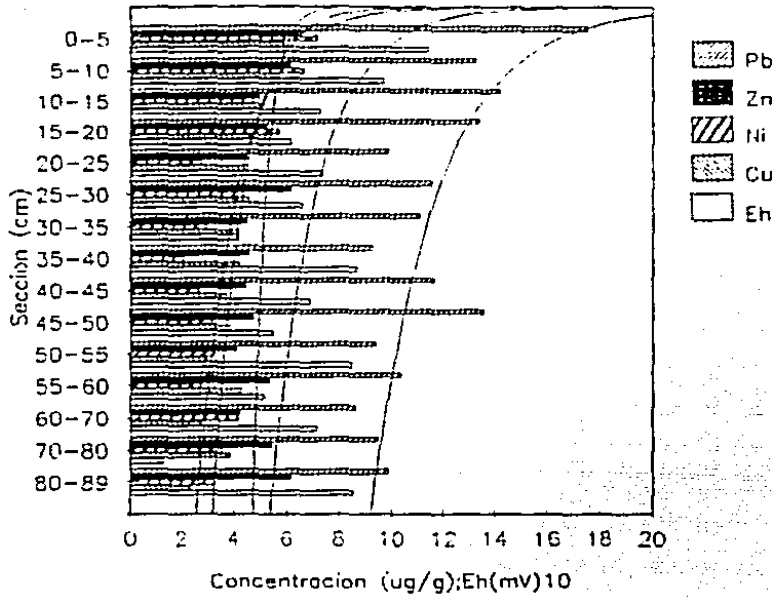


NUCLEO B5: R
C F (z=2250m)

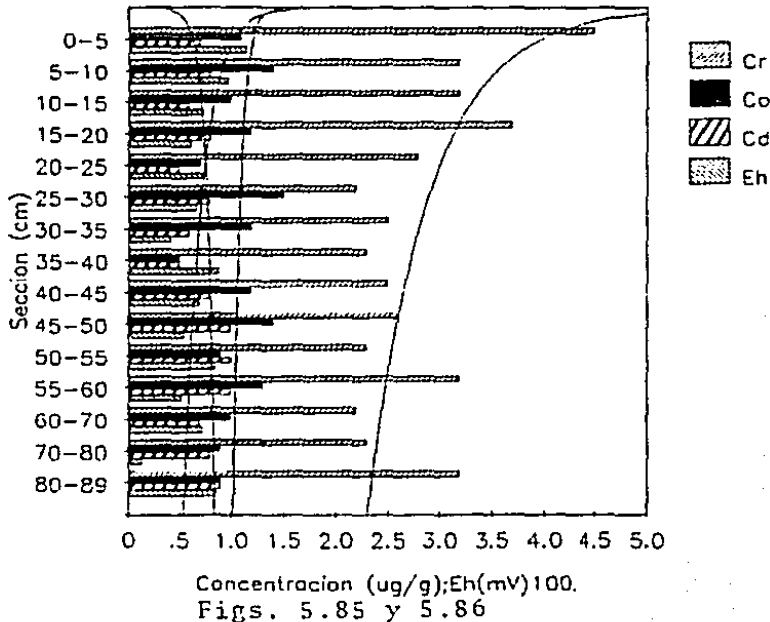


Figs. 5.83 y 5.84

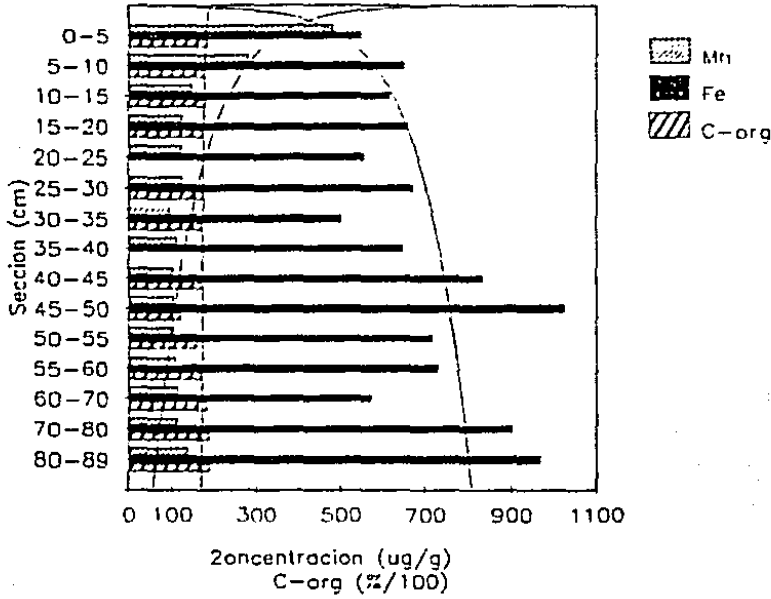
NUCLEO B6: O/S
C F (z=2220m)



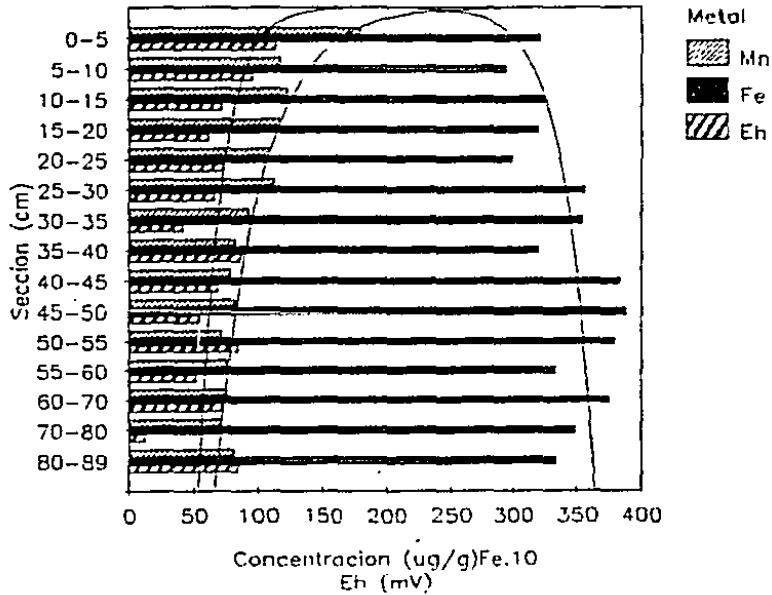
NUCLEO B6: O/S
C F (z=2220m)



NUCLEO B6: O/S C F (z=2220m)

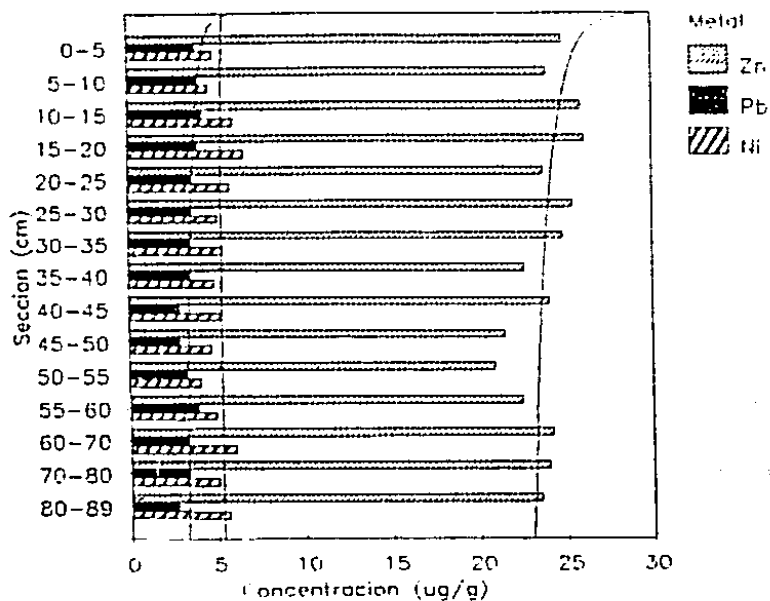


NUCLEO B6: R C F (z=2220m)

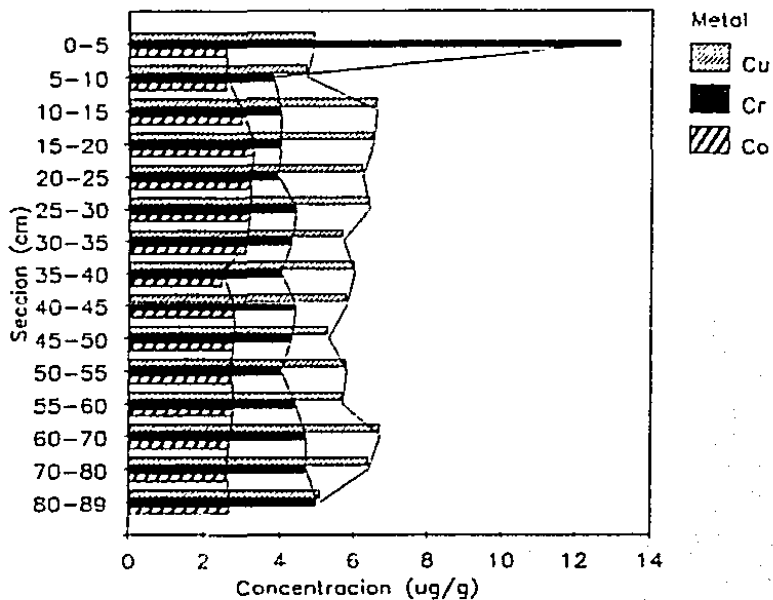


Figs. 5.87 y 5.88

NUCLEO B6: R
C F (z=2220m)

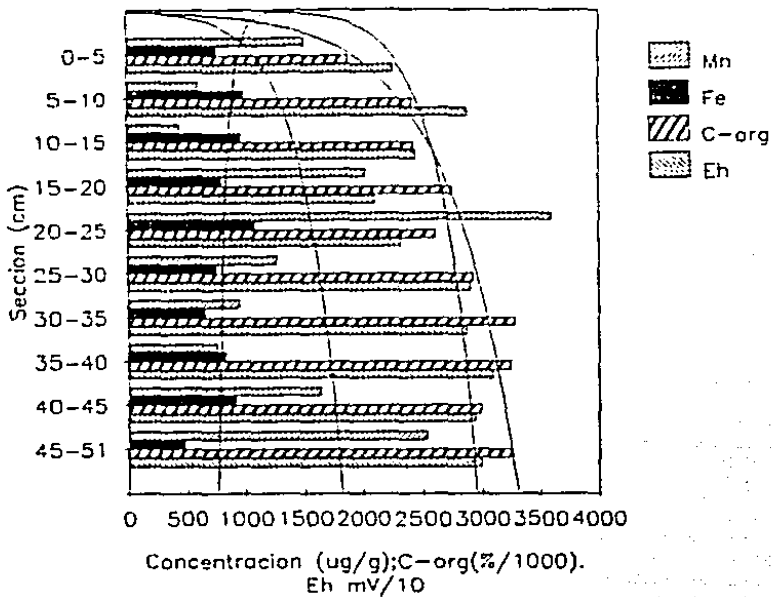


NUCLEO B6: R
C F (z=2220m)

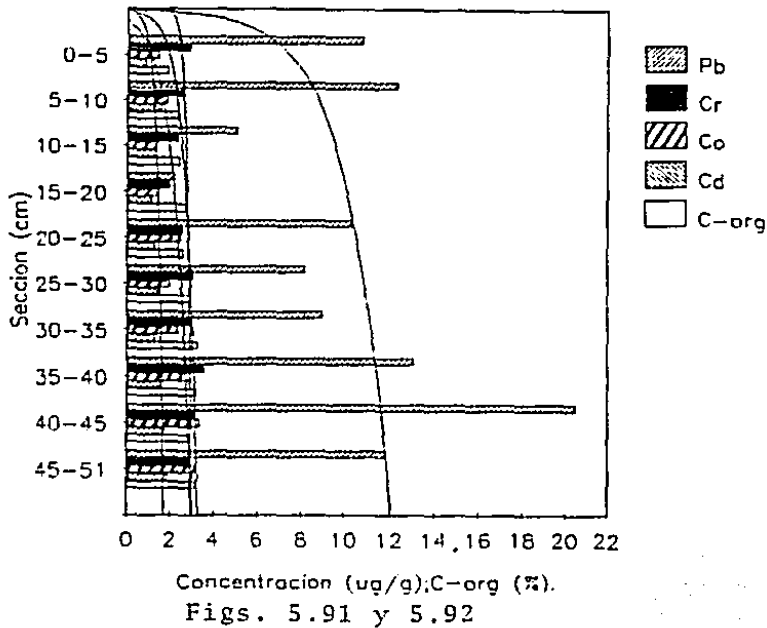


Figs. 5.89 y 5.90

NUCLEO B24: O/S
C F (z=3250m)

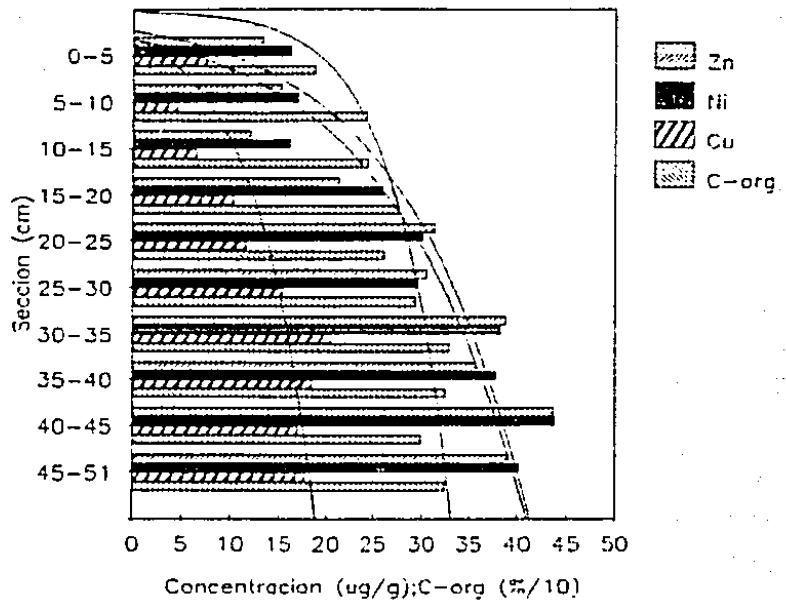


NUCLEO B24: O/S
C F (z=3250m)

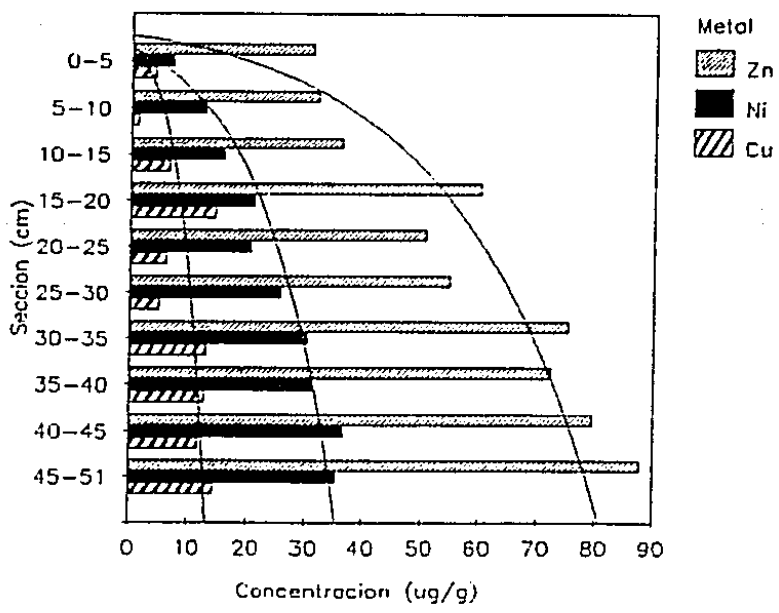


Figs. 5.91 y 5.92

NUCLEO B24: O/S
C F (z=3250m)



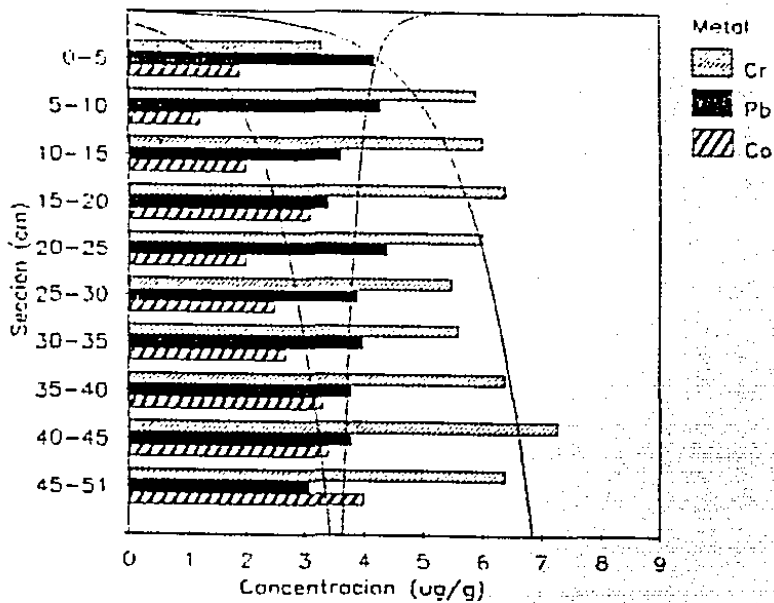
NUCLEO B24: R
C F (z=3250m)



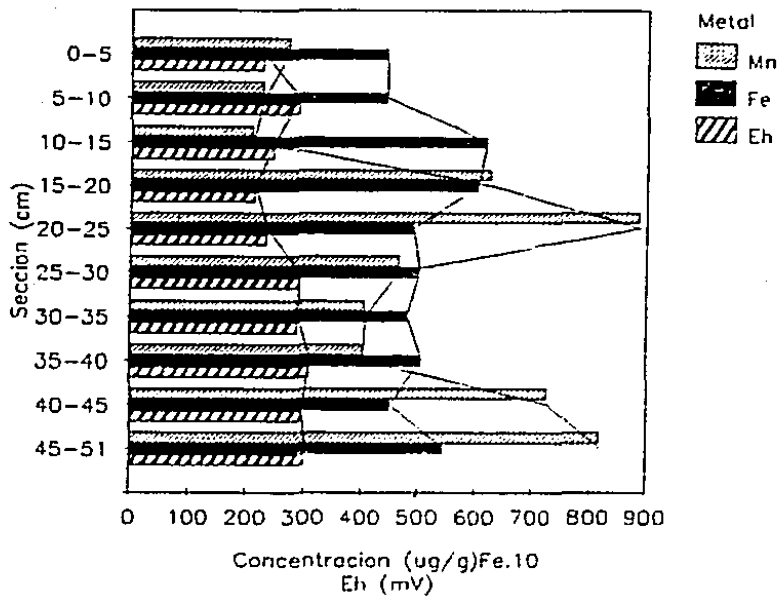
Figs. 5.93 y 5.94

NUCLEO B24: R
C F (z=3250m)

326

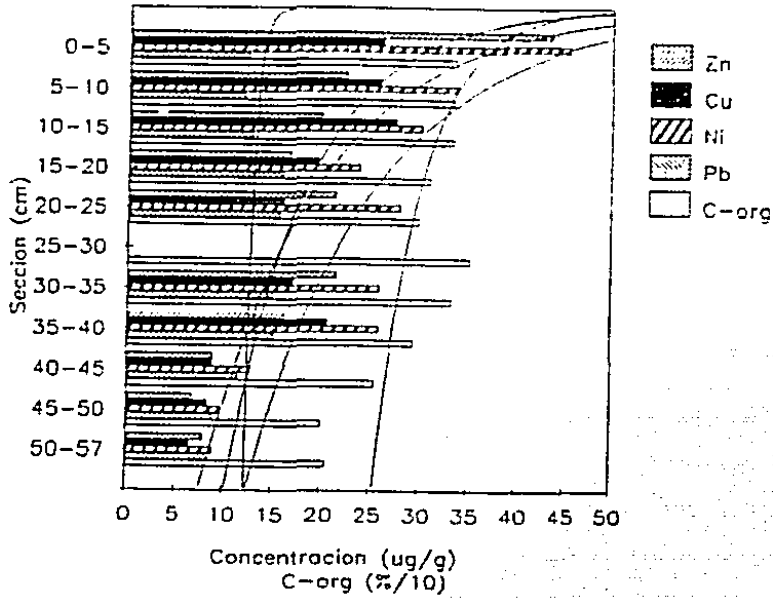


NUCLEO B24: R
C F (z=3250m)

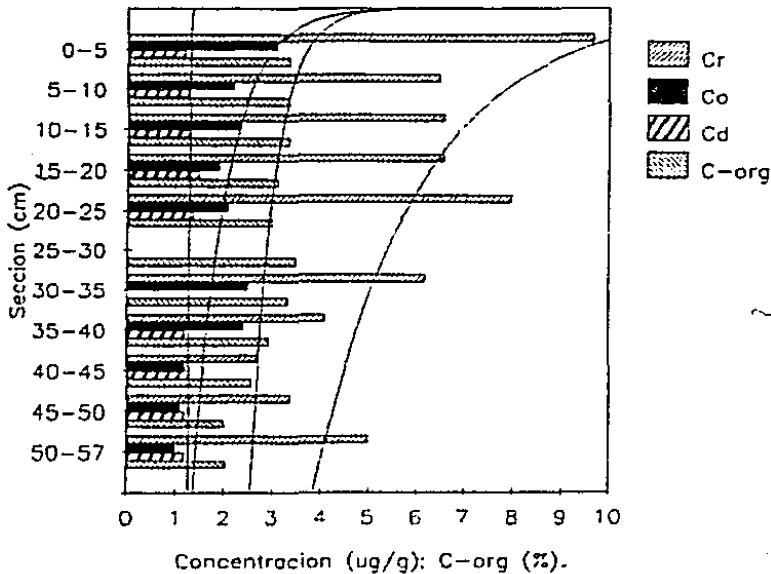


Figs. 5.95 y 5.96

NUCLEO B26: O/S
C P (z=3230m)

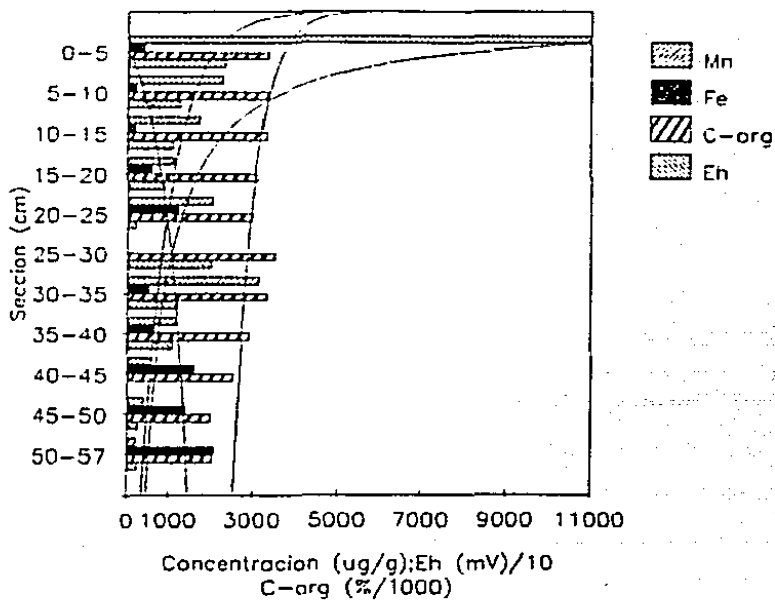


NUCLEO B26: O/S
C P (z=3230m)

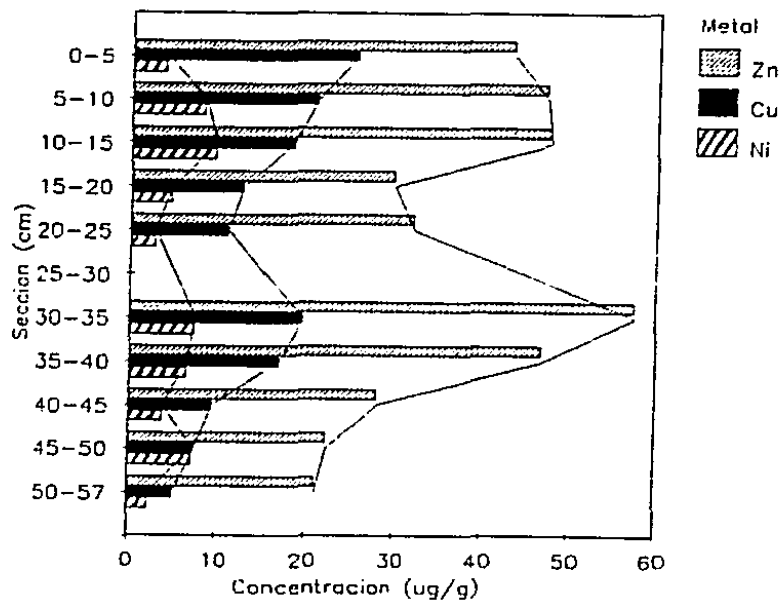


Figs. 5.97 y 5.98

NUCLEO B26: O/S
C P (z=3230m)

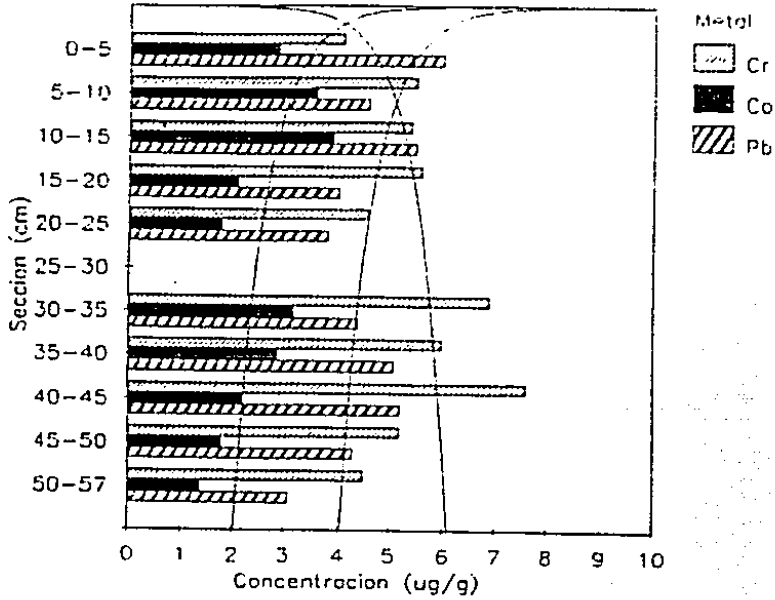


NUCLEO B26: R
C P (z=3230m)

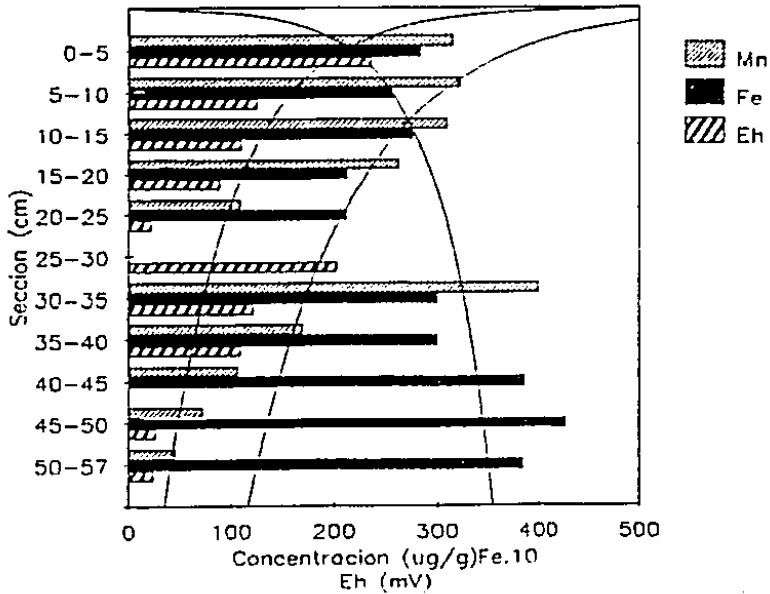


Figs. 5.99 y 5.100

NUCLEO B26: R
C P (z=3230m)

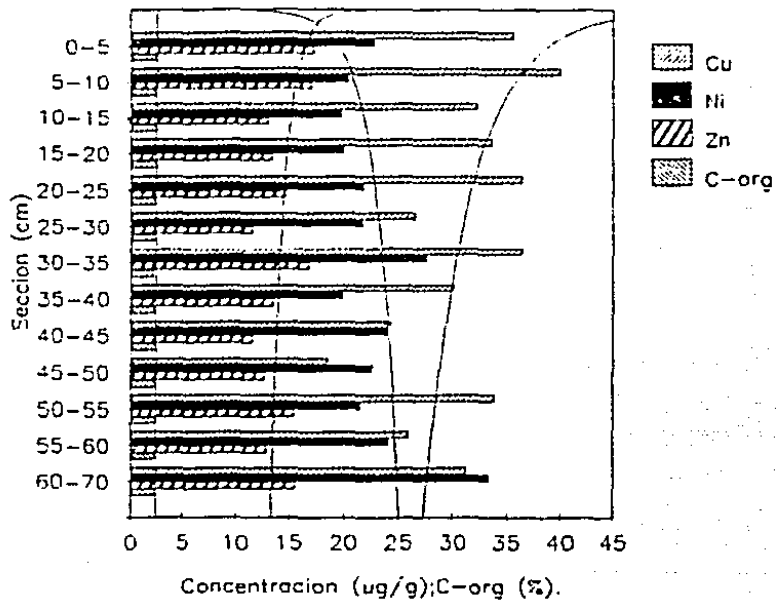


NUCLEO B26: R
C P (z=3230m)

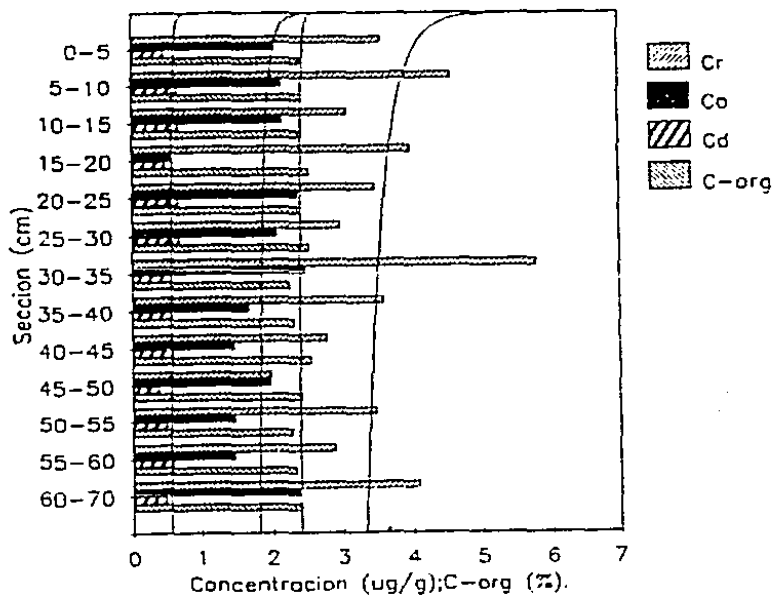


Figs. 5.101 y 5.102

NUCLEO B29: O/S
C M (z=3180m)

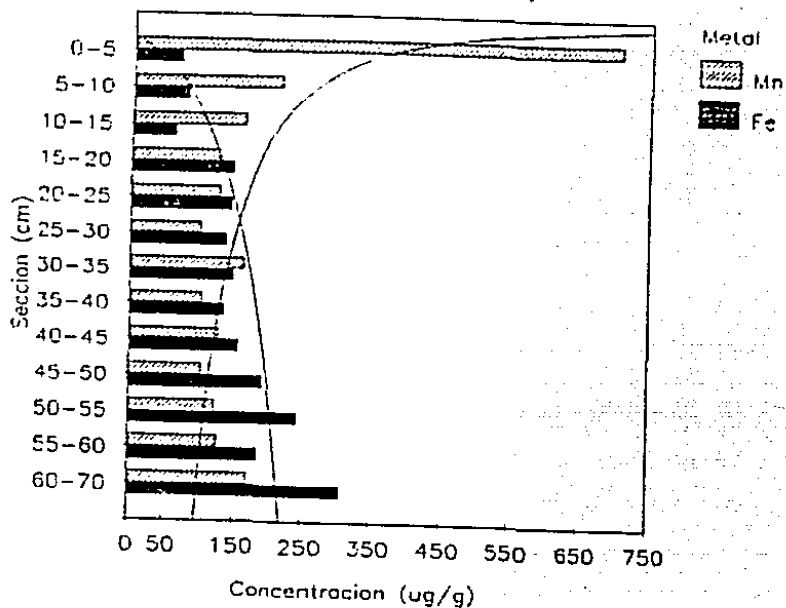


NUCLEO B29: O/S
C M (z=3180m)

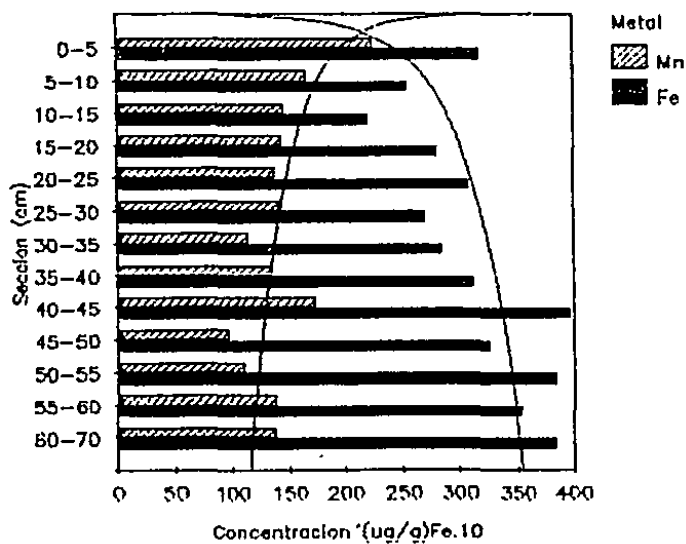


Figs. 5.103 y 5.104

NUCLEO B29: O/S
C M (z=3180m)

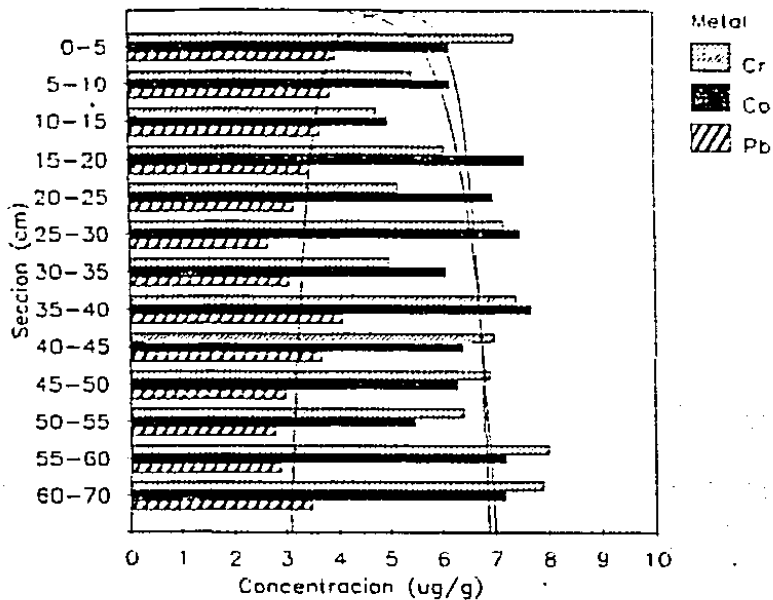


NUCLEO B29: R
C M (z=3180m)

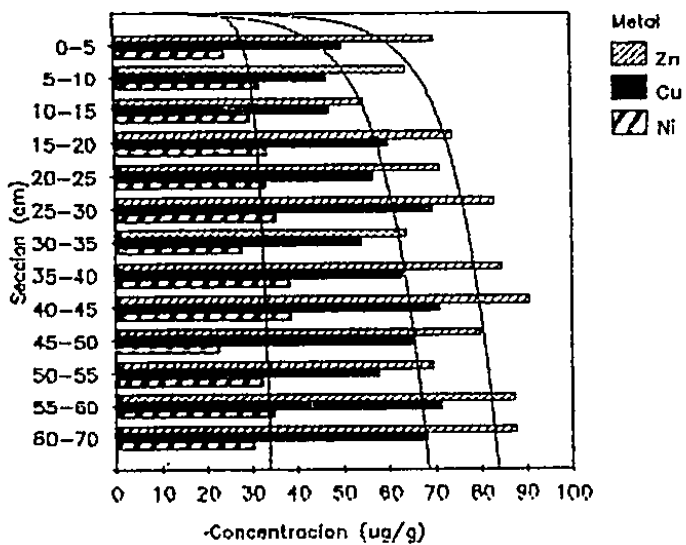


Figs. 5.105 y 5.106

NUCLEO B29: R
C M (z=3180m)

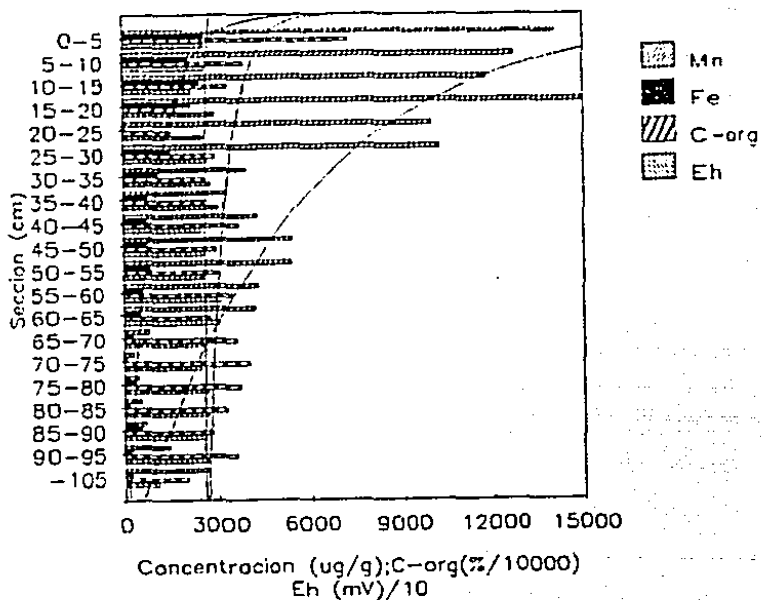


NUCLEO B29: R
C M (z=3180m)

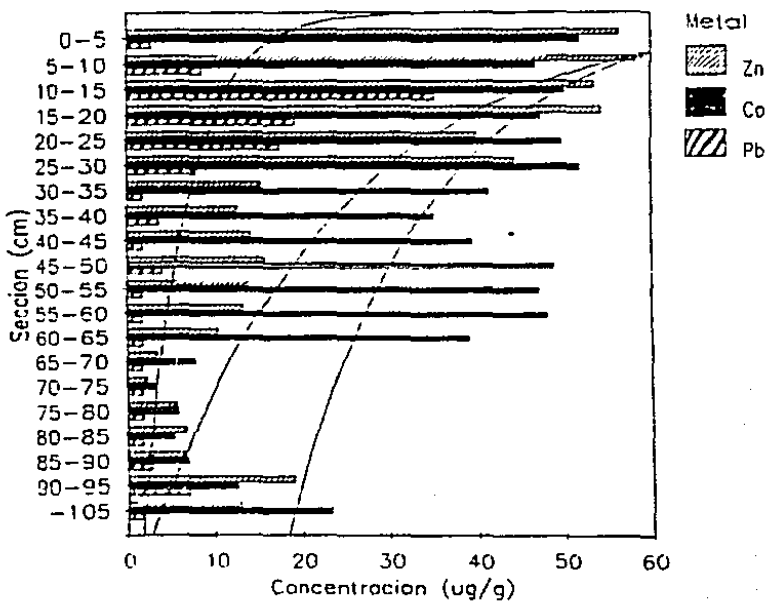


Figs. 5.107 y 5.108

NUCLEO B31: O/S
F P (z=3410m)

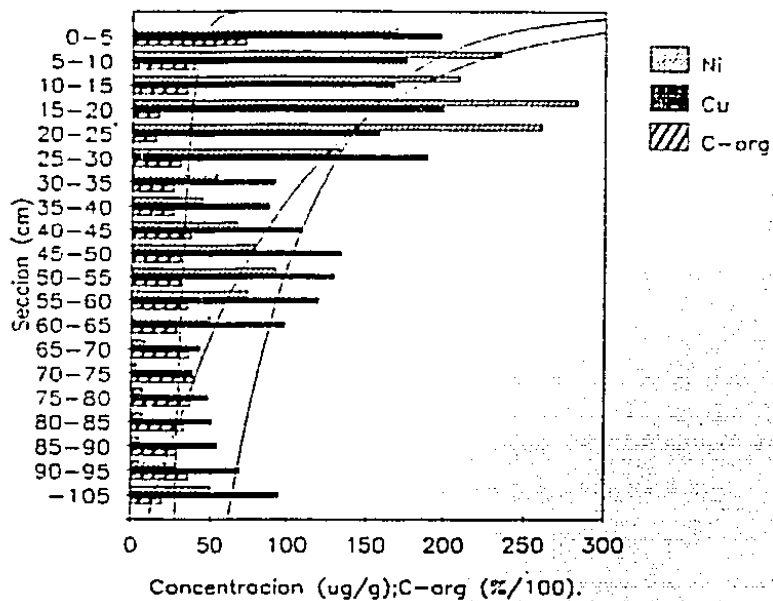


NUCLEO B31: O/S
F P (z=3410m)

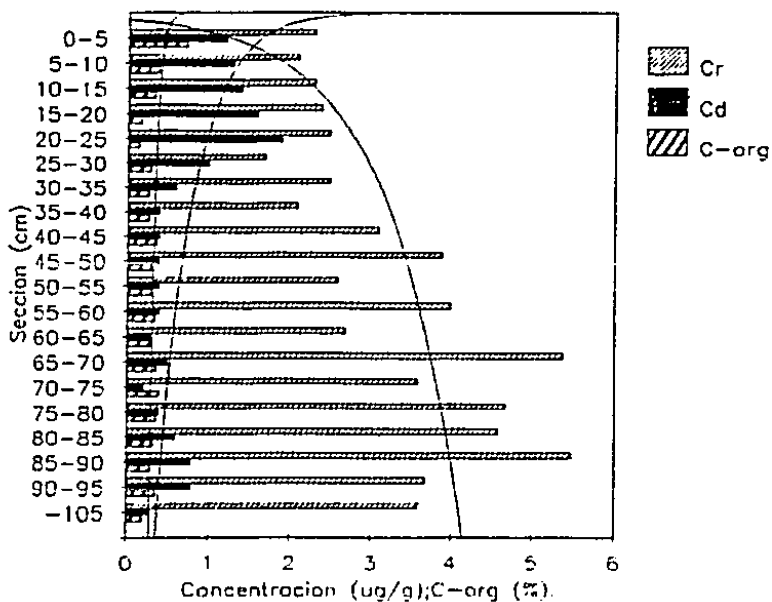


Figs. 5.109 y 5.110

NUCLEO B31: O/S
F P (z=3410m)

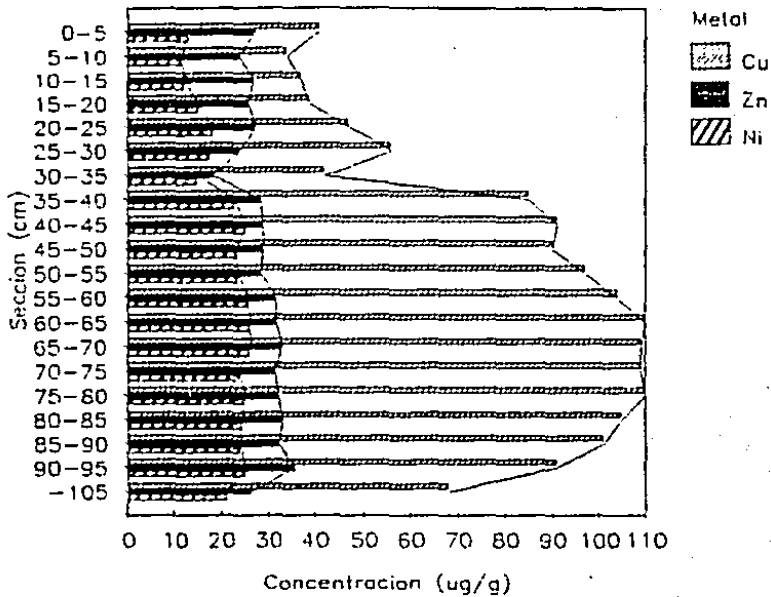


NUCLEO B31: O/S
F P (z=3410m)

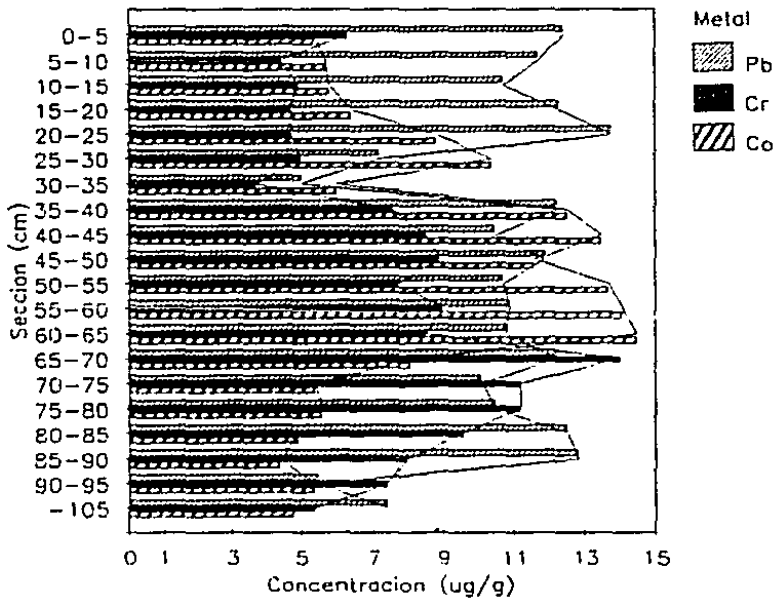


Figs. 5.111 y 5.112

NUCLEO B31: R
F P (z=3410m)

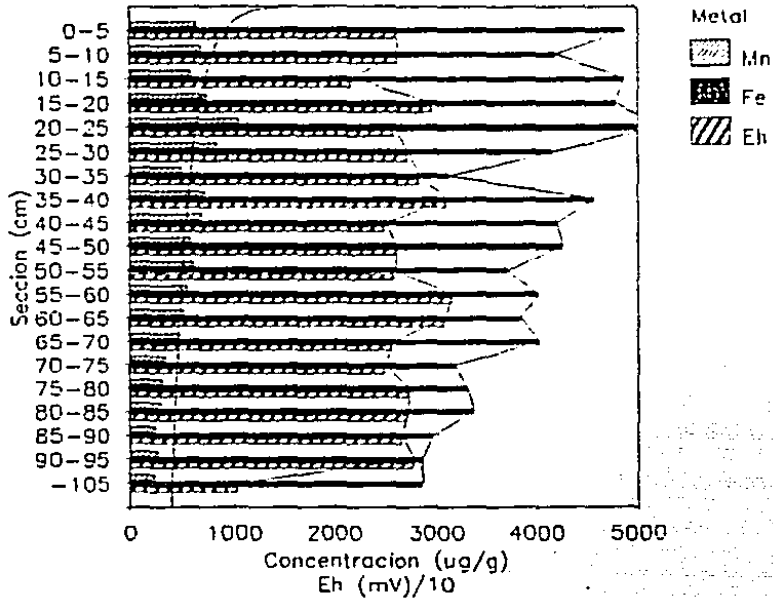


NUCLEO B31: R
F P (z=3410m)

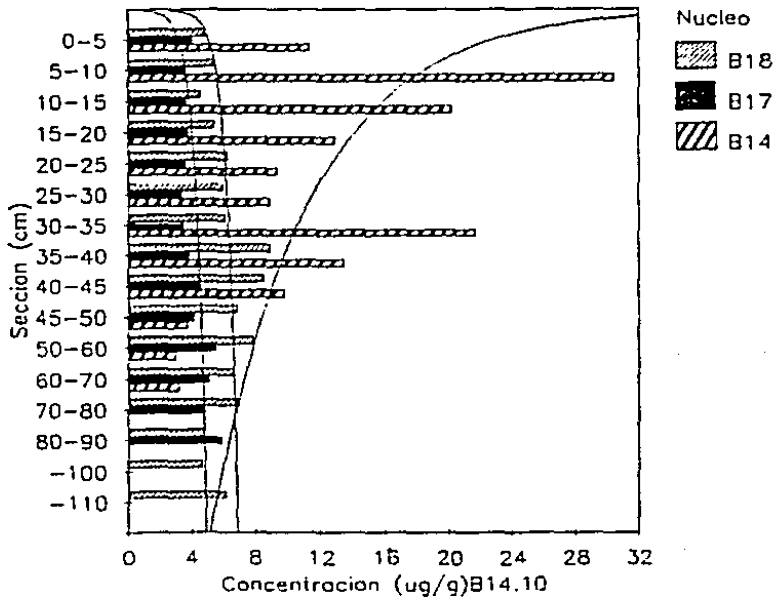


Figs. 5.113 y 5.114

NUCLEO B31: R
F P (z=3410m)



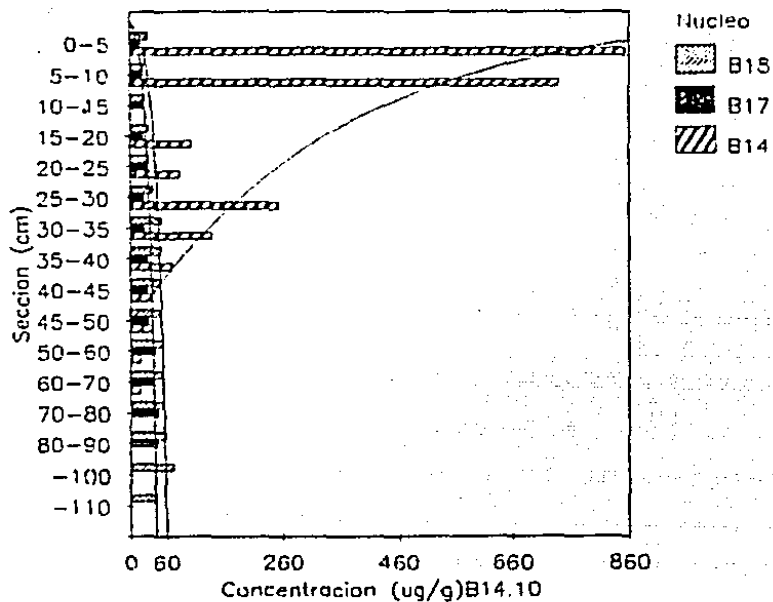
C. GUAYMAS: Mn-I/A



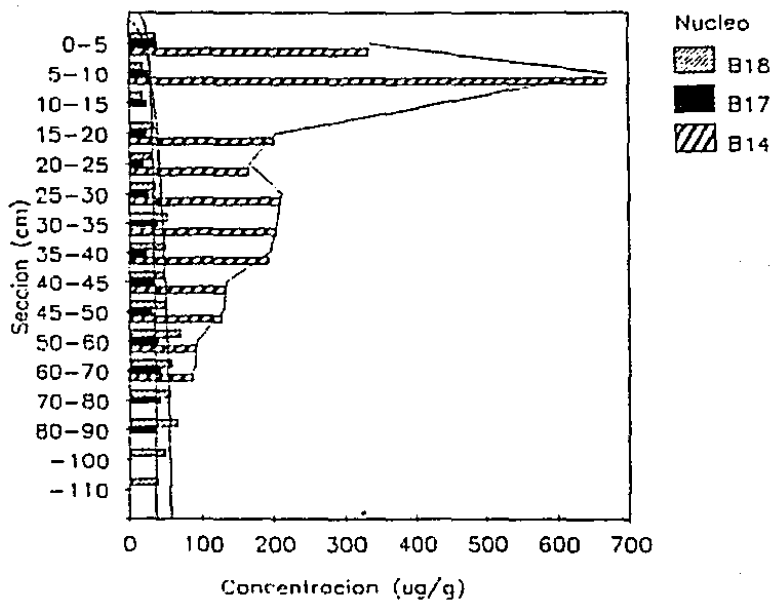
Figs. 5.115 y 5.116

C. GUAYMAS: Mn-O/S

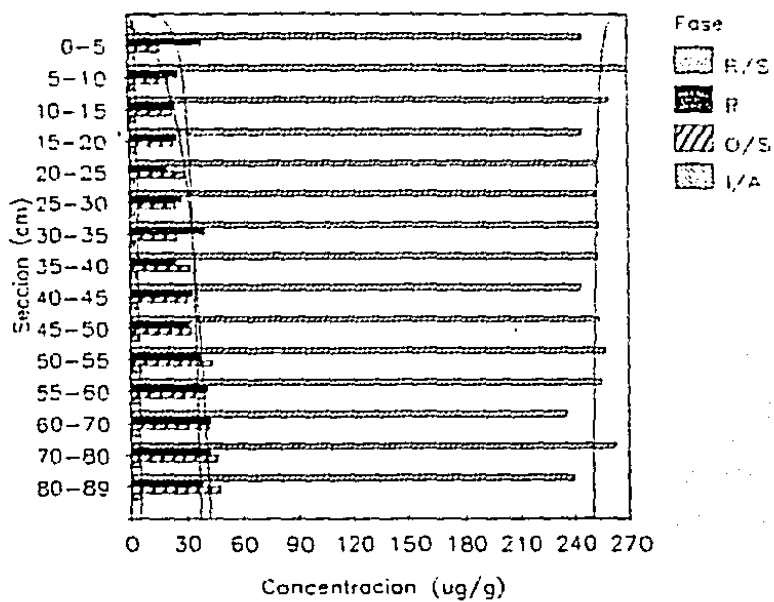
537



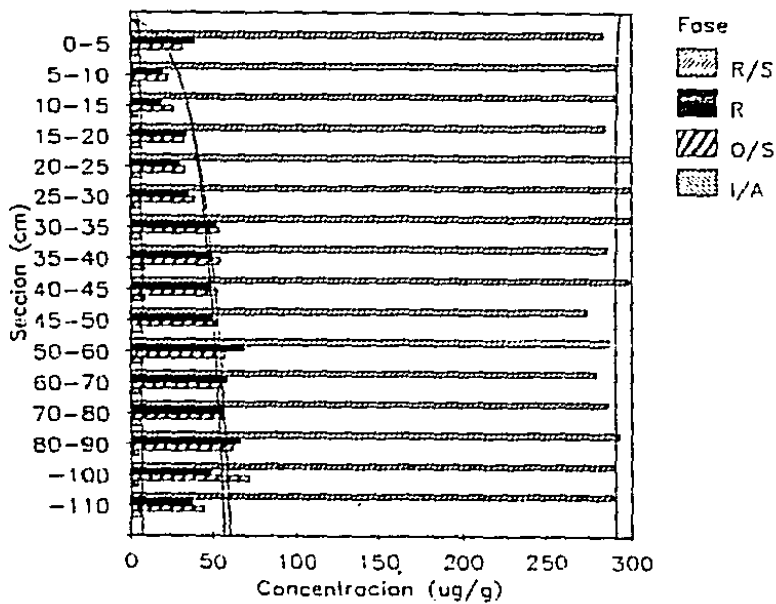
C. GUAYMAS: Mn-R



NUCLEO B17: Mn
C G (z=790m)

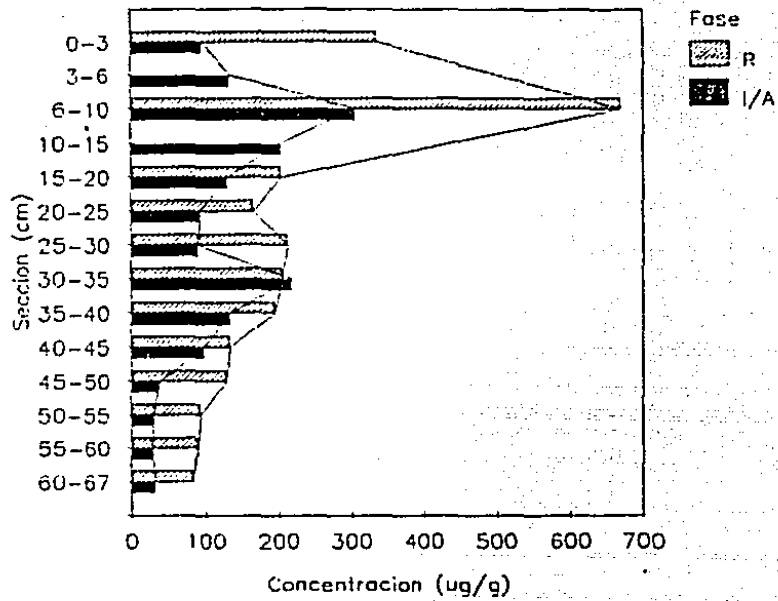


NUCLEO B18: Mn
C G (z=380m)

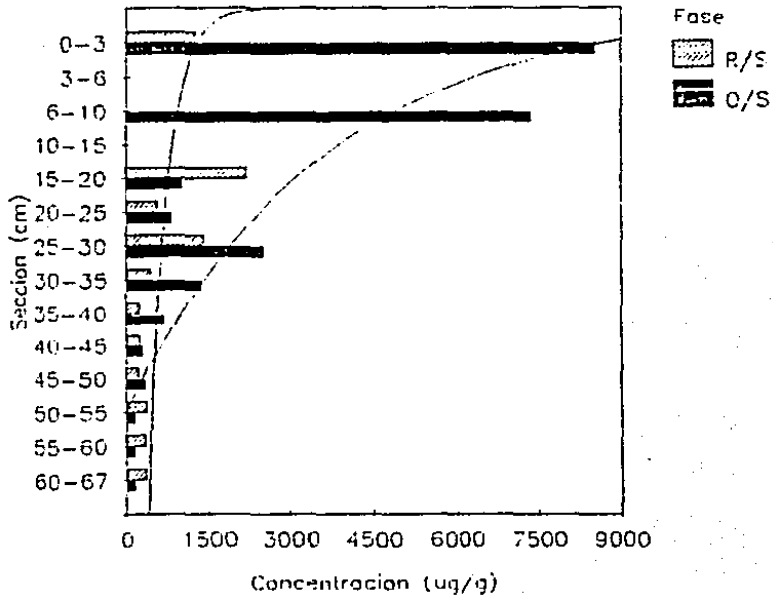


Figs. 5.119 y 5.120

NUCLEO B14: Mn
C G (z=2020m)

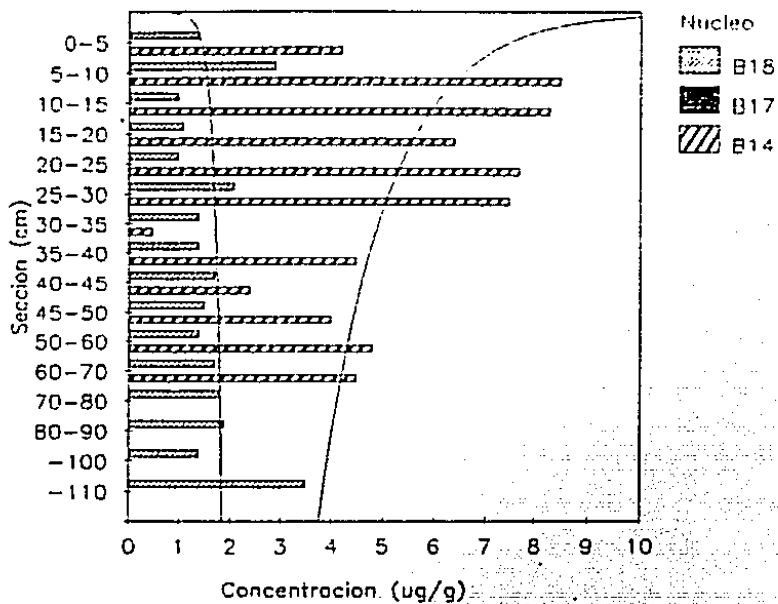


NUCLEO B14: Mn
C G (z=2020m)

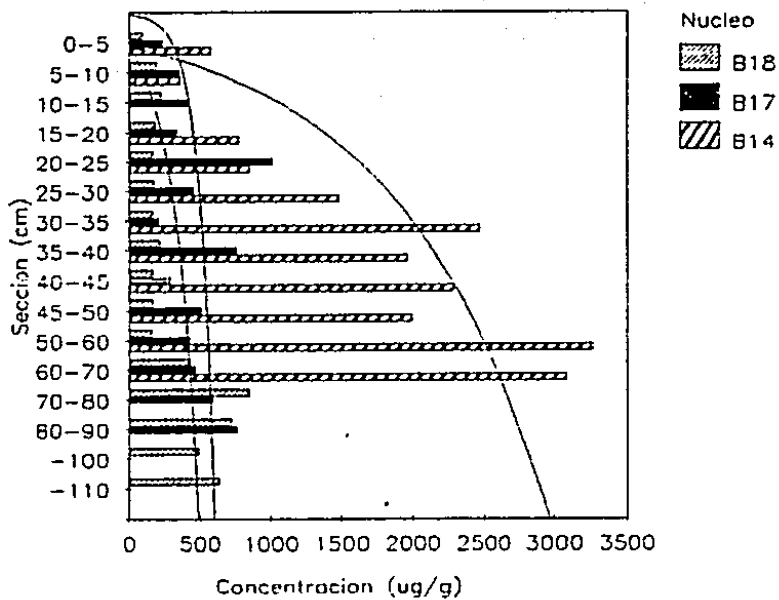


Figs. 5.121 y 5.122

C. GUAYMAS: Fe-I/A

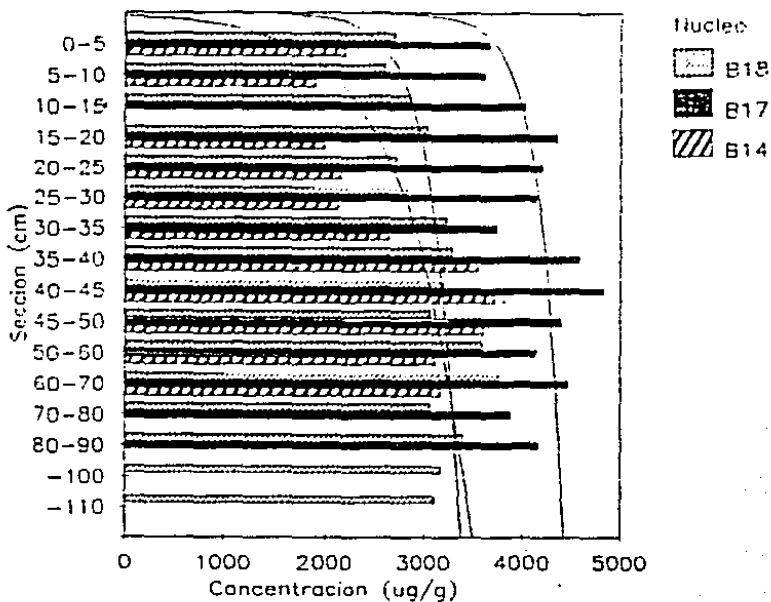


C. GUAYMAS: Fe-O/S

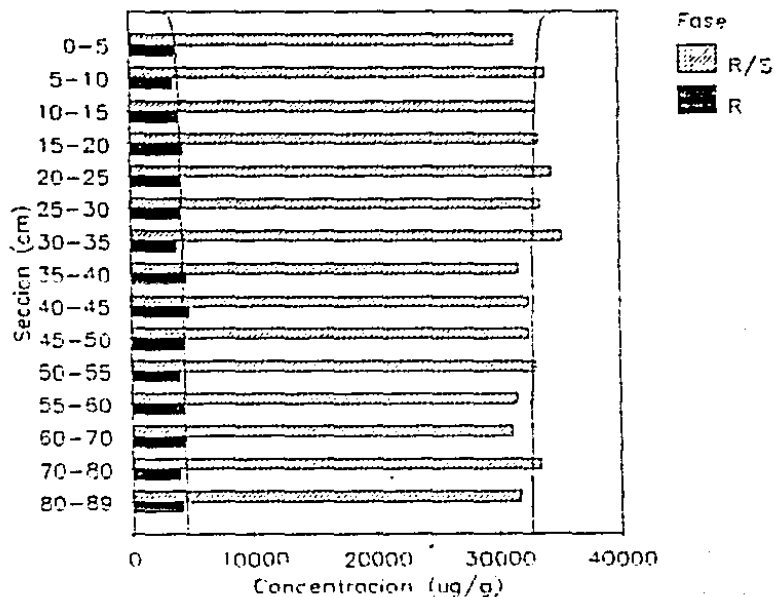


Figs. 5.123 y 5.124

C. GUAYMAS: Fe-R

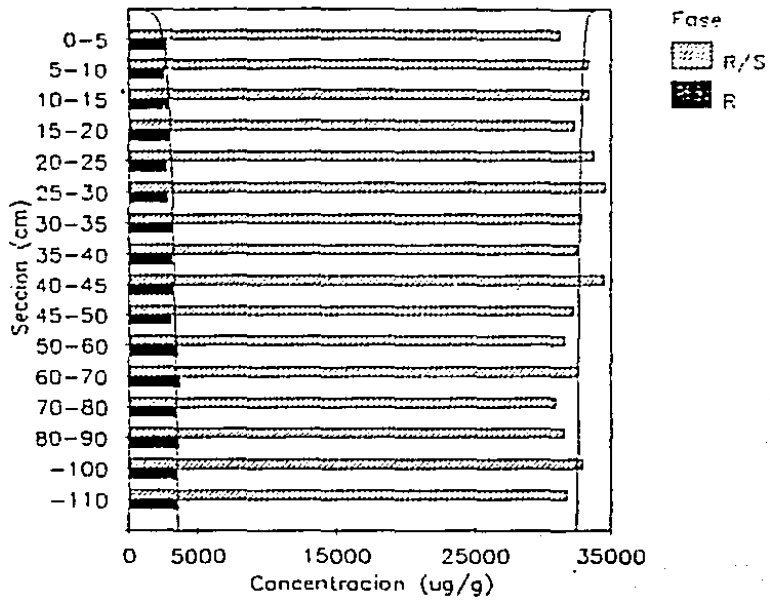


NUCLEO B17: Fe
C G (z=790m)

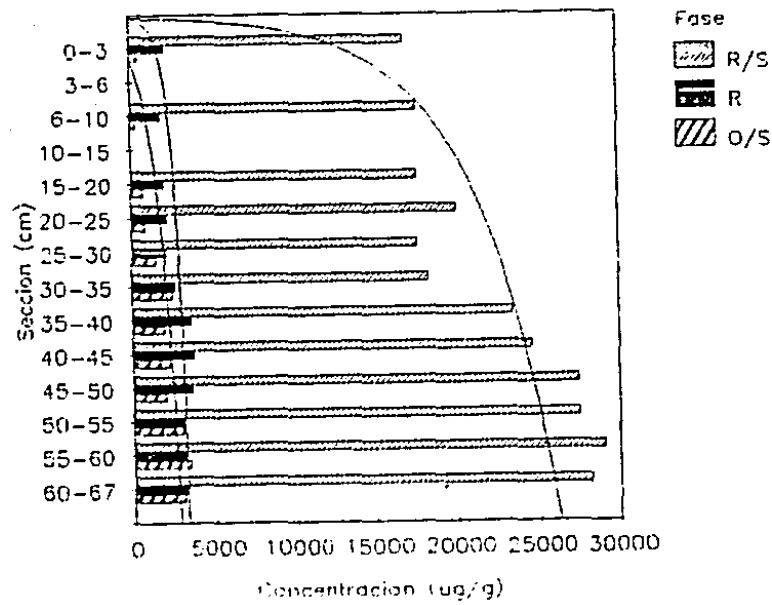


Figs. 5.125 y 5.126

NUCLEO B18: Fe C G (z=380m)

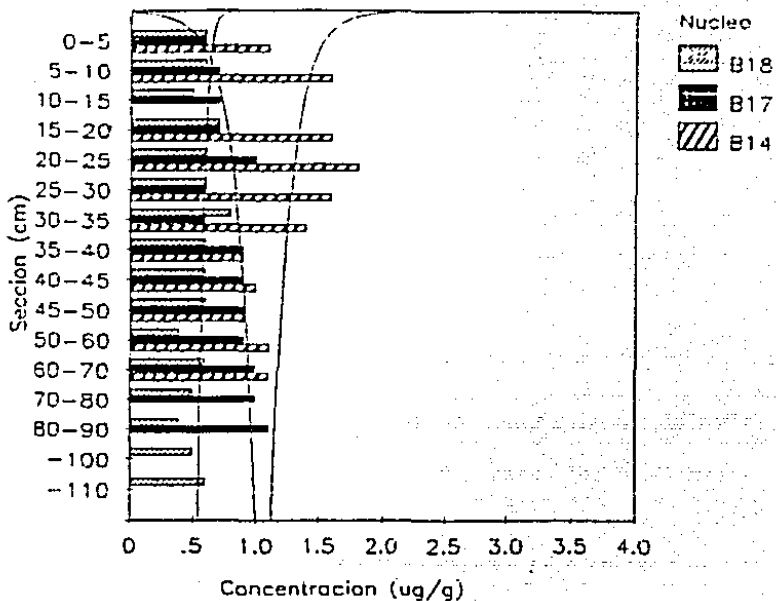


NUCLEO B14: Fe C G (z=2020m)

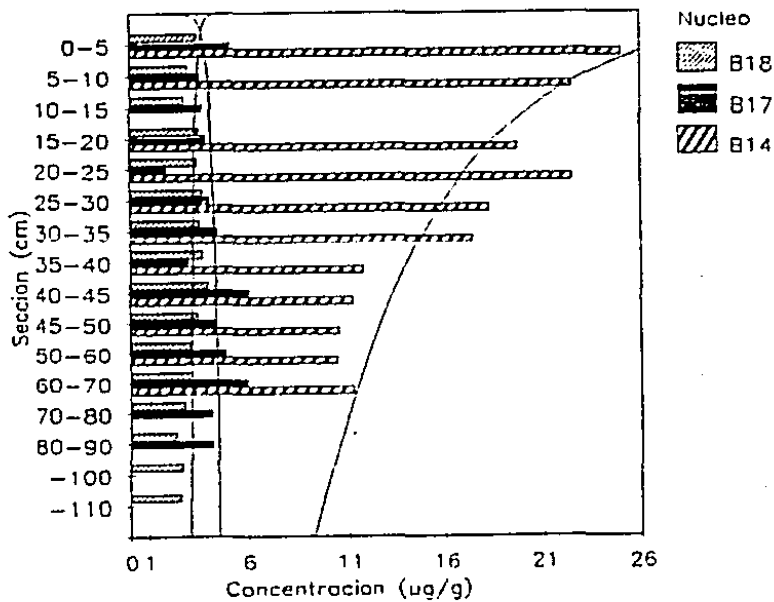


Figs. 5.127 y 5.128

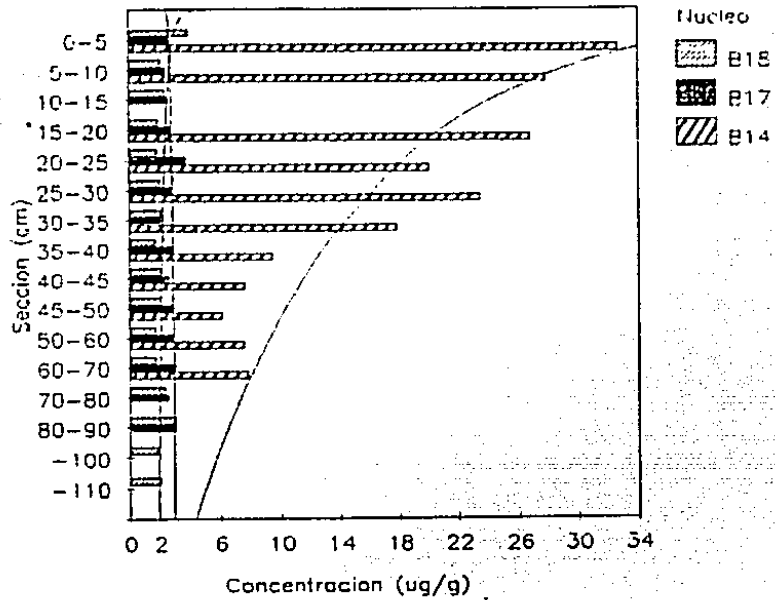
C. GUAYMAS: Cd-O/S



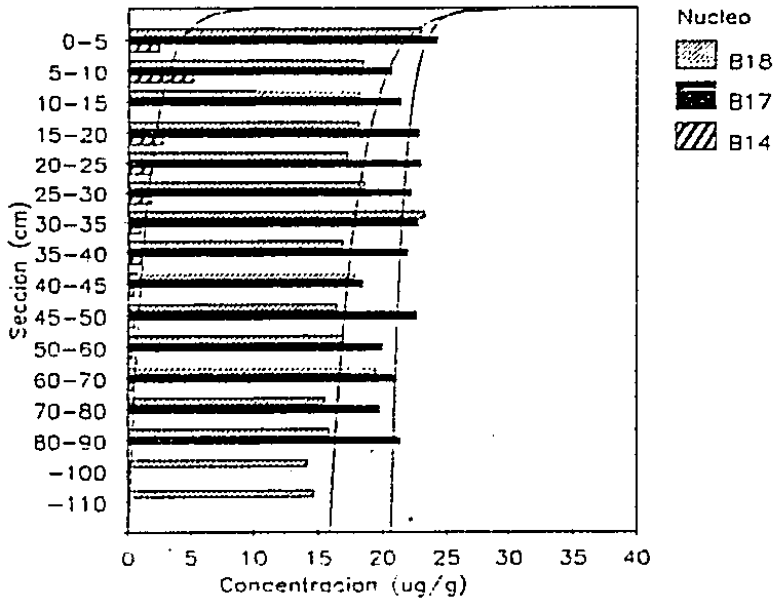
C. GUAYMAS: Ni-O/S



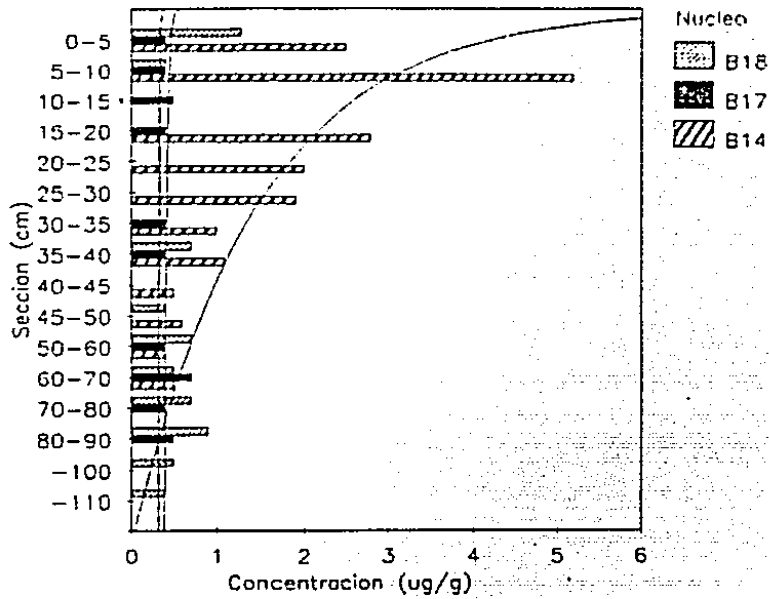
Figs. 5.129 y 5.130



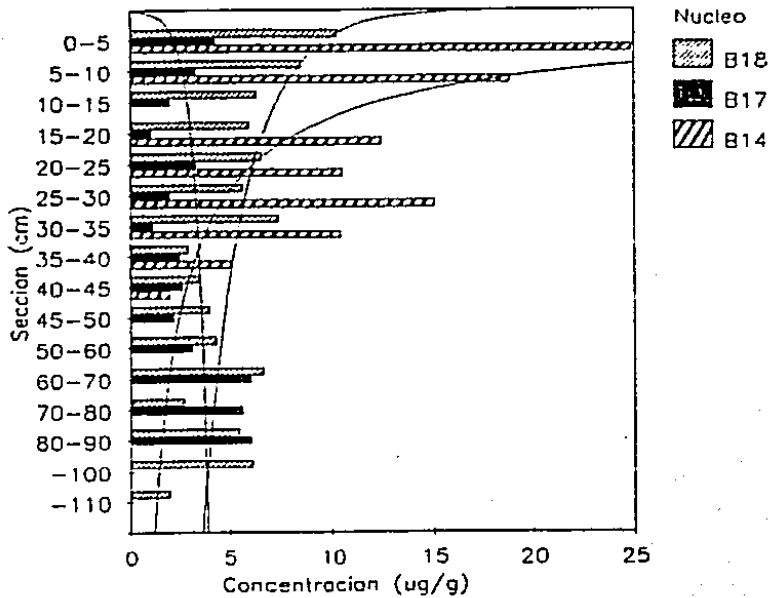
C. GUAYMAS: Zn-R



Figs. 5.131 y 5.132

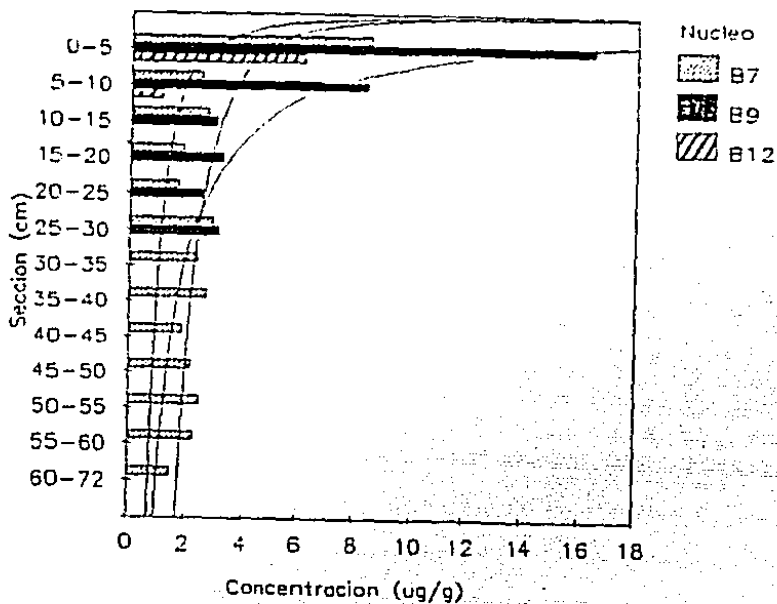


C. GUAYMAS: Pb-O/S

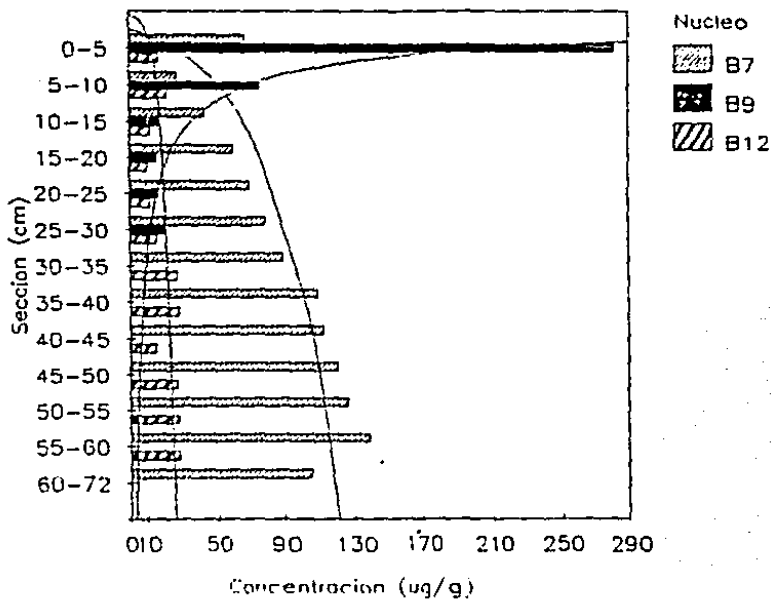


Figs. 5.133 y 5.134

C. CARMEN: Mn-1/A

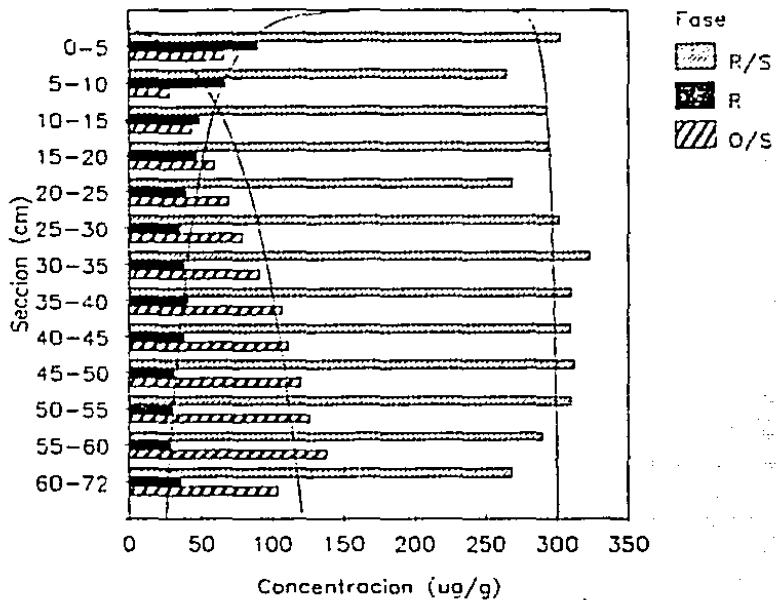


C. CARMEN: Mn-0/S

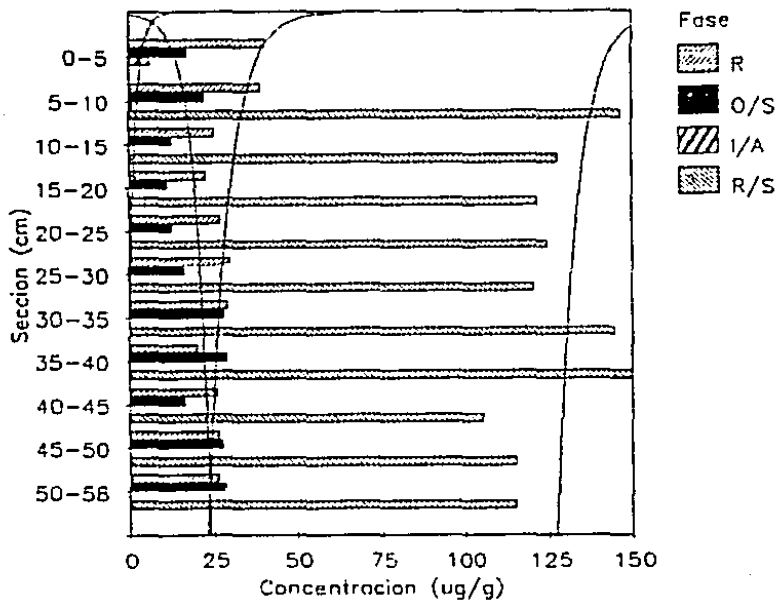


Figs. 5.135 y 5.136

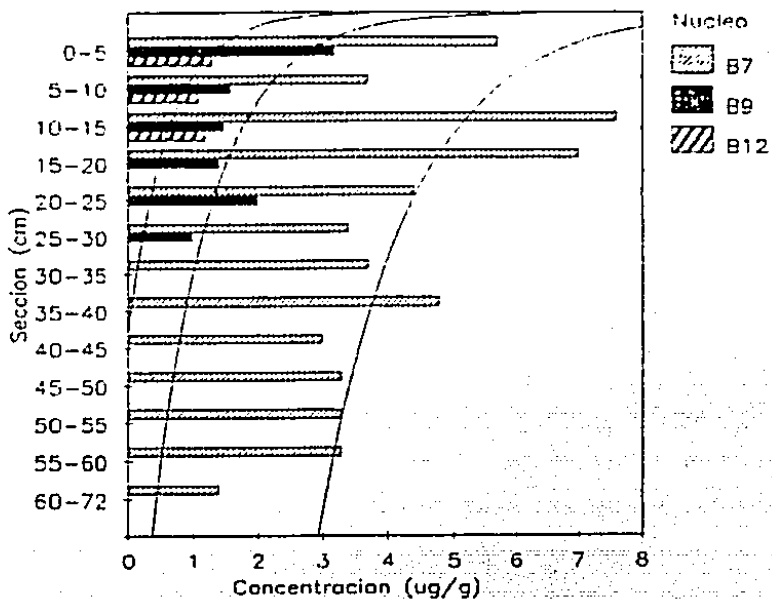
NUCLEO B7: Mn
C C (z=45m)



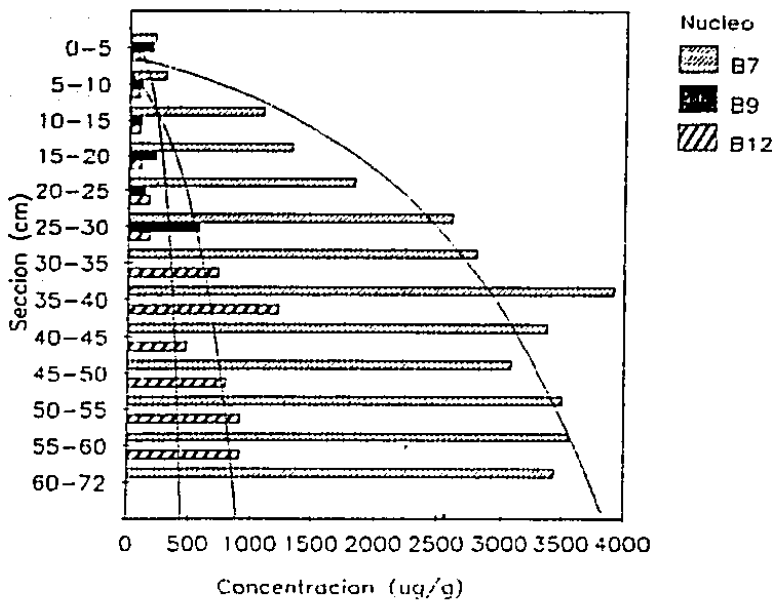
NUCLEO B12: Mn
C C (z=670m)



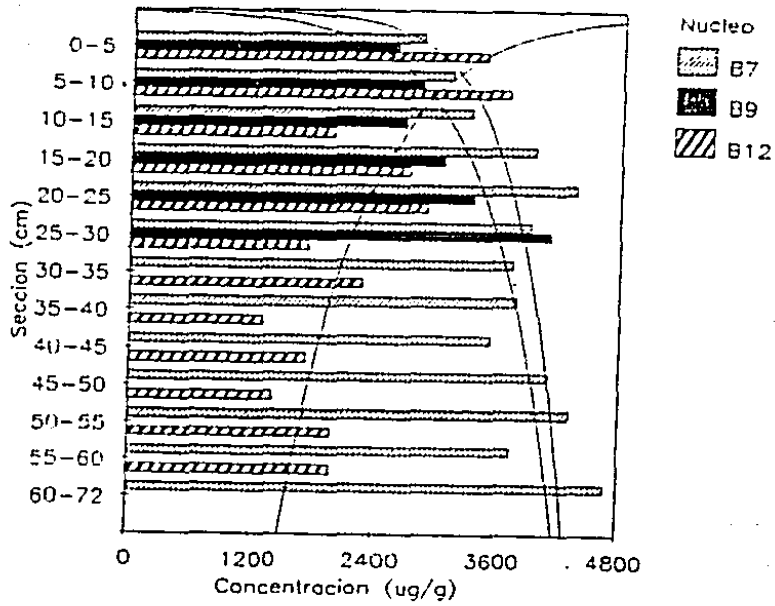
Figs. 5.137 y 5.138



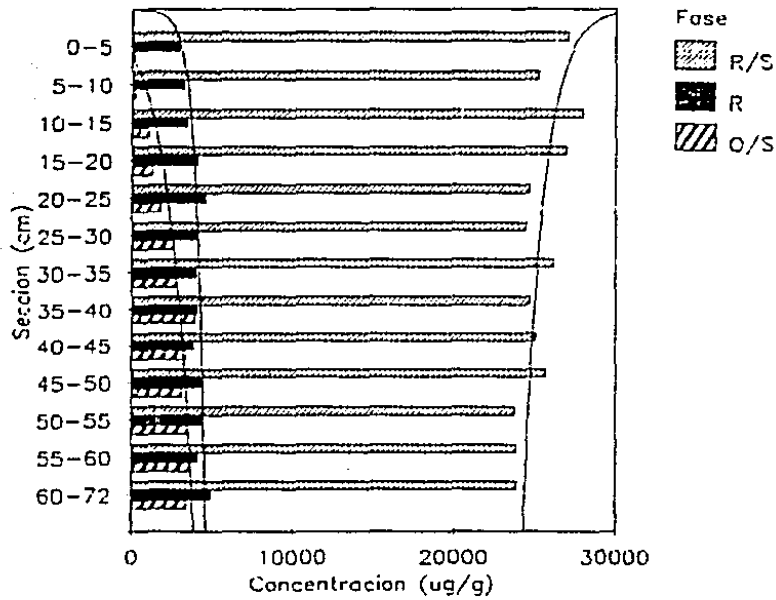
C. CARMEN: Fe-O/S



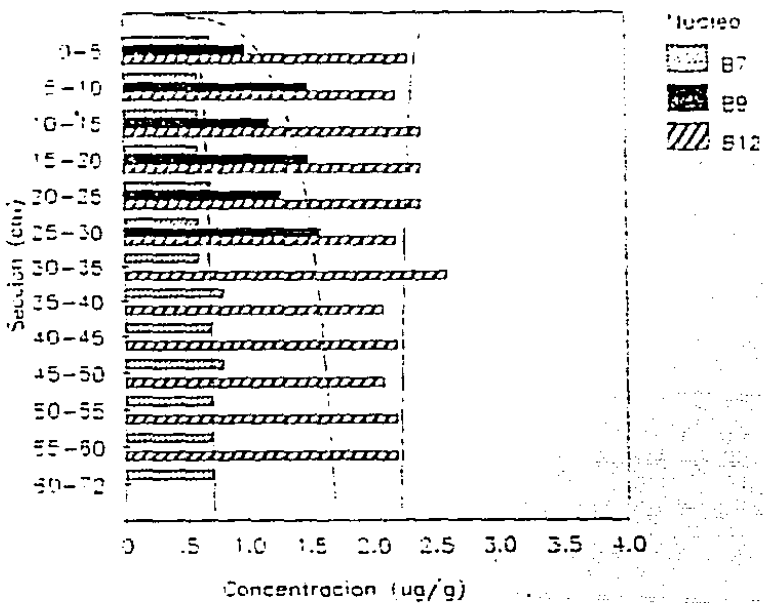
Figs. 5.139 y 5.140



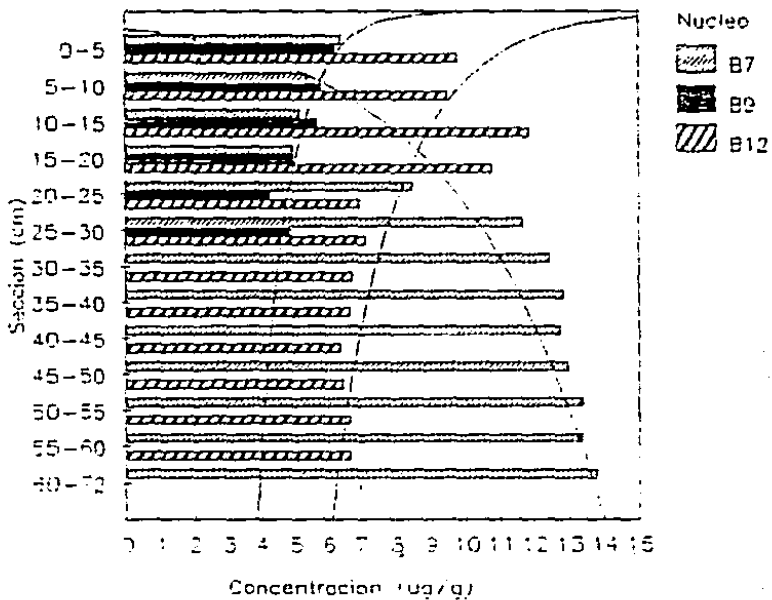
NUCLEO B7: Fe
C C (z=45m)



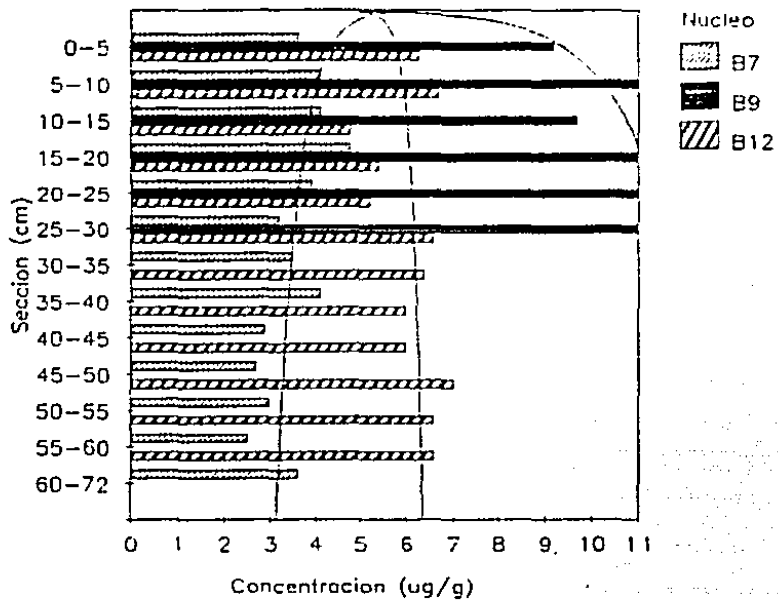
Figs. 5.141 y 5.142



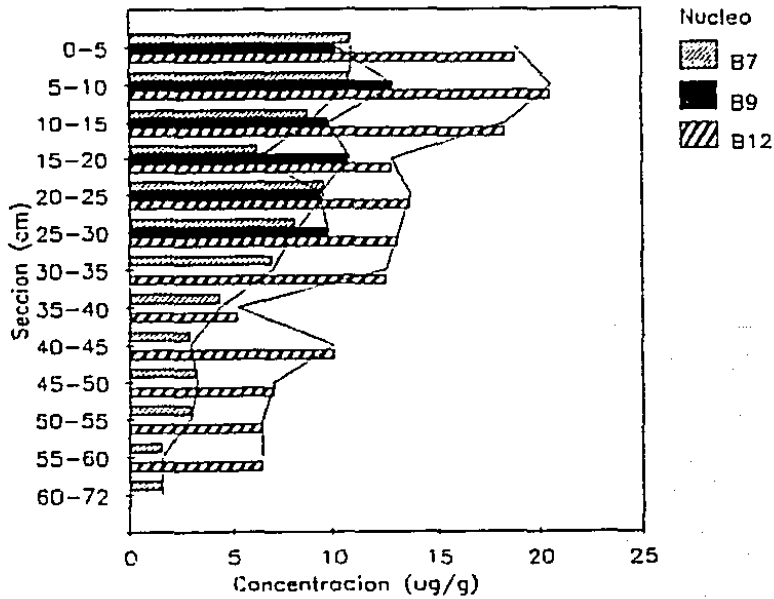
C. CARMEN: Cr-O/S



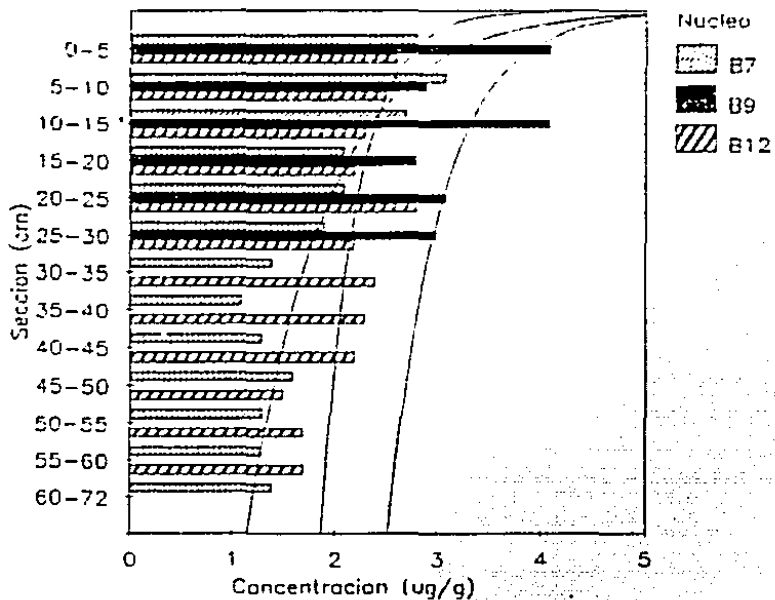
Figs. 5.143 y 5.144



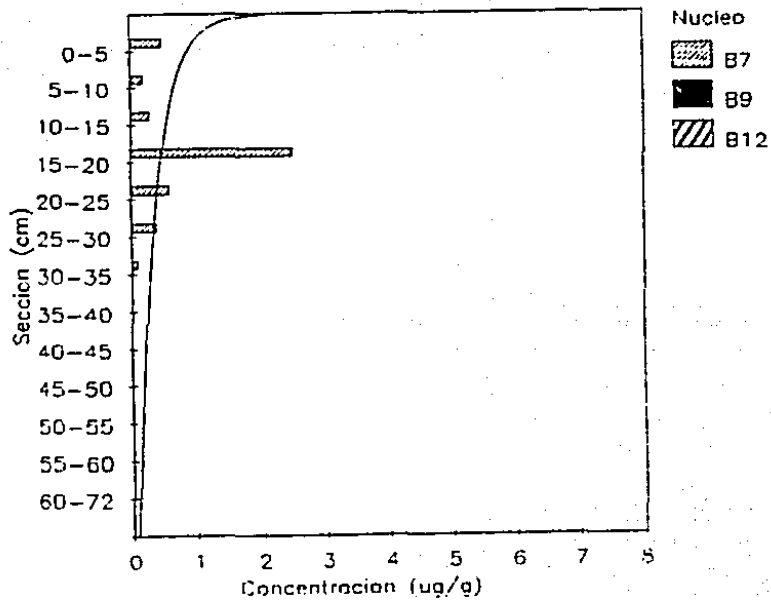
C. CARMEN: Pb-O/S



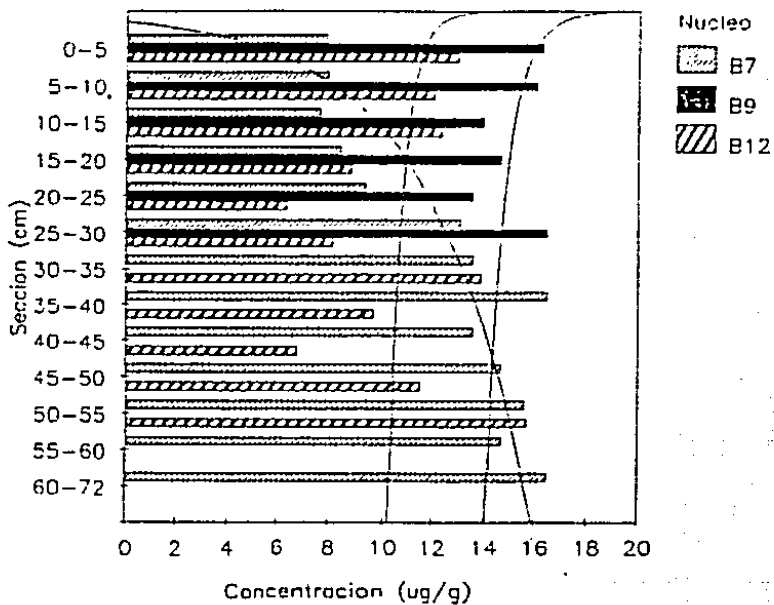
Figs. 5.145 y 5.146



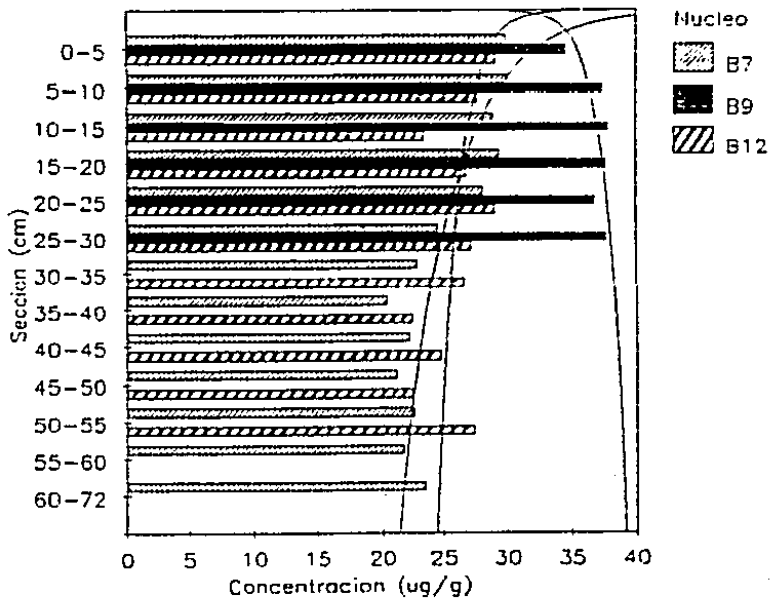
C. CARMEN: Zn-I/A



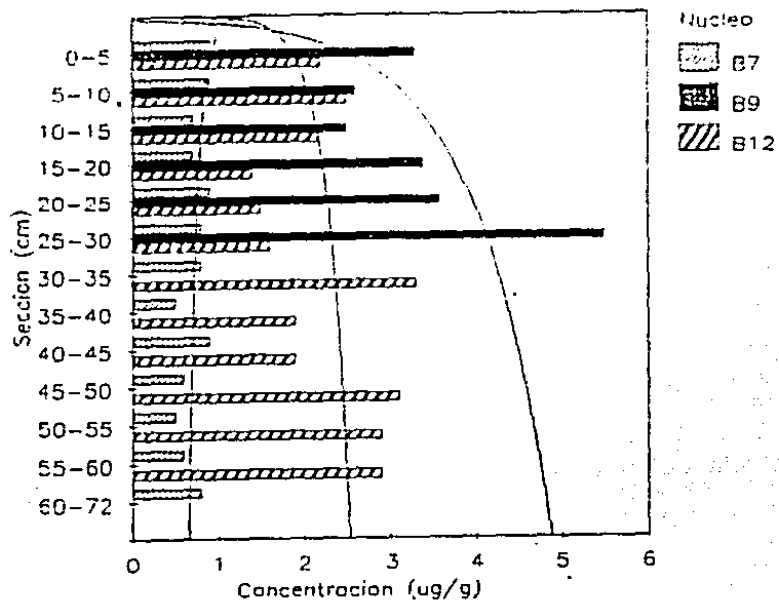
Figs. 5.147 y 5.148



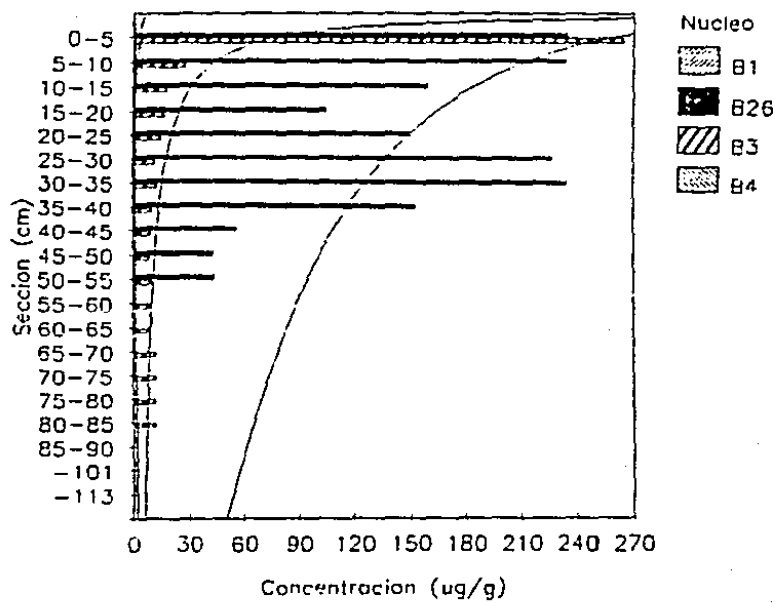
C. CARMEN: Zn-R



Figs. 5.149 y 5.150

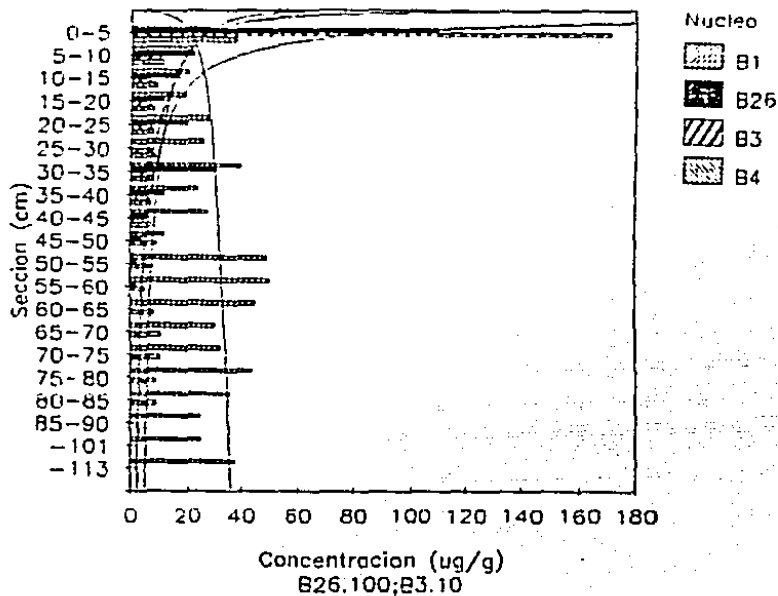


C. PESCADERO: Mn-I/A

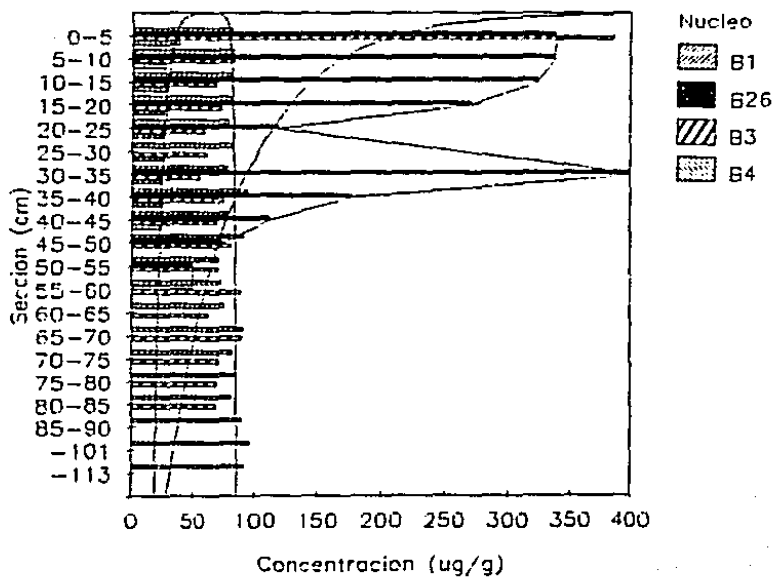


Figs. 5.151 y 5.152

C. PESCADERO: Mn-O/S

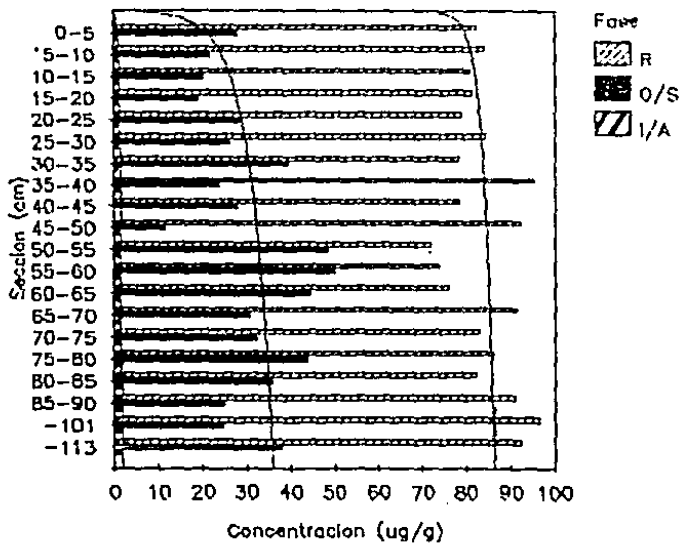


C. PESCADERO: Mn-R

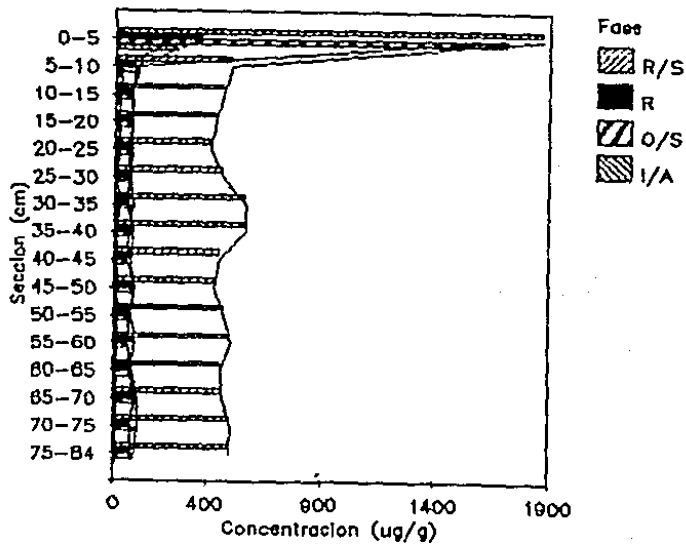


Figs. 5.153 y 5.154

NUCLEO B1: Mn
C P (z=240m)

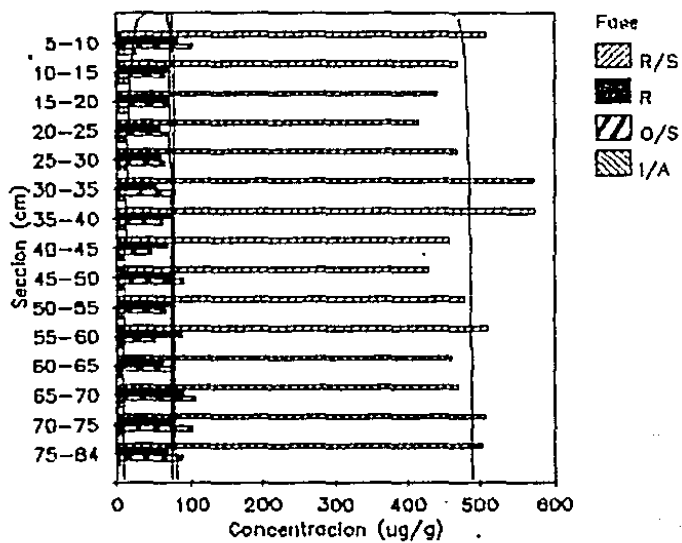


NUCLEO B3: Mn
C P (z=2500)

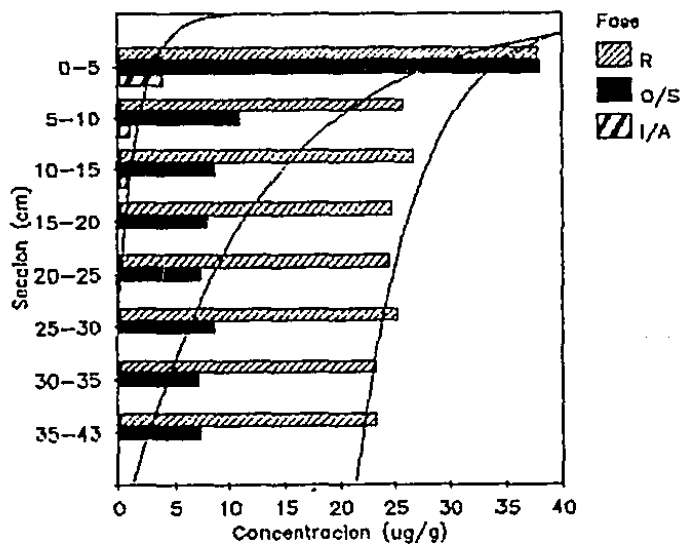


Figs. 5.155 y 5.156

NUCLEO B3: Mn
C P (z=2500)

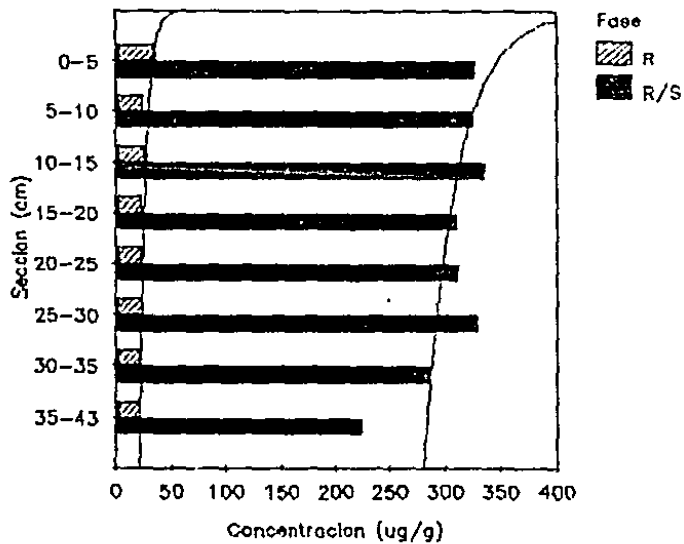


NUCLEO B4: Mn
C P (z=1210m)

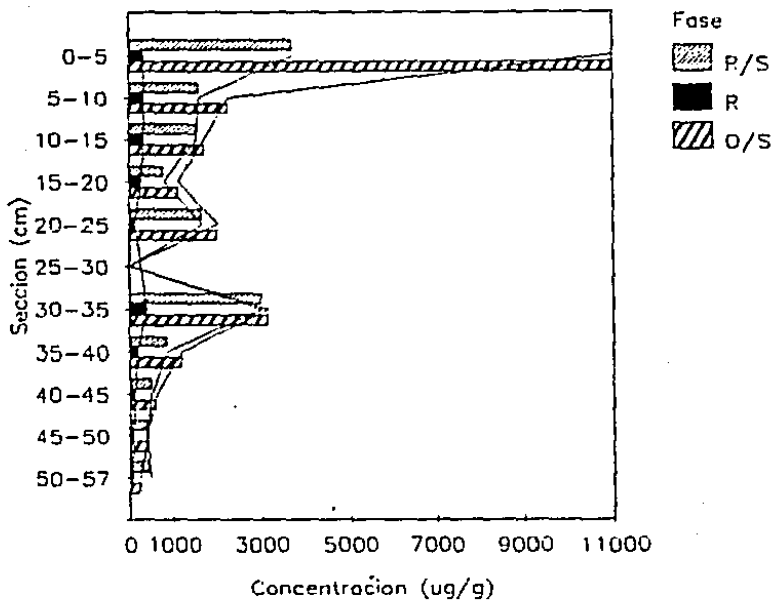


Figs. 5.157 y 5.158

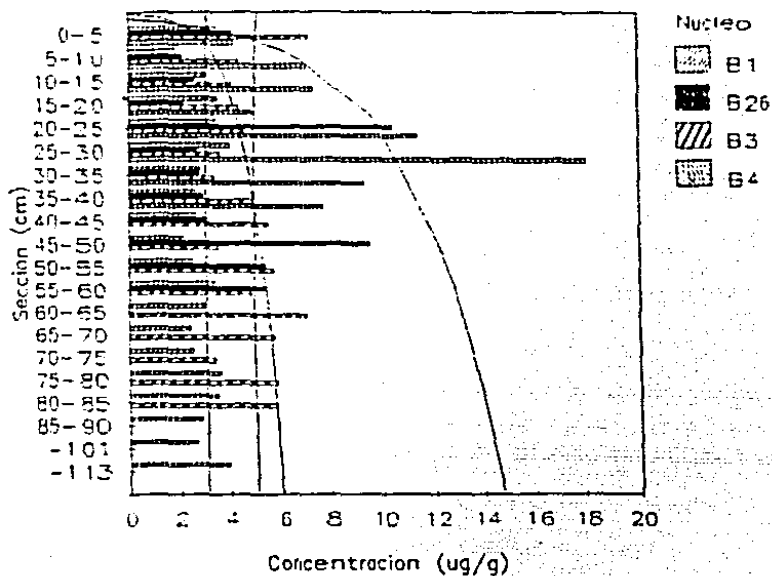
NUCLEO B4: Mn
C P (z=1210m)



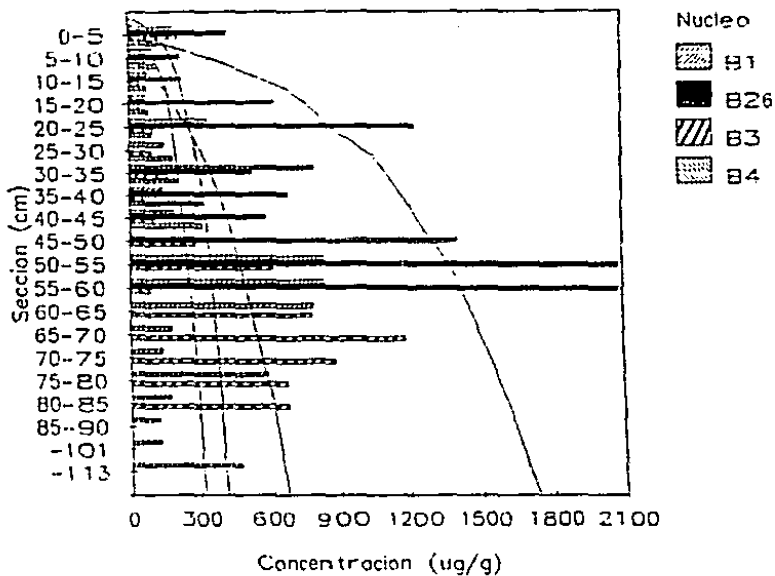
NUCLEO B26: Mn
C P (z=3230m)



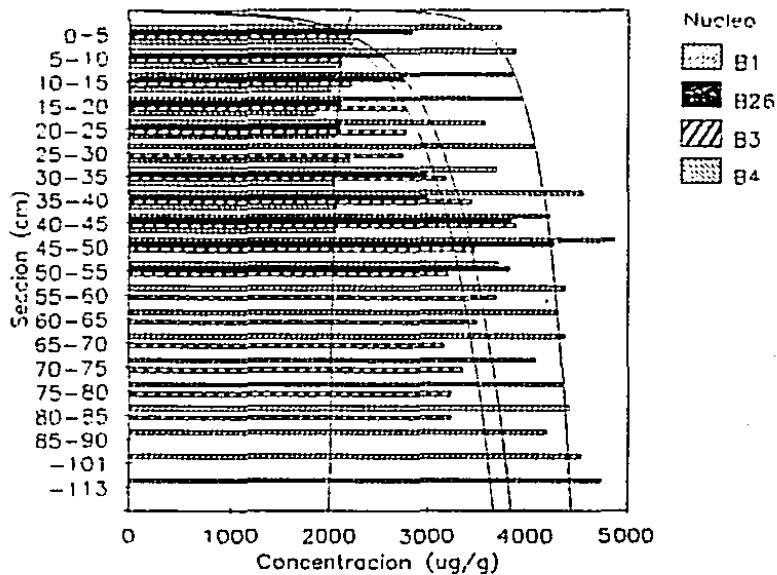
Figs. 5.159 y 5.160



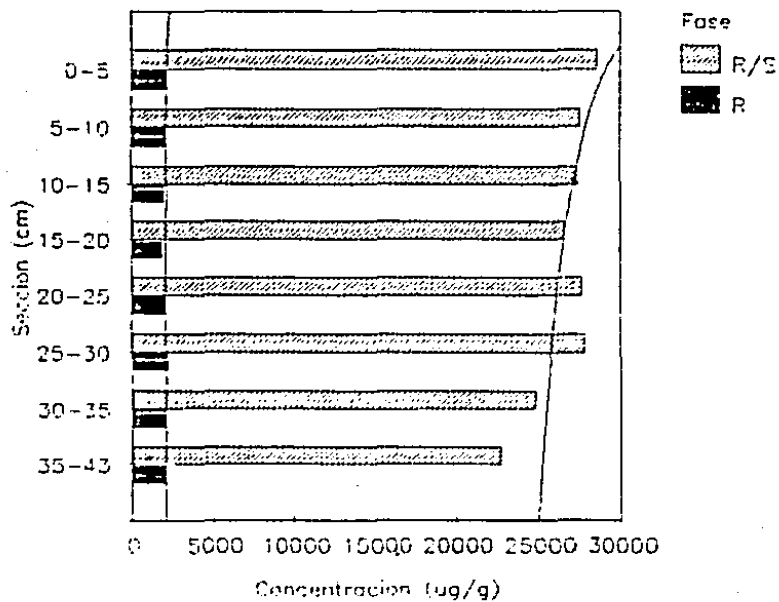
C. PESCADERO: Fe-0/S



Figs. 5.161 y 5.162

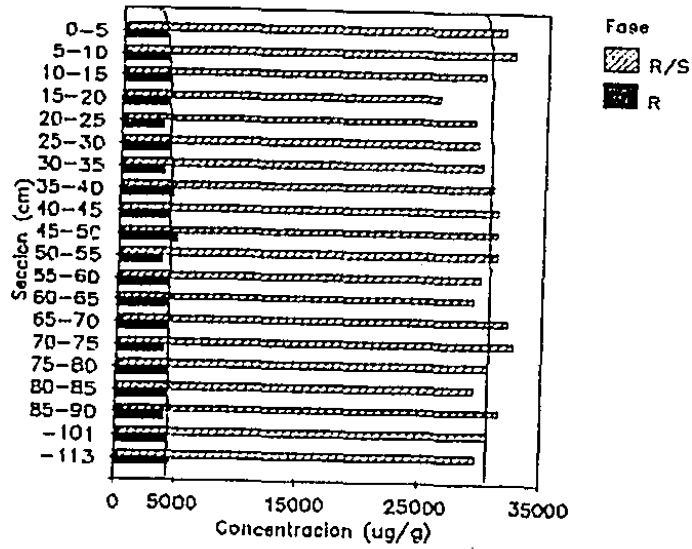


NUCLEO B4: Fe
C P (z=1210m)

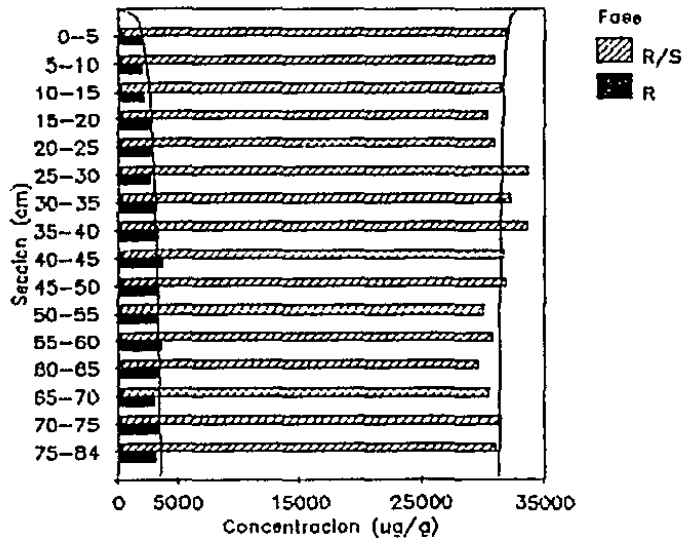


Figs. 5.163 y 5.164

NUCLEO B1: Fe
C P (z=240)

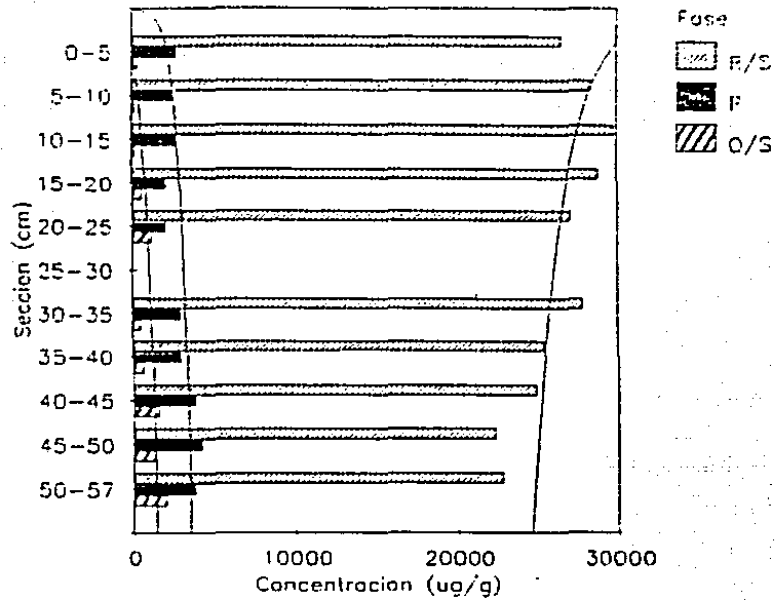


NUCLEO B3: Fe
C P (z=2500)

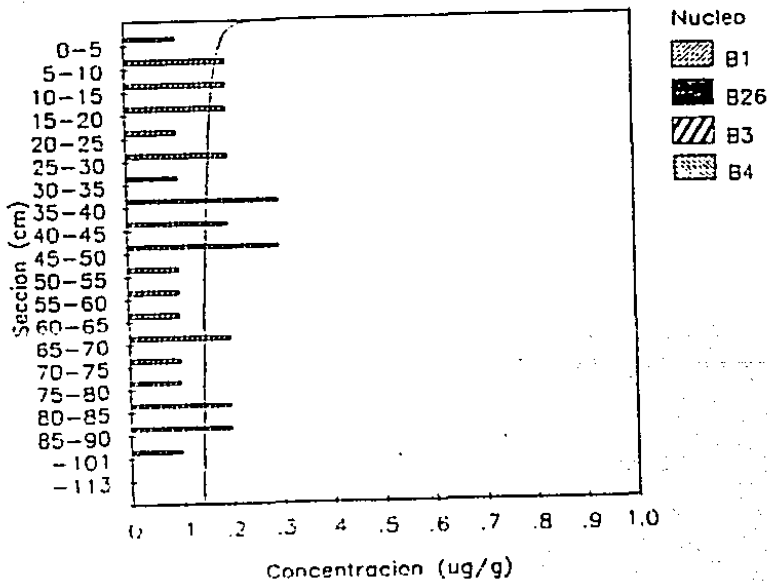


Figs. 5.165 y 5.166

NUCLEO B26: Fe
C P ($\bar{z}=3230\text{m}$)

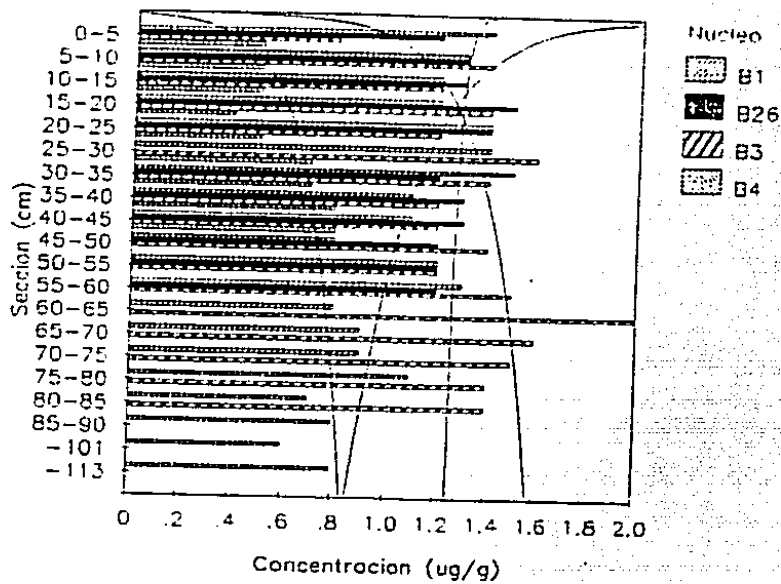


C. PESCADERO: Cd-R

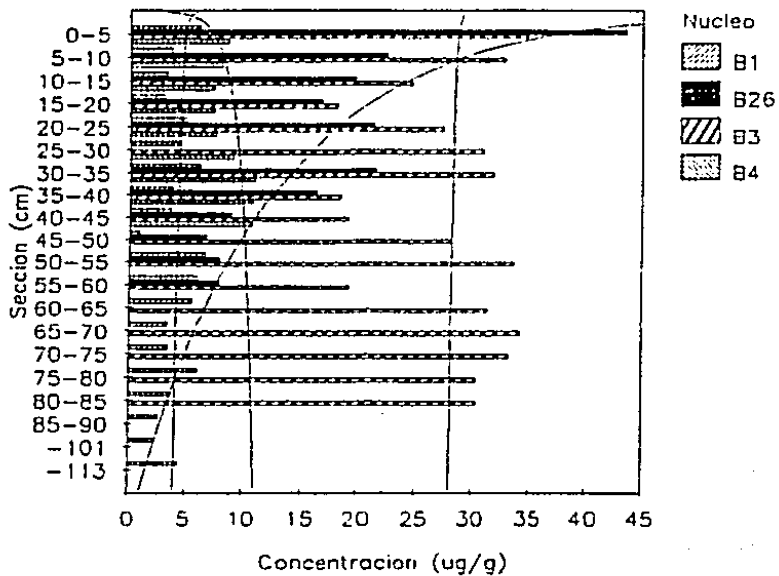


Figs. 5.167 y 5.168

C. PESCADERO: Cd-0/S

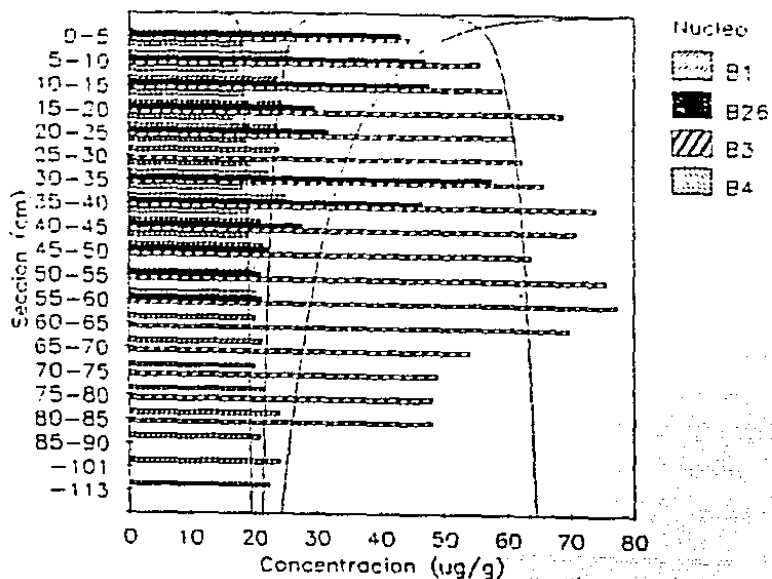


C. PESCADERO: Zn-0/S

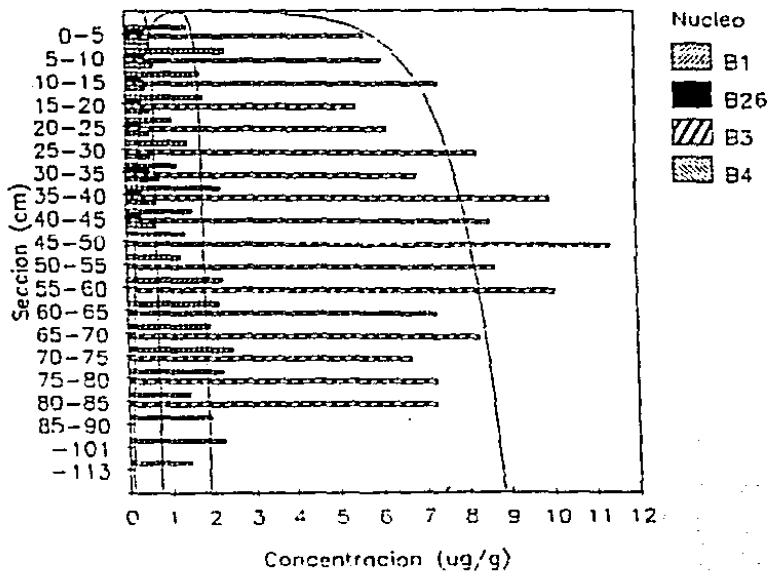


Figs. 5.169 y 5.170

C. PESCADERO: Zn-R

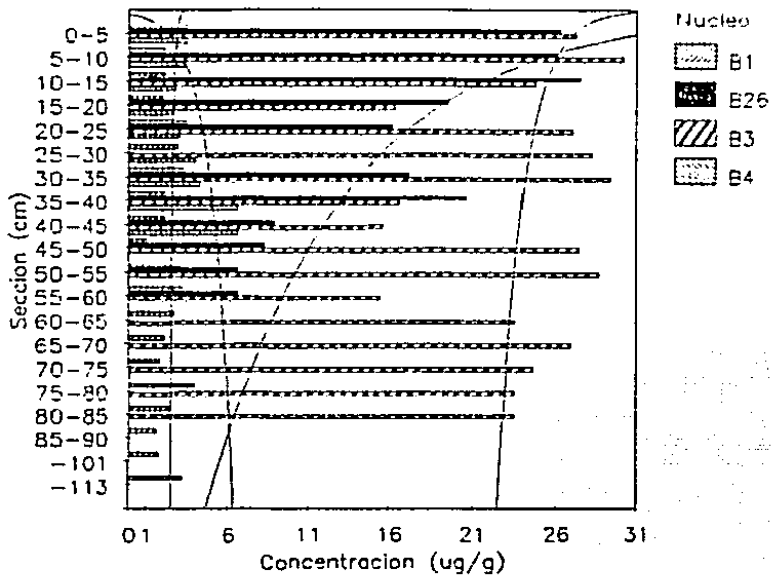


C. PESCADERO: Zn-C

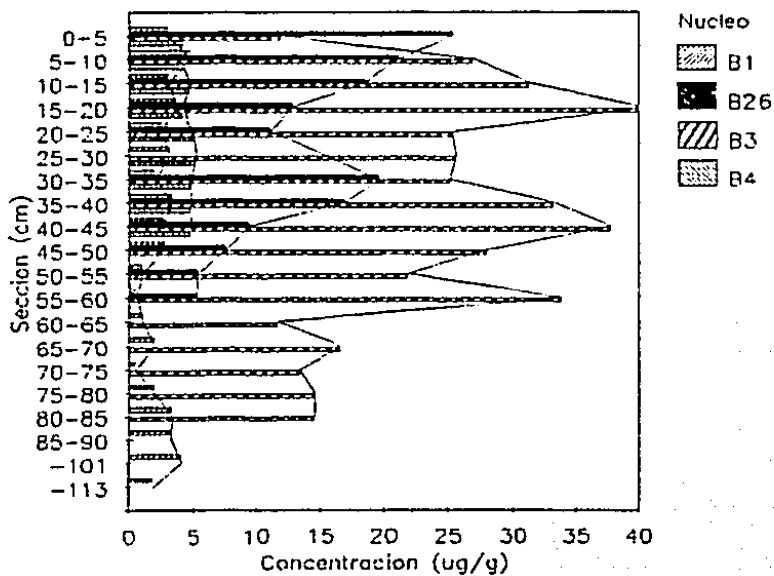


Figs. 5.171 y 5.172

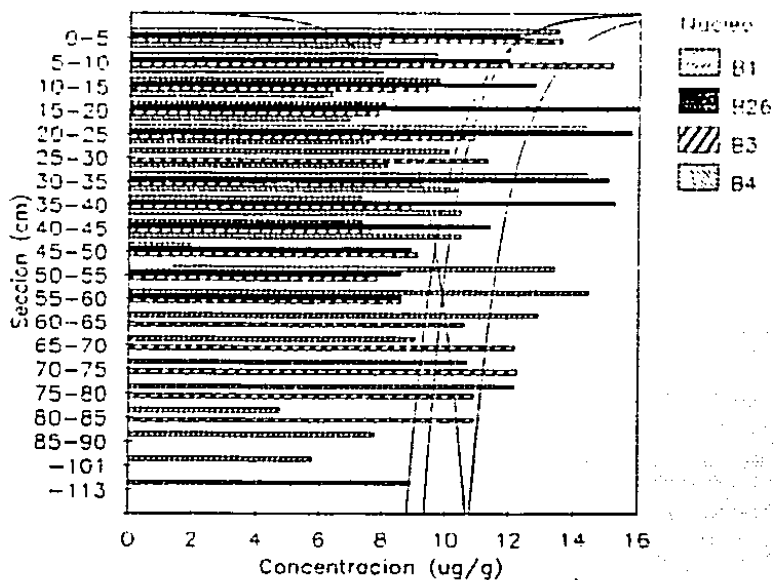
C. PESCADERO: Cu-O/S



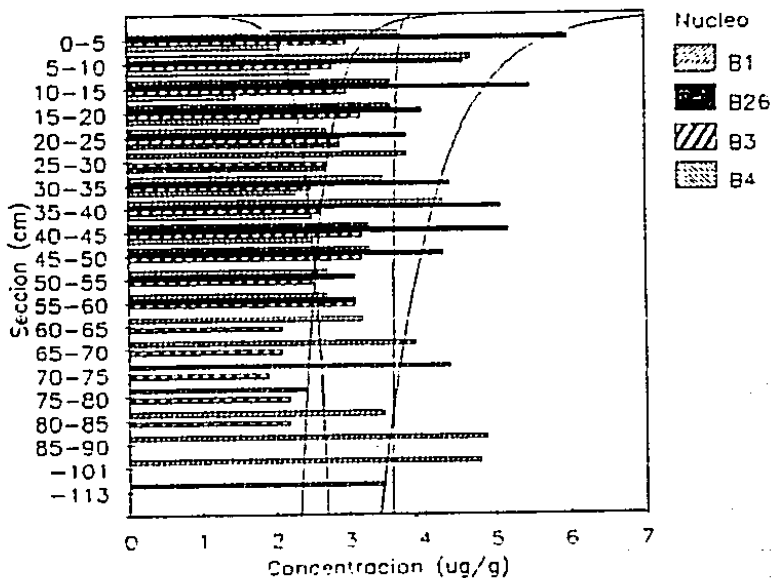
C. PESCADERO: Cu-R



Figs. 5.173 y 5.174



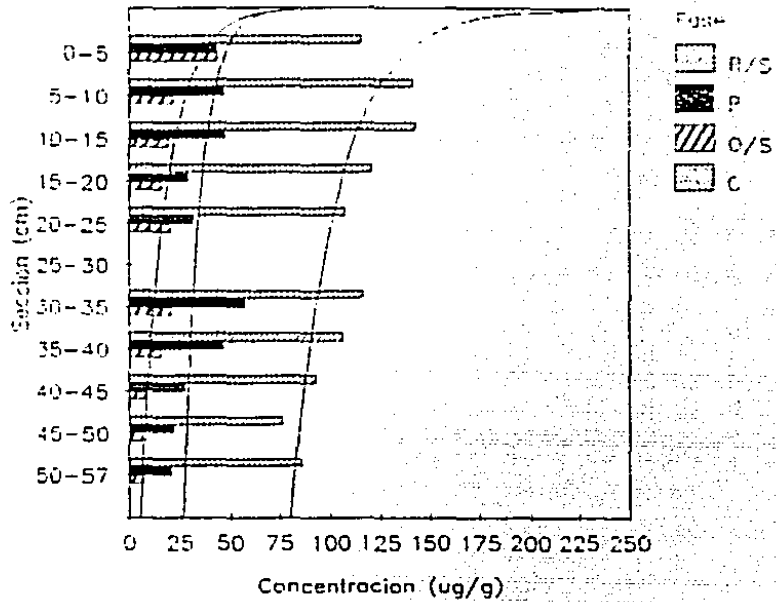
C. PESCADERO: Pb-R



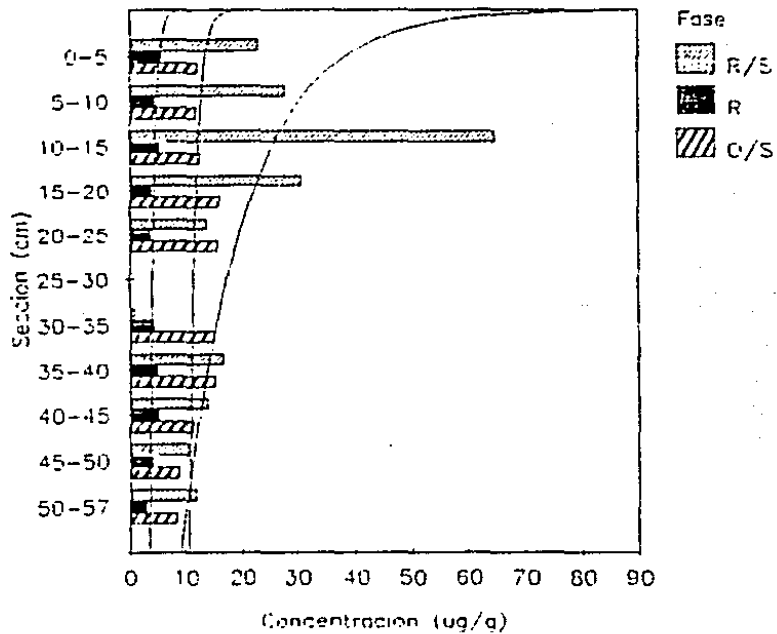
Figs. 5.175 y 5.176

NUCLEO B26: Zn
C P (z=3230 m)

367

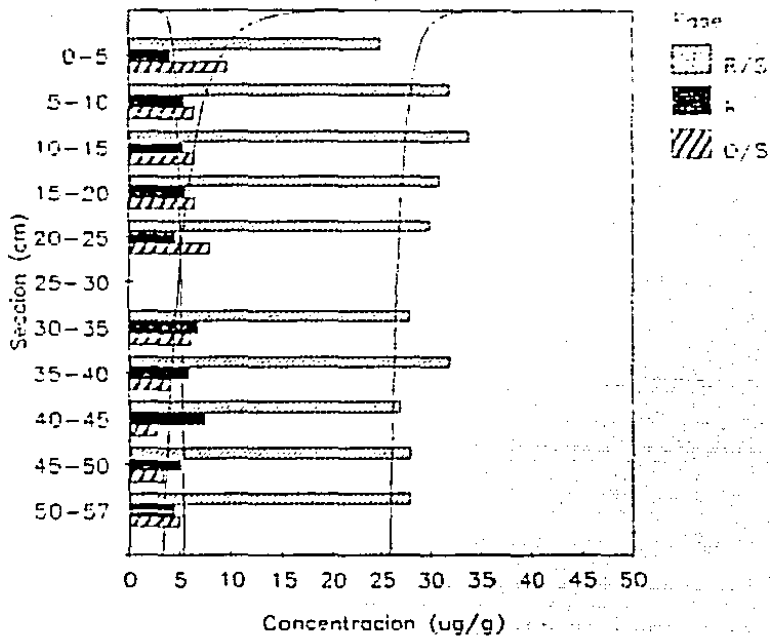


NUCLEO B26: Pb

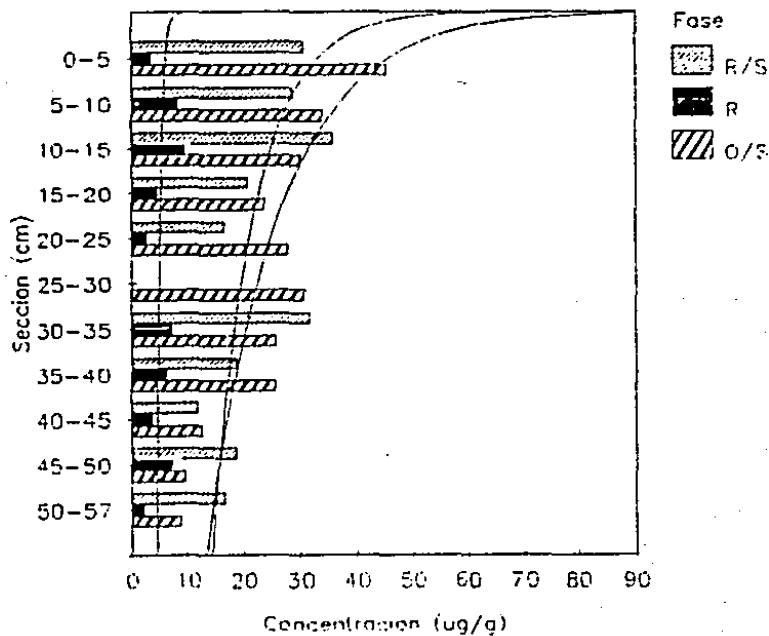


Figs. 5.177 y 5.178

NUCLEO B26: Cr

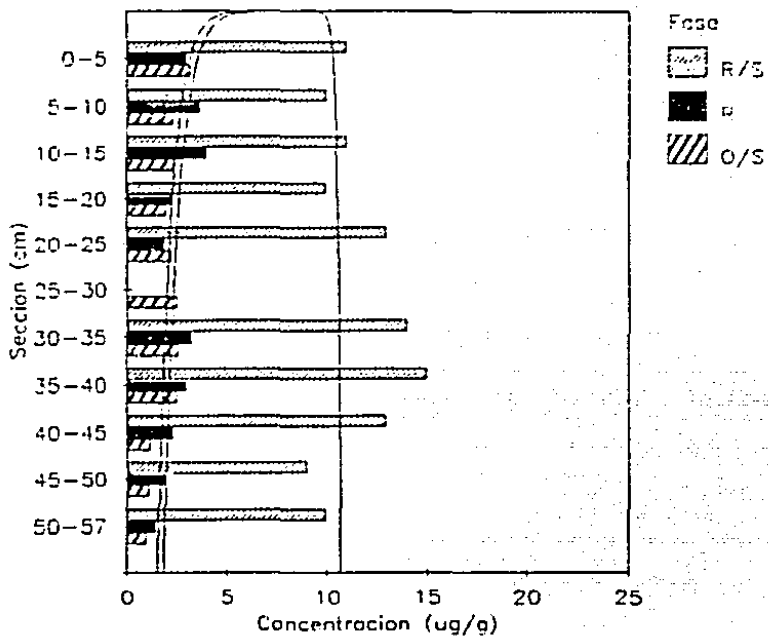
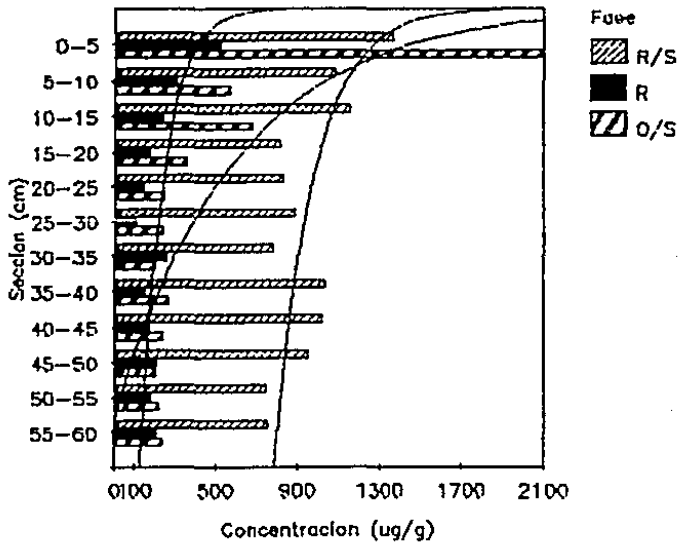


NUCLEO B26: Ni



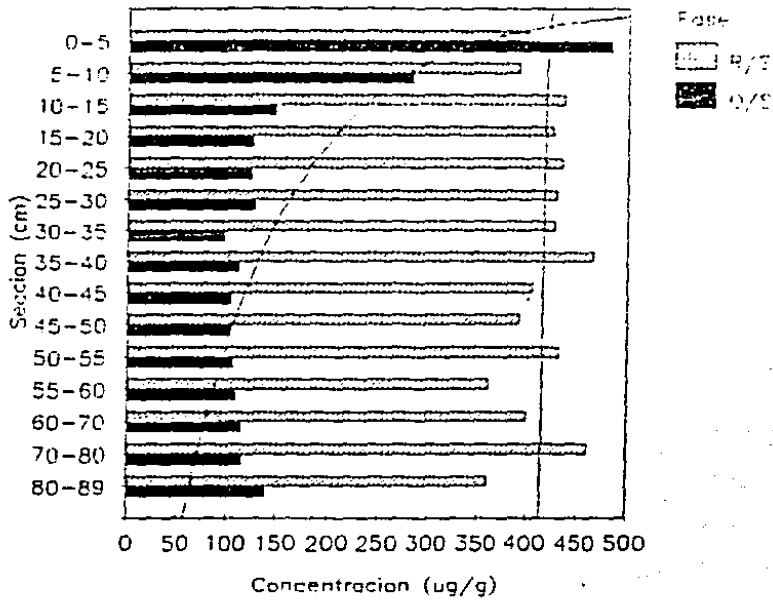
Figs. 5.179 y 5.180

NUCLEO B26: Co

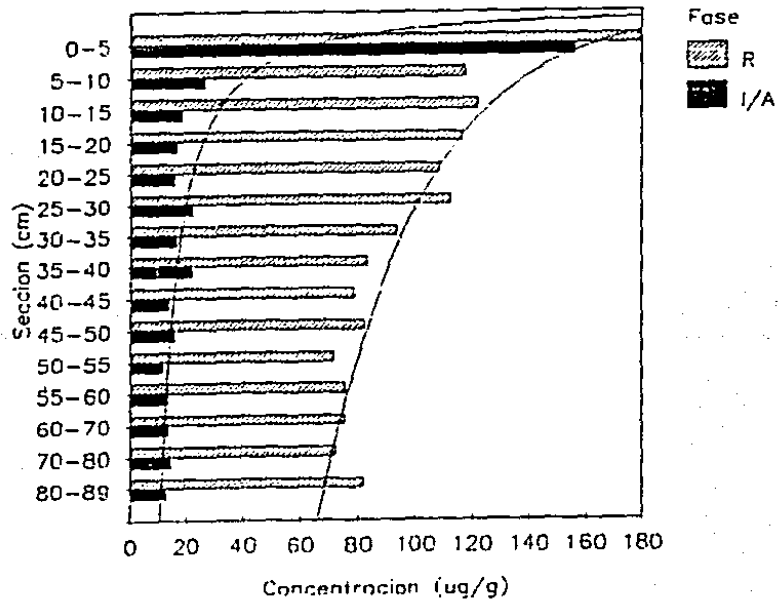
NUCLEO B5: Mn
C F (z=2250m)

Figs. 5.181 y 5.182.

NUCLEO B6: Mn
C F (z=2220m)

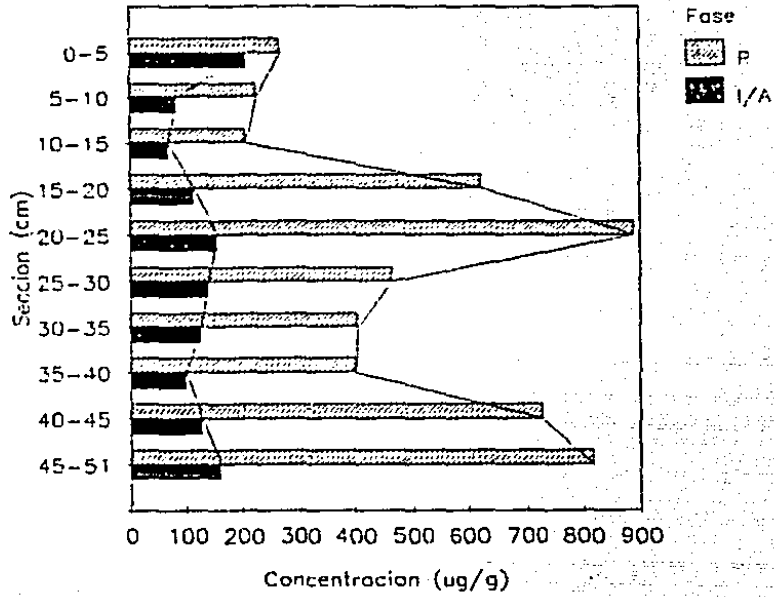


NUCLEO B6: Mn
C F (z=2220m)

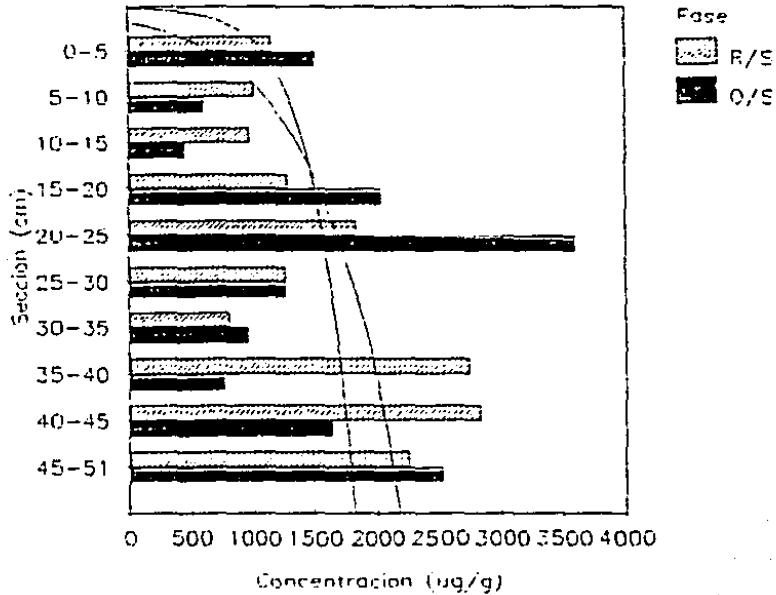


Figs. 5.183 y 5.184

NUCLEO B24: Mn
C F (z=3250m)

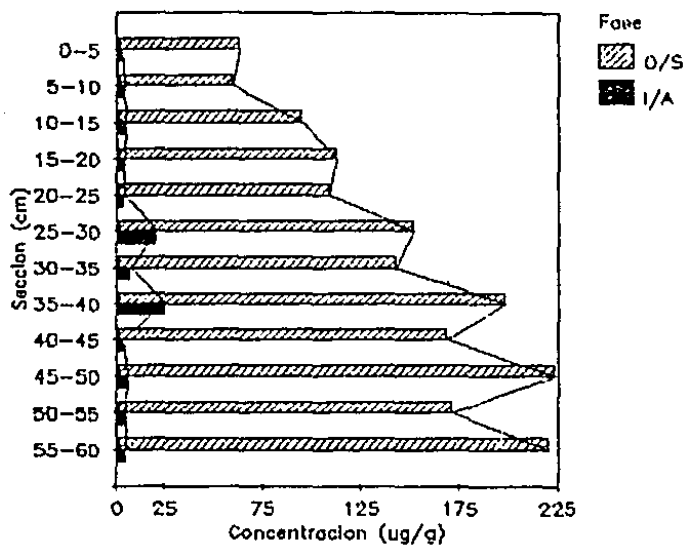


NUCLEO B24: Mn
C F (z=3250m)

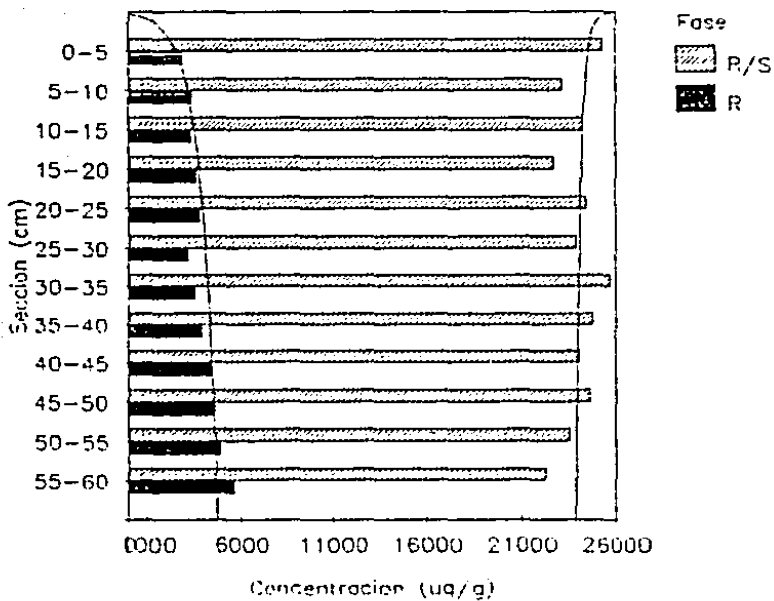


Figs. 5.185 y 5.186

NUCLEO B5: Fe
C F (z=2250m)

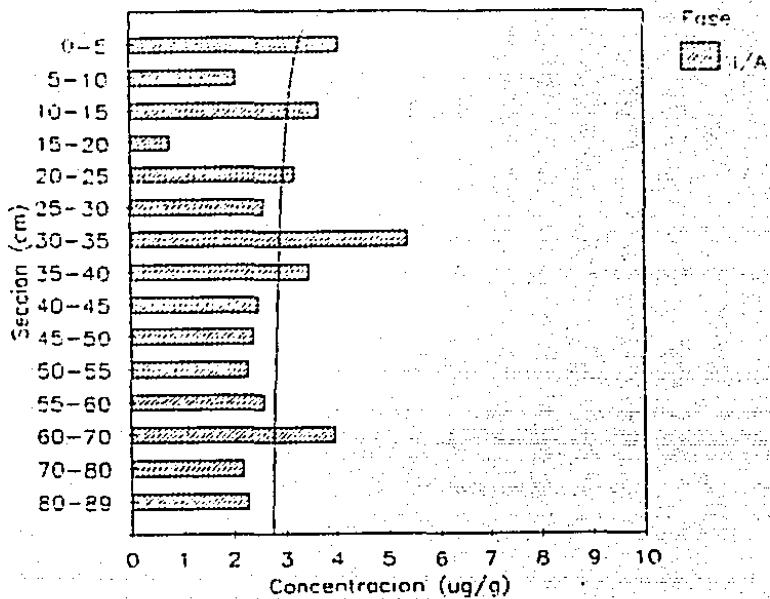


NUCLEO B5: Fe
C F (z=2250m)

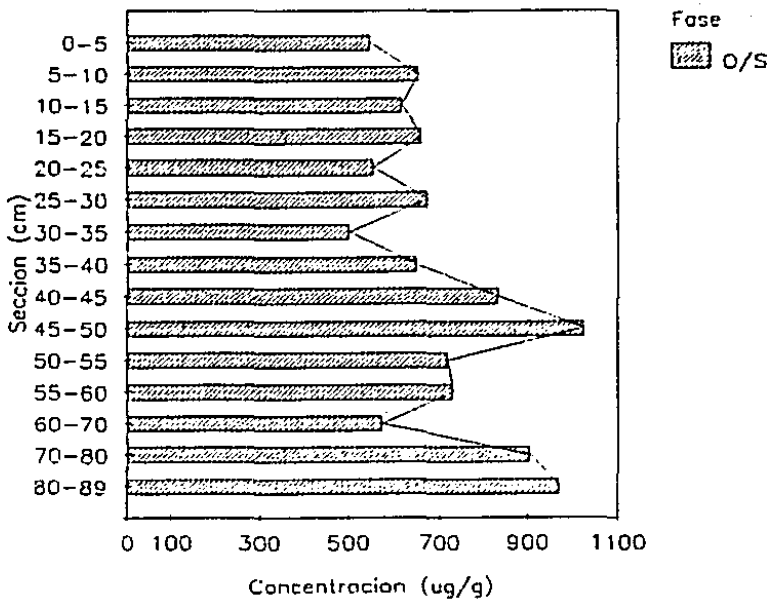


Figs. 5.187 y 5.188

NUCLEO B6: Fe
C F (z=2220m)

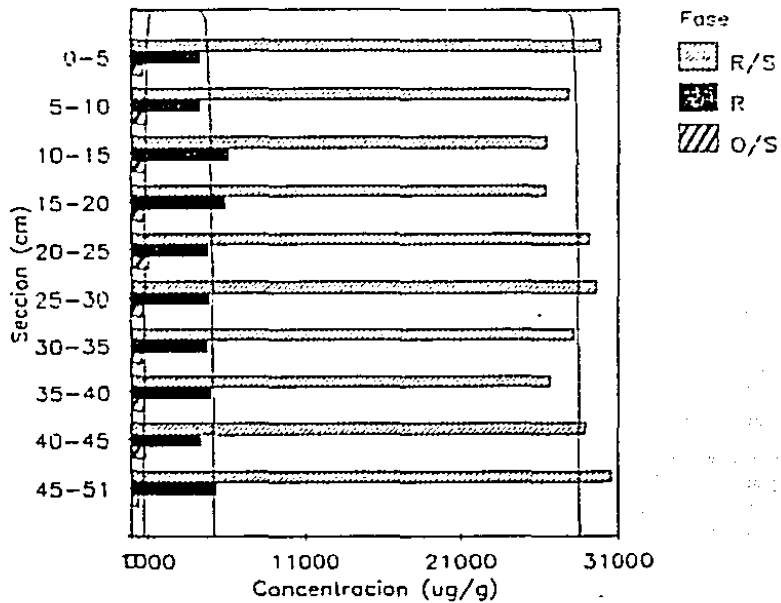


NUCLEO B6: Fe
C F (z=2220m)

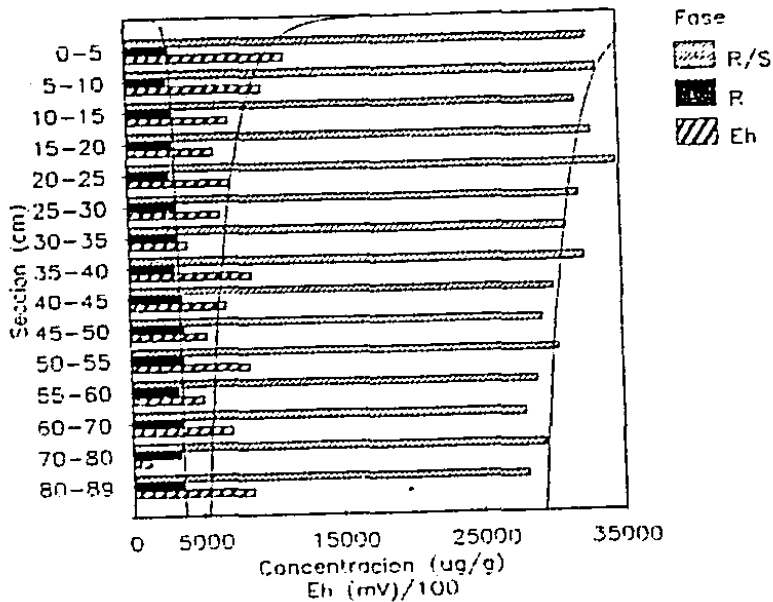


Figs. 5.189 y 5.190

NUCLEO B24: Fe
C F (z=3250m)

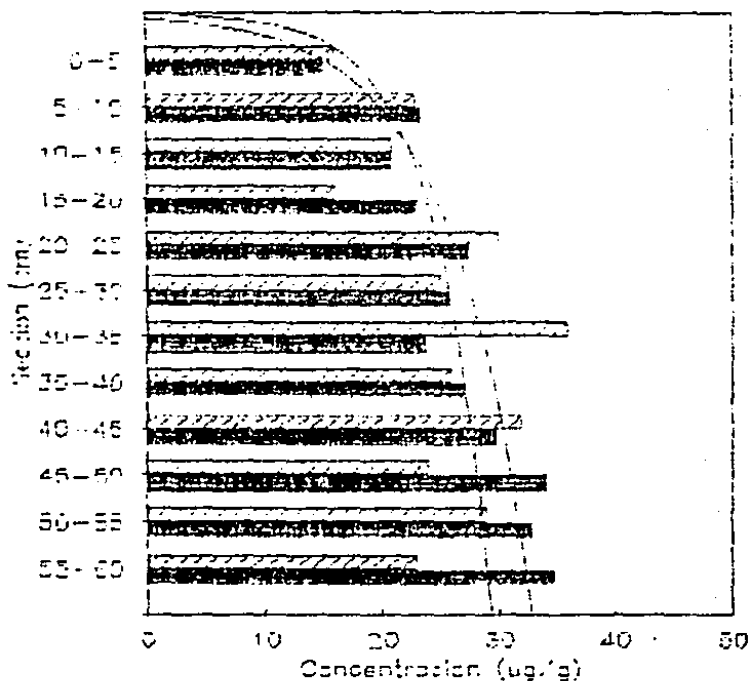


NUCLEO B6: Fe
C F (z=2220m)

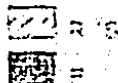


Figs. 5.191 y 5.192

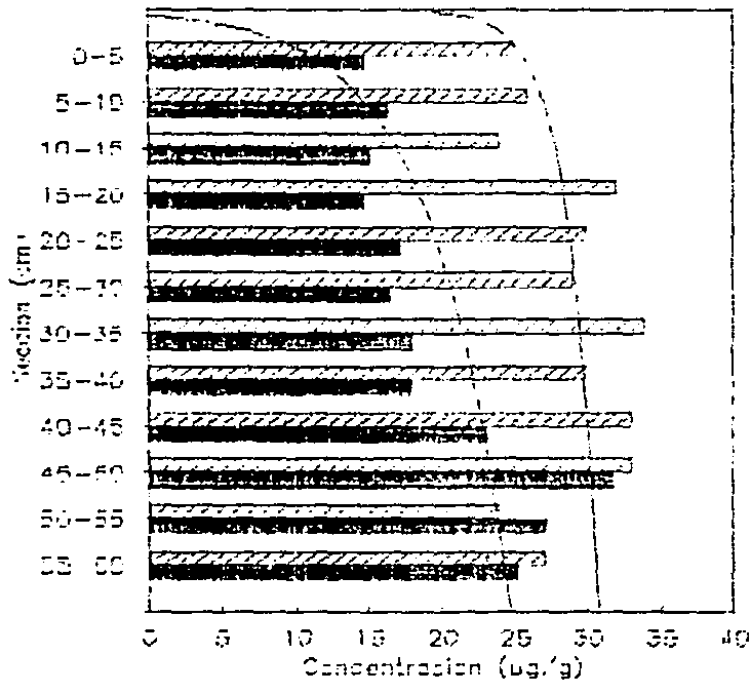
NUCLEO B3: 14



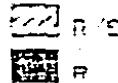
Face



NUCLEO B5: 26

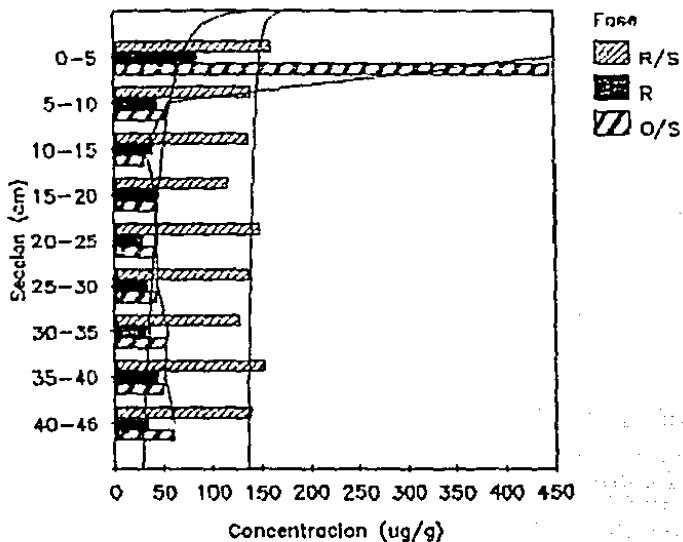


Face

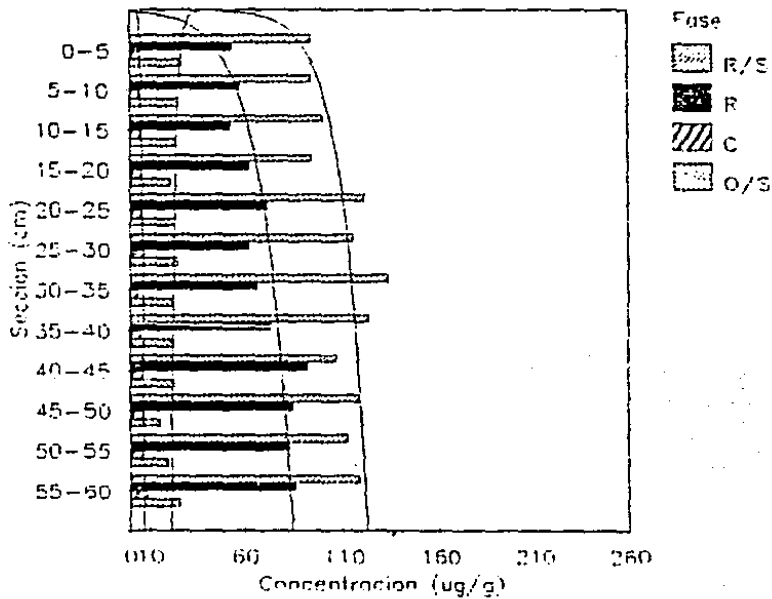


NUCLEO B22: Mn
SG/C (z=1350m)

376

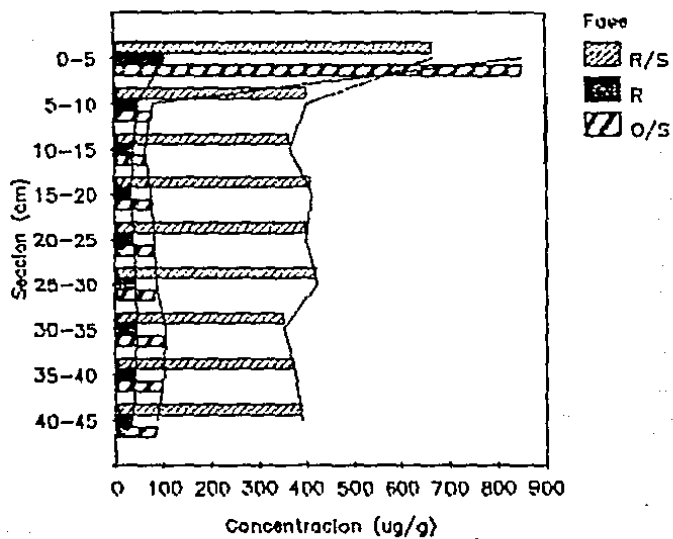


NUCLEO B5: Zn
C F (z=2250 m)

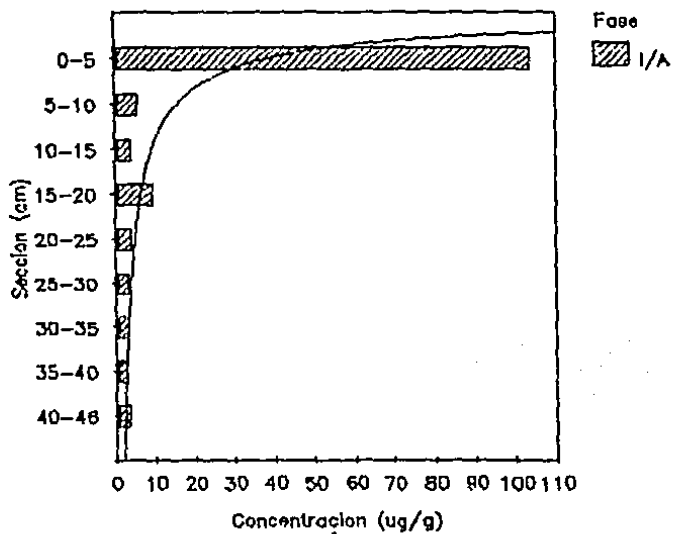


Figs. 5.195 y 5.196

NUCLEO B25: Mn
C P (z=2450m)

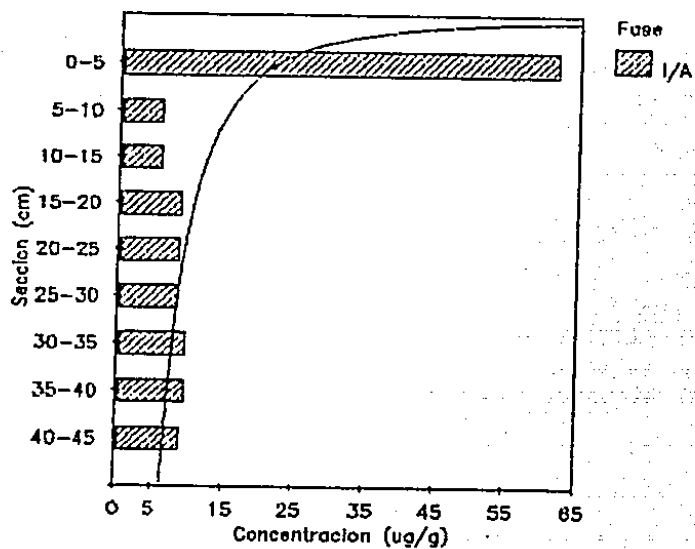


NUCLEO B22: Mn
SG/C (z=1350m)

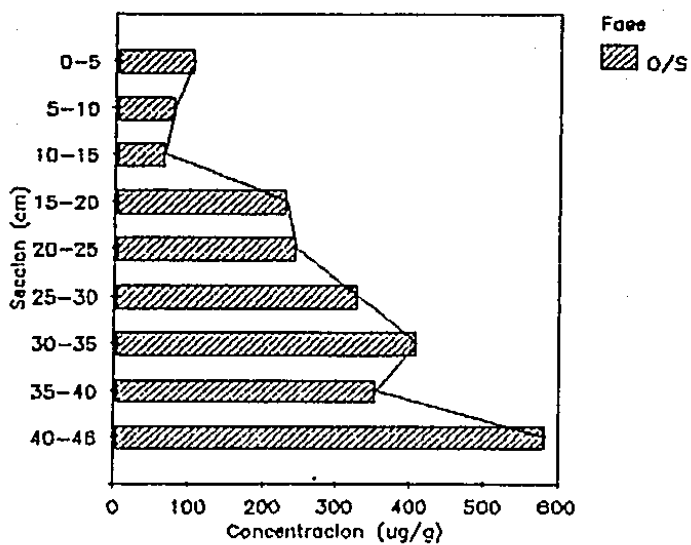


Figs. 5.197 y 5.198

NUCLEO B25: Mn
C P (z=2450m)

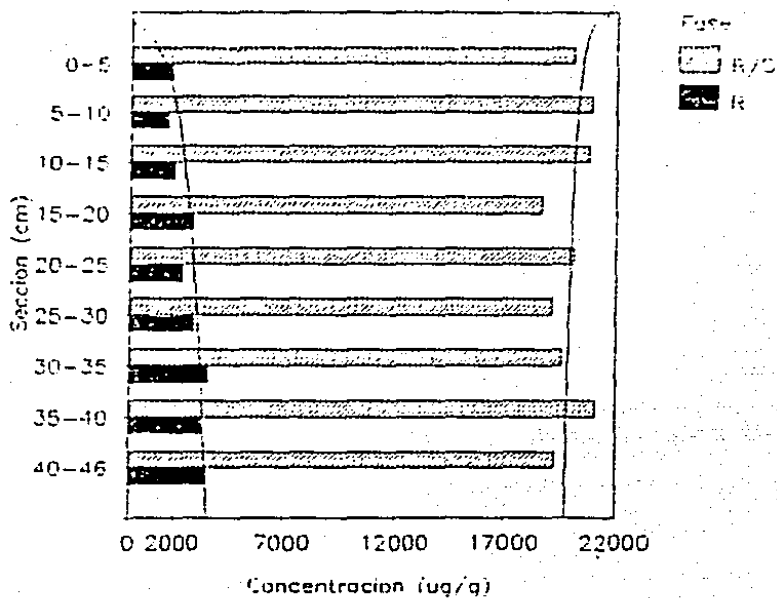


NUCLEO B22: Fe
SG/C (z=1350m)

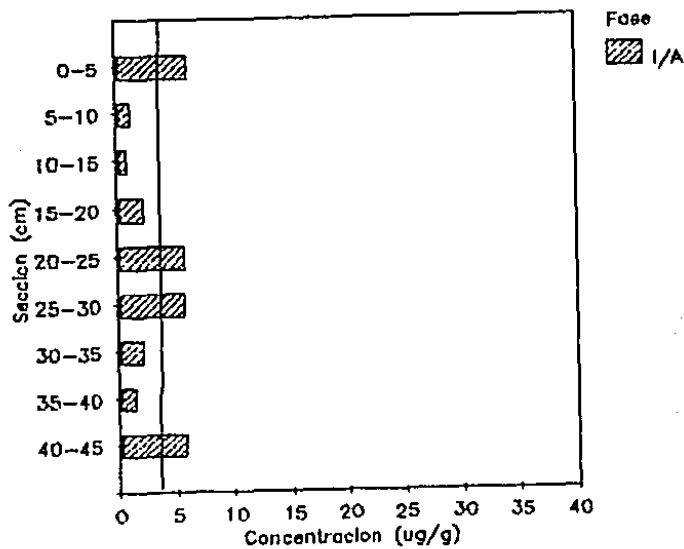


Figs. 5.199 y 5.200

NUCLEO B22: Fe
SG/C (z=1350m)

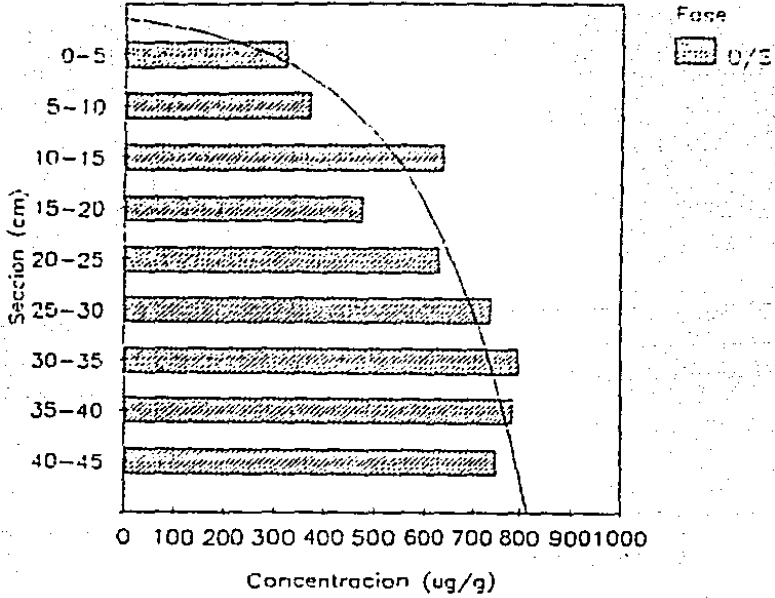


NUCLEO B25: Fe
C P (z=2450m)

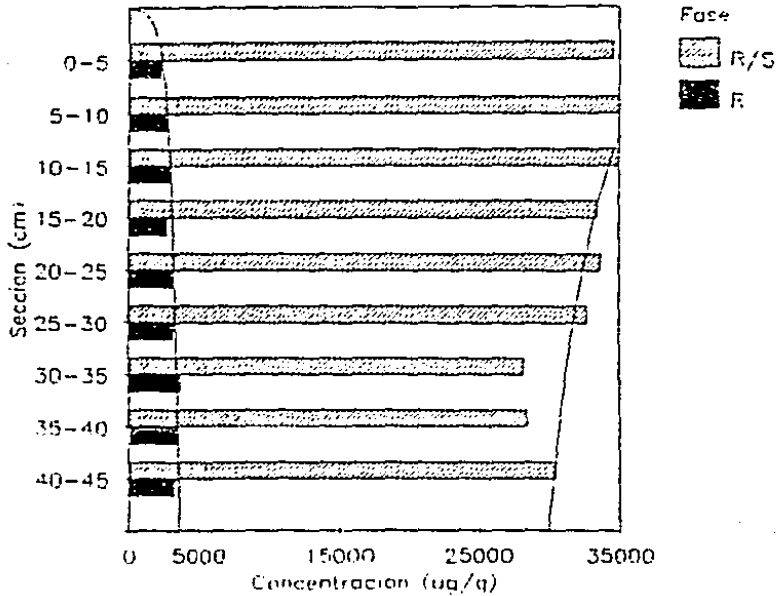


Figs. 5.201 y 5.202

NUCLEO B25: Fe
C P (z=2450m)

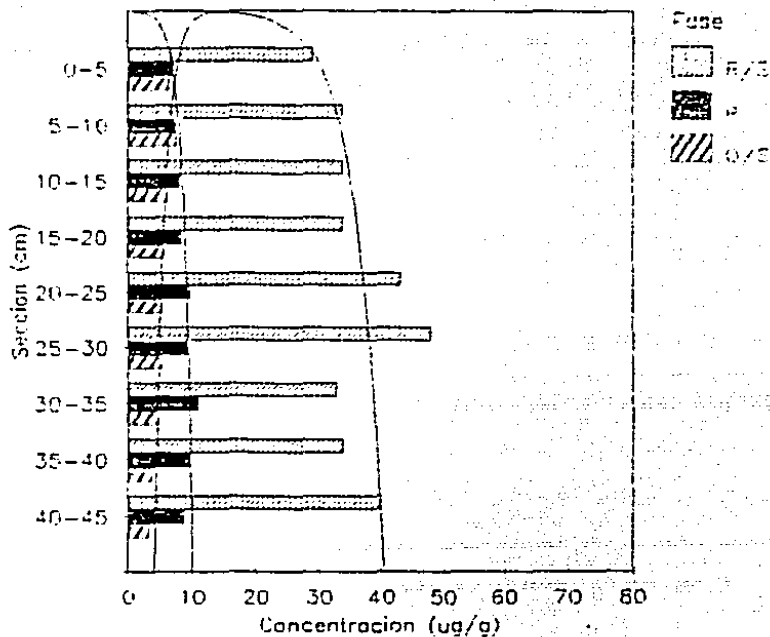


NUCLEO B25: Fe
C P (z=2450m)



Figs. 5.203 y 5.204

NUCLEO B25: Cr



NUCLEO B25: Pb

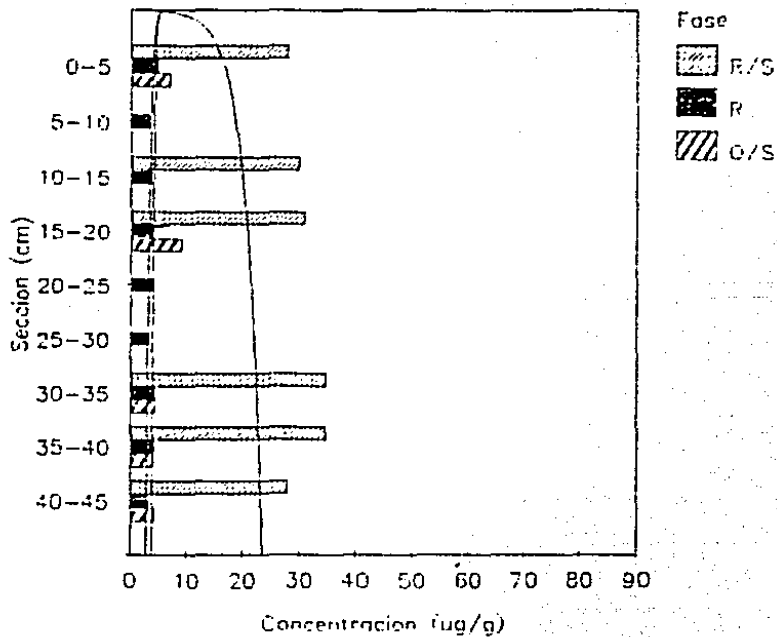
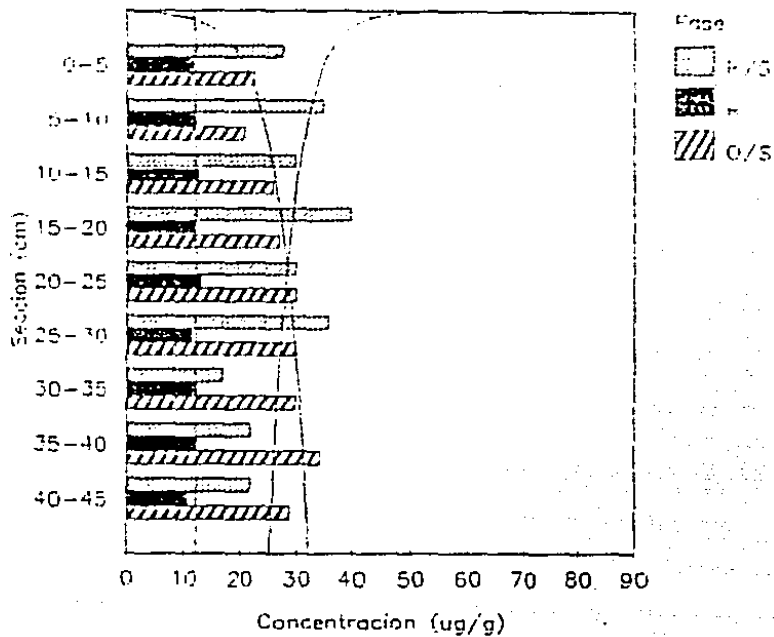
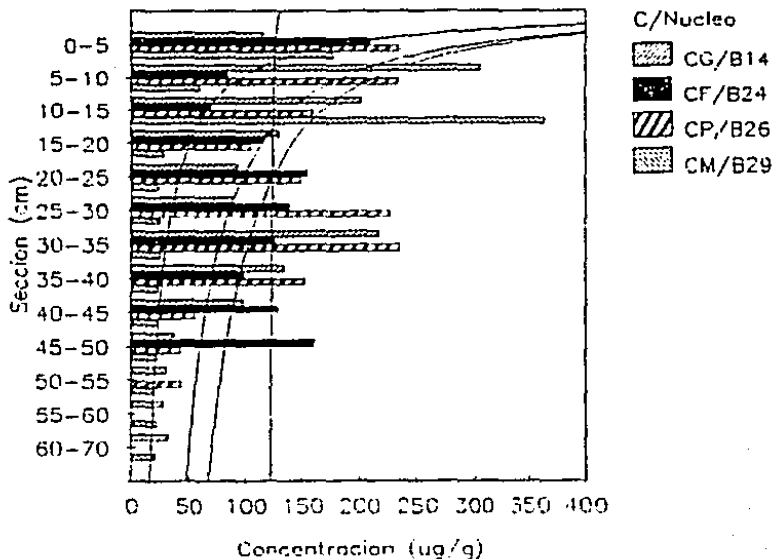


Fig. 5.205 y 5.206

NUCLEO B25: Ni

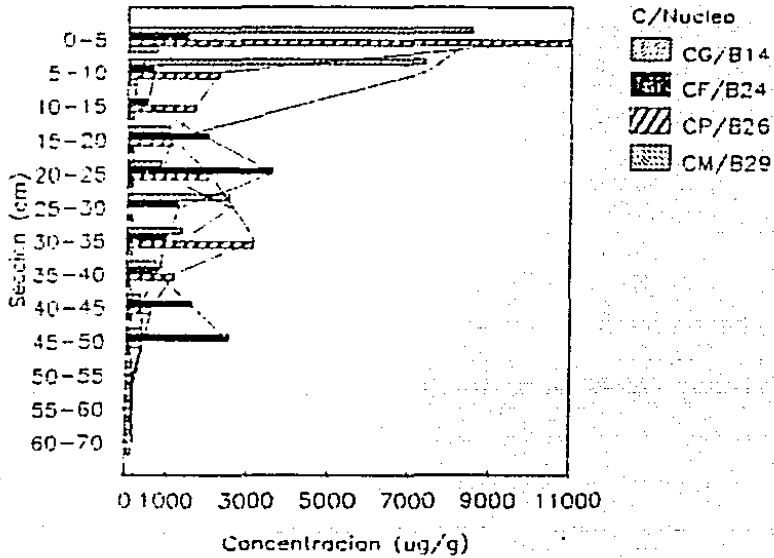


Mn-I/A

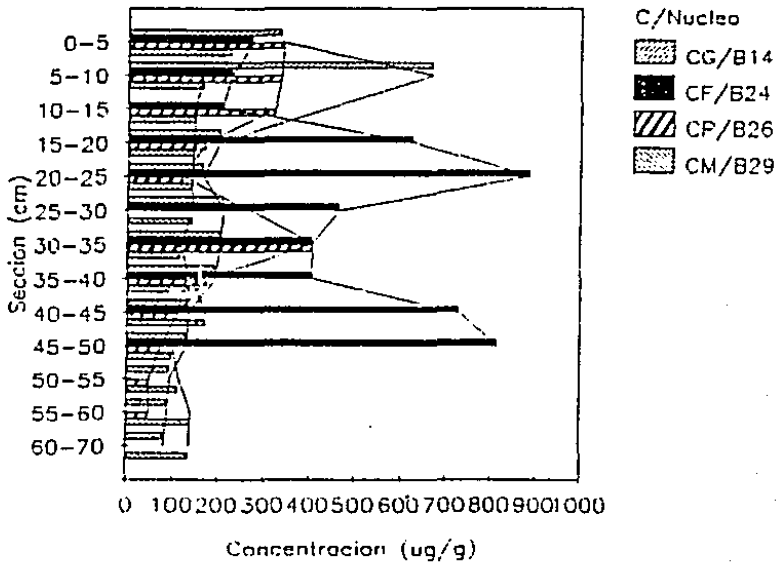


Figs. 5.207 y 5.208

Mn-O/S

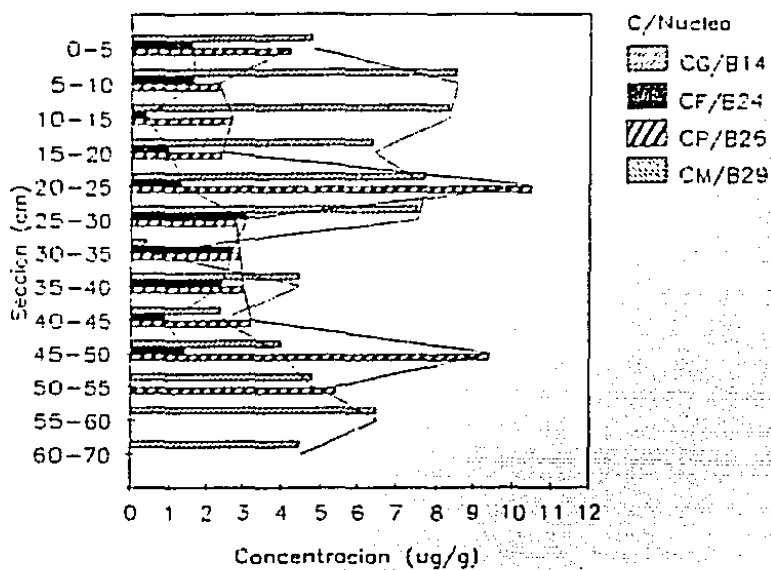


Mn-R

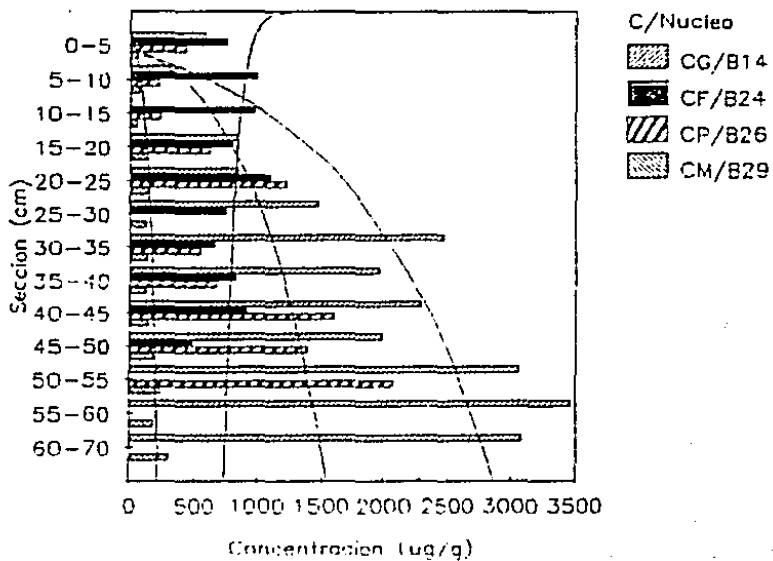


Figs. 5.209 y 5.210

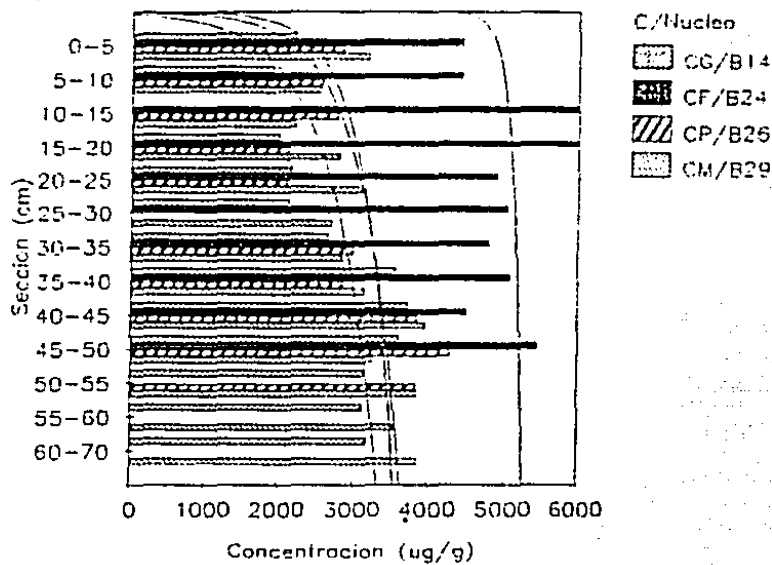
Fe-1/A



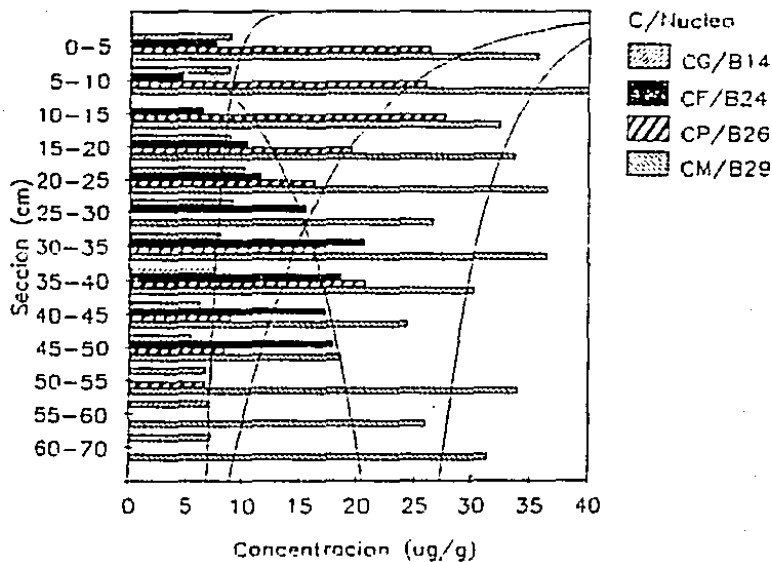
Fe-0/S



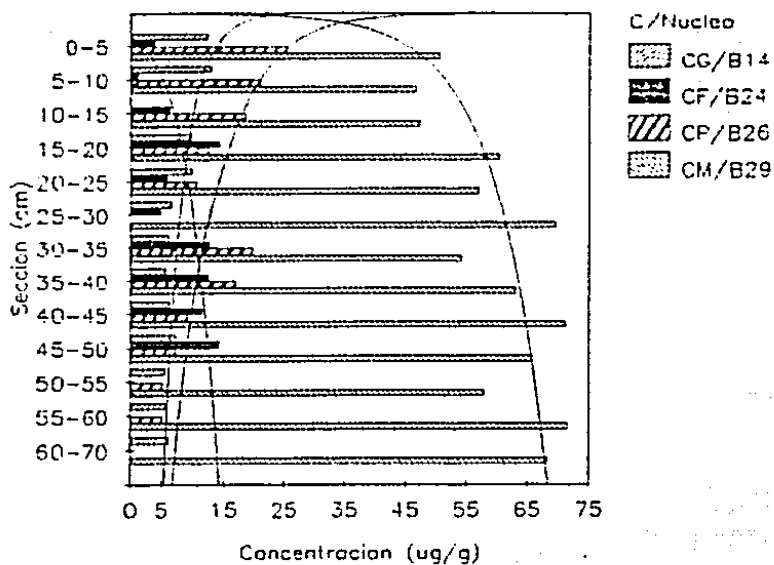
Figs. 5.211 y 5.212



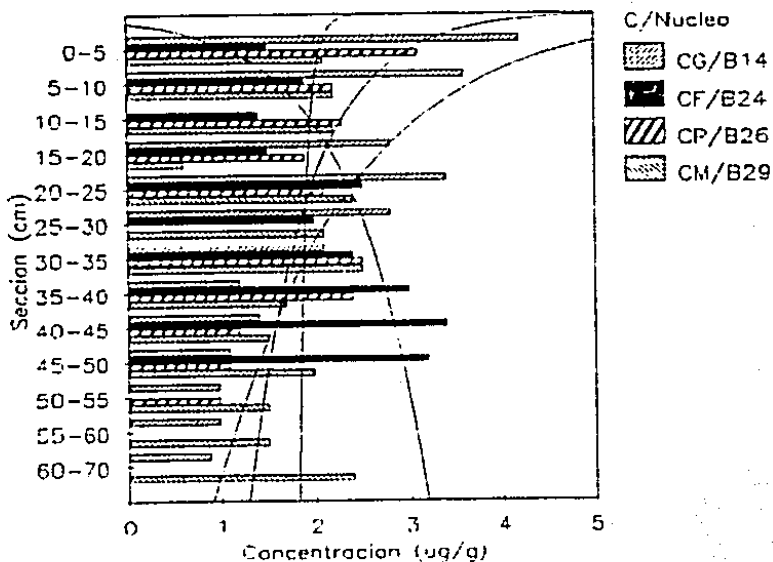
Cu-O/S



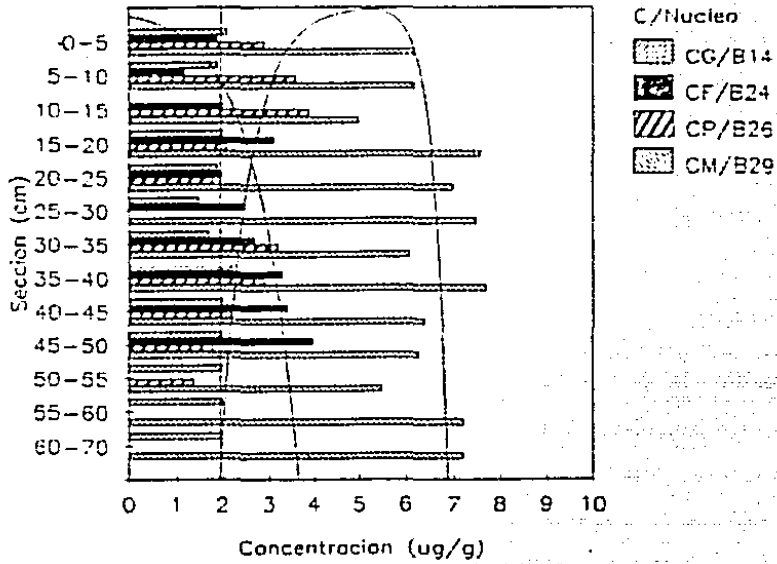
Figs. 5.213 y 5.214



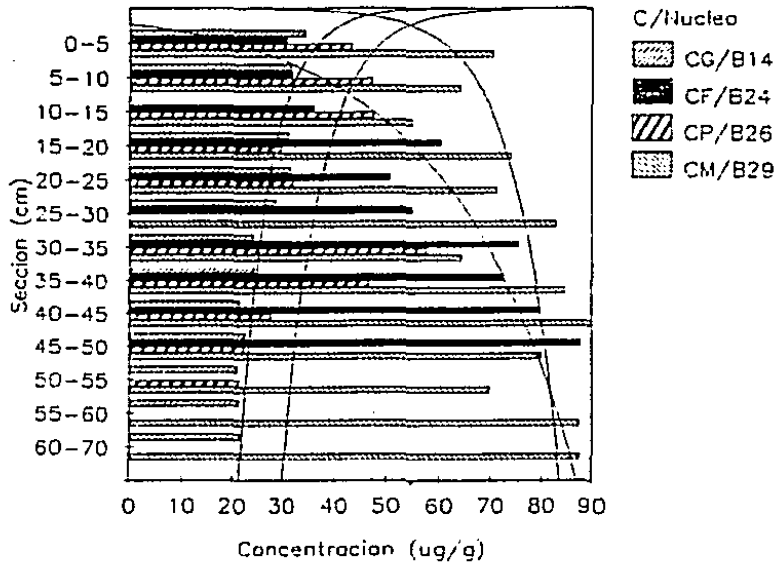
Co-O/S



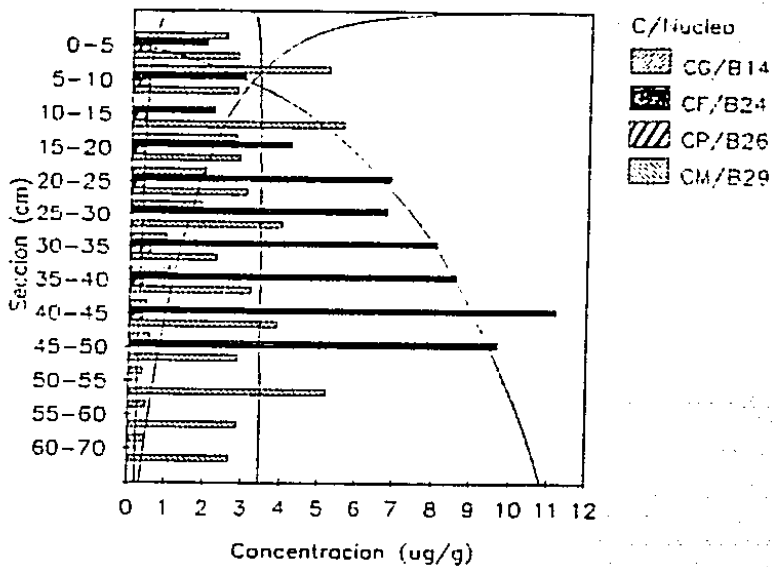
Figs. 5.215 y 5.216



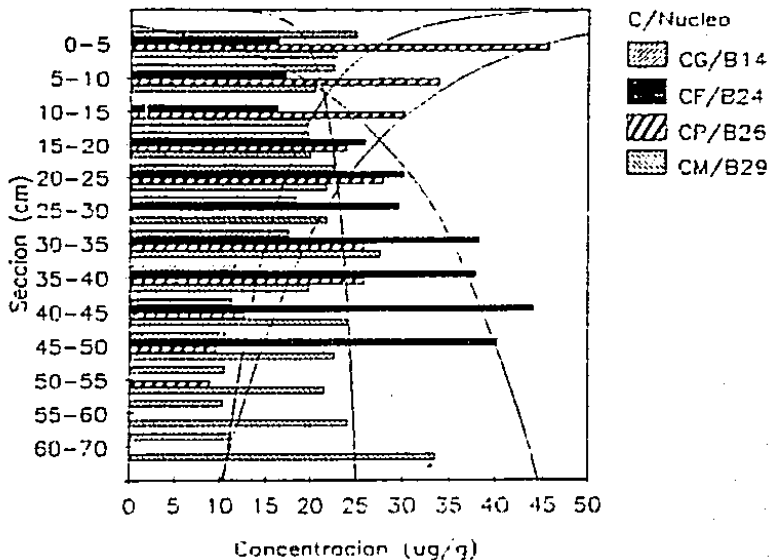
Zn-R



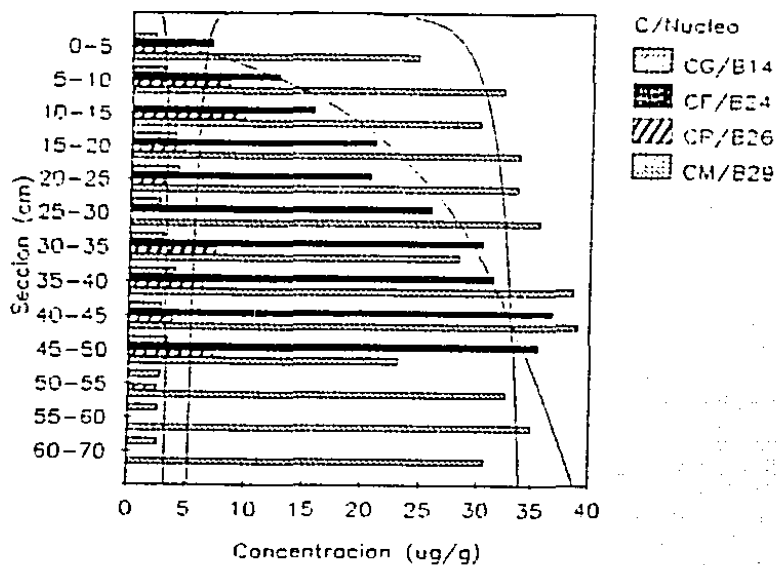
Figs. 5.217 y 5.218



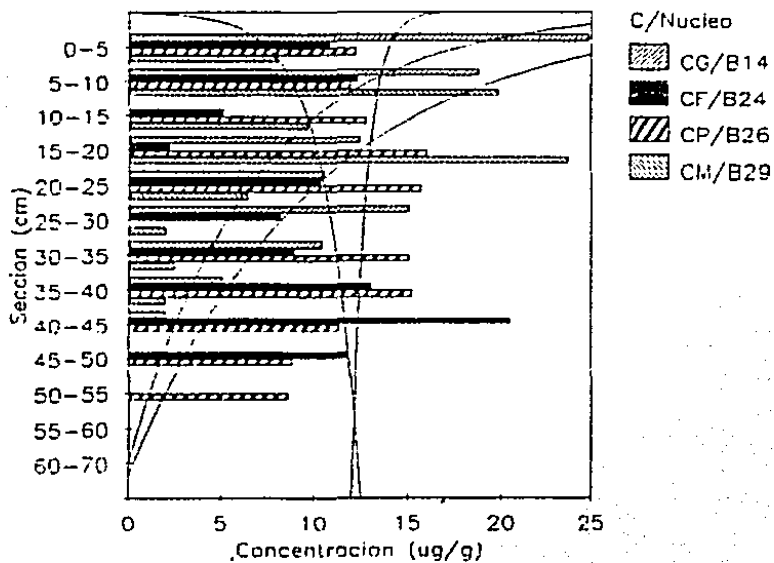
Ni-O/S



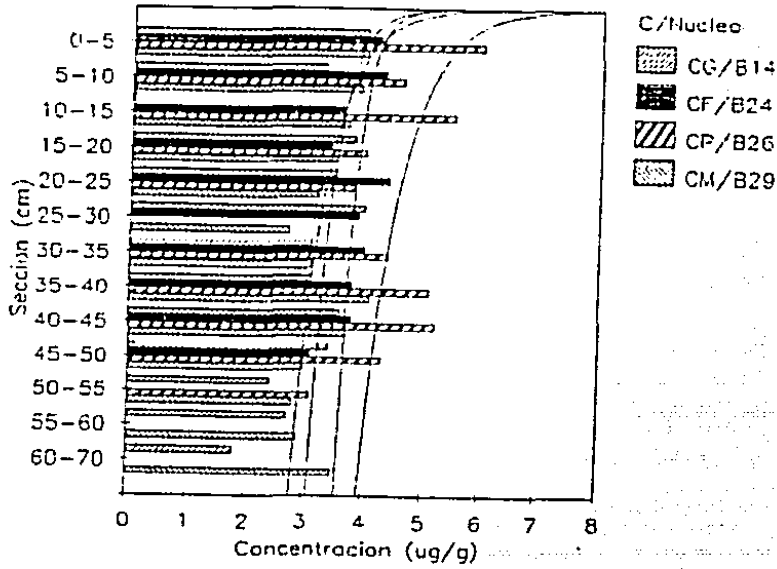
Figs. 5.219 y 5.220



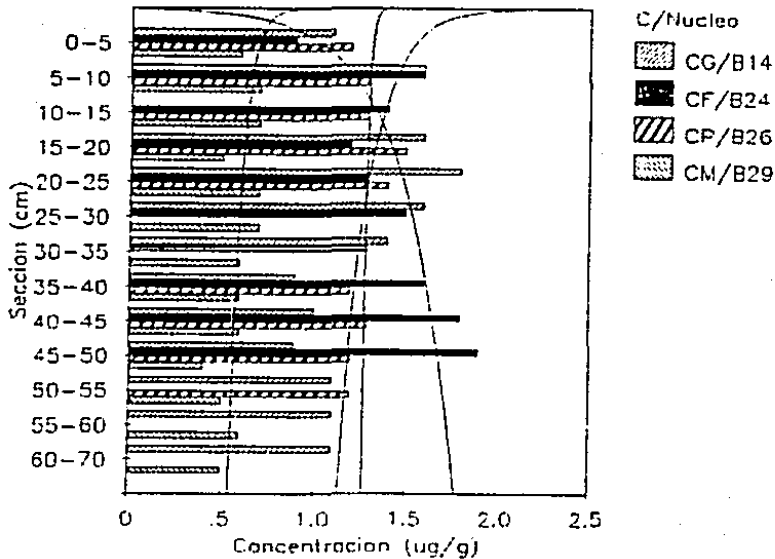
Pb-O/S



Figs. 5.221 y 5.222



Cd-O/S



Figs. 5.223 y 5.224

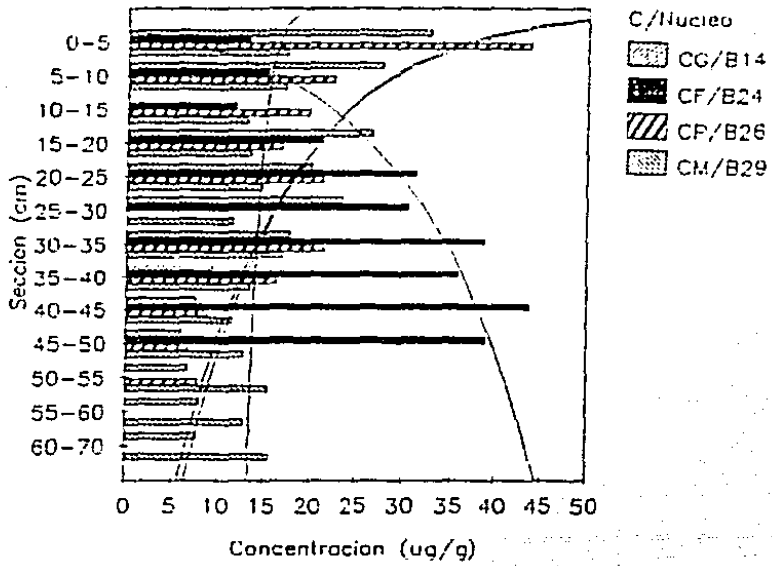


Fig. 5.225