

165
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



**ESTUDIO FISICOQUIMICO DEL GOLFO DE MEXICO
Y EL MAR CARIBE**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
I N G E N I E R O Q U I M I C O
P R E S E N T A :
MIGUEL VILLA GAVALDON

MEXICO, D. F.

1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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

I. INTRODUCCION	1
II. GENERALIDADES	3
II.A pH	3
II.B OXIGENO	4
II.C NITROGENO	5
II.D FOSFORO	7
II.E SILICIO	7
III. OBJETIVOS	8
IV. DESCRIPCION DEL AREA	10
V. PARTE EXPERIMENTAL	13
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	17
VI.A TABLAS DE DATOS	20
VI.B TABLAS ESTADISTICAS Y DISCUSION POR TRANSECTO	44
VI.C DISCUSION GENERAL	67
VII. CONCLUSIONES	72
VIII. BIBLIOGRAFIA	78
FIGURAS	1-64
ANEXOS	1-4

I. INTRODUCCION

Los océanos cubren 3/4 de la superficie terrestre. El mar es hoy en día una rica fuente de alimento y está perfilándose cada vez más como una rica fuente de otros recursos como energía, minerales y hasta medicinas. Es importante considerar que mientras la población mundial crece, los recursos terrestres disminuyen. El hombre gira ahora sus ojos hacia otras fronteras para cubrir sus necesidades.

Lo que alguna vez se apreciara indestructible e inalcanzable, el océano, está siendo presa de malos manejos. La tecnología avanza y la búsqueda de mas y diferentes recursos marítimos se acelera; sin un buen manejo los océanos no podrán aguantar la demanda de la humanidad y llegará un punto crítico de peligro. La productividad de estas aguas disminuirá cada vez más si no entendemos perfectamente los procesos físicos y químicos que se efectúan a diario en la última frontera de la tierra, el océano.

La oceanografía es la ciencia que estudia todos los procesos físicos, químicos, biológicos y geológicos que ocurren en el 71% de nuestro planeta. La oceanografía química ocupa una posición central. El estudio de las masas de agua de los océanos y sus orígenes, campo de la oceanografía física se basa sobre medidas de parámetros químicos tales como la salinidad y el contenido de oxígeno en las aguas. Así mismo en el área biológica es importante la determinación y la interrelación entre los organismos vivos de los diversos micronutrientes esenciales: nitrógeno, fósforo y en menor medida, silicio. Las distintas formas en las que estos se forman y su distribución en los océanos son parámetros fundamentales para comprender la forma, la densidad y movimiento de la biomasa marítima. Los estudios químicos son importantes también para la geología debido a la formación de nódulos de distintos minerales que se forman en las profundidades del océano.

Ahora, se debe considerar que el agua de mar debido a su habilidad de disociar estructuras moleculares complejas, contiene casi todos los elementos químicos. Además, se estabiliza químicamente para que nunca sea demasiado ácida o alcalina. Este comportamiento de autoestabilización es de vital importancia para soportar la vida marina, origen de toda la vida terrestre. Se debe agregar que el agua de mar debido a sus propiedades absorbentes extrae y cambia distintos gases con la atmósfera, incluyendo

CO₂ y O₂. Este proceso es importantísimo en la regulación de estos compuestos en la atmósfera.

Podemos afirmar, sin embargo, que una buena razón por la cual estudiar las aguas marinas de nuestro planeta es nuestra curiosidad inherente del por qué y como del universo que está a nuestro alrededor. ¿Que cosa está mas alrededor, de nosotros, de nuestra tierra, que el todavía inescrutable océano?

Como ingeniero químico me es muy interesante el conocer todos los procesos, maríftimos ya que en un futuro no muy lejano, este medio va a ser importante para procesos de transformación. Hoy en día, ya en industrias como la pesquera o la de cultivo de plantas marina para la extracción de importantes compuestos, los conocimientos fisicoquímicos del océano son vitales para una óptima utilización del recurso.

Este trabajo utiliza la oceanografía química como herramienta para tratar de responder a el por qué y el cómo de nuestros mares, el Golfo de México y el Mar Caribe. En el segundo capítulo se habla de la importancia que tienen todos los parámetros químicos y micronutrientes estudiados. Se expone la relación que estos tienen entre sí y otros fenómenos del océano.

En el tercer capítulo se marcan los objetivos de este trabajo y del proyecto global del que fue parte. Así mismo se destaca la importancia que debe tener cualquier trabajo de esta índole.

En el cuarto capítulo se hace una demarcación de la zona geográfica estudiada así como la partición del área para facilitar su análisis. Se destacan las características y propiedades físicas y geográficas de la zona.

El quinto capítulo trata de la descripción de los métodos analíticos utilizados para el trabajo. Además, se hace una breve sinopsis de los métodos de recolección de las muestras y de todos los aparatos utilizados en este proyecto.

La lista de todos los datos y las gráficas subsecuentes se exponen en el sexto capítulo. En este mismo se hace una discusión de todos los resultados.

II. GENERALIDADES

Mediante la medición de distintos parámetros químicos existentes en muestras de agua marina tomadas a distintas profundidades se va a poder elaborar un perfil de la distribución de todos los componentes químicos estudiados. Los parámetros y componentes son: oxígeno, pH, nitrógeno en forma de nitratos y amoníaco, fósforo en forma de fosfatos disueltos y silicio en forma de silicatos disueltos. A continuación se hará una breve sinopsis de la importancia de cada parámetro y de cómo se interrelacionan con el medio ambiente.

II.A pH

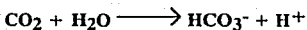
El intercambio de protones y electrones en procesos efectuados en ambientes acuosos es de vital importancia para determinar las características del medio. El pH es una medida de la concentración en el equilibrio de los iones hidrógeno (H^+) disociados.

$$pH = - \log [H^+]$$

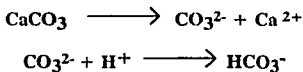
El pH en los océanos varía dependiendo de la zona, la profundidad y la temperatura del sitio en cuestión; el rango común oscila entre 7.8 y 8.3. Debido a que hay siempre iones $[H^+]$ solvatados en un medio acuoso, la ecuación de arriba es una manera simplificada para representarlo. Además, representa la facilidad o dificultad para el intercambio o transporte de protones y electrones. El pH es una herramienta muy conveniente para aplicar datos termodinámicos a problemas ambientales.

Hay dos procesos químicos que mantienen constantes los valores del pH en el océano. A estos procesos se les puede considerar como procesos buffer, manteniendo más o menos constante el nivel de la concentración de H^+ (o OH^-).

Uno es la difusión del gas CO_2 de la atmósfera al océano. Al entrar al mar se combina con el agua.



Esto deja un exceso de protones que acidificaría el medio acuoso. Sin embargo los iones positivos son neutralizados mediante la reacción con el CO_3^{2-} proveniente del carbonato de calcio.



El segundo proceso es el que provee el carbonato de calcio. Este proceso se debe a la incorporación de conchas y huesos al sedimento marino. Surgencias de agua marina reponen el CO_3^{2-} a la zona superficial.

El pH disminuye a concentración de CO_2 constante con el incremento de la temperatura. El pH disminuye también con la presión hidrostática; en otras palabras, disminuye a mayor profundidad. Esto es importante debido a que dependiendo de que tan alcalino sea el medio va a haber una mayor o menor concentración de CO_2 , compuesto importantísimo para el proceso de la fotosíntesis.

II.B OXIGENO

La distribución del oxígeno en el océano es el resultado neto de su consumo biológico y su reemplazo por medio del mezclado del gas proveniente de la atmósfera, es producto de la acción recíproca entre los procesos bioquímicos y aquellos por los cuales el gas entra al agua de mar.

Los procesos competitivos de la fotosíntesis y la respiración son la causas principales de los cambios de la concentración de oxígeno disuelto. La fotosíntesis en su fase luminosa rompe la molécula del agua para formar compuestos hidrocarbonados a partir de CO_2 y subsecuentemente libera oxígeno. La mayor parte de los organismos en la tierra consumen O_2 en el fenómeno conocido como la respiración. Otra causa de consumo de oxígeno es la oxidación de materia orgánica.

Hay una capa superficial mezclada por el viento que se extiende hasta la termoclina con un contenido de oxígeno uniforme. La termoclina es una capa de agua marina que tiene una temperatura distinta a la de la capa superficial. Debajo de esta capa superficial se encuentran mínimos causados por el consumo bioquímico, excepto en regiones de surgencia. En muchas áreas se encuentran dos mínimos separados por un máximo intermedio; el cual es probablemente producido por el movimiento de agua

rica en O_2 . Por debajo del mínimo, la concentración aumenta como resultado de la circulación de agua que se ha hundido de la superficie. Esta concentración relativamente alta es debida al poco consumo de oxígeno que hay a estas grandes profundidades.

La distribución horizontal del oxígeno también refleja el modelo de la circulación oceánica. Esto es comun para cuaquier otro elemento o compuesto traza.

El fitoplancton marino requiere de ciertos elementos para su crecimiento. Los mas importantes micronutrientes son el nitrógeno y el fósforo. Además, hay organismos que requieren de silicio para la formación de diversas estructuras corporales.

III. C NITROGENO

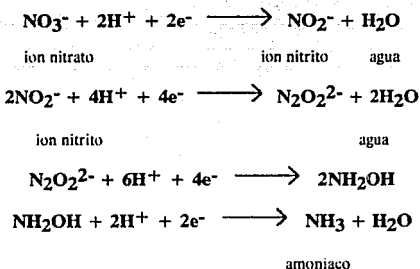
Las principales formas inorgánicas de nitrógeno son el ion nitrato, el ion nitrito y el amoniaco. Las concentraciones de todas las especies orgánicas e inorgánicas de nitrógeno están controladas por factores biológicos. El hundimiento de organismos muertos y el ascenso de agua tienden a influir en la redistribución de dichas especies en la columna de agua.

Las bacterias son las causantes de los procesos de regeneración. Los compuestos orgánicos del nitrógeno son convertidos a especies inorgánicas y eventualmente a nitritos , nitratos y amoniaco. La contribución de plantas y animales al ciclo del nitrógeno es la excreción de amoniaco y de compuestos primarios como urea, aminoácidos y polipéptidos. El ciclo del nitrógeno no es cerrado. El N_2 fijado entra al mar mediante aguas de río y de lluvias.

Hay bacterias noduláres como Rhizobium y Chlostridium que pueden fijar el N_2 y contribuir a la transformación hacia moléculas nitrogenadas aprovechables para los demás seres vivos. Sin embargo, el gran bulto de la fijación lo llevan ciertas algas verdi-azules. Estas contribuyen de gran manera a la distribución de nitritos, nitratos y amoniaco en el mar.

El fitoplancton satisface sus necesidades nitrogenicas por medio de la utilización del amoniaco, nitritos y nitratos presentes en el agua. esto está confinado a la capa

eufótica del mar en donde se realiza la fotosíntesis. El amoníaco es usado preferentemente. Debido a esto hay un proceso de reducción de nitrato y nitrato a amoníaco. Las reacciones que se efectúan se presentan a continuación:



El amoníaco producido por la reducción del nitrato o asimilado directamente del agua reacciona con ácido glutámico para formar ácido glutámico. De este paso por medio de procesos de transaminación se producen el resto de los aminoácidos.

Por otro lado los compuestos solubles de nitrógeno, provenientes de los organismos muertos, son degradados a amoníaco por medio de bacterias. El amoníaco formado es oxidado a nitrito y después a nitrato en el proceso inverso de las reacciones que arriba se presentan.

También influyendo en este ciclo de nitrógeno se encuentran las bacterias que reducen el nitrato a nitrito y muchas especies de fitoplancton que excretan cantidades significativas de nitritos .

Todos estos procesos, y algunos otros, son responsables de la distribución de nitritos, nitratos y amoníaco en las aguas marinas. Hay variaciones estacionales y verticales en la concentración de estos compuestos en las capas superficiales en donde se encuentra la actividad de organismos fotosintéticos.

III. D FOSFORO

El fósforo inorgánico existe en el mar practicamente en forma de iones ortofosfato. La distribución de las diversas formas del fósforo en el mar está ampliamente controlada por agentes biológicos y físicos. Este ciclo es mas sencillo que el del nitrógeno ya que el fósforo sólo está en el mar en un estado de oxidación de +5. Este ciclo tampoco es cerrado. Algo del fósforo se convierte en minerales fosfatados pero es regenerado por el que entra en aguas de río.

El fitoplancton satisface su requerimiento del elemento por medio de la asimilación directa del PO_4^{3-} . La regeneración ocurre mediante la excreción de zooplancton y peces. El fósforo es rapidamente convertido a ortofosfato por acción bacterial.

La distribución del fosfato es parecida a la del nitrato. Existe una correlación entre la concentración de fosfato y el contenido de zooplancton. Este último sirve como una medida indirecta de la presencia del fitoplancton. El ortofosfato se incrementa rápidamente con la profundidad en los límites de la termoclina permanente. Por lo general el máximo del fosfato casi tiende a alcanzar el mínimo del oxígeno.

III. E SILICIO

La principal fuente de silicatos disueltos en los océanos son las aguas de los rios y el desgaste glacial de las rocas de la Antártida. El utilizamiento de silicatos por parte del plancton es el principal proceso que remueve silicio del océano.

Hay diversos grupos de plantas, como diatomeas, y animales, como esponjas, que tienen estructuras silificadas. No se conoce mucho acerca del mecanismo de asimilación del silice. El perfil de la distribución del silicio es influenciado por la acción de intercambio de silice entre los organismos marinos y el medio, el mar.

III. OBJETIVOS

Este trabajo surgió como apoyo a la campaña Microdínamo I efectuada a fines de mayo y principios de junio de 1992. El propósito general de la campaña es el de evaluar los fondos del Golfo de México y el Caribe mediante un trabajo microbiológico. Los suelos también indican las características de la región.

El siguiente trabajo fisicoquímico ayuda en la descripción de las aguas de la zona. El objetivo de cualquier análisis fisicoquímico de cierta zona del océano es el poder localizar distintos fenómenos recurrentes en el mar. Estos pueden variar desde la presencia de una surgencia que es un afloramiento de aguas frías ricas en nutrientes, pasando por el mapeo de la distribución de distintos químicos que acarrea una corriente o la influencia de las descargas de ríos en los litorales. Evaluar la distribución de los distintos parámetros químicos es la herramienta de la oceanografía química. Al poder apreciar detalladamente los perfiles que se encuentran en cierta zona se pueden sacar conclusiones acerca del movimiento y la productividad de sus aguas. Si a este análisis, hecho en cierto momento, le sumamos otros hechos en la misma zona, y otros en otras etapas del año, también podemos definir el comportamiento fisicoquímico anual de las aguas estudiadas. En otras palabras, podemos ver qué efecto produce la influencia de varios factores (como el climatológico, la temperatura, los vientos y la latitud) que se encuentran en la región del planeta estudiada.

En este caso particular, los datos, perfiles y análisis presentados evalúan el comportamiento fisicoquímico de las aguas atlánticas mexicanas. Se hizo un mapeo tanto vertical como horizontal del Golfo de México y parte del Mar Caribe pasando por el canal de Yucatán. Para este fin se partió el recorrido en varias partes para facilitar este estudio. Se presentarán todos los datos de los parámetros químicos obtenidos. Acompañando a estos se indicará a qué latitud y longitud, a qué hora y a qué profundidad se obtuvieron. Se puede indicar que una desventaja encontrada para este estudio fue la ausencia de trabajos hechos en esta zona. Muchos solo evalúan la zona costera. Por ejemplo, hay estudios de la laguna de Términos.

Todos los datos fisicoquímicos que se obtuvieron se procesaron de la siguiente manera. Mediante la utilización del paquete computacional *surtér* se obtuvieron gráficas en cortes verticales y horizontales de todas las regiones exploradas. Estas gráficas presentan los perfiles de concentración o distribución de los parámetros químicos en los distintos transectos evaluados en el área estudiada. En total se obtienen perfiles verticales para diez áreas del mar atlántico mexicano a lo largo del recorrido y dos perfiles horizontales estudiando toda la zona oriental de los mares mexicanos.

Se trata de hacer un análisis cuidadoso de los resultados y gráficas con el objetivo de discutir las posibles razones de la distribución de todos los parámetros evaluados. Para este análisis se utilizaron criterios físicos, químicos y biológicos para poder explicar todos los resultados. Este tratamiento cuidadoso de todos los datos tiene como objetivo el presentar todos los fenómenos marinos que están presentes en esta área.

Una vez discutido los resultados se presenta una conclusión de este trabajo, que globaliza todos los fenómenos encontrados; sintetiza toda la información obtenida y explica el porqué del comportamiento fisicoquímico de esta región. Se incluye dentro de esta disertación la importancia para el país de esta región y su influencia en las condiciones que ya se han expuesto. Es necesario indicar lo que representa el cambio de concentración los parámetros fisicoquímicos a lo largo de toda el área estudiada, particularmente como afecta al ecosistema marino. Finalmente, se intenta orientar a futuros investigadores o a personas que nada más deseen consultar este trabajo hacia donde se deben dirigir las evaluaciones científicas hechas en el Golfo de México y el Caribe, así como indicar que se debe hacer para mejorar y ampliar este trabajo.

En otro renglón este trabajo debe servir como guía y apoyo para subsiguientes estudios hechos en el área. El carácter general del estudio hace que éste funcione como una buena referencia.

IV. DESCRIPCION DEL AREA

Este estudio fue hecho a bordo del buque "Justo Sierra", partiendo de Tuxpán, Ver. El trayecto que siguió el crucero fue recorrer el Golfo hasta llegar al centro de éste, dirigirse al norte de la península de Yucatán y a través del canal de Yucatán arribar al Mar Caribe. El regreso se efectuó pasando encima de la gran plataforma continental que está arriba de la península, recorriendo después la bahía de Campeche para volver a Tuxpan. El área cubierta por el estudio va desde los 19 ° N hasta los 24 ° N y desde los 85 ° 30 ' W hasta los 97 ° 30 ' W.

A través del recorrido se hicieron 62 paradas o estaciones de muestreo. Las primeras cuatro en zonas del Golfo de gran profundidad aproximadamente sobre la fosa de Sigsbee. Después se prosiguió con varias estaciones entre 250 y 320 kilómetros al norte de la península de Yucatán en el camino rumbo al canal de Yucatán. La razón por la cual hay una gran distancia entre las estaciones y la costa es que es hasta esta zona particular donde la plataforma continental empieza a descender. Entre las estaciones 14 y 21 se hizo un análisis sobre el canal de Yucatán. Aquí la corriente es muy fuerte debido a que es esta la entrada de aguas al Golfo de México. La corriente tiene una velocidad promedio de 3 nudos. Ya en el mar Caribe se hicieron desde la paradas 22 hasta la 25, progresivamente pegadas cada vez mas a la costa de Quintana Roo. Es importante hacer la comparación entre la plataforma continental al norte de la península de Yucatán y la que está al este de Quintana Roo. Toda esta zona estudiada está marcada por el paso de la corriente que efectúa el suministro de aguas al Golfo de México. Este flujo de aguas pasa a través del canal de Yucatán tallando mucho la costa oriental de la península pero haciendo un gran arco sobre de Yucatán antes de entrar al Golfo. Esta es la razón de que la profundidad afuera de la costa de Quintana Roo aumenta drásticamente haciendo que la plataforma continental sea mínima mientras que arriba de Yucatán el área cubierta por la plataforma es muy grande. Las paradas entre la 27 y la 54 hechas todas sobre esta area no pasan ninguna de los 150 m de profundidad. Finalmente se realizaron las paradas 56-62 en la bahía de Campeche y después en areas aledañas a Tuxpan.

El estudio de esta zona dará un perfil amplio de los litorales orientales de México. En esta area la productividad es grande cerca de la costa y de los arrecifes. La sonda de Campeche es importante en el renglón pesquero. Además el Golfo es importantísimo como proveedor de recursos petroleros. Podemos anotar finalmente que al Golfo de México lo abastecen de nutrimentos muchos ríos entre los cuales se encuentran el gran Mississippi al norte y el Usumacinta y el Grijalva al sur.

Toda la región estudiada está dividida en transectos. Estos son un conjunto de estaciones que se encuentran todas en una linea recta que parte de cierto punto en la costa. Lo que permite esta agrupación lineal de puntos geográficos, en donde se efectuan las mediciones, es el poder hacer cortes verticales del océano. En la siguiente página se presenta una tabla con los transectos, el número de estaciones que cubre cada uno y sus características geográficas.

Transecto	Estaciones	Características del transecto
1	1,2,3	Región del Golfo de México sobre la fosa de Sigsbee. Profundidades entre 3000 y 4000 m
2	5,6,7,8	Transecto arriba del límite occidental de la península de Yucatán. Representa la plataforma y su descenso hacia las profundidades (3000 m).
3	9,10,31,32,33,34	Transecto arriba aproximadamente de la mitad de la península. Es el área de la plataforma continental y su descenso hasta los 2700m.
4	13,13a,13b,27,28,29,30	Transecto arriba de la parte oriental de la península. Área de la plataforma continental y su descenso hasta los 1400m.
5	18,19,21	Transecto sobre el canal de Yucatán
6	22,23,24	Transecto en el mar Caribe afuera de Quintana Roo.
7	35,36,37,38,39,40	Área sobre la gran plataforma continental
8	42,43,44,45,46	Área sobre la gran plataforma continental
9	50,51,52,53,54	Área sobre la gran plataforma continental
10	57,58,59,60,61,62	Corte del Golfo de México entre Tuxpán y Campeche.
10a	60,61,62	Detalle de las cercanías de Tuxpán (transecto 10)

V. PARTE EXPERIMENTAL

El buque "Justo Sierra" tiene su propio laboratorio de química. Fue aquí donde se hicieron los análisis para oxígeno, la medición de pH y el guardado y tratamiento para el análisis de micronutrientes en México. Para esto se llevaban todos los reactivos necesarios para muestreo de oxígeno, químicos para la preservación de los micronutrientes, un phmetro y alrededor de 400 cubetas de 5 mL para cada muestra de micronutrientes. El barco trae consigo un titulador.

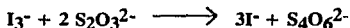
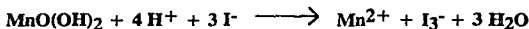
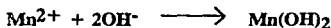
Las muestras de agua en todas las estaciones fueron colectadas por 12 botellas Niskin montadas en el muestreador llamado Rosette. Este aparato va montado sobre el sensor para el CTD, programa que mediante señales eléctricas enviadas desde el fondo del océano, provee la información puntual de profundidad temperatura y salinidad. Las botellas Niskin se van cerrando a la profundidad requerida mediante una señal eléctrica enviada desde el centro computacional de control del buque.

Al subir la Rosette a cubierta se vacían las botellas dejando parte del agua en frascos llenados hasta el tope para el análisis de oxígeno. Al agua restante se le toma el valor de pH mediante un potenciómetro (calibrado con dos soluciones buffer $\text{pH} = 9.18$ y $\text{pH} = 6.86$) y se separan en pequeños viales de 5 mL para cada micronutriente. Previa a esta separación se filtran las muestras a través de un filtro Millipore $0.45 \mu\text{m}$. Estas cubetas se numeran para su correcta identificación a la hora del estudio en México. Cada micronutriente tiene su idiosincracia; todas deben ser congeladas excepto las de silicatos. Aparte, se agrega azida de sodio para evitar que las muestras destinadas para el estudio de ortofosfatos se hechen a perder. Con el mismo fin se agrega fenol a las muestras que van a ser analizadas para la determinación de amoniaco.

El oxígeno fue determinado directamente en el barco por medio del método de Winkler. La muestra tiene agua hasta el tope del frasco. Cada frasco está identificado con un número ya que su volumen exacto ya fue medido y calibrado. Esto es importante para los cálculos en la determinación del oxígeno; debido a que es necesario

conocer el volumen de la muestra. Esta consideración entra en el calculo para sacar la constante particular del frasco.

La muestra es tratada con una solución concentrada de sulfato manganeso y un reactivo concentrado de ioduro de sodio e hidróxido de sodio. El oxígeno disuelto reacciona con el precipitado de hidróxido de manganeso(II) y bajo estas condiciones fuertemente alcalinas el manganeso es oxidado a un estado de oxidación alto. Se permite al precipitado que se asiente y se disuelva por la adición de ácido sulfúrico. El iodo liberado por la reacción del óxido e hidróxido de manganeso(IV) con el ion ioduro es titulado con tiosulfato valorado usando almidón como indicador. De esta manera se determina por un método indirecto, la concentración de oxígeno. Las reacciones se representan con las siguientes ecuaciones:

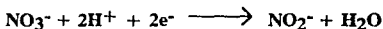


La determinación de nutrimentos (o micronutrientes) se realiza mediante un autoanalizador Technicon II y un auto analizador de flujo continuo FIAstar (Mod. 5020). Los dos determinan la concentración de los distintos micronutrientes por medio de técnicas colorimétricas. El autoanalizador Technicon tiene integrado una función que permite incorporar un curva standard; lo cual da como resultado que se obtenga directamente la concentración de las muestras. El otro autoanalizador necesita de nuestra ayuda para calcular las concentraciones. Los resultados que aparecen en las gráficas son tratados mediante interpolaciones lineales ya que se introduce constantemente curvas standard. Se calculan los resultados mediante la relación de altura de la curva-concentración. Este criterio se puede emplear ya que las curvas standard tienen cinco muestras de concentración conocida y cuya relación con las otras

cuatro es linealmente creciente o decreciente. Los micronutrientes estudiados son: ion nitrito, ion nitrato, amoniaco, ion ortofosfato y ion silicato.

La determinación de nitritos se efectua según el método descrito por Bendschneider y Robinson (1952). El ion nitrito es llevado a reaccionar con sulfanilamida en una solución ácida (pH 1.5 a 2.0); el compuesto diazo resultante reacciona con la N(-1-naftil) etilendiamina para formar un complejo azo fuertemente coloreado cuya absorbancia es leida a 543 nm.

El procedimiento para determinar nitratos ha sido tomado del método descrito por Morris y Riley (1963) con algunas modificaciones sugeridas por Grashoff (1964) y Wood *et al.* (1967). Los nitratos que se encuentran en el agua marina son reducidos a nitritos cuando la muestra es corrida a través de una columna empacada con limaduras de cadmio cubiertas con cobre coloidal.



La determinación del amoniaco se basa en un tratamiento en un medio alcalino (citrato) con hipoclorito y fenol en presencia de nitroprusiato de sodio, el cual actua como catalizador. El color formado por la reacción es medido a 640 nm.

Todos los resultados obtenidos se transforman de $\mu\text{g/L}$ a μM . Estos resultados se presentarán en forma de tablas. A estos resultados se les somete un análisis estadístico en donde se obtendrán el promedio, el máximo, el mínimo y la desviación standard de todas las estaciones comprendidas en cada transecto. Todos estos parámetros estadísticos serán de ayuda para la posterior discusión de resultados. El promedio, como medida de evaluación general del nivel de concentración del parámetro estudiado, máximo y mínimo funcionando como la determinación de los extremos y la desviación standard sirviendo como indicador de la homogeneidad o heterogeneidad de la distribución del parámetro estudiado a través de todo el transecto.

Las gráficas se realizaron por medio del programa de computo, *surfér*. Este funciona de la siguiente manera; se le introduce una lista con tres parámetros. Uno es la distancia de la costa a la que se encuentra la estación, otro es la profundidad del muestreo y el último es la concentración o el valor del parámetro estudiado. A esta lista el programa le efectua un malleo por medio de un modelo matemático. Esta malla sufre de otro proceso que es un suavización de todas las curvas y finalmente se introduce en la malla el perfil del blanco, que en algunos casos es el descenso de la costa a la profundidades y en otro las costas mismas.

Después de haberse terminado el proceso del malleo, prosigue la elaboración de lo que se le denomina la topografía. En esta parte del programa, uno determina el rango del parámetro y con que intervalo se va a mapear. El programa, tomando en cuenta estas consideraciones, efectúa ya la elaboración de los contornos de las líneas topográficas. El resultado es un mapeo de la zona determinada con lo que se podría comparar con un estudio de curvas de nivel. En este caso las curvas representan los distintos niveles de concentración o cantidad de los parámetros estudiados.

Finalmente lo que queda son las opciones para representar ya gráficamente estos contornos. Uno puede escalar la gráfica, hacerla del tamaño adecuado para imprimirse y/o ponerle etiquetas. Estas últimas pueden ser títulos, subtítulos o marcas en la gráfica.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez obtenidos los resultados es importante saber utilizar estos datos para poder establecer comportamientos, características y perfiles del Golfo de México y el Mar Caribe. En el capítulo de la descripción del área se desglosa transecto por transecto y se establece que parte del litoral oriental mexicano se está estudiando. En este capítulo se van a presentar todos los resultados obtenidos por los distintos métodos en una serie de tablas también separadas por transectos en donde se indica el día de recolección de la muestra así como la hora. También se especifica la latitud y longitud del punto de recolección (o estación). Parte de este análisis se basa en las tablas que se presentan del promedio, el valor máximo, el valor mínimo y la desviación standard de cada parámetro.

Estos puntos, así como los datos presentados de cada uno de los parámetros, nos ayudará a establecer criterios para el análisis de los perfiles que se presenten. La discusión que surge en este trabajo pretende estudiar transecto por transecto y después globalizar el conocimiento mediante una discusión general de las propiedades halladas.

Transecto a transecto se va a presentar una tabla de resultados, seguida de la tabla con los datos estadísticos y al último una discusión de los resultados. Las gráficas, tanto horizontales como verticales, se presentan en la parte de los anexos. En cada discusión de transecto se indica que número de figuras le corresponden a cada transecto. Aunado a estas figuras se presentan dos conjuntos de gráficas de cortes horizontales, uno a 5 m y el otro a 50 m. Como se dijo anteriormente se van a utilizar varios criterios para poder alcanzar la definición del área correspondiente. Estas gráficas aunadas a las características halladas previamente nos van a dar una visión global de nuestro estudio.

TABLAS

TRANSECTO 1 (Estaciones 1,2,3)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROFUND. m	pH	O2 µM	N-NO2 µM	N-NO3 µM	NH3 µM	P-PO4 µM	Si-SiO2 µM
1	FECHA	21.206 N	94.946 W	50.	8.345	249.990	1.185	0.000	47.988	1.905	2.888
1	-----			75	8.435	241.500	0.661	0.000	64.453	0.358	3.427
1	29/5/92			100	8.407	236.860	0.448	1.335	9.247	0.418	3.427
1				200	8.154	142.290	0.378	3.032	82.853	0.409	16.850
1	HORA			500	7.983	147.470	0.352	3.452	152.582	0.815	9.987
1	-----			700	7.973	164.230	0.363	3.371	61.547	0.527	16.850
1	23:00			1400	8.039	229.070	0.535	2.161	16.024	0.929	14.702
1				3000	8.095	239.310	0.489	1.952	114.812	0.728	16.850
1				3060	8.043	244.790	0.341	5.306	146.776	0.437	23.832
2	FECHA			22.500 N	94.000 W	50	8.446	242.090	0.443	0.779	23.771
2	-----	75	8.423			237.830	0.628	0.658	9.247	1.126	5.037
2	30/5/92	100	8.422			235.760	0.393	0.008	10.212	0.637	3.427
2		200	8.242			154.680	0.802	0.631	22.806	0.601	5.573
2	HORA	500	8.031			144.170	0.509	3.081	116.747	1.537	10.407
2	-----	700	8.019			190.120	0.424	4.226	7.306	0.711	14.702
2	15:40	1000	8.041			203.620	0.404	3.290	72.200	0.994	13.628
2		1400	8.135			205.940	0.357	3.677	13.118	0.564	12.555

TRANSECTO 1 (continuación)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROFUND. m	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	SI-SIO ₂ μM
2		22.500 N	94.000 W	2000	8.114	249.950	1.398	3.113	6.341	0.668	13.628
2				3000	8.096	239.630	0.404	2.274	81.882	0.281	16.313
2				3200	8.096	246.680	0.363	2.855	13.118	1.242	17.387
3	FECHA	23.501 N	93.000 W	5	8.388	227.050	0.389	0.168	10.212	0.345	7.185
3	-----			50	8.379	244.110	0.615	2.839	3.435	0.929	4.500
3	31/5/92			75	8.409	238.570	0.383	0.213	3.435	0.418	17.387
3				100	8.383	308.100	0.393	0.184	2.465	0.373	4.500
3	HORA			200	8.205	158.720	0.372	1.677	11.182	0.492	5.573
3	-----			500	7.880	133.900	0.433	2.710	11.182	0.592	10.943
3	7:48			700	7.918	167.560	0.343	4.210	188.418	0.683	14.702
3				1000	7.990	198.840	0.357	3.694	48.953	0.829	16.850
3				1400	8.025	234.940	0.352	3.516	14.088	0.455	13.628
3				2000	8.075	258.580	0.357	3.274	121.594	0.592	15.240
3				3000	8.064	273.070	0.367	4.000	3.435	0.546	59.808

TRANSECTO 2 (Estaciones 5,6,7,8)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. m	pH	O2 μ M	N-NO2 μ M	N-NO3 μ M	N-NH3 μ M	P-PO4 μ M	Si-Sio3 μ M		
5	FECHA	23.47 N	90.00 W	5	8.470	228.150	0.413	1.329	10.212	0.674	3.963		
5	-----			10	8.746	226.130	0.352	0.000	5.371	0.464	6.648		
5	1/6/92			20	8.853	226.820	0.374	0.198	1.500	0.263	5.037		
5				30	8.823	239.800	0.328	0.000	8.276	0.686	6.648		
5	HORA			50	8.852	246.900	0.313	0.000	8.276	0.500	3.963		
5	-----			75	8.846	245.420	0.346	0.000	4.406	0.403	6.648		
5	7:35			100	8.829	235.240	0.357	0.000	14.088	0.465	5.037		
5				150	8.687	147.450	0.415	1.321	15.059	0.624	6.648		
5				200	8.676	151.980	0.409	2.113	11.182	0.500	6.648		
5				500	8.452	162.720	0.509	4.290	12.153	0.668	12.518		
5				600	8.445	151.590	0.439	4.306	9.247	0.642	30.812		
5				650	8.448	137.880	0.363	4.613	8.276	0.668	10.102		
6	FECHA			23.55 N	90.00 W	5	8.856	227.720	0.407	0.729	14.088	1.211	4.028
6	-----					10	8.860	227.150	0.439	0.000	2.465	0.482	13.617
6	1/6/92	20	8.850			235.220	0.354	0.106	15.059	0.420	5.083		
6		30	8.832			363.070	0.365	0.000	10.212	0.412	1.067		

TRANSECTO 2 (Continuación.)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROP. m	pH	O2 μ M	N-NO2 μ M	N-NH3 μ M	N-NR3 μ M	P-PO4 μ M	S1-S103 μ M
6	HORA	23.55 N	90.00 W	75	8.859	247.060	0.365	0.000	11.182	0.572	2.573
6	-----			100	8.838	337.170	0.363	0.197	1.500	0.696	2.072
6	9:30			200	8.644	162.140	0.365	2.935	0.529	0.882	6.588
6				500	8.777	188.320	0.365	1.277	1.500	0.492	4.078
6				700	8.424	163.770	0.357	5.081	1.500	0.862	14.118
6				1000	8.448	206.530	0.383	4.613	3.435	0.935	13.115
6				1200	8.465	221.560	0.367	3.419	6.341	0.757	10.605
7	FECHA			23.57 W	90.00 N	5	8.631	236.960	0.407	0.350	4.406
7	-----	10	8.859			256.230	0.626	0.000	15.059	0.429	6.588
7	1/6/92	20	8.869			245.670	0.404	0.000	17.965	0.492	9.098
7		30	8.836			258.990	0.385	0.000	7.306	0.473	11.608
7	HORA	75	8.856			251.400	0.413	0.000	19.900	0.492	7.593
7	-----	100	8.825			206.020	0.517	0.000	6.341	0.536	10.605
7	12:18	200	8.623			244.820	0.363	1.742	0.529	0.412	13.617
7		500	8.752			168.510	0.346	1.871	0.529	0.473	21.648
7		700	8.389			203.720	0.591	3.661	47.988	0.409	13.115
7		1000	8.420			164.800	0.398	4.468	0.529	0.482	17.130
7		1325	8.460			210.680	0.424	3.500	14.088	0.500	34.698

TRANSECTO 2 (Continuación.)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROP.	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
8	FECHA	23.63 N	90.00 W	5	8.868	245.760	0.450	0.639	1.500	0.500	13.617
8	-----			20	8.851	276.420	0.324	0.000	8.276	0.465	14.620
8	1/6/92			50	8.930	251.530	0.293	0.663	2.465	0.456	14.118
8				75	8.871	254.590	0.267	0.000	4.406	0.461	16.628
8	HORA			100	8.838	254.310	0.454	0.895	3.435	0.578	14.620
8	-----			200	8.620	152.240	0.396	1.286	1.500	0.476	13.115
8	15:28			500	8.423	133.890	0.293	3.865	28.618	0.532	18.133
8				700	8.395	270.280	0.628	3.596	4.406	0.494	52.268
8				1400	8.480	238.380	0.250	3.315	27.647	0.504	28.675

TRANSECTO 3 Estaciones 9,10, 31, 32, 33

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROP. m	pH	O2 µM	NO2 µM	N-NO3 µM	N-NH3 µM	P-PO4 µM	SI-SI02 µM
9	FECHA	24.89 N	87.88 W	5	8.915	223.750	0.302	0.620	2.465	0.598	1.067
9	-----			50	8.937	224.290	0.276	0.000	2.465	0.541	1.568
9	2/6/92			75	8.936	224.250	0.259	2.257	13.118	0.673	33.695
9				100	8.93	224.370	0.383	0.721	3.435	0.522	6.087
9	HORA			300	8.753	179.670	0.252	0.939	7.306	0.841	5.083
9	-----			400	8.68	161.780	0.285	3.546	5.371	0.673	6.087
9	8:40			500	8.576	163.860	0.263	3.764	3.435	0.879	4.582
9				700	8.896	171.650	0.267	1.721	13.118	0.522	7.593
9				1000	8.497	196.400	0.402	5.647	4.406	0.785	9.600
9				1400	8.53	--	0.291	3.488	12.153	0.746	16.667
9				1900	8.542	241.140	0.420	3.097	3.435	0.879	14.817
9				2300	8.528	--	0.285	4.618	8.276	0.504	24.137
10	FECHA			24.61 N	87.91 W	5	8.857	262.630	0.263	2.112	6.341
10	-----	10	8.863			232.000	0.324	0.548	35.453	0.504	15.083
10	2/6/92	20	8.868			236.730	0.276	0.548	25.835	0.494	12.953
10		30	8.868			273.580	0.285	0.374	19.418	0.522	13.485
10	HORA	75	8.87			252.050	0.270	0.000	26.900	0.522	14.018

TRANSECTO 3 (Continuación)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. m	pH	O ₂ μM	NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	N-NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
10	-----			100	8.865	235.150	0.285	0.258	18.353	0.560	13.218
10	15:48			500	8.863	159.950	0.339	2.271	26.900	0.541	3.900
10				700	8.357	185.490	0.430	4.754	16.212	0.532	26.963
10		24.61 N	87.91 W	1000	8.369	230.500	0.309	4.039	16.212	0.578	67.805
10				1500	8.41	225.990	0.250	4.951	19.418	0.494	25.733

TRANSECTO 3 (Continuación)

ESTACION	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROF. m	O2 µM	ESTACION	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROF. m	O2 µM
31	7/6/92	23.38 N	55.92 W	5	232.67	33	7/6/92	23.72 N	87.92 W	5	238.04
31				10	234.84	33				10	232.96
31	HORA			20	241.56	33	HORA			20	240.06
31	-----			30	228.28	33	-----			25	236.43
31	10:35			50	230.19	33	16:55			30	235.43
31				75	222.82	33				35	229.43
31				90	170.8	33				40	254.04
32	FECHA			23.12 N	87.92 W	5	234.29			33	
32	-----	20	234.47								
32	7/6/92	25	237.05								
32		30	254.85								
32	HORA	35	270.03								
32	-----	40	279.37								
32	14:00	60	172.64								
32		75	172.32								

TRANSECTO 4 Estaciones 13, 13a, 13b, 27, 28, 29, 30

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. m	pH	O2 μM	N-NO2 μM	N-NO3 μM	N-NH3 μM	P-PO4 μM	SI-SIO3 μM
13	FECHA 3/6/92 ----- HORA 0:59	24.451 N	87.500 W	5	8.916	229.250	0.302	3.952	89.965	0.466	3.900
13				10	8.920	227.590	0.385	0.563	39.729	0.598	3.900
13				20	8.918	233.060	0.291	2.032	88.900	0.588	11.887
13				30	8.920	226.210	0.278	1.235	65.382	1.053	4.965
13				50	8.770	195.830	0.374	3.855	40.800	0.832	2.833
13				75	8.938	231.480	0.263	1.758	254.576	0.691	7.627
13				100	8.932	230.540	0.259	1.903	22.629	0.602	8.692
13				200	8.821	183.880	0.239	3.855	78.212	0.631	3.900
13				300	8.818	185.430	0.276	1.742	52.553	0.506	2.833
13				500	8.569	175.940	0.237	4.194	185.094	0.880	6.030
13				1000	8.478	207.300	0.226	3.565	19.418	0.822	20.940
13				1200	8.480	235.220	0.446	10.823	3.388	1.052	23.072
13a				3/6/92	24.350 N	87.502 W	970	8.430	149.710	0.328	0.000
13b	FECHA 3/6/92	24.202 N	86.453 W	5	8.859	225.220	0.298	3.968	19.418	0.602	4.965
13b				10	8.857	223.920	0.302	1.281	32.247	0.544	4.965
13b				20	8.817	209.200	0.237	2.113	22.629	0.631	6.562
13b				30	8.822	207.480	0.235	1.115	19.418	0.640	24.668
13b				50	8.832	216.040	0.250	0.237	18.353	0.621	3.367

TRANSECTO 4 (Continuación)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROP. m	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	N-NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₃ μM
13b	HORA	24.202 N	86.453 W	75	8.832	209.100	0.246	1.287	8.729	0.602	4.965
13b	-----			100	8.851	230.810	0.257	0.513	35.812	1.179	8.692
13b	6:30			450	8.837	212.440	0.296	1.029	0.000	0.640	19.343
13b				200	8.818	180.250	0.380	6.968	0.588	0.679	3.367
13b				300	8.687	174.470	0.350	1.563	20.382	0.715	10.822
13b				400	8.618	163.700	0.363	7.532	0.588	0.688	6.562
13b				500	8.541	151.150	0.363	2.565	8.259	0.736	16.667

ESTACION	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROP. m	O ₂ μM	ESTACION	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROP. m	O ₂ μM
27	6/6/92	22.360 N	87.330 W	5	241.710	28	7/6/92	22.72 N	87.330 W	5	221.060
27				10	246.630	28				10	220.870
27	HORA			15	260.660	28	HORA			20	218.300
27	-----			20	273.740	28	-----			25	223.130
27	21:50			25	245.270	28	1:20			30	221.790
27				30	230.250	28				35	233.750
27				40	231.630	28				40	234.220
30	FECHA			23.380 N	87.330 W	5	240.670			28	
30	-----			10	238.600	29	FECHA	23.12 N	87.330 W	5	223.230
30	7/6/92			20	238.180	29	7/6/92			10	186.830

TRANSECTO 4 (Continuación)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF.	O2	ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF.	O2
				m	μM					m	μM
30	HORA	23.380 N	87.330 W	30	223.170	29	4:35	23.12 N	87.330 W	20	185.720
30				40	196.010	29				30	185.820
30				55	195.740	29				50	188.810
30				6:53	70	176.070				29	60

TRANSECTO 5 Estaciones 18, 19, 21

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. m	pH	O ₂ μ M	N-NO ₂ μ M	N-NO ₃ μ M	N-NE ₃ μ M	P-PO ₄ μ M	SI-SIO ₃ μ M
18	FECHA ----- 4/6/92 HORA ----- 10:59	21.67 N	86.40 W	5	8.645	236.590	0.735	0.324	38.012	0.621	14.550
18				10	8.647	254.020	0.476	0.889	23.688	0.669	2.302
18				20	8.453	168.100	0.472	1.423	23.688	0.832	6.030
18				30	8.721	232.450	0.365	2.355	42.424	0.928	8.160
18				50	8.647	178.560	0.339	2.839	49.035	0.747	43.308
18				75	8.664	170.220	0.489	2.516	31.400	0.907	11.887
18				150	8.777	170.510	0.426	0.921	40.218	0.889	10.290
18				170	8.600	169.810	0.504	1.710	35.812	0.721	5.497
18				180	8.599	173.270	0.472	2.565	22.588	0.713	10.290
18				225	8.581	173.730	0.428	0.623	17.076	0.775	18.278
19	FECHA ----- 4/6/92 HORA ----- 13:00	21.70 N	86.34 W	5	8.776	220.220	0.433	0.000	28.812	0.729	4.965
19				10	8.775	236.310	0.433	0.000	28.812	0.694	7.095
19				20	8.772	175.940	0.317	0.819	26.000	0.721	10.822
19				30	8.787	207.300	0.367	13.129	26.000	0.747	1.768
19				50	8.743	235.220	0.448	2.565	33.029	0.694	6.622
19				75	8.734	363.070	0.422	0.826	18.976	0.729	7.095
19				100	8.689	149.710	0.417	0.166	14.053	0.855	7.627
19				200	8.545	168.510	0.333	3.355	30.218	0.685	6.562

TRANSECTO 5 (Continuación)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. m	pH	O2 µM	N-NO2 µM	N-NO3 µM	N-NH3 µM	P-PO4 µM	SI-SIO3 µM
19		21.70 N	86.34 W	500	8.419	133.890	0.376	1.313	27.406	0.889	9.757
19	700			8.359	244.480	0.302	3.419	27.406	0.873	10.822	
19	1000			8.397	251.530	0.317	4.500	54.106	0.987	11.355	
19	1050			8.408	152.240	0.320	3.081	34.435	1.084	23.603	
21	FECHA	21.77 N	85.89 W	5	8.730	223.380	0.450	2.355	20.382	0.757	8.692
21	-----			10	8.742	220.990	0.513	0.929	20.382	0.667	3.367
21	5/6/92			20	8.871	191.510	0.357	0.000	20.382	0.553	7.627
21				50	8.880	228.050	0.463	0.269	24.594	0.597	10.290
21	HORA			100	8.822	205.800	0.343	0.255	42.865	0.633	3.367
21	-----			150	8.751	201.950	0.337	1.197	26.000	0.782	7.627
21	3:00			200	8.697	173.480	0.489	1.039	20.382	0.846	11.355
21				500	8.490	146.110	0.407	1.984	27.406	1.003	8.160
21				800	8.405	167.490	0.313	7.629	21.788	1.453	17.745
21				1000	8.444	210.310	0.343	3.581	21.788	1.003	20.910
21				1122	8.458	228.200	0.463	4.452	26.000	1.040	17.745
21				1200	8.298	---	0.320	4.629	21.788	0.966	12.420

TRANSECTO 6 Estaciones 22, 23, 24

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROP. m	pH	O2 μM	N-NO2 μM	N-NO3 μM	N-NH3 μM	P-PO4 μM	SI-SiO3 μM		
22	FECHA	20.48 N	86.01 W	5	8.879	223.380	0.424	2.387	28.812	1.295	4.965		
22	-----			10	8.917	220.990	0.317	0.773	27.406	1.031	14.018		
22	5/6/92			50	8.459	191.590	0.326	2.710	27.406	1.052	34.255		
22				100	8.9	228.050	0.326	0.961	28.812	1.126	7.095		
22	HORA			200	8.787	178.560	0.452	0.411	26.000	0.939	14.550		
22	-----			300	8.686	205.800	0.343	3.548	28.812	0.883	4.432		
22	15:42			500	8.527	201.950	0.352	2.919	28.812	0.984	11.887		
22				700	8.402	173.480	0.407	3.887	23.188	1.021	17.213		
22				1000	8.447	146.110	0.415	4.258	31.624	0.994	11.887		
22				1400	8.448	167.490	0.337	3.565	26.000	1.084	14.550		
22				2000	8.518	210.310	0.417	3.210	26.000	1.063	17.213		
22				2400	8.533	228.200	0.407	2.790	30.218	1.013	15.615		
23	FECHA			20.60 N	82.34 W	5	8.865	222.650	0.380	3.274	20.382	0.726	8.160
23	-----					20	8.919	15.050	0.424	1.134	33.029	0.773	8.692
23	5/6/92	30	8.907			230.120	0.398	0.000	27.406	0.763	10.822		
23		50	8.911			225.480	0.333	1.010	40.053	0.856	15.615		

TRANSECTO 6 (Continuación)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. m	pH	O ₂ μ M	N-NO ₂ μ M	N-NO ₃ μ M	N-NH ₃ μ M	P-PO ₄ μ M	SI-SIO ₃ μ M
23	HORA	20.60 N	82.34 W	100	8.88	199.140	0.474	0.329	31.624	0.792	3.100
23	-----			150	8.829	221.210	0.380	2.032	31.624	0.800	4.965
23	19:30			175	8.786	183.460	0.317	3.694	28.812	1.013	7.627
23				250	8.715	180.830	0.324	2.274	30.218	0.957	4.965
23				500	8.529	152.710	0.324	3.855	59.729	0.902	8.160
23				800	8.438	169.690	0.330	0.616	54.106	1.095	14.550
23				1000	8.48	218.750	0.428	4.452	33.029	1.105	14.018
23				1200	8.503	229.670	0.422	4.177	30.218	0.939	14.018
24	FECHA			20.67 N	86.57 W	5	8.823	228.150	0.320	1.611	26.000
24	-----	10	8.826			224.660	0.313	0.626	61.135	0.662	11.355
24	5/6/92	30	8.836			230.490	0.380	0.285	55.512	0.745	6.077
24		50	8.852			230.250	0.335	1.321	55.512	0.726	9.605
24	HORA	80	8.861			230.750	0.387	0.700	42.865	0.607	3.558
24	-----	100	8.831			208.740	0.352	0.019	31.624	0.634	26.737
24	23:00	150	8.753			189.380	0.326	2.226	33.029	0.664	3.053
24		280	8.629			184.510	0.383	1.321	30.218	0.762	13.635
24		300	8.625			168.870	0.372	2.016	26.000	0.788	5.070
24		380	8.535			160.510	0.365	2.839	20.382	0.840	5.573
24		500	8.459			147.180	0.389	3.613	24.594	0.888	10.612

TRANSECTO 7 Estaciones 35, 36, 37, 38, 39, 40

ESTACION	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROF. m	O2 μ M	ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. m	O2 μ M
35	8/6/92	22.33 N	88.52 W	15	250	38	FECHA	22.87 N	88.5 W	5	262.8
35	HORA			25	242.7	38	-----			10	270.9
35	3:00			30	256.6	38	8/6/92			20	254.3
35				35	215.4	38				25	245.4
36	FECHA	22.5 N	88.51 W	5	250.8	38	HORA			30	237.3
36	-----			10	250.8	38	-----			40	241.8
36	8/6/92			20	253.3	38	9:01			50	238.1
36				25	258.1	38				55	269
36	HORA			30	245.4	39	FECHA			23.12 N	88.5 W
36	-----	35	201.1	39	-----	10	231.5				
36	5:30	40	233.7	39	8/6/92	20	240				
36		45	268.3	39		30	235.7				
37	FECHA	22.72 N	88.5 W	5	230.9	39	HORA				
37	-----			10	230.7	39	-----			50	235.4
37	8/6/92			20	256.6	39	11:14			70	196.1
37				25	230.8	39				80	185.8

TRANSECTO 7 (Continuación)

37	HORA			30	232.8	40	FECHA	23.38 N	88.5 W	5	240.7
37	-----			35	244.4	40	-----			10	231.5
37	7:04			40	248	40	8/6/92			20	241.9
						40		23.38 N	88.5 W	30	241.3
						40	HORA			40	225.2
						40	-----			60	186.6
						40	-			80	184.4
						40	14:12				

TRANSECTO 8 Estaciones 42, 43, 44, 45, 46

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROP. m	O2 μM	ESTACION	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROP. m	O2 μM
42	FECHA	23.38 N	89.13 W	5	244.2	45	-----	22.32 N	89.13 W	5	213.6
42	-----			10	253.7	45	-----			10	230.7
42	8/6/92			20	254.5	45	9/6/92			15	231.8
42	HORA			30	263.7	45	HORA			20	237.9
42				40	236.2	45				25	250.1
42				-----	60	268.5				45	-----
42	10:00			100	200.7	45	8:47			35	254.4
42	-----			145	193.4	45				40	254
42	-----			45	251						
43	FECHA	23.12 N	89.13 W	5	235.4	45	-----	22.00 N	89.13 W	5	236.5
43	-----			20	233.3	46	FECHA			15	238.6
43	9/6/92			30	238.5	46	-----			18	243.6
43	HORA			35	243.9	46	9/6/92			22	259.1
43				50	254.6	46				26	259.5
43				-----	60	264.7				46	-----
43	2:00			70	258.2	46	-----			-----	-----

TRANSECTO 8 (Continuación)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF.	O2	ESTACION	HORA	LATITUD	LONGITUD	PROF.	O2
				m	μM		-----			m	μM
43				80	249.8	46	12:05			34	239.7
43				90	213.4	46				36	242.4
43				100	175.9	46				38	241
44	FECHA	22.72 N	89.13 W	5	232.78						
44	-----			10	232.59						
44	9/6/92			20	248.7						
44	HORA			30	248.5						
44	5:54			45	251.2						

TRANSECTO 9 Estaciones 50, 51, 52, 53, 54

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. M	O2 µM	ESTACION	FECHA	LATITUD	LONGITUD	PROF. M	O2 µM		
50	FECHA	22.62 N	89.70 W	5	232.4	52	-----	22.25 N	89.70 W	10	230.6		
50	-----			20	232.2	52	5:52			20	233.3		
50	10/6/92			25	233.3	52				30	241.9		
50				30	235.5	52				45	257.4		
50	HORA			35	244	53	FECHA			22.00 N	89.70 W	5	230.9
50	-----			40	261.3	53	10/6/92					10	229.6
50	00:40			50	249.1	53	HORA					20	225.8
50				55	258.5	53	8:00					30	243.6
50				60	257	53						40	248.6
51	FECHA			22.32 N	89.70 W	5	229.8			54	FECHA	21.68 N	89.70 W
51	10/6/92	10	228.8			54	10/6/92	10	245.4				
51	HORA	20	228.4			54	HORA	15	239.7				
51	4:54	30	231.5			54	10:37	20	249.6				
51		40	246.3										
51													

TRANSECTO 10 Estaciones 57, 57a, 58, 59, 60, 61, 62

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROP. n	pH	O2 μ M	N-NO2 μ M	N-NO3 μ M	N-NH3 μ M	P-PO4 μ M	Si-SiO3 μ M
57	FECHA	20.18 N	94.03 W	5	8.245	224.150	0.409	1.181	11.541	0.723	14.912
57	-----			50	8.21	258.510	0.341	0.018	8.106	0.715	11.928
57	12/6/92			75	8.104	180.700	0.354	0.075	1.241	0.715	2.482
57				100	8.032	144.340	0.352	1.511	0.000	0.783	8.945
57	HORA			200	7.933	131.420	0.330	2.726	11.541	0.877	12.923
57	-----			500	7.797	166.210	0.324	4.016	2.382	0.987	20.382
57	4:45			700	7.784	176.070	0.333	4.661	2.382	1.004	11.928
57				1000	7.82	212.300	0.430	5.274	11.541	0.978	26.845
57				1200	7.868	229.340	0.367	2.935	4.671	0.961	15.907
57a	FECHA			20.30 N	94.72 W	5	8.253	232.030	0.365	0.979	3.529
57a	-----	50	8.242			244.990	0.337	0.089	4.671	0.656	12.425
57a	12/6/92	75	8.139			191.600	0.400	0.477	1.241	0.698	5.962
57a		100	8.025			150.350	0.341	1.629	13.988	0.757	5.465
57a	HORA	300	7.835			142.160	0.337	3.290	1.153	0.902	7.453
57a	-----	500	7.77			144.570	0.320	4.468	0.082	1.021	14.912
57a	11:48	700	7.676			163.180	0.330	5.081	3.294	0.978	12.923
57a		1000	7.838			208.800	0.346	4.177	2.224	0.961	16.900
57a		1500	7.847			253.640	0.343	3.629	8.641	0.885	12.923

TRANSECTO 10 (Continuación)

ESTACION				PROF. m	pH	O ₂ µM	N-NO ₂ µM	N-NO ₃ µM	N-NH ₃ µM	P-PO ₄ µM	SI-SI03 µM
57a				2000	7.85	254.910	0.437	5.887	6.500	0.953	12.425
57a				2800	7.871	259.230	0.333	3.419	5.647	0.917	15.907
58	FECHA	20.45 N	95.25 W	5	8.232	229.780	0.411	1.181	15.059	1.038	3.973
58	-----			50	8.239	249.120	0.343	0.000	1.153	0.757	8.448
58	12/6/92			75	8.194	229.920	0.354	0.000	4.365	0.722	3.973
58				100	8.189	335.300	0.389	0.031	7.571	0.723	15.907
58	HORA			200	7.936	141.780	0.461	2.081	6.500	0.902	4.470
58	-----			300	7.82	128.800	0.428	3.435	0.000	0.985	11.928
58	15:50			500	7.759	137.030	0.333	4.161	2.224	1.004	12.425
58				1000	7.895	194.640	0.467	3.613	13.988	1.021	10.933
58				1400	7.857	242.870	0.485	3.371	2.224	0.877	18.392
58				2000	7.87	254.340	0.350	3.839	4.365	1.116	12.923
58				2800	7.868	248.300	0.433	3.371	3.294	0.961	20.928
59	FECHA	20.75 N	96.37 W	5	8.172	229.030	1.904	1.310	7.571	0.920	7.862
59	-----			10	8.185	239.350	0.398	0.247	2.224	0.960	6.355
59	13/6/92			20	8.219	245.320	0.346	0.648	5.429	0.920	12.888
59	HORA			50	8.194	253.350	0.343	0.045	8.641	1.011	4.345
59	-----			75	8.23	250.090	0.365	0.000	4.365	1.052	4.345
59	0:35			100	8.192	227.180	0.493	0.505	10.782	1.147	9.872

TRANSECTO 10 (Continuación)

ESTACION		LATITUD	LONGITUD	PROF. m	pH	O ₂ µM	N-NO ₂ µM	N-NO ₃ µM	N-NH ₃ µM	P-PO ₄ µM	SI-SIO ₃ µM
59				150	8.048	170.750	0.422	2.032	3.294	1.642	5.350
59				500	7.768	138.450	0.550	6.355	4.365	1.358	8.365
59				800	7.76	172.850	0.439	4.306	7.571	1.284	14.898
59				1000	7.781	213.550	0.446	4.177	0.000	1.189	19.923
60	FECHA	20.85 N	96.59 W	5	8.2	226.030	0.663	1.952	3.294	0.928	5.852
60	-----			50	8.206	249.870	0.478	1.385	3.294	0.920	4.345
60	13/6/92			75	8.214	240.810	0.433	1.176	68.547	0.987	4.847
60				100	8.181	212.380	0.454	0.618	5.429	0.904	3.340
60	HORA			150	8.03	148.550	0.474	2.048	10.782	1.105	3.340
60	-----			200	7.98	142.690	0.454	4.226	4.365	1.019	22.437
60	3:40			500	7.821	146.900	0.426	---	4.365	1.168	11.883
60				700	7.8	155.750	0.400	4.484	4.365	1.295	15.400
60				930	7.82	184.870	0.433	4.871	3.294	1.253	11.883
61	FECHA	20.86 N	96.60 W	5	8.184	201.420	0.478	1.952	6.500	1.052	3.842
61	-----			50	8.225	227.910	0.417	0.128	9.712	1.052	12.888
61	13/6/92			75	8.226	225.940	0.457	0.128	3.294	0.986	2.837
61				100	8.218	214.250	0.350	0.141	1.929	1.052	5.852
61	HORA			200	7.964	125.270	0.439	2.177	8.641	1.052	5.852
61	5:55			500	7.781	119.680	0.324	3.823	3.294	1.253	9.872

TRANSECTO 10 (Continuación)

ESTACION				PROF. m	pH	O2 μM	N-NO2 μM	N-NO3 μM	N-NH3 μM	P-PO4 μM	Si-SiO3 μM
62	FECHA	20.90	96.84	5	8.242	183.720	0.343	1.540	5.429	1.052	13.390
62	-----			50	8.247	219.060	0.387	0.007	6.500	1.105	3.842
62	13/6/92			75	8.213	205.210	0.378	0.660	19.335	1.020	7.862
62				100	8.099	143.130	0.365	1.148	18.271	1.084	3.842
62	HORA			150	7.979	245.590	0.433	2.903	2.224	1.084	6.355
62	7:13			200	8.229	208.730	0.398	1.134	0.000	1.063	4.345

NO
EXISTE
PAGINA

TRANSECTO I

I							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	8.170	215.788	0.492	2.312	48.111	0.703	12.983
MAXIMO	8.446	308.100	1.398	5.306	188.418	1.905	59.808
MINIMO	7.880	133.900	0.341	0.008	2.465	0.281	2.888
Desviación standard	0.177	43.489	0.237	1.503	52.129	0.355	10.139

Este transecto estudia una parte profunda del golfo de México (cercana a la fosa de Sigsbee). Primeramente se va a hacer un análisis por parámetro y después se concluirá en general sobre las características del transecto.

Las gráficas de este transecto están representadas en las figuras 1-7.

pH:

Considerando el rango normal de pH para aguas marinas de 7.8 a 8.2, encontramos que el promedio de este transecto cae dentro de esta escala. Sin embargo observando el máximo, se nota que los valores están ligeramente altos. Ya tomando en cuenta la gráfica podemos observar que los valores máximos se encuentran en la superficie, disminuyendo gradualmente hasta encontrar un mínimo alrededor de los 500 m y alejado de la costa (pH 7.89). Después vuelve a incrementarse poco a poco el valor del pH sin alcanzar los valores superficiales.

O₂

Los valores hallados para oxígeno caen en el rango de lo normal. La diferencia de concentraciones entre el máximo y el mínimo es de unos 150 μM.

En la gráfica se puede apreciar como hay un descenso de concentración desde la superficie hasta llegar a un mínimo (155 μM) entre los 200 m y los 600 m. Después hay un aumento, llegando a altas concentraciones a grandes profundidades.

NO₂⁻

Los valores hallados para nitritos tienen un promedio aproximado de 0.5 μM . El rango que cubren estas concentraciones es de aproximadamente 1 μM . Sin embargo hay una mayoría de puntos con concentraciones inferiores a 1 μM .

En la gráfica podemos observar un gran nódulo a aproximadamente 420 km de la costa y a 2000 m de profundidad. Funciona éste como epicentro; distribuyéndose la concentración radialmente en manera descendente para todas direcciones. Las concentraciones son menores mar adentro y mayores cerca de la superficie o cerca de la costa.

NO₃⁻

Los valores de nitritos en este caso están entre los 0 y los 5 μM . El valor promedio es de 2.3 μM ; la desviación standard nos indica que prácticamente se puede considerar el rango de distribución de nitratos en esta área entre 1 y 3.6 μM .

Gráficamente se puede establecer que hay menor concentración en superficie y pegado a la costa. La distribución va aumentando con valores superiores a 3 μM , más allá de los 300 km de la costa y más profundo de los 600 m.

NH₃

Los valores de amoníaco son elevados. En este transecto se cuenta con un máximo cercano a los 200 μM . Sin embargo se puede afirmar un rango más apropiado entre los 2-100 μM .

En la gráfica tenemos varios máximos y mínimos presentando una distribución difícil de dilucidar. Los valores mínimos (cerca de los 15 μM) los encontramos en la superficie y a grandes profundidades lejos de la costa. Otro punto apreciable es la existencia de máximos alrededor de los 600 m de profundidad. Finalmente hay un mínimo a 1800 m de profundidad a 400 km de la costa.

PQ4³⁻

El valor promedio de la concentración de fosatos en este transecto es de 0.7 μM . El valor máximo sobrepasa el 1 μM , es más, esta cercano a los 2. A pesar de esto, la desviación standard nos indica que una buena escala para esta area esta entre 0.3 y 1.1 μM .

En la gráfica se puede observar que la predicción para el rango adecuado está muy apropiado. Se encuentra un mínimo a 2800 m y a 400 m de la costa. Es notable que las máximas concentraciones las encontramos en superficie a 250 km de la costa y en un par de nódulos; uno a gran profundidad, el otro a 500 m. El patrón dominante es que más pegado a la costa las concentraciones son más elevadas.

SiO₃²⁻

El valor máximo para las concentraciones de silicatos en este transecto es de cerca de 13 μM . La desviación standard es de 10; lo cual indica que el mínimo cercano a 3 esta apropiado pero que el máximo cercano a los 60 μM se sale bastante de la escala.

En la gráfica se observa que los valores mínimos estan cerca de la superficie y estos van aumentando conforme aumenta la profundidad y hacia mar adentro. Después de los 1800 m y los 400 km de distancia este aumento es mas rápido; llegando a alcanzarse valores de 40 μM a grandes profundidades y muy lejos de la costa.

TRANSECTO II

II							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	8.683	220.186	0.389	1.666	8.804	0.553	9.567
MAXIMO	8.930	363.070	0.620	5.082	47.988	1.211	52.268
MINIMO	8.389	133.890	0.246	0.197	0.529	0.263	1.067
Desviación standard	0.183	48.726	0.084	1.785	9.020	0.166	9.567

Este transecto representa al area oceánica al noroeste de la península de Yucatán. Es importante notar que aquí la plataforma continental cede ante el talud y desciende hacia las profundidades.

Las gráficas de este transecto son las figuras 8-14.

pH:

En este transecto podemos observar que todos los valores están encima del rango normal de pH. Aun el mínimo sobrepasa el límite superior. Sin embargo, revisando la gráfica podemos apreciar que los valores más altos están en la superficie disminuyendo progresivamente hasta los 3000 m. En este caso no hay un mínimo intermedio.

O₂:

El promedio de la concentración de oxígeno en este transecto es ligeramente más alto que en el anterior y la diferencia entre el máximo y el mínimo es mayor. Las concentraciones están dentro del rango de lo normal.

Revisando la gráfica se puede observar un perfil similar al del transecto anterior en donde hay concentraciones mas altas en la superficie disminuyendo hacia un mínimo que se encuentra otra vez entre los 200 y los 600 m de profundidad. Sin embargo varía en el sentido que después de este mínimo aumenta hasta un máximo a mas grandes

profundidades y después desciende otra vez más allá de los 1800 m de profundidad. Este es otro tipo de distribución.

NO₂⁻

Las concentraciones para este transecto son menores y la diferencia entre los extremos es bastante mas pequeña que en el transecto anterior. Es una distribución más homogénea. La distribución standard confirma lo anterior. El promedio está cercano a los 4 μM .

El perfil que arroja el estudio es de un máximo ubicado mas alla de la plataforma aproximadamente a los 700 m de profundidad y a 280 km de la costa. Las concentraciones que se encuentran arriba de este nivel (arriba de 600 m) están entre los 0.35 y 0.45 μM . Abajo del máximo, conforme desciende el talud , va decreciendo el valor de la concentración de nitratos.

NO₃⁻

El valor promedio de este transecto esta cerca de los 1.7 μM con un máximo de 5 μM . Hay mayor variación entre los valores siendo la distribución mas heterogénea.

En el perfil trazado se puede apreciar que más alla de los 250 km de la costa, en superficie, los valores de la concentración de nitratos son muy pequeños. Conforme se es mas profundo y más cercano a la costa se nota un crecimiento en la distribución de nitratos; llegando a haber un máximo de 4.8 μM ya mas allá de los 2450 m de profundidad.

NH₃

Los valores promedio para amoníaco son de 8.8 μM ; ya no tan elevados. El máximo está cercano a los 48 μM . Sin embargo, el rango adecuado para este transecto es de 0-18 μM .

En la gráfica se aprecian dos máximos cercanos a los 19 μM . Los dos están alejados de la costa; uno esta a 600 m de profundidad, el otro está a 1400 m. Los valores mínimos se encuentran en superficie, cercanos a la costa y a grandes profundidades.

PO₄³⁻

El valor promedio para este transecto es de 0.5 μM . El máximo es de 1.2 y el mínimo es de 0.2 μM . Aun así, la desviación standard es pequeña indicando que este transecto tiene una distribución de concentraciones muy homogénea.

La gráfica presenta la peculiaridad de que los dos puntos máximos están; uno en superficie y el otro pegado al talud a 1000 m de profundidad. Estos dos están entre 265 y 270 km de la costa. De aquí las concentraciones disminuyen tanto hacia la costa y la plataforma continental como hacia mar abierto y las profundidades grandes.

SiO₃²⁻

Los valores están en su mayor parte entre los 0 y los 20 μM . Sin embargo el valor máximo es de 52 μM . El valor promedio vuelve a caer cerca de los 10 μM .

El perfil de concentraciones indica un máximo a 278 km de la costa y a 600 m de profundidad aproximadamente. De aquí a las profundidades y hacia la superficie y la costa los valores van disminuyendo; siendo cerca de la costa, los puntos donde tenemos menor concentración de silicatos.

TRANSECTO III

III							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	8.723	223.308	0.305	2.394	13.183	0.609	15.032
MAXIMO	8.937	279.370	0.430	5.647	35.453	0.879	67.805
MINIMO	8.357	159.950	0.250	0.374	2.465	0.485	1.067
Desviación standard	0.200	30.883	0.054	1.760	9.329	0.130	14.321

Este transecto que corre desde la costa de Yucatán, pasando por la gran plataforma continental y descendiendo hasta los 2700 m de profundidad, presentó el problema que exceptuando al oxígeno, el resto de los parámetros contaban con muy pocos datos; (solamente los recolectados en las estaciones 9 y 10). Por lo mismo solamente hay gráficas para el oxígeno. Sin embargo se hizo el estudio estadístico de todos los parámetros.

El perfil de este transecto es la figura 15.

pH :

Como el transecto anterior los valores de pH están muy elevados. En este caso no hay grafica para pH debido a los pocos datos disponibles para la elaboración de ella. Sería ésta, poco fidedigna.

O₂

Aunque el promedio en este transecto sea aun un poco mas alto, la diferencia encontrada entre el máximo y el mínimo es menor; es de 120 μM. Hay menor varianza entre los resultados.

La gráfica nos presenta claramente concentraciones elevadas superficiales que caen alrededor de 300-600 m de profundidad a un mínimo (170 μM) . Después de este las concentraciones aumentan paulatinamente.

NO₂⁻

Los valores en este transecto son menores y hay más homogeneidad. Sin embargo debido a la falta de puntos no podemos observar el perfil de la distribución de las concentraciones.

NO₃⁻

En este transecto el promedio de nitratos es un poco mayor que en los pasados dos transectos (2.3 μM). Hay bastante variación entre los valores.

NH₃

El valor promedio para amoníaco en esta area es de cerca de 13 μM , un aumento con respecto al transecto anterior. El valor máximo es de 35 μM ; aunque en un rango mas fidedigno se puede asegurar que el extremo no sobrepasa los 22 μM .

PO₄³⁻

El valor promedio es de 0.6 μM pero tenemos una desviación standard muy pequeña. No hay gran variación entre los valores de las distintas concentraciones.

SiO₃²⁻

El valor promedio es de 15 μM , con un máximo de 67 y un mínimo de 1 μM . La desviación standard es de 14; por lo que se puede afirmar que el máximo esta bastante alejado de la distribución mayoritaria de las concentraciones.

TRANSECTO 1V

IV							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	8.771	213.506	0.299	2.786	45.432	0.716	9.267
MAXIMO	8.938	273.740	0.446	10.823	254.576	1.179	24.668
MINIMO	8.430	149.710	0.226	0.000	0.000	0.466	2.833
D.E.	0.155	26.651	0.058	2.489	58.420	0.175	6.688

En este caso se decidió presentar las gráficas para todos los parámetros ya que se contó con al menos tres estaciones de donde recopilar información (13, 13a, 13b). Este es otro transecto que parte de la costa norte de Yucatán y recorriendo la plataforma continental descendiendo hasta los 1400 m.

Los perfiles de este transecto están representados por las figuras 16-22.

pH

Volvemos a encontrar valores altos para el pH, aun más que en el transecto anterior. El perfil observado en la gráfica asemeja al encontrado en el segundo transecto. Hay un descenso progresivo del pH conforme hay mas profundidad.

O₂:

En el cuarto transecto se halla que hay condiciones de concentración de oxígeno ligeramente menores. Los rangos aún así están apropiados.

Con respecto a la distribución observamos que hay dos tipos de perfiles. Uno que es de disminución progresiva de la concentración hasta un mínimo para después aumentar hacia el talud. Sin embargo si se dirige hacia el oceano abierto solo hay un descenso paulatino de O₂.

NO₂⁻

Hallamos en este transecto concentraciones promedio de 0.3 μM . La desviación estandard nos indica que no hay mucha variación entre las concentraciones de nitritos en esta area.

El mapeo de la distribución indica que mas cercano a la costa y al talud los valores son ligeramente más elevados; estos disminuyen mientras mas se aleja de la costa. Los valores máximos encontrados (0.4 μM) están a profundidades cercanas de los 1400 m y pegadas al talud.

NO₃⁻

Este transecto presenta un promedio mas elevado, (alrededor de 2.8 μM), así como mas heterogeneidad entre la distribución de concentraciones; (se encontró una distribución standard de 2.5 μM). El máximo sobrepasa por mucho a los anteriores ; está alrededor de los 10 μM .

Verificando la gráfica se nota un aumento de la concentración de nitratos con el aumento de profundidad. Hay pequeños máximos y mínimos pero el perfil general es un aumento desde superficie hasta los 1400 m que va desde los 1.2 hasta los 10 μM .

NH₃

El valor promedio en este transecto aumenta drasticamente, hasta los 45 μM . Un valor máximo de 254 μM indica que es muy elevado este valor. El rango adecuado sería de 0-110 μM .

La presentación del perfil nos indica valores mínimos cerca de la costa y a grandes profundidades . Esto varía en forma creciente hacia mar abierto, teniendo el máximo alrededor de los 500 m de profundidad.

PO₄³⁻

El valor promedio para esta area está cercano a los 0.7 μM . Un rango aceptable para este transecto es de 0.55-0.9 μM .

Ya observando la gráfica, se aprecia que el rango descrito arriba corresponde en casi su totalidad a la distribución arrojada por el perfil. Esta representa un aumento

progresivo y pequeño de la concentración conforme va aumentando la profundidad. El valor máximo es de $1 \mu\text{M}$ y está más allá de los 1200 m de profundidad.

SiO₃²⁻

En este transecto el valor máximo es mas pequeño, $25 \mu\text{M}$. El promedio está cerca de $10 \mu\text{M}$.

En la gráfica, las concentraciones son bastante chicas en superficie, sobre la plataforma continental y a mas allá de los 320 km. El perfil es uno de aumento con el aumento de la profundidad, alcanzando valores de $18 \mu\text{M}$ a 1400 m. A más de 300 km de la costa, las concentraciones inferiores a $4 \mu\text{M}$ se extienden hasta casi los 500 m de profundidad.

TRANSECTO V

V							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	8.627	201.908	0.414	2.284	28.440	0.817	10.823
MAXIMO	8.880	363.070	0.735	13.129	54.106	1.453	43.308
MINIMO	8.298	133.890	0.302	0.000	14.053	0.553	1.768
Desviación standard	0.158	43.758	0.085	2.522	9.042	0.174	7.585

En éste, el quinto transecto, podemos apreciar la gran caída en metros en una distancia relativamente corta de la costa. En otras palabras la plataforma continental es mucho más chica que al norte de Yucatán. Esto es producto de la alta velocidad del flujo de la corriente de agua que entra al Golfo de México. La plataforma desaparece debido a la erosión.

Las figuras 23-29 son los perfiles verticales de este transecto.

pH:

Volvemos a hallar valores mas elevados de lo normal. En este caso ligeramente menos que en pasados casos.

Sin embargo el perfil vuelve a ser lógico. Particularmente hay que notar en este transecto la existencia de un mínimo que se encuentra pegado al talud a 80-90 km de la costa y unos 700 m de profundidad. Aparte de esto, el pH previsiblemente disminuye con la profundidad.

O₂

En este transecto es importante señalar que el promedio es algo más bajo que en los transectos anteriores. Es notable la diferencia que existe entre el máximo y el mínimo.

Analizando la gráfica observamos una distribución menos sencilla. Hay concentraciones altas en la superficie y la tendencia que se sigue es disminuir hasta un mínimo que se encuentra entre los 400 y 600 m. Después la concentración aumenta teniendo como máximo un punto pegado al talud a 80 km de la costa y 1000 m de profundidad. De este punto hacia mar afuera y hacia abajo hay una disminución en concentración. Así como en el segundo transecto se halla un mínimo después un máximo para volver a descender.

NO₂⁻

Los valores son ligeramente más altos que en transectos anteriores; el promedio aumentó a 0.4 μM . Así mismo, la desviación standard indica que hay menos homogeneidad en esta área.

La gráfica indica que hay un mínimo alrededor de los 800 m de profundidad, teniendo los valores máximos en la superficie más pegado a la costa y también aumentando más allá de los 800 m de profundidad y a más de 120 km de la costa.

NO₃⁻

Este transecto tiene un promedio menor al anterior pero tiene un máximo que sobrepasa al previo, 13 μM . Sin embargo la desviación standard nos permite descartar estos valores tan extremos y podemos afirmar que un rango confiable es el de 1-5 μM para casi todo este transecto.

Al trazar el perfil se aprecia rápidamente la existencia de un nódulo a 130 km de la costa y a 800 m de profundidad. Los nitratos se distribuyen radialmente desde este punto decreciendo más rápidamente hacia la superficie, encontrando aquí los valores mínimos.

NH₃

En este transecto la concentración promedio está cercana a los 28.5 μM ; teniendo como máximo 54 y como mínimo 9 μM . A pesar de estos valores, se puede construir un rango más general a partir de consideraciones estadísticas que sería de 18-37.5 μM . Hay menos variación en este transecto.

En la gráfica que se presenta se aprecia que el rango dado arriba se aplica muy cercanamente al que se tiene en el perfil. En este caso los valores mínimos están cerca

de la superficie y lejos de la costa. El valor máximo se encuentra pegado al talud a 80 km de la costa y 1000 m de profundidad formando una especie de nódulo.

PO4³⁻

En este transecto, el quinto, se tiene un máximo de 1.4 μM pero un promedio cercano a los 0.8 μM . La desviación standard nos representa una distribución bastante homogénea con una escala mas apropiada entre los 0.65-0.98 μM .

Ya en la gráfica se observa que exceptuando en un nódulo a 800 m de profundidad y a 120 km de la costa las concentraciones caen en el rango señalado arriba. El perfil enseñado es de un gradual aumento de concentraciones desde la superficie con un máximo nodular ya descrito anteriormente.

SiO₃²⁻

El valor promedio para este transecto es de 10.8 μM . El máximo esta cercano a los 43 y el mínimo es de 1.8 μM . Considerando que la desviación standard es de 7.5, el máximo está bastante alejado de una escala adecuada para este transecto.

En la gráfica se observa un núcleo de gran concentración a 100 m de profundidad y a 70 km de la costa. Fuera de esto, el perfil es de un aumento de la concentración desde la superficie hasta los 1400 m. Las concentraciones cercanas a la costa están por los 11 μM .

TRANSECTO VI

VI							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	8.694	195.090	0.371	2.138	33.148	0.893	10.901
MAXIMO	8.919	230.750	0.474	4.452	61.135	1.295	34.255
MINIMO	8.402	15.050	0.313	0.000	20.382	0.607	3.053
Desviación standard	0.178	40.973	0.044	1.369	10.773	0.163	6.556

En este transecto es donde se nota más fuertemente el efecto de la gran corriente que hay entrando por el canal de Yucatán al Golfo de México. En este punto la corriente va totalmente paralela a la costa. Aquí al oriente de la costa de Quintana Roo notamos que la plataforma continental es virtualmente inexistente. La velocidad del agua es de aproximadamente 3 nudos. Notamos un descenso muy rápido hasta los 2800 m.

Las figuras 30-36 son los perfiles verticales de este transecto.

pH:

Los valores obtenidos para pH son similares a los del quinto transecto. Son valores elevados.

En este caso también encontramos el mínimo mas o menos pegado al talud un poco mas profundo.

O₂:

Este transecto presenta el menor promedio de la concentración de oxígeno. También encontramos un mínimo de 15 μM que son condiciones casi anóxicas. El máximo no es muy elevado.

En la gráfica se aprecian claramente dos puntos en donde la concentración de oxígeno es mínima. Uno es aproximadamente a 40 km de la costa y 500 m de profundidad y el otro es a 100 km de la costa y 1000 m de profundidad. El perfil observado es de concentraciones altas en superficie disminuyendo hacia los mínimos y después volviendo a aumentar conforme aumenta la profundidad.

NO₂⁻

El promedio en este transecto disminuye un poco comparado con el transecto anterior. Así mismo es bastante más homogéneo. el promedio es de 0.37 μM y la concentración no varía mucho.

La distribución en la grafica nos arroja que practicamente toda concentración de nitritos está entre 0.34 y 0.4 μM . Los valores mas altos están a mayor profundidad.

NO₃⁻

El valor promedio de este transecto está por los 2.1 μM ; teniendo como máximo los 4.45 μM . La desviación standard indica que el rango real es muy similar al representado entre los dos extremos: 0.8-4.4 μM . Hay menos variación en este transecto.

La gráfica indica valores máximos por ahí de los 1000 m de profundidad encontrandose los valores más pequeños en uperficie. Así mismo se nota un mínimo nodular a 68 km de la costa y 800 m de profundidad.

NH₃

El valor promedio de este transecto es elevado, de unos 33 μM . el valor máximo es de 60 y el mínimo de 10 μM . Según criterio estadísticos esto se apega bastante bien al rango que sería de 13 a 53 μM .

En la gráfica se puede apreciar que hay un máximo nodular a 600 m de profundidad a 69 km de la costa, distribuyendose radialmente hacia todas las direcciones en forma decreciente. Es notable particularmente la distribución lejana a la costa (mas allá de los 100 km). Esta es muy homogenea, alrededor de 25-30 μM , en todas las profundidades estudiadas.

PO₄³⁻

1. Este transecto presenta un máximo de PO₄³⁻ de 1.3 y un mínimo de 0.6 μM. El valor promedio hallado es de 0.9 μM. Debido a que la desviación standard es de cerca de 0.2 μM, se puede asegurar que los valores extremos representan bien a la escala adecuada para esta area.

En la gráfica se encuentra un perfil sencillo, Las concentraciones van aumentando desde superficie y cerca de la costa hasta las profundidades y distancias mayores.

SiO₃²⁻

El valor promedio de este transecto es de cerca de 11 μM. La desviación standard es de 6 por lo que el máximo de 34 μM es bastante radical. Un buen límite máximo sería de 18 μM.

En la gráfica se nota una distribución general que va aumentando con la profundidad y el talud. Hay pequeños máximos a 40 y 100 km de la costa, a 200 m de profundidad pero el perfil general es de un gradual incremento conforme se va descendiendo en el mar.

TRANSECTO VII

VII							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	na	236.042	na	na	na	na	na
MAXIMO	na	270.900	na	na	na	na	na
MINIMO	na	179.500	na	na	na	na	na
Desviación standard	na	22.396	na	na	na	na	na

Este transecto está exclusivamente sobre la gran plataforma continental que está la norte de Yucatán. Por esta razón la profundidad máxima es de 200 m. Solamente hay datos de Oxígeno ya que fue el único parámetro estudiado en esta area.

La gráfica para este transecto es la figura 37.

O₂:

Debido a que esta área estudiada es sobre la plataforma y es poco profunda el promedio es alto. Sin embargo el máximo no es muy alto y hay poca diferencia entre máximo y mínimo.

En la gráfica se aprecia un fenómeno interesante. Sobre la plataforma hay un mínimo alrededor de los 40-50m aumentando hasta cerca de los 265 μM a unos 70 m de profundidad. Todo esto es sobre la plataforma. Las concentraciones superficiales son elevadas. Sin embargo, ya hacia las profundidades la concentración de oxígeno va disminuyendo paulatinamente sin encontrar mínimos.

TRANSECTO VIII

VIII							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	na	240.744	na	na	na	na	na
MAXIMO	na	268.500	na	na	na	na	na
MINIMO	na	175.900	na	na	na	na	na
Desviación standard	na	18.781	na	na	na	na	na

Así como el trayecto anterior, éste solo tiene datos para oxígeno. Este transecto representa otra parte de la plataforma continental.

La gráfica para este transecto es la figura 38.

Q2

Aquí el promedio es aún más alto que en el transecto anterior. La diferencia es menor entre las concentraciones extremas. Los valores son normales.

Aquí las concentraciones van aumentando hasta un punto cerca de los 50 m de profundidad y después vuelven a disminuir. En otras palabras forman un máximo.

TRANSECTO IX

IX							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	na	240.137	na	na	na	na	na
MAXIMO	na	261.300	na	na	na	na	na
MINIMO	na	225.800	na	na	na	na	na
Desviación standard	na	10.335	na	na	na	na	na

Así como los dos anteriores, este transecto tiene como característica el estar totalmente sobre la plataforma continental al N de Yucatán. El único parámetro estudiado es el Oxígeno. Al finalizar el análisis de éste, se compararán los transectos 7,8 y 9.

La gráfica para este transecto es la figura 39.

O₂

El valor promedio es parecido al del transecto anterior y la desviación standard nos dice que este es el transecto mas constante, con menos varianza. Los valores son normales.

La gráfica es peculiar con un mínimo que se encuentra entre los 80 y 120 km de la costa y a los 20 m de profundidad. Después las concentraciones van creciendo. Esta es la gráfica más somera.

TRANSECTO X

X							
	pH	O ₂ μM	N-NO ₂ μM	N-NO ₃ μM	NH ₃ μM	P-PO ₄ μM	Si-SiO ₂ μM
MEDIA	8.020	202.687	0.424	2.241	6.935	0.991	2.241
MAXIMO	8.253	335.300	1.904	6.355	68.547	1.642	6.355
MINIMO	7.676	119.680	0.320	0.000	0.000	0.656	0.000
D. E.	0.185	45.917	0.198	1.804	9.261	0.178	1.804

Este transecto está sobre el golfo de México. Las gráficas que se presentan son más que en los otros transectos debido a que aquí, dada el gran área cubierta por el estudio, se decidió agregar un detalle del transecto. Este último representa al área cercana a la costa, al SE de Tuxpan.

Las gráficas que se presentan para el décimo transecto son las figuras 40-50.

pH:

En este, el décimo transecto, se puede apreciar que los valores corresponden muy bien a la escala promedio de pH en aguas marinas. El valor mínimo está un poco bajo pero no es muy notable la diferencia.

Para este transecto podemos observar un panorama general y un detalle cerca de la costa. En el aspecto global se aprecia la disminución hacia un mínimo (pH 7.79) cercano a los 500 m de profundidad. Sin embargo el patrón vuelve a ser uno de disminución paralela al incremento de la presión hidrostática. Es interesante ver el detalle ya que se aprecia que junto a la costa el pH es mayor y solamente cuando se empieza a descender hacia las grandes profundidades hay un notable descenso. Es más, se puede apreciar en el detalle que hay un ligero incremento en el valor de pH hasta los 70 m y después disminuye; todo esto con isoclinas francamente verticales.

O₂:

Los resultados que arrojaron los estudios demuestran que los valores de oxígeno están dentro del rango normal para agua de mar. En este décimo transecto encontramos que el promedio está un poco bajo y que hay bastante diferencia entre las concentraciones extremas.

La gráfica presenta un perfil bastante sencillo. Hay concentraciones superficiales elevadas que disminuyen a un mínimo entre los 200 y 400 m de profundidad para volver a aumentar conforme crece la profundidad. En el detalle se puede apreciar el mínimo entre los 300 y 500 m de profundidad; pero también es visible que hay un pequeño máximo a los 200 m de profundidad y a 50 km de la costa. Es también apreciable que las concentraciones superficiales son mayores alejándose de la costa.

NO₂⁻

Este transecto presenta una escala mayor de valores de concentración de nitritos. El máximo sobrepasa 1 μM y la desviación standard es de cerca de 2 indicando que varían bastante las concentraciones.

En la gráfica observamos que el máximo está superficialmente a 100 km de la costa y de aquí el perfil disminuye hacia la costa de Veracruz, las profundidades del Golfo de México y hacia la costa de Campeche. La gráfica detalle confirma esta distribución.

NO₃⁻

El valor promedio está alrededor de los 2.2 μM , teniendo como máximo los 6 μM . Una buena escala general para esta área es de 0.4-4 μM .

Comparando las dos gráficas podemos apreciar que el rango anteriormente descrito se aplica muy bien a la parte cercana a la costa (ver detalle). Sin embargo el perfil general es de valores menores en superficie creciendo con la profundidad. En este caso tenemos un máximo nodular a 300 km de la costa y 2100 m de profundidad.

PO₄³⁻

Este transecto presenta un promedio de cerca de $1 \mu\text{M}$, el más elevado de todo el trabajo. Se tiene un máximo de 1.6 y un mínimo de $0.65 \mu\text{M}$, una diferencia de casi un micromol/L. Sin embargo la desviación standard es pequeña; indicandonos que los valores extremos no son muy representativos.

En las gráficas se observan valores mínimos (entre $0.8-0.9 \mu\text{M}$) cerca de la superficie a más de 80 km de la costa. Los valores aumentan hacia la costa y hacia las profundidades teniendo un máximo a 100 km y entre 200 y 400 m de profundidad. Después de este máximo, las concentraciones disminuyen poco a poco hacia Campeche y las grandes profundidades.

SiO₃²⁻

Tanto en el detalle como en la gráfica normal los valores menores están en superficie y junto a la costa. Esto es debido a que los organismos fotosintéticos que usan los silicatos se encuentran en esta area. En las profundidades hay mayor concentración debido a que no hay un consumo y por depósito de la superficie.

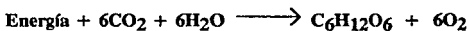
DISCUSION GENERAL:

pH:

Como ya se mencionó con anterioridad, el rango normal para pH en aguas marinas es de 7.8 a 8.2. Sin embargo puede haber valores por encima o por debajo. Como se puede notar, este es un rango un poco alcalino.

En el presente caso, los dos transectos que están en el Golfo de México presentan valores apegados a la escala normal (transectos 1 y 10). Los otros, tanto en el canal de Yucatán como en el mar Caribe, presentan valores muy elevados. Son valores demasiado grandes pero lo que si se puede afirmar es que el Golfo de México presenta valores de pH menores.

Otro punto que se puede asegurar es que la distribución en todos los transectos fue correcta. Normalmente se espera que el pH disminuya conforme crece la profundidad, a veces llegando a un mínimo y incrementándose en valores de pH a mas profundidad. Los transectos 1, 5, 6 y 10 presentan mínimos; los 1 y 10, los del Golfo de México, tienen su mínimo a 500 m de profundidad; mientras que los 5 y 6 tienen su mínimo pegado al talud. Los transectos 2 y 4 sólo presentan una disminución gradual del pH. El pH es importante ya que significa la proporción de dióxido de carbono presente en el medio. A condiciones demasiado alcalinas el CO₂ disminuye, teniendo esto consecuencias graves para la fotosíntesis:



O₂:

El promedio entre todos los transectos está en un rango entre los 195 y los 240 μM. Esto es una concentración alta de O₂. Esto indica un par de cosas: que hay una gran actividad fotosintética (ver reacción arriba) y que hay una buena transferencia del gas de la atmósfera al mar. Los valores pueden variar debido a factores climatológicos tales como vientos, cambios en el movimiento de corrientes, lo que implica cambios en la temperatura y otros factores fisicoquímicos, y por influencias no naturales como la contaminación. En este caso la zona estudiada es una de gran calor y poca variabilidad de temperatura. Por lo mismo las concentraciones de oxígeno se verán afectadas por surgencias y otros movimientos de aguas marinas. Los tres transectos que están exclusivamente sobre la plataforma continental (transectos 7, 8, 9) al N de Yucatán

tienen promedios altos. Comparando todos los transectos se puede asegurar, sin embargo, que no hay diferencias muy radicales en los valores de concentración de O_2 .

Es importante señalar que todos los transectos presentan concentraciones de oxígeno bastante elevadas, lo cual indica que no hay muchas bacterias aeróbicas y que hay buenas condiciones para la vida marina. Los peces no pueden vivir en un medio en donde haya menos de 4 ppm de oxígeno, y en este caso, el valor en todos los puntos estudiados es bastante superior.

Con respecto a las distribuciones observadas en las gráficas, se notan dos patrones de perfiles. Uno consiste en un descenso de concentración desde superficie conforme aumenta la profundidad hasta llegar a un mínimo de O_2 y después vuelve a aumentar. El otro radica en un descenso similar hasta un mínimo, seguido de un incremento hasta un máximo para volver a disminuir en mayores profundidades o distancias de la costa. Como el primero se pueden tomar los perfiles 1, 3, 4, 6, 7, 9 y 10. Generalmente el punto mínimo de concentración se encuentra entre los 200 y los 600 m de profundidad exceptuando el transecto 5, en donde lo encontramos por ahí de los 1000 m de profundidad. Como el segundo tipo se tiene a los transecto 2 y 5; siendo el mínimo en el 2 a 200-500 m de profundidad y en el 5 a 1000 m. En el transecto 8 tenemos un crecimiento con la profundidad hasta un punto máximo y después una disminución.

Hay que señalar que no todas las distribuciones son sencillas, con patrones fácilmente identificables. Algunos transectos presentan aumentos o descensos de concentración horizontales también. Transectos más complicados son el 5, 6 y el 10.

NO_2^-

El rango general para nitritos en el mar es de hasta $3.57 \mu M$. En este estudio, los valores encontrados para cada punto muestreado caen dentro de este rango. El punto máximo está en el transecto 10 y es de cerca de $1.9 \mu M$. En otras palabras son valores adecuados. Es notorio sin embargo que rara vez sobrepasaban los $0.75 \mu M$. Es interesante que los dos transectos en los que si se hallan valores mas elevados son los dos del Golfo de México, 1 y 10. Los transectos que se encuentran arriba de Yucatán, (2, 3, 4) son los de menor concentración en general; mientras que los del Mar Caribe, (5 y 6) tienen mas concentración en promedio, (especialmente el 6).

Una posible explicación para los valores bajos de nitritos es la reducción de estos. Esto indicaría una presencia elevada de bacterias reductoras.

Si se observan las distintas gráficas es difícil sacar algún patrón específico de distribución. En varios transectos hay valores más altos cerca de superficie y pegado a la costa (transectos 1, 4, 5 y 10). Sin embargo no hay un buen perfil en común entre todos los transectos. Algunos presentan mínimos como el transecto 5 (800 m); otros presentando nódulos de mayor concentración como en el 1 (a 420 km de la costa y a 2000 m de profundidad). Finalmente otro, el 6, tiene mayores concentraciones a mayores profundidades .

NO₃⁻

Los valores promedio de concentración de nitratos están entre 1.67 y 2.8 μM . Normalmente para agua de mar el valor máximo es de 35.7 μM . Esto indica que se encontraron valores bajos de concentración pero que están dentro de un rango adecuado. Inclusive, el punto máximo encontrado (transecto 5), 13 μM cae muy abajo del máximo reportado. A excepción de los transectos 2 (1.67 μM) y 4 (2.786 μM) los valores promedio están entre 2.15 y 2.4 μM .

Así como el nutrimento anterior la baja presencia de nitratos puede ser atribuible a la existencia de organismos reductores en el medio. Esto es importante ya que indica que se crea mucho amoníaco.

A diferencia de las gráficas para nitritos, las presentadas para nitratos ofrecen un perfil claramente establecido. Las concentraciones mínimas de nitratos están en superficie incrementándose con la profundidad. Hay dos transectos en donde se encuentran nódulos de concentraciones máximas; el 5 a 800 m de profundidad y a 130 km de la costa y el 10 a 2100 m y a 300 km de la costa. Sin embargo las concentraciones mínimas totales están en superficie y el perfil general es de incremento de concentración conforme aumenta la profundidad. En las conclusiones se indica la razón de este perfil.

NH₃

El rango reportado para agua marina normal es de 0.07-3.57 μM . El amoníaco en general se encontró en mayores concentraciones. Los transectos 2, 3 y 10 presentan promedios relativamente bajos, 8.8, 13 y 6.9 μM pero los demás pasan de 28.5 μM siendo realmente valores muy elevados. El transecto 4 presenta un máximo de 254.6 μM y el 1 de 190 μM ; valores muy por encima del máximo reportado.

Se vió anteriormente que tanto nitritos como nitratos estan presentes en bajas cantidades. Sin embargo el amoniaco lo está en grandes cantidades. Es muy posible que en estas aguas haya una alta cantidad de organismos reductores tales como bacterias.

Las distribuciones presentadas en las gráficas presentan patrones dificiles de agrupar. Sin embargo, podemos afirmar que hay varios puntos en donde la concentración tiende a ser menor. Hay mínimos en superficie (transectos 1, 2, 5 y 6), cerca de la costa o talud (transectos 2, 4 y 5), a grandes profundidades (transectos 1, 2, 4 y 6) y lejos de la costa (transectos 1 y 6). Se puede afirmar que todas las gráficas presentan un nódulo o punto de concentración máxima de amoniaco. Las profundidades en las cuales se encuentran estas varían de transecto a transecto pero nunca son menores a 500 m o 600 m.

PO₄³⁻

Los valores promedio de ortofosfatos se encuentran entre 0.55 a 0.99 μM ; en ningún transecto el valor máximo sobrepasa 1.65 μM . Ketchum (1939) demostró que el crecimiento de organismos fotosintéticos no es afectado a concentraciones menores a 16 $\mu\text{g/L}$. En este caso, las concentraciones observadas son mayores a este valor. Los transectos al norte de Yucatán presentan promedios ligeramente menores que los del Golfo y los del Mar Caribe.

Las distribuciones gráficas arrojaron un patrón bastante notable. Los transectos 4, 5, 6 y 10 presentan concentraciones mínimas en superficie. En el 4,5 y 6 aumentan las concentraciones conforme incrementaba la profundidad. En el 10 aumentan hasta los 400 m de profundidad a 100 km de la costa y de aquí disminuyen gradualmente hacia Campeche y mayores profundidades. Los transectos 1 y 2 presentan máximos en superficie y a grandes profundidades.

SiO₃²⁻

A excepción del transecto 10 los valores promedio de las concentraciones de silicatos son entre 9.5 y 13 μM . Hay que recordar que la concentración límite para el crecimiento de organismos que necesitan silicio es 50 $\mu\text{g/L}$. Los valores encontrados

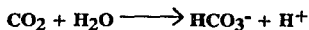
son superiores. El transecto 10 presenta un promedio de $2.24 \mu\text{M}$. La concentración de silicatos varía más en aguas marinas que cualquier otro nutriente, valores mayores a $50 \mu\text{M}$ significan zonas de afloramiento. Los transectos 1, 2 y 3 presentan máximos superiores a $50 \mu\text{M}$, siendo el mayor de $67.8 \mu\text{M}$ en el transecto 3.

Las gráficas ofrecen un patrón de perfiles muy claro. Las concentraciones menores se encuentran en superficie y las mayores a grandes profundidades. En dos transectos se encuentran puntos o nódulos de concentración máxima; sin embargo el patrón viene siendo lo mismo. El transecto 2 tiene un máximo a 600 m y 280 km de la costa; el transecto 5 tiene un máximo a 100 m de profundidad y a 70 km.

VII. CONCLUSIONES

El estudio arroja varias características de la región muy claras. Las concentraciones y valores de los distintos parámetros evaluados caen dentro de rangos adecuados. A excepción del pH y el amoníaco todos los datos presentados son similares a los reportados en estudios anteriores para el área.

Sólo en el Golfo de México hay valores normales de pH. En el resto de los transectos se encuentran valores muy elevados de este parámetro. Cuando se encuentran valores más elevados de lo normal de pH lo que indica es que hay menos solubilidad de CO₂. (Ver Anexo 1). Mientras mas alcalinas las condiciones, menos CO₂ se encontrará en el medio.



Lo que se hallará en mayor cantidad determinará las condiciones de alcalinidad del área. La posible razón de que en esta parte del canal de Yucatán, la entrada al Golfo de México y el Mar Caribe haya condiciones muy alcalinas, es que la porción de dióxido de carbono es mas reducida. Esto implica que los organismos fotosintéticos tienen menos CO₂ para utilizar en el proceso de transformación. En otras palabras, serán aguas mas pobres en biomasa. Sin embargo, otra posible razón para el aumento del pH de esta área sería un defecto en la lectura del pH.

Es muy importante señalar que solo estudios posteriores en el area tanto de pH como de alcalinidad podrán dilucidar la verdadera naturaleza de esta área. Aun así como resultado directo de este estudio se puede indicar que el perfil observado del pH en todos los transectos es adecuado. Este es de un descenso del valor del pH conforme aumenta la presión hidrostática, a veces llegando a un mínimo por los 400-800 m, límite adonde llega la luz.

Algo relacionado con lo último se observa en relación a la distribución del oxígeno en esta agua. Conforme la teoría lo indica siempre se encontró con los niveles más altos de O_2 en/o cerca de superficie. Esto concuerda con la aseveración de que en profundidades someras está la producción fotosintética, consumidora de CO_2 y liberadora de O_2 . La presencia de altas concentraciones de O_2 predicen una zona de alta productividad. En este estudio, esta zona la encontramos encima de la gran plataforma continental que se encuentra al norte de la península de Yucatán. En estos puntos fueron en donde se encontraron las concentraciones mayores de O_2 . Evaluando globalmente toda la distribución del oxígeno encontramos que hay un máximo en superficie con un descenso gradual y progresivo hasta un mínimo que varió de 600-1000m.

Dado que la mayoría de los transectos estudiados gozaban de gran profundidad la apreciación de fenómenos cercanos a la superficie solo fue posible en aquellos transectos someros, (7,8,9). Observando estos últimos, es posible apreciar el punto de compensación en los transectos 7 y 8. Arriba de este punto la productividad primaria bruta excede a la respiración y los niveles de O_2 son elevados. Abajo de este punto la respiración hace que haya una rápida disminución de este gas en aguas marinas. En el transecto 7 el punto estuvo alrededor de los 80 m; en el 8 estuvo a los 120 m. Sin embargo, esto sólo fue observable en estos puntos; en los otros transectos, siendo en mar abierto, el comportamiento del oxígeno reveló otro movimiento.

La cantidad de oxígeno superficial es elevada tanto por la difusión que sufre de la atmósfera como por la fotosíntesis. Sin embargo, no habiendo tanto proceso respiratorio el O_2 va disminuyendo gradualmente hasta llegar a un mínimo para volver a aumentar en las grandes profundidades. Esto es fácilmente explicable debido a que la descomposición de materia orgánica juega un papel importante en el consumo de este gas. Mas allá del punto mínimo hay un crecimiento en la concentración ya que hay poca materia orgánica y pocos organismos que respiren. Estos factores aunados al O_2 que se cuela de la superficie hacen que en las grandes profundidades vuelva a haber un incremento en la concentración de este elemento.

Sabemos que los peces y la vida marina en general necesita de un mínimo de oxígeno para sobrevivir. Se puede concluir que en este renglón no existe ningún problema para la vida. Hay bastante O_2 en el medio.

En el Anexo 2 se podrán observar distintos tipos de perfiles verticales para el oxígeno. En aquellos transectos someros (7, 8, 9), el punto de compensación fue

claramente determinado. Vemos que en los transectos de mar abierto el comportamiento fue distinto. Se puede comparar ambos con las gráficas que se presentan en el Anexo.

El análisis de nitritos fue difícil; no arrojó un patrón discernible en general. Lo que se puede concluir es que las mediciones están entre los límites establecidos para la distribución de NO_2^- en el océano. Esto es importante ya que esto permite comparar con los niveles de NO_3^- y NH_3 , sacando así conclusiones y un patrón de relaciones entre estos compuestos.

Otro compuesto nitrogenado, el nitrato, presenta perfiles muy correctos. En todos, la característica predominante es que hay poca concentración en superficie; aumentando ésta conforme aumenta la profundidad. Esto es debido a que en la capa eufótica el nitrato se consume. Además, todo residuo orgánico desciende a las profundidades en donde sus componentes nitrogenados son oxidados a NO_3^- . Lo mismo debería haber sucedido con el nitrito; pero en su caso la distribución no fue clara. Así pues, se encuentra que en general, en el área estudiada se encuentran mayores concentraciones de nitratos en las capas profundas. Sin embargo, hay que hacer notar que las concentraciones halladas de NO_3^- se encuentran lejos del límite máximo reportado en la literatura. Esto indica que es una zona no tan rica en nutrientes. Ahora, hay que hacer notar que se reportan menos concentraciones de nitratos en el Océano Atlántico que en otros cuerpos marinos. (Ver Anexo 3).

Tanto nitritos como nitratos están presentes en esta area en cantidades más reducidas. Esto tiene mucha importancia ya que indica que hay presencia de bacterias reductoras y de que hay mayores cantidades de amoníaco. Este es el compuesto nitrogenado que más prefieren los organismos autótrofos.

Acerca del amoníaco, se obtuvo una concentración muy elevada. De todos los compuestos nitrogenados, este se encontró en mayor cantidad. Se puede establecer el siguiente orden: $[\text{NH}_3] > [\text{NO}_3^-] > [\text{NO}_2^-]$. Una posible conclusión que resulta de todas estas consideraciones es que hay poca biomasa en los transectos estudiados (1, 2, 3, 4, 5, 6, 10). Se puede afirmar esto ya que en teoría el consumo del fitoplancton es preferencialmente el amoníaco y después el nitrato y el nitrito. La existencia de grandes cantidades de amoníaco indican poco consumo de él. Así mismo, la relativamente poca cantidad de nitrito y nitrato hacen creer que hay en estas regiones poco producto orgánico que se oxida.

Según reportes, teóricamente el máximo de fosfato tiende a coincidir con el mínimo de O_2 ; fenómeno claramente observable, por ejemplo, en el transecto 10. El nivel de concentración de este micronutriente es poco elevado. Esta área no es una parte del océano que sea un litoral oriental en donde por medio de surgencias se abastecen las capas superficiales. El perfil del PO_4^{3-} es similar al del NO_2^- ; hay muy poca concentración en superficie, incrementándose a un máximo en capas profundas para después disminuir un poco y permanecer constante. La razón de este parecido en perfiles es que sucede la misma oxidación de productos orgánicos que descienden y se acumulan en las profundidades. Es de particular interés comparar la gráfica del Anexo 4 con la gráfica de PO_4^{3-} del transecto 10. Son similares. En general, se puede decir que todos los transectos monitoreados para PO_4^{3-} presentan el perfil de un aumento de concentración con la profundidad.

La concentración de silicatos disueltos en las aguas superficiales de los océanos es casi siempre baja. En las capas profundas existe un incremento rápido en la concentración. El presente estudio arroja claramente este mismo patrón para todos los transectos. Si comparamos las gráficas presentadas y el Anexo 5, se verá la similitud.

Sabemos que el crecimiento del fitoplancton será impedido si la concentración de elementos micronutrientes cae debajo de niveles críticos. Aun así, dado que nuestros estudios de nutrientes fueron alejados de las costas los resultados fueron previsiblemente bajos para nitratos y fosfatos. Estas zonas son de relativamente baja producción primaria marina.

Lo que se espera encontrar en los perfiles horizontales son las representaciones de la distribución de los distintos parámetros medidos. Es posible apreciar el movimiento de las aguas marinas a través del área estudiada. Así mismo, la comparación hecha entre los cortes a 5 m y a 50 m posiblemente indicarán tendencias de distribución en las capas someras del Mar Atlántico mexicano.

Con respecto al perfil del oxígeno se puede concluir que no se nota un cambio apreciable entre los 5 m y los 50 m. Lo que sí es consistente en las 2 gráficas es que las mayores concentraciones se encuentran al norte de la península de Yucatán, es decir encima de la gran plataforma continental. Quizás el hecho de las variaciones en las concentraciones de oxígeno se deben en parte al intercambio gaseoso mar-atmósfera. La distribución del oxígeno no está tan influenciada por el movimiento de las aguas marinas.

Los perfiles horizontales son las figuras 51-64.

Lo que es muy notable acerca del perfil del pH son los valores elevadísimos encontrados. Esto muy bien podría ser debido a un error en la calibración del pHmetro. Como ya se llevan los buffers preparados, es posible que no estuvieran bien. Sin embargo, lo que si se puede afirmar es que los valores van disminuyendo conforme se acerca uno hacia la costa de Veracruz y Tamaulipas. Es decir, mientras mas se adentra uno en el Golfo menor es el valor de pH. Lo que es singular acerca de la distribución del NO_2 es la existencia tanto en el corte a 5 m y a 50 m de un punto máximo nodular ubicado mas o menos en el centro del Golfo. Esto es por encima de la fosa de Sigsbee. Desde este punto la concentración de nitritos disminuye radialmente a todos lados. Las gráficas de 5 m y 50 m son muy similares con la única diferencia que en la gráfica de 5m hay un pequeño máximo cerca de Tuxpan.

Las gráficas de NO_3^- de 5 y 50 m varían en que que en la de 5 m las menores concentraciones las encontramos hacia el norte del Golfo. En las de 50 m estas están cerca de Veracruz. La distribución alrededor de la península de Yucatán es muy similar.

El perfil de NH_3 en el corte de 5 m es sencillo con poca variabilidad en el Golfo y valores máximos cerca de la costa de Quintana Roo. El corte a 50 m es mas complejo. Tiene valores de concentración mas altos y un máximo nodular en el Golfo. Hay que hacer notar que estos valores son muy elevados para concentración de amoniaco.

Los cortes de PO_4^{3-} varían mucho también. El de 5 m presenta los valores menores al norte del Golfo y los mayores afuera de la costa de Quintana Roo. Esto debido quizás al flujo de las aguas de la corriente del Golfo. Sin embargo, en la gráfica de 50 m el punto máximo está por donde se encuentra el punto máximo en la grafica de 50 m de amoniaco. Existe a partir de este punto una disminución radial. La única area en donde hay valores mas elevados es afuera de la costa de Quintana Roo.

La comparación de las gráficas de SiO_3^{2-} arrojan circunstancias muy peculiares. En ambas, la distribución en el Golfo es muy similar. Los valores varían poco. Afuera del Golfo esto cambia, en la de 5 m no existe gran variación pero en la de 50 m hay un rápido aumento de concentración en las aguas del Mar Caribe, llegando a un valor máximo de $30 \mu\text{M}$.

Como ingeniero químico me fue interesante observar los grandes cambios fisicoquímicos que se efectúan a través de todas las capas oceánicas. Es importante para mí ya que me interesan procesos que se realizan en el mar. Como pude observar en el presente trabajo, la presencia o ausencia de determinado elemento en el medio es fundamental para garantizar la riqueza de océano.

Como futuras recomendaciones propongo estudios de la gran plataforma continental arriba de la península de Yucatán y las zonas costeras del Golfo de México. Estas últimas serían de gran importancia ya que no solo tienen valor pesquero; es un área de gran explotación petrolera. Sería interesante ver los niveles de micronutriente y relacionarlos con los niveles de contaminación. Así mismo se deben agregar a este estudio investigaciones de temperatura, salinidad y alcalinidad. Es importante hacer notar que hay que hacer varios estudios en diversas épocas para poder ver el comportamiento anual de estos parámetros.

Así mismo, es necesario revisar los datos obtenidos en este trabajo mediante otro recorrido por el área. Hay que volver a realizar los estudios de pH.

VIII. BIBLIOGRAFIA:

1. Riley, J.P., Skirrow, "Chemical Oceanography", London Academic, 2 ed., 1975
2. Chester, R., Riley, J.P., Introducción a la Química Marina, 1 ed, AGT Editor, México D.F., 1989
3. Van Loon, J.C., "Chemical Analysis of Inorganic Constituents of Water", CRC, Boca Raton Fla., 1975
4. Grasshoff, K., Erhardt, M., Kramling, K., "Methods of Sea Water Analysis, 2ed., Verlag Chemie, Germany
5. Beazley, M., "Oceans", 1 ed., IUCN: The World Conservation Union, 1991
6. Longo, F., Guerrero, O., Química general, 1 ed., Mc Graw-Hill, México, 1988
7. Chester, R., "Marine Geochemistry", 2 ed., London Unwin Hyman, Londres, 1990
8. Turekian, K., Los Océanos, 1 ed. Omega, Barcelona, 1974
9. Neshyba, S., "Oceanography: Perspectives on a Fluid Earth", 1 ed., S Wiley, Nueva York, 1987
10. Ingmanson, D., "Oceanography: An Introduction", 3 ed, Belmont Wadsworth, 1985
11. Merrill, C., "Introductory Oceanography", 4 ed., Thurman Columbus OH, 1990
- 12 Kennish, "Practical Handbook of Marine Science", CRC, 1989
- 13 Turner, M., Tesis: Estudio Oceanográfico de la Zona de Surgencia del Golfo de Tehuantepec, Mayo y Noviembre 1989, ENEP Zaragoza, 1992

pH PRIMER TRANSECTO

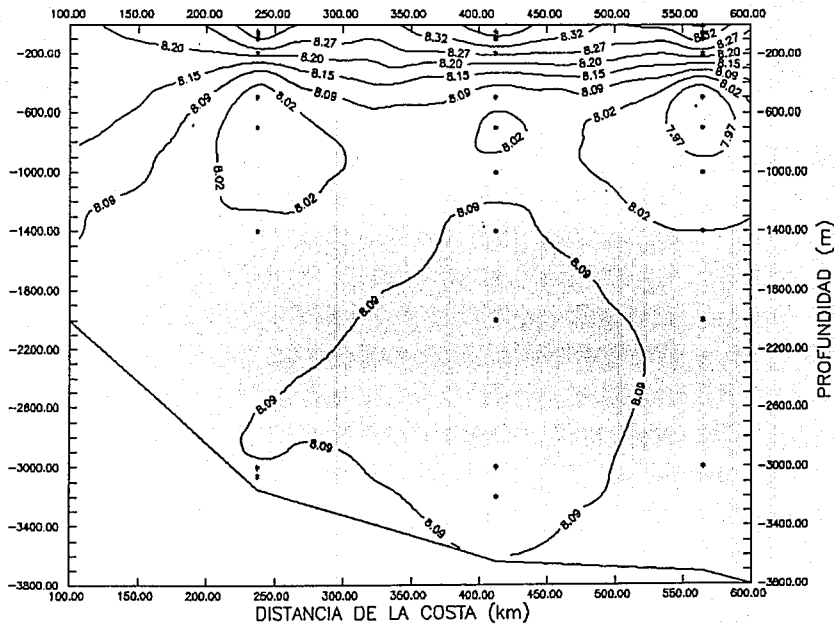


Fig. 1

FIGURA 1

O₂ (micromol/L) PRIMER TRANSECTO

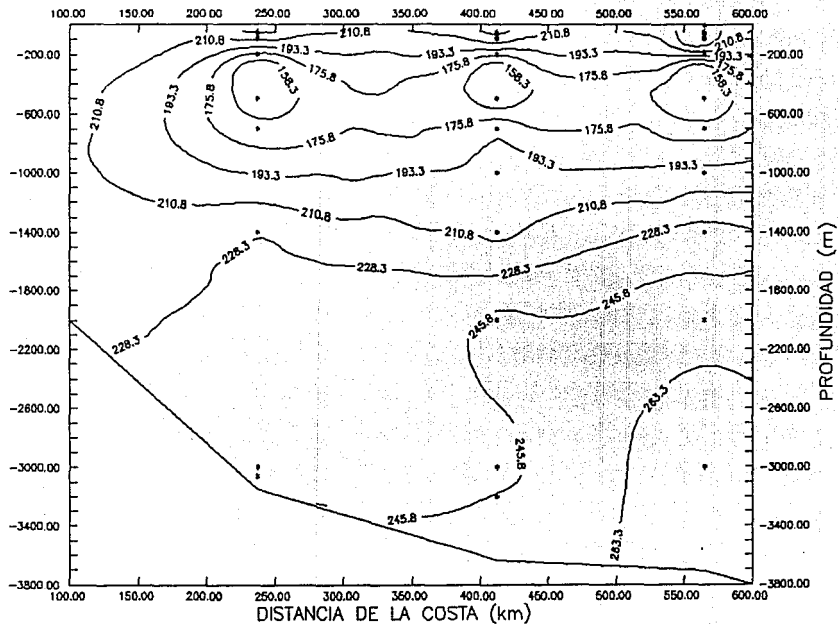


FIGURA 2

NO₂ (micromol/L) PRIMER TRANSECTO

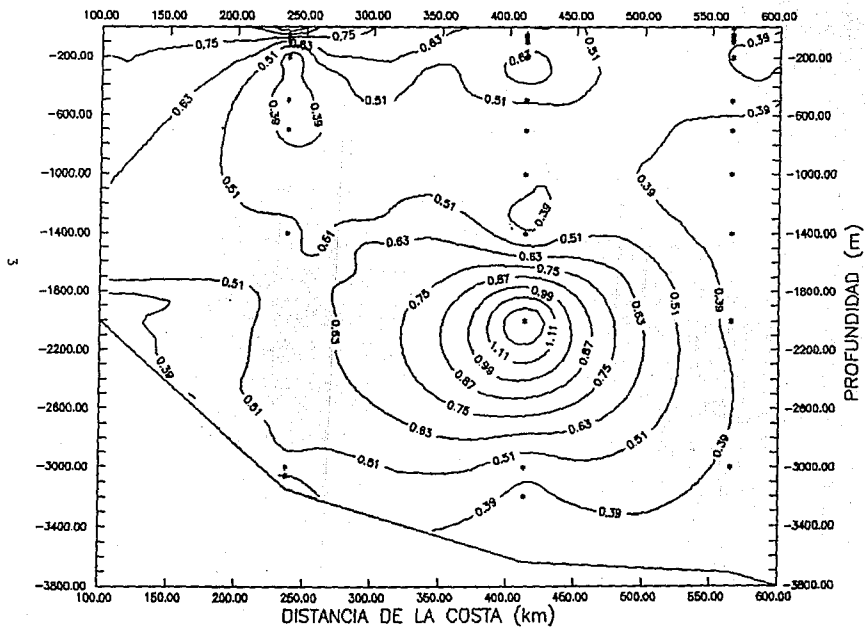


FIGURA 3

NO₃ (micromol/L) PRIMER TRANSECTO

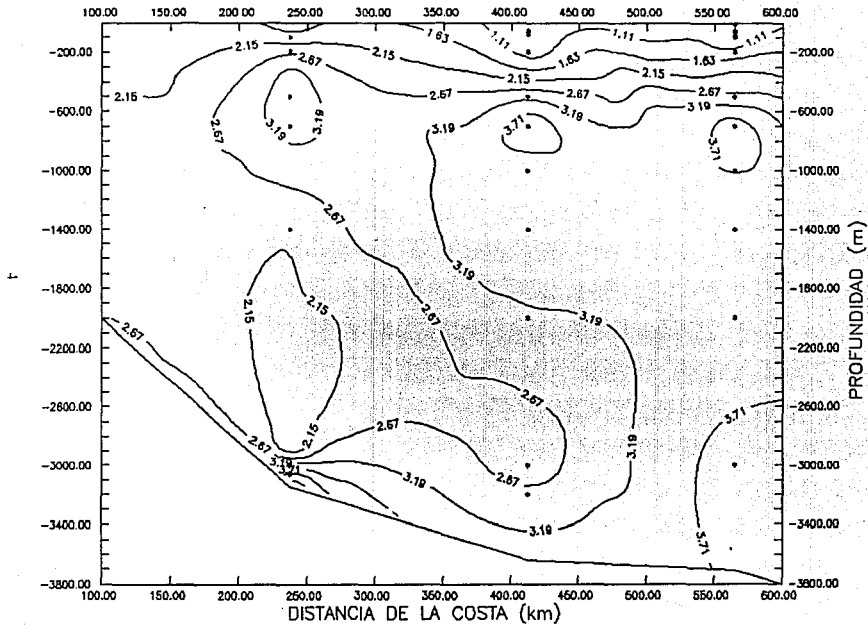


FIGURA 1

NH3 (micromol/L) PRIMER TRANSECTO

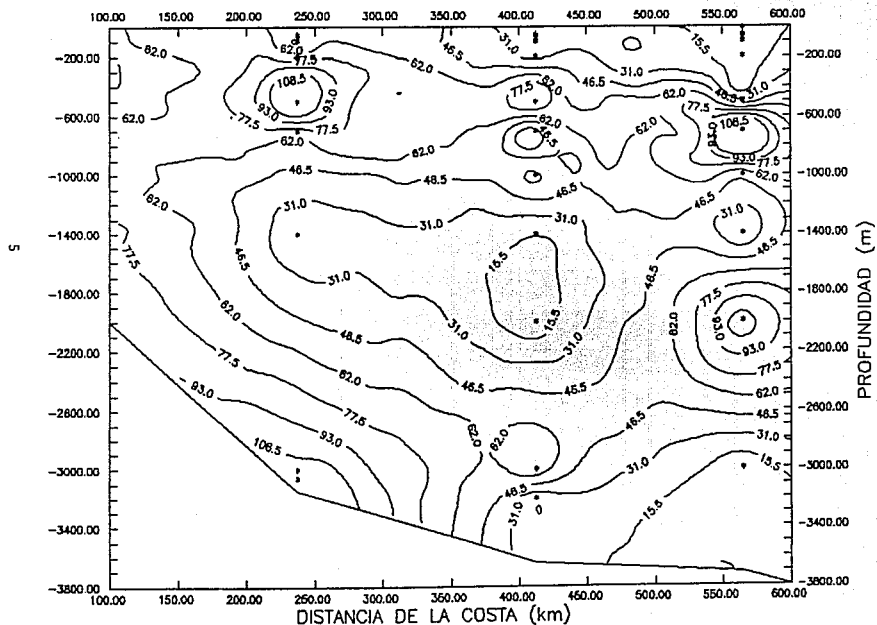


FIGURA 5

PO4 (micromol/L) PRIMER TRANSECTO

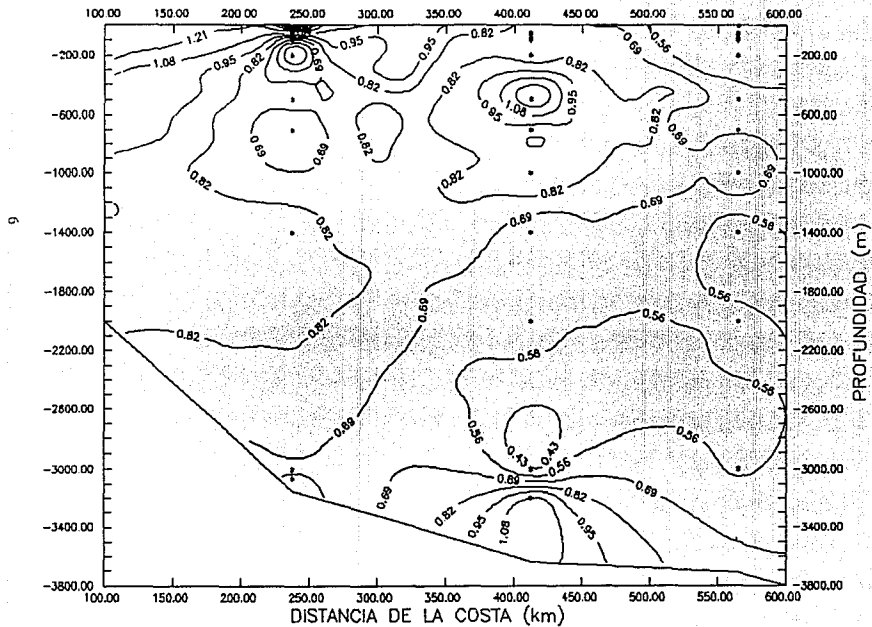


FIGURA 6

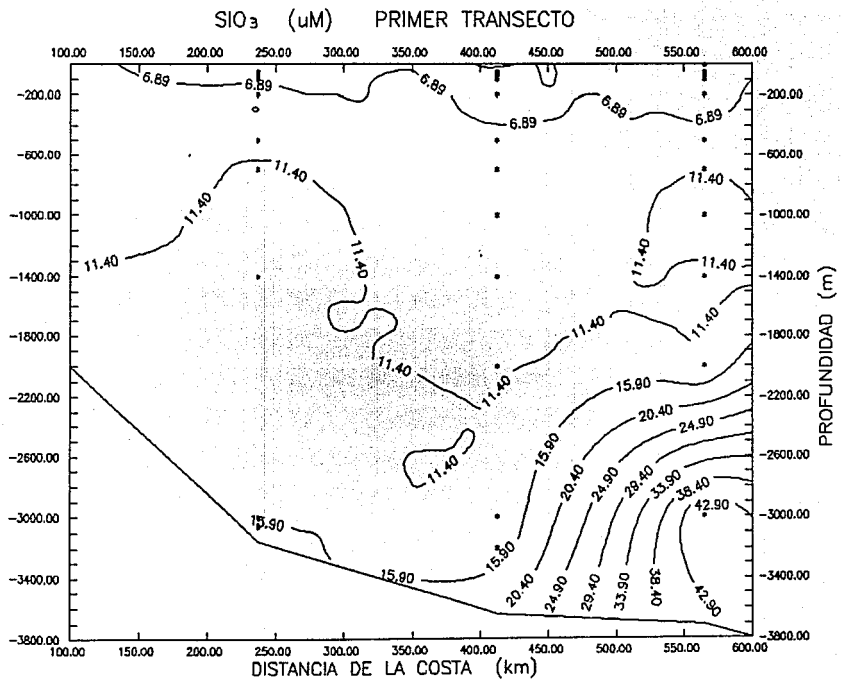


FIGURA 7

O₂ (micromol/L) SEGUNDO TRANSECTO

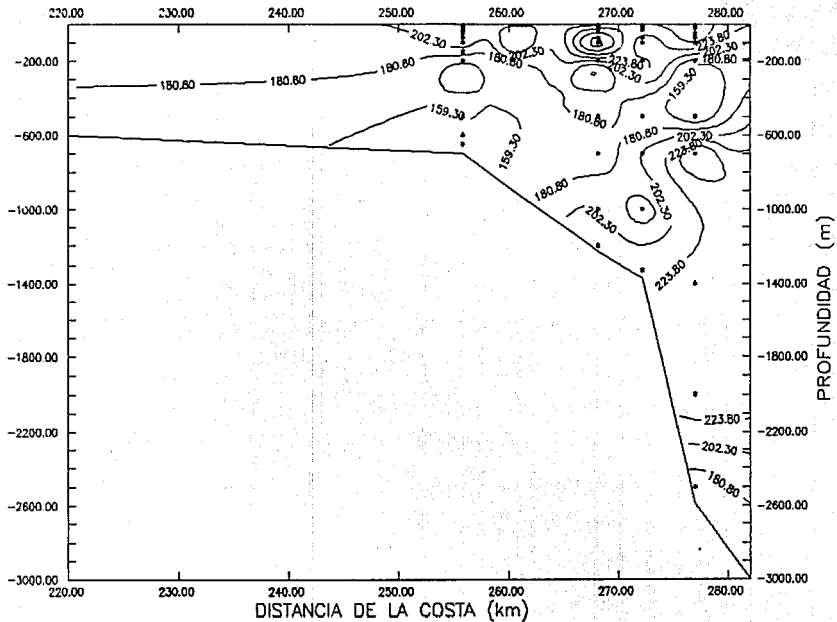


FIGURA 8

8

NO₂ (micromol/L) SEGUNDO TRANSECTO

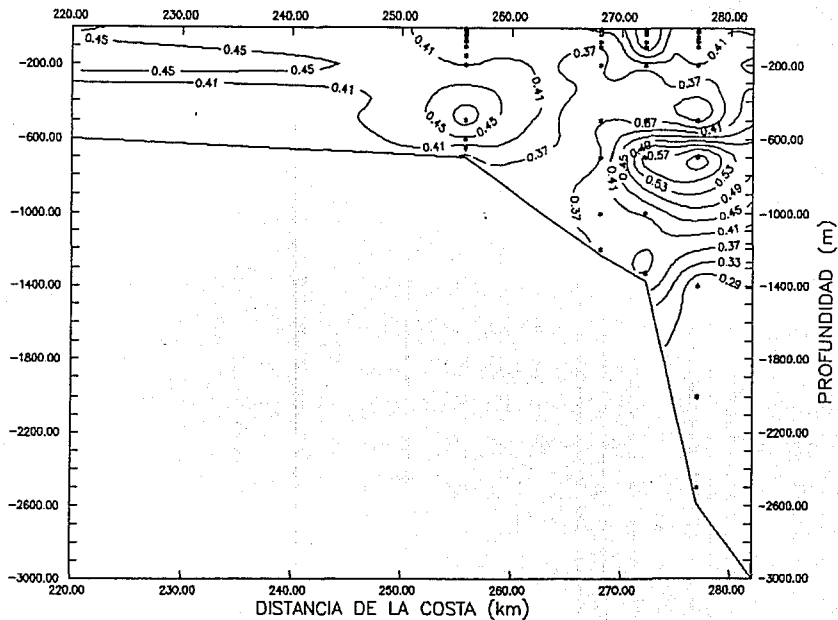


FIGURA 9

NO₃ (micromol/L) SEGUNDO TRANSECTO

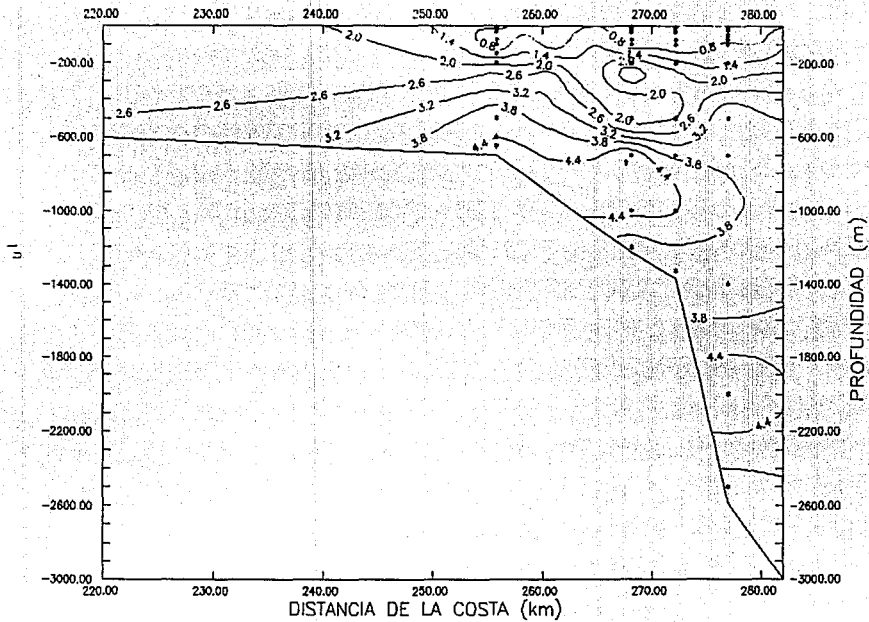


FIGURA 10

NH₃ (micromol/L) SEGUNDO TRANSECTO

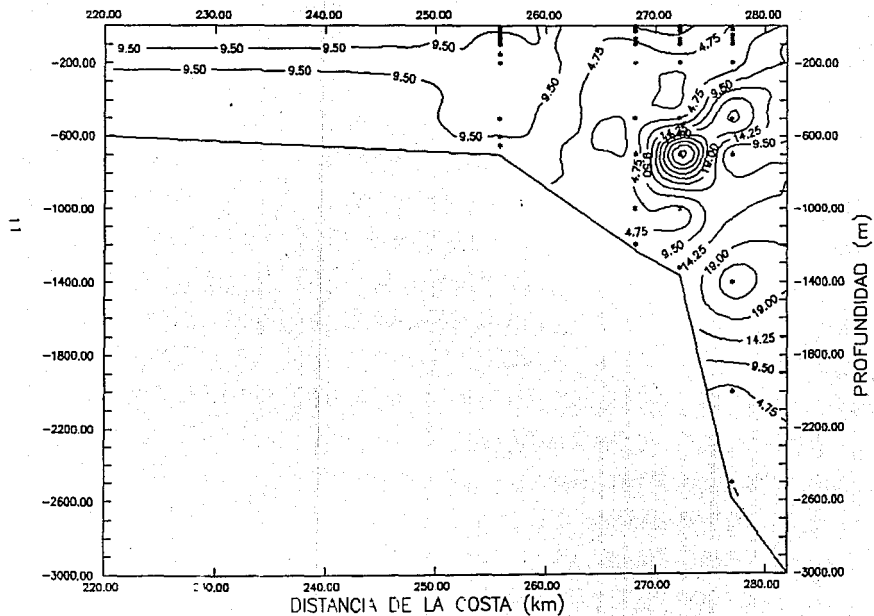


FIGURA 11

pH SEGUNDO TRANSECTO

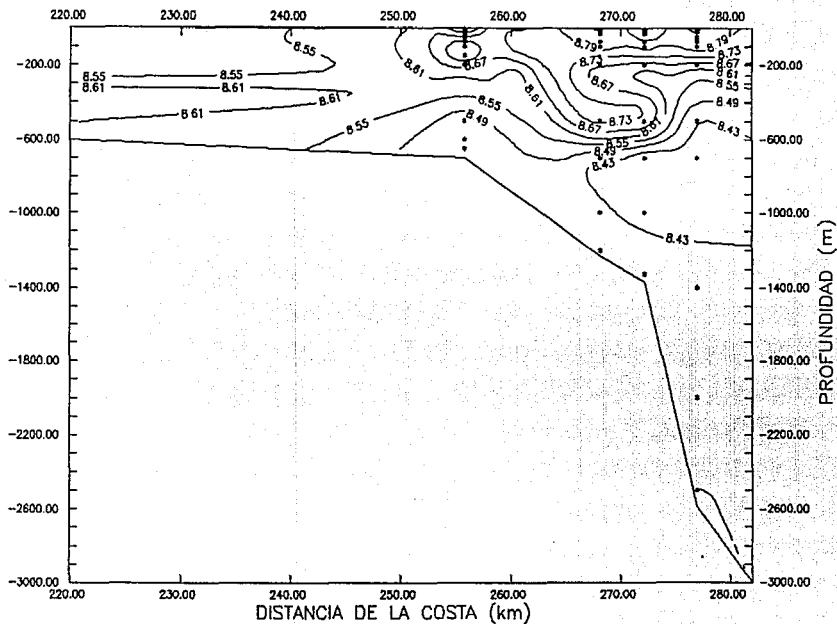


FIGURA 12

PO4 (micromol/L) SEGUNDO TRANSECTO

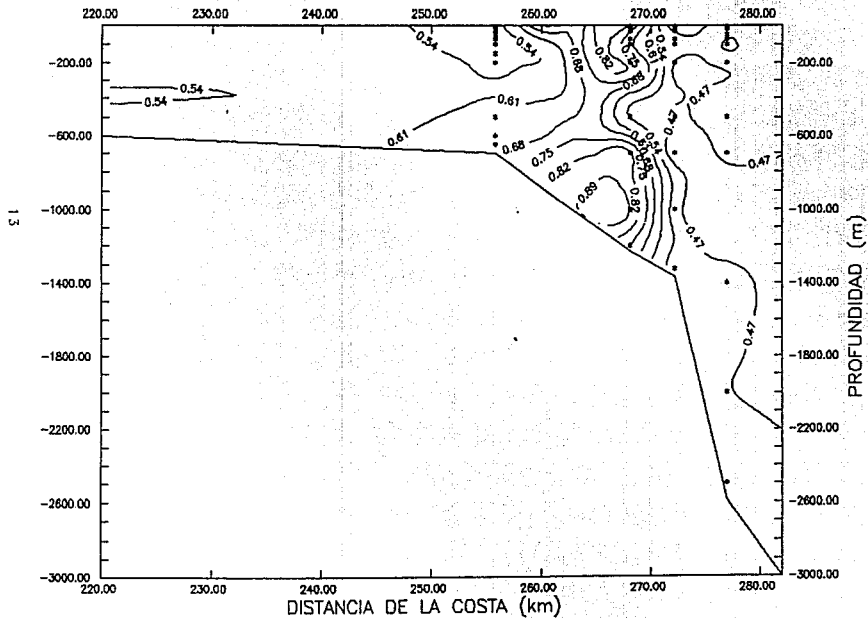


FIGURA 13

SiO₃ (μM) SEGUNDO TRANSECTO

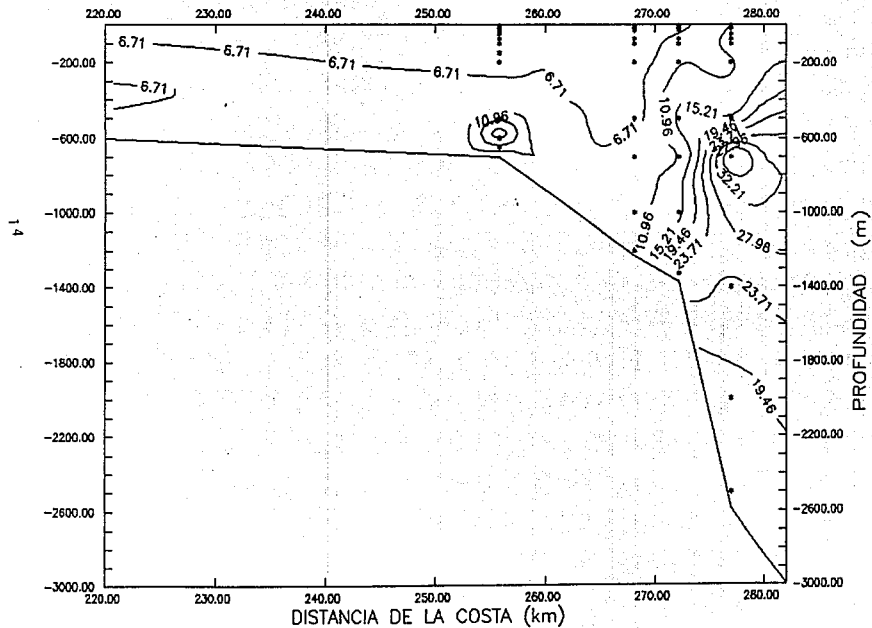


FIGURA 14

O₂ (micromol/L) TERCER TRANSECTO

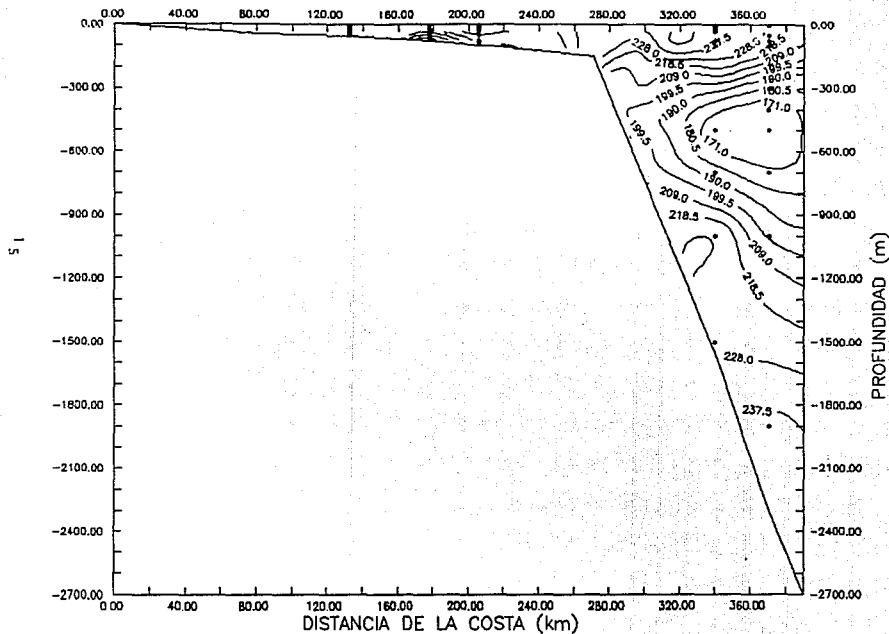


FIGURA 15

pH CUARTO TRANSECTO

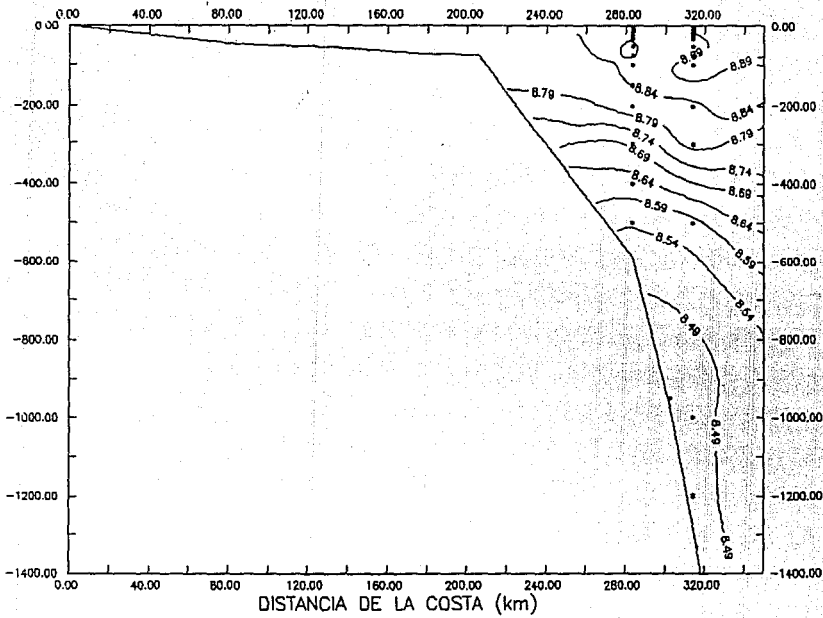


FIGURA 16

O₂ (micromol/L) CUARTO TRANSECTO

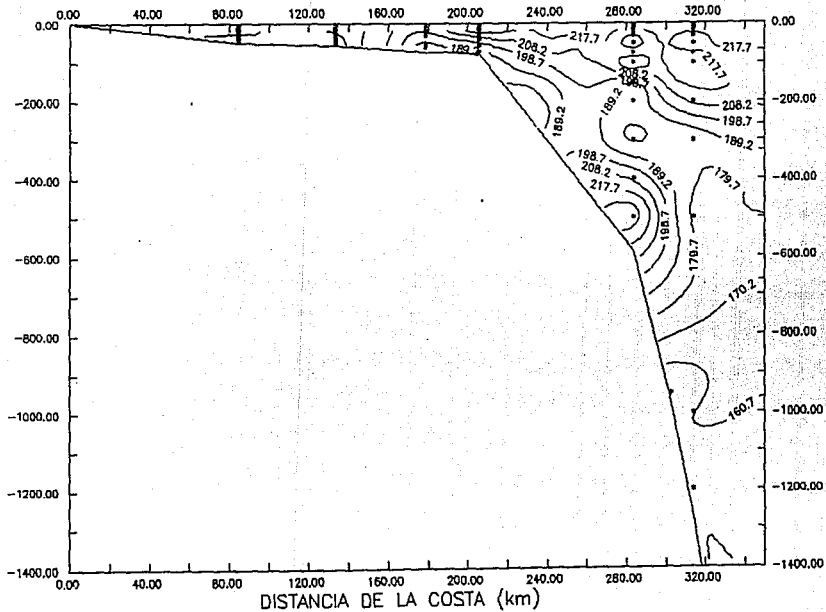


FIGURA 17

NO₂ (micromol/L) CUARTO TRANSECTO

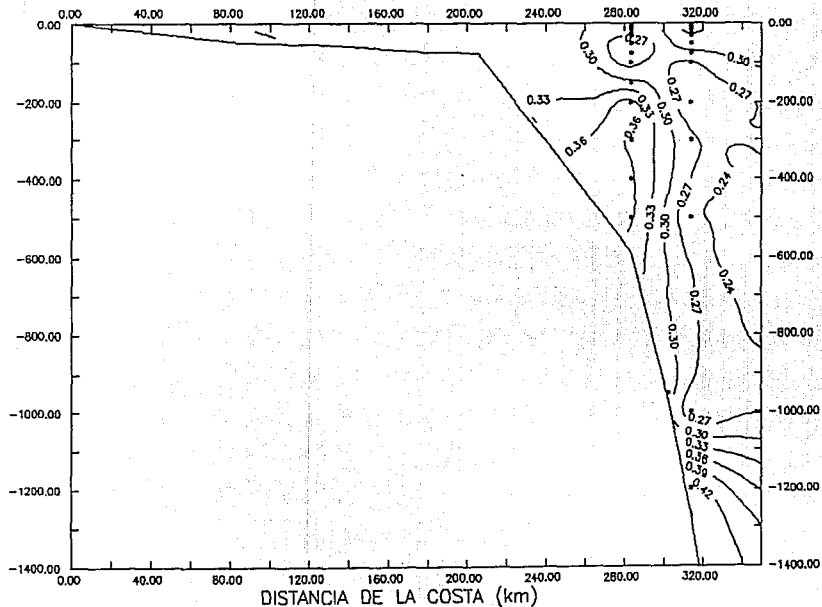


FIGURA 18
PROFUNDIDAD (m)

NO3 (micromol/L) CUARTO TRANSECTO

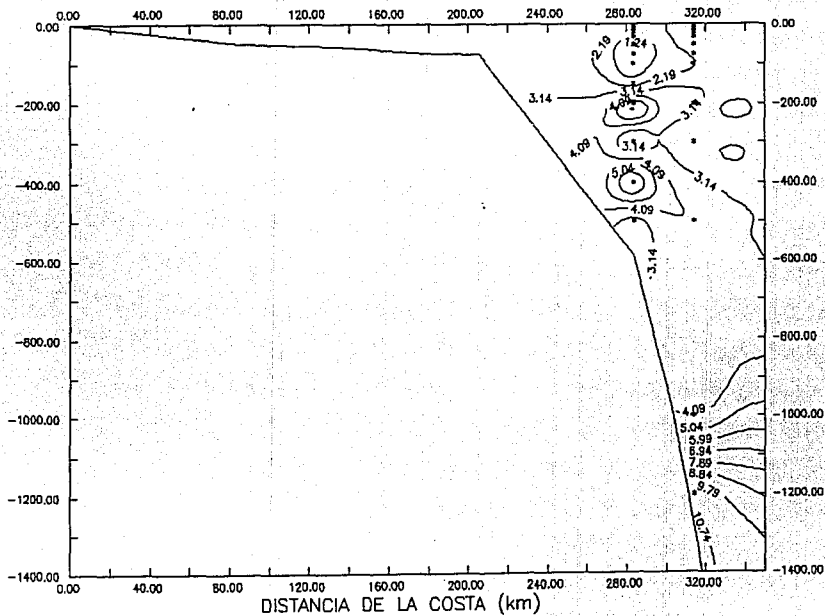


FIGURA 19
PROFUNDIDAD (m)

NH3 (micrompl/L) CUARTO TRANSECTO

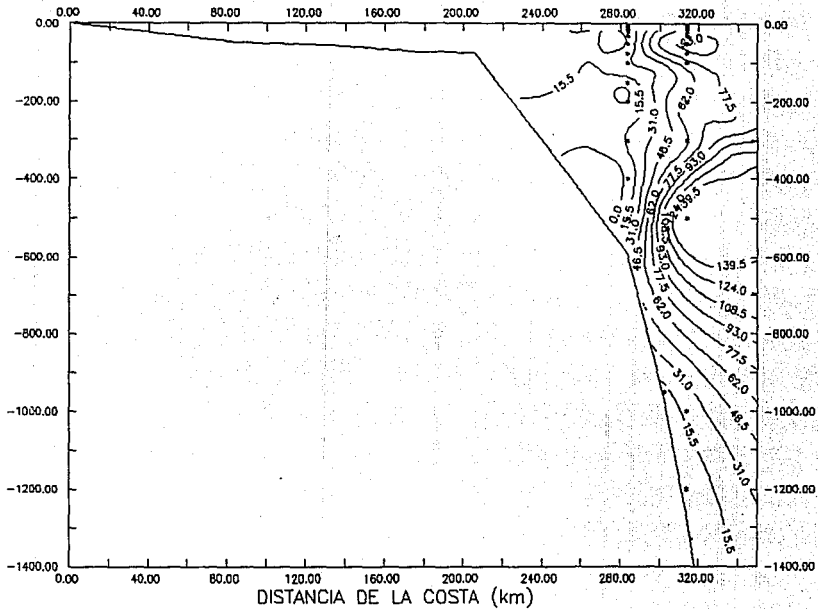


FIGURA 20

PO4 (micromol/L) CUARTO TRANSECTO

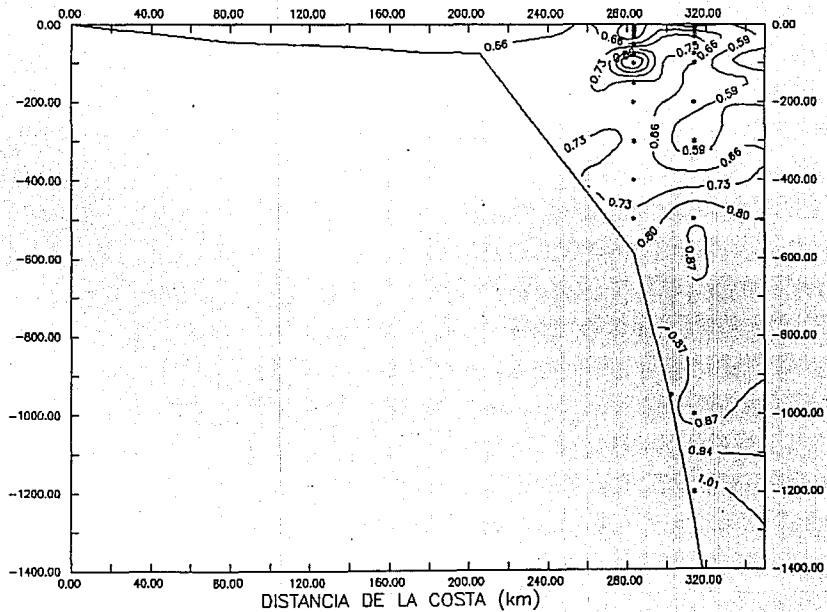


FIGURA 21
PROFUNDIDAD (m)

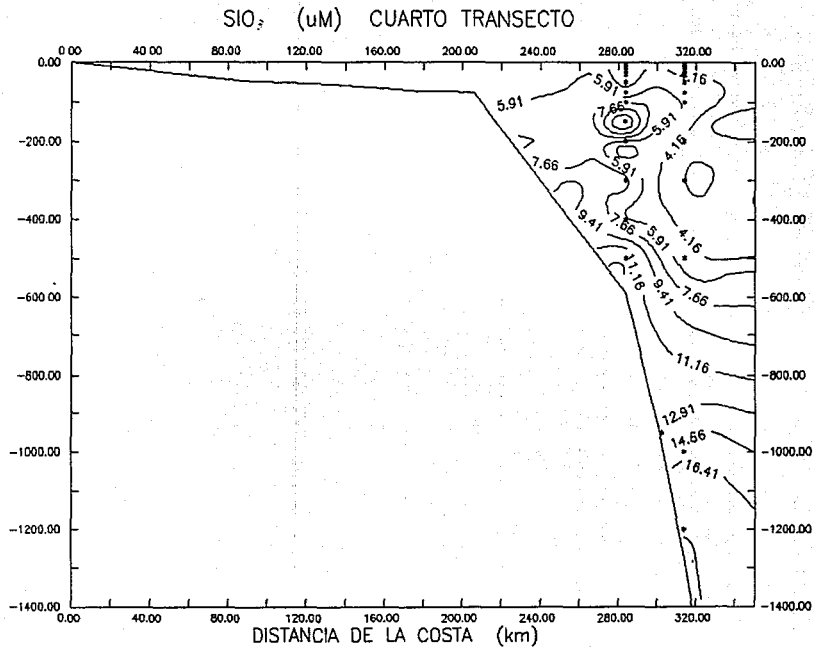


FIGURA 22

pH QUINTO TRANSECTO

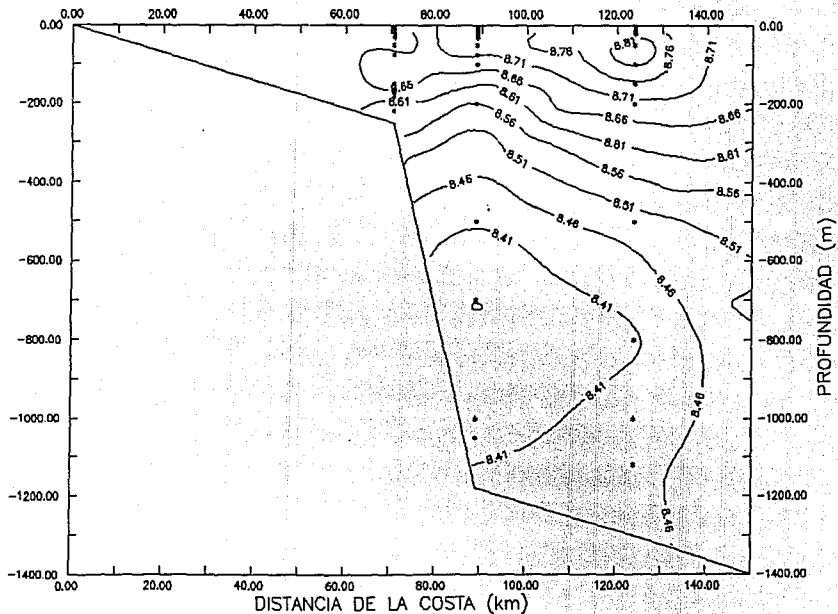


FIGURA 23

O₂ (micromol/L) QUINTO TRANSECTO

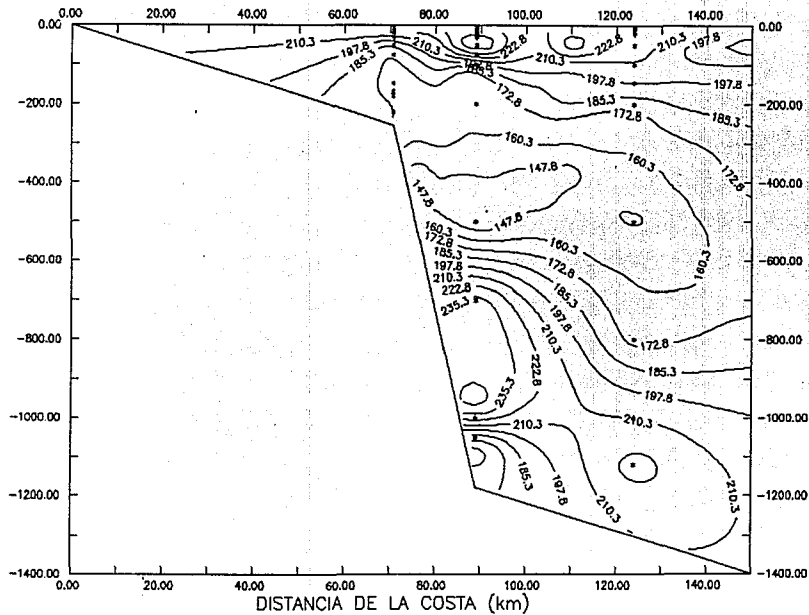


FIGURA 24

NO₃ (micromol/L) QUINTO TRANSECTO

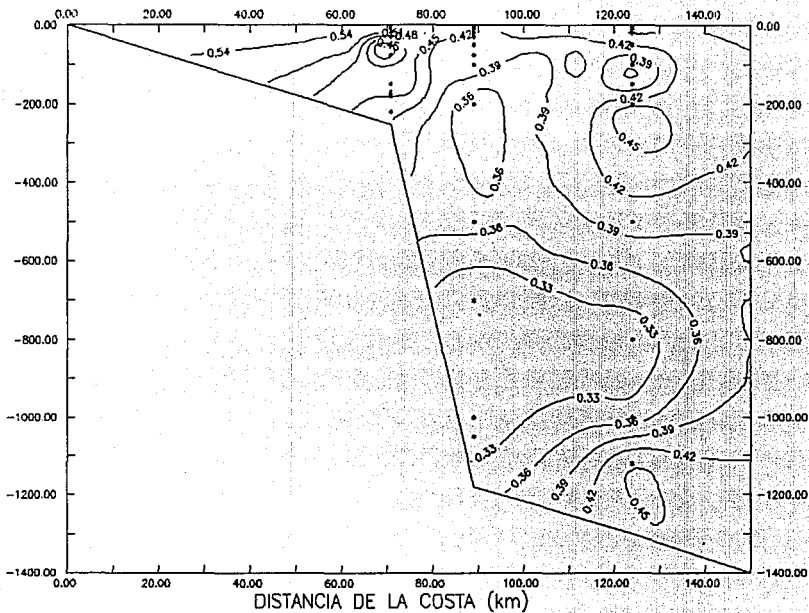


FIGURA 35
PROFUNDIDAD (m)

NO3 (micromol/L) QUINTO TRANSECTO

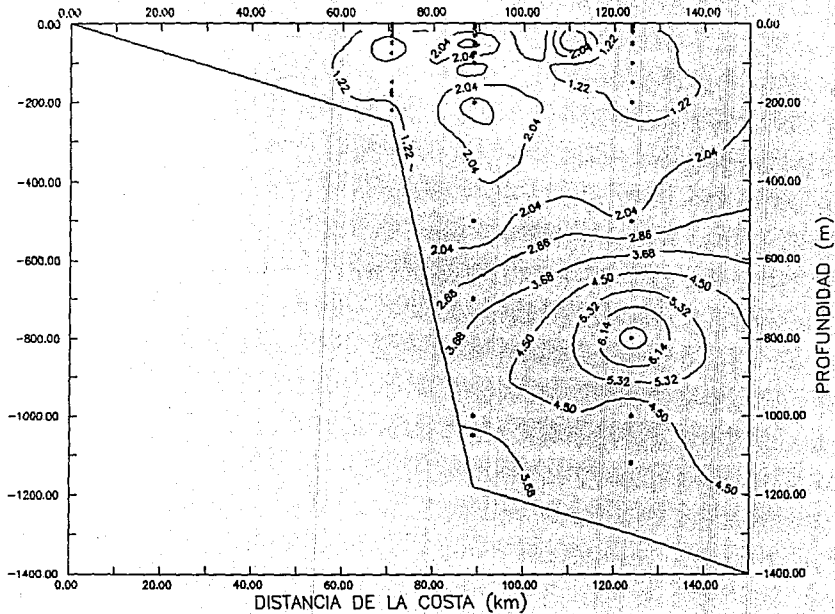


FIGURA 20

NH3 (micromol/L) QUINTO TRANSECTO

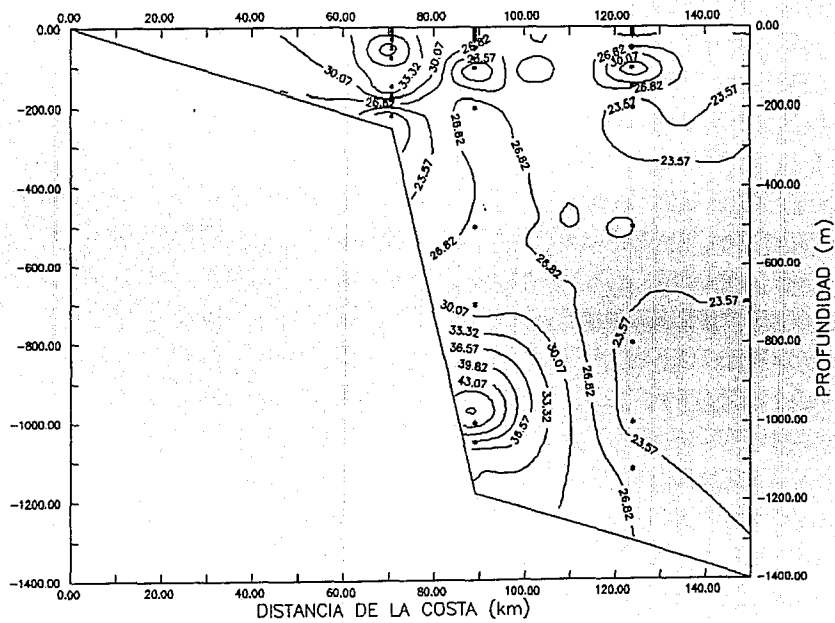


FIGURA 27

P04 (micromol/L) QUINTO TRANSECTO

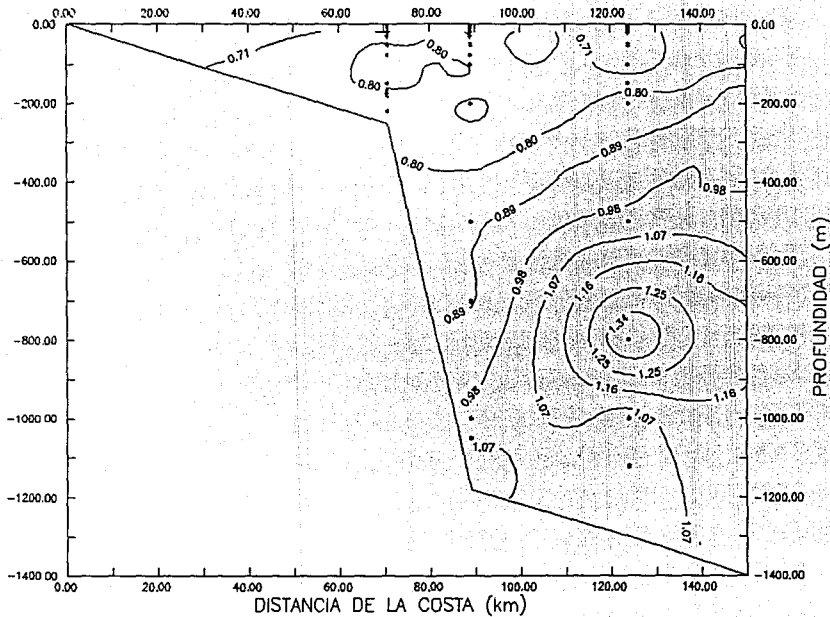


FIGURA 28

SiO₃ (μM) QUINTO TRANSECTO

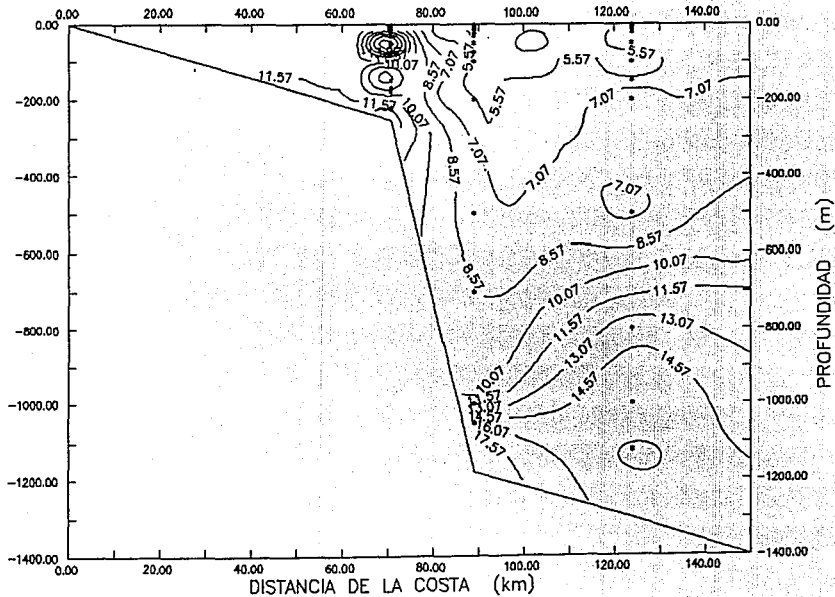


FIGURA 29

pH SEXTO TRANSECTO

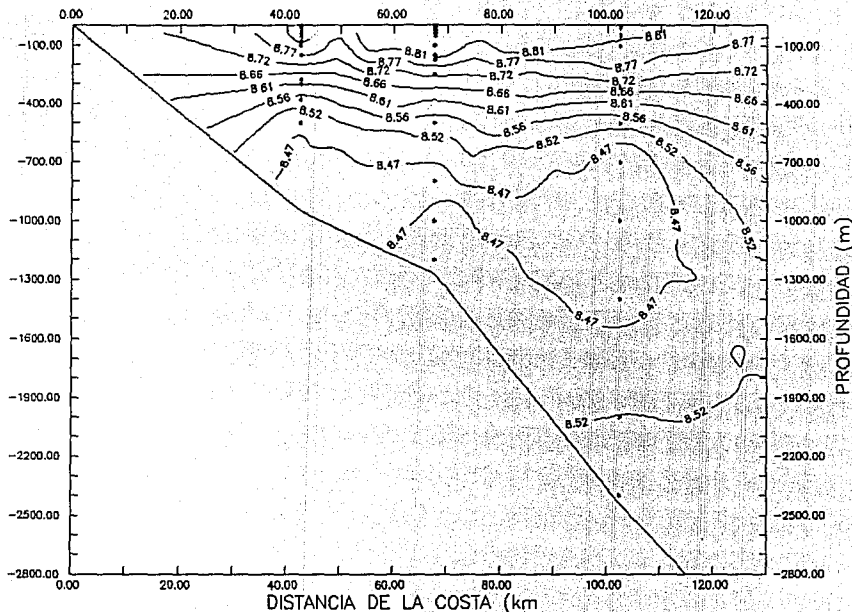


FIGURA 50
PROFUNDIDAD (m)

O₂ (micromol/L) SEXTO TRANSECTO

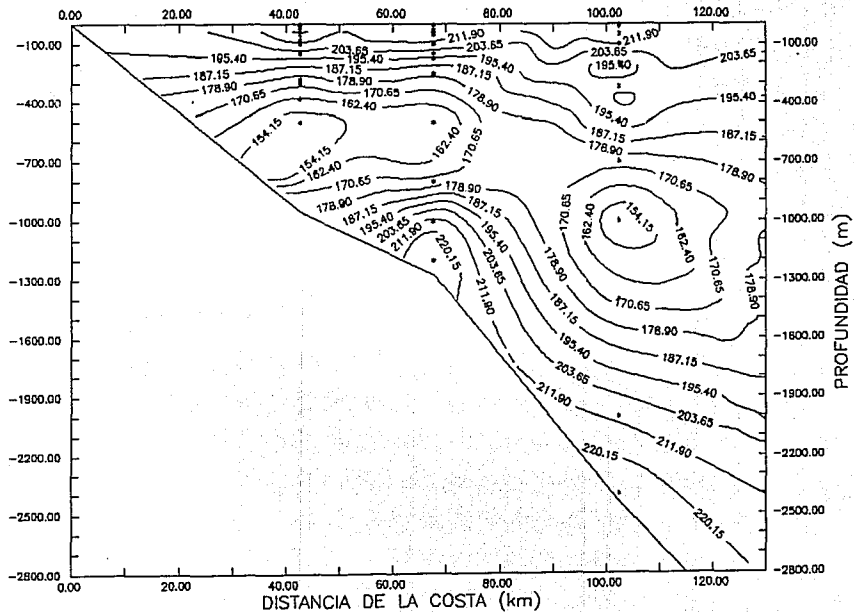


FIGURA 31

NO₂ (micromol/L) SEXTO TRANSECTO

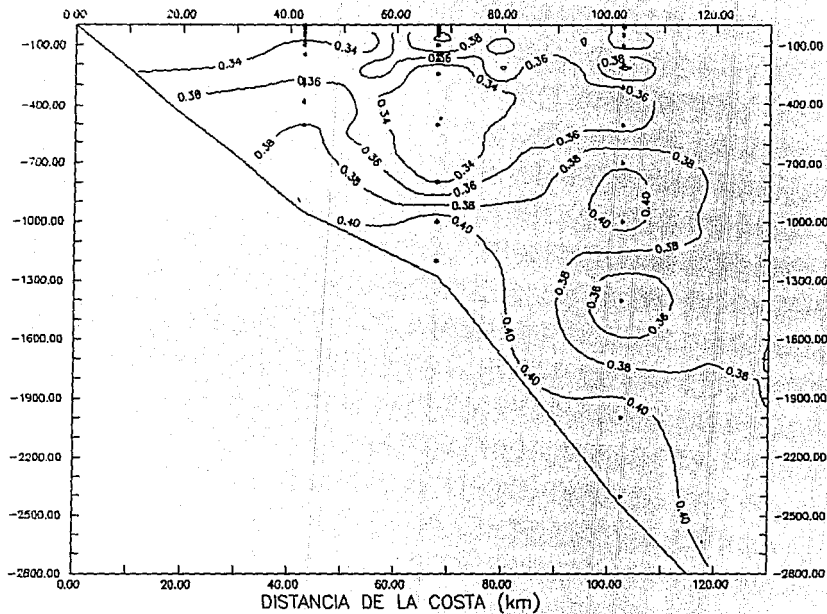


FIGURA 3.1

NO3 (micromol/L) SEXTO TRANSECTO

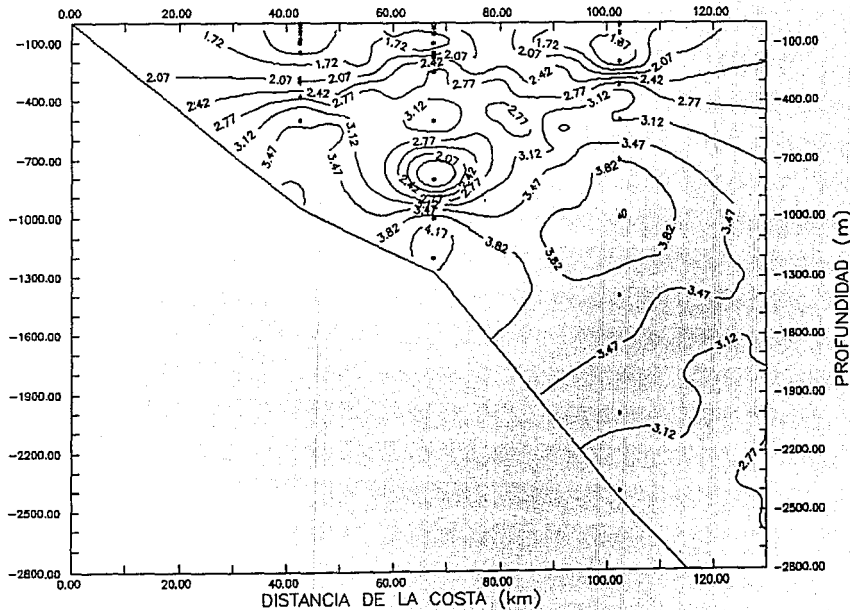


FIGURA 33

NH₃ (micromol/L) SEXTO TRANSECTO

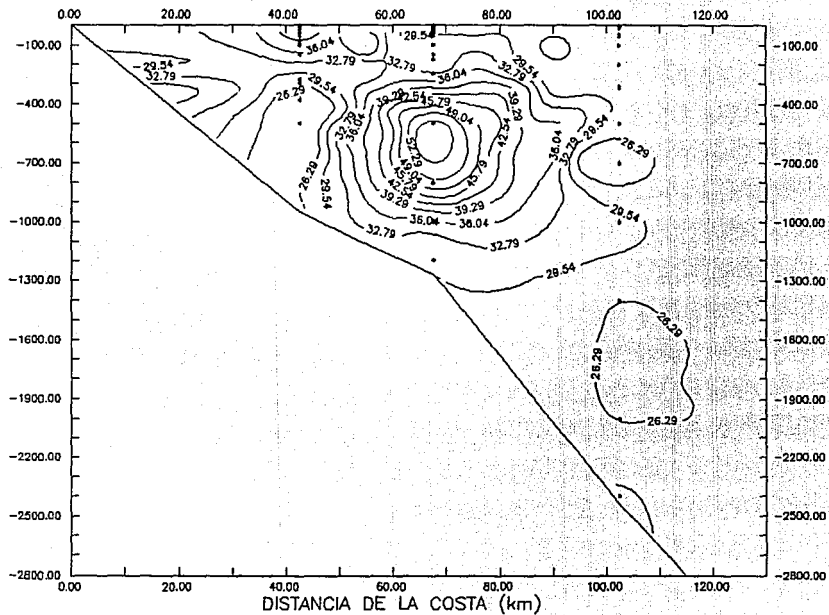


FIGURA 34
PROFUNDIDAD (m)

PO4 (micromol/L) SEXTO TRANSECTO

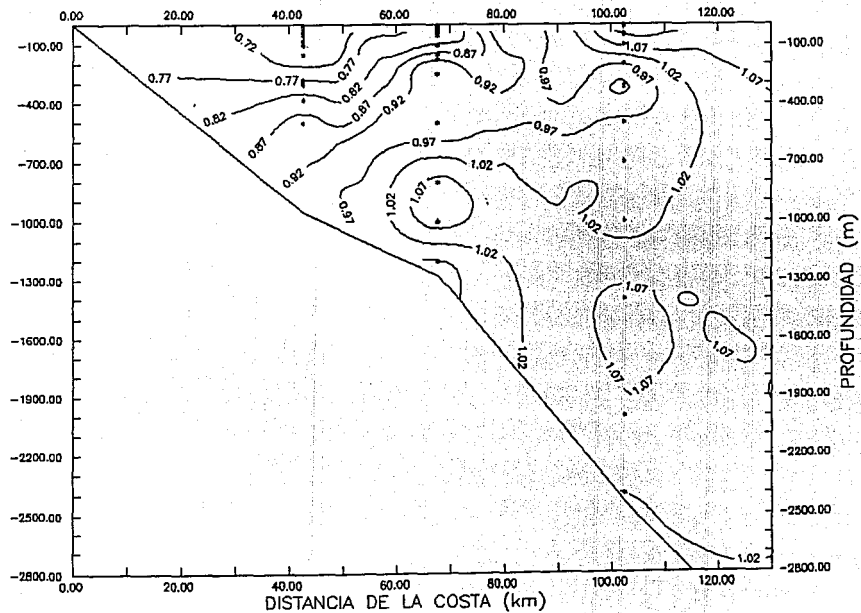


FIGURA 35

SiO₃ (μM) SEXTO TRANSECTO

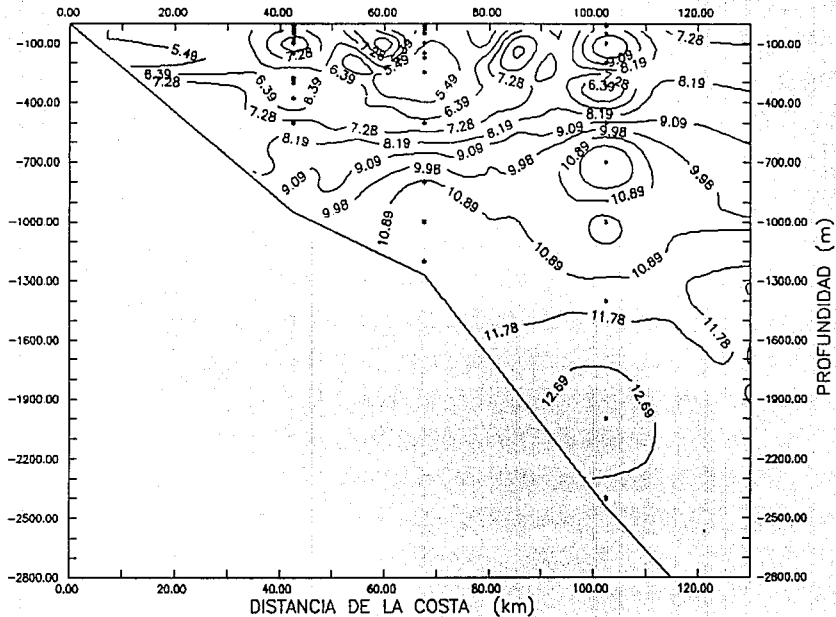


FIGURA 36

O₂ (micromol/L) SEPTIMO TRANSECTO

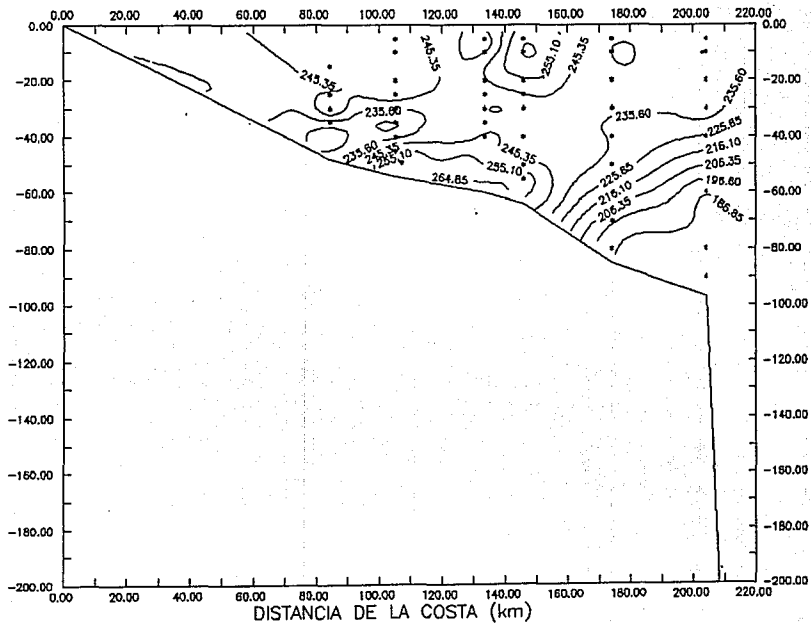


FIGURA 37
PROFUNDIDAD (m)

O₂ (micromol/L) OCTAVO TRANSECTO

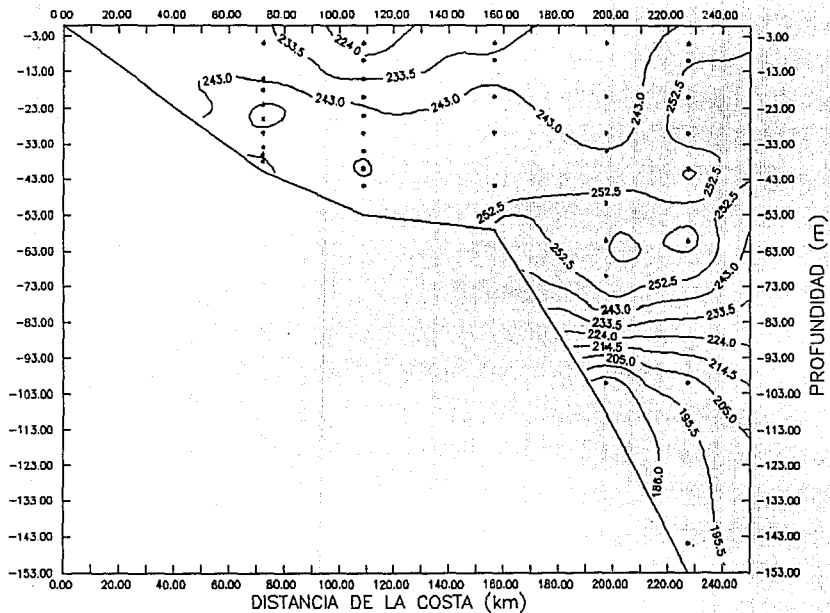


FIGURA 38

O₂ (micromol/L) NOVENO TRANSECTO

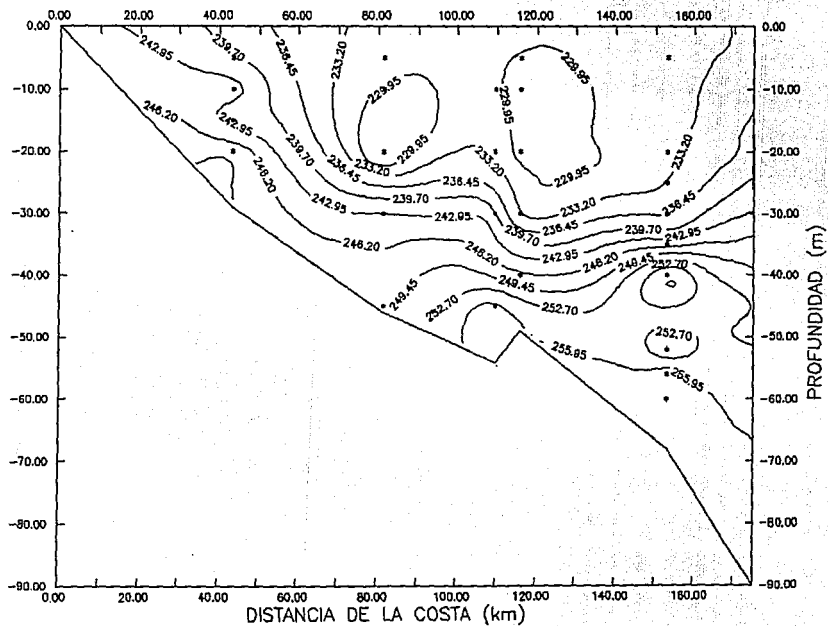


FIGURA 39

PH 10 TRANSECTO (detalle)

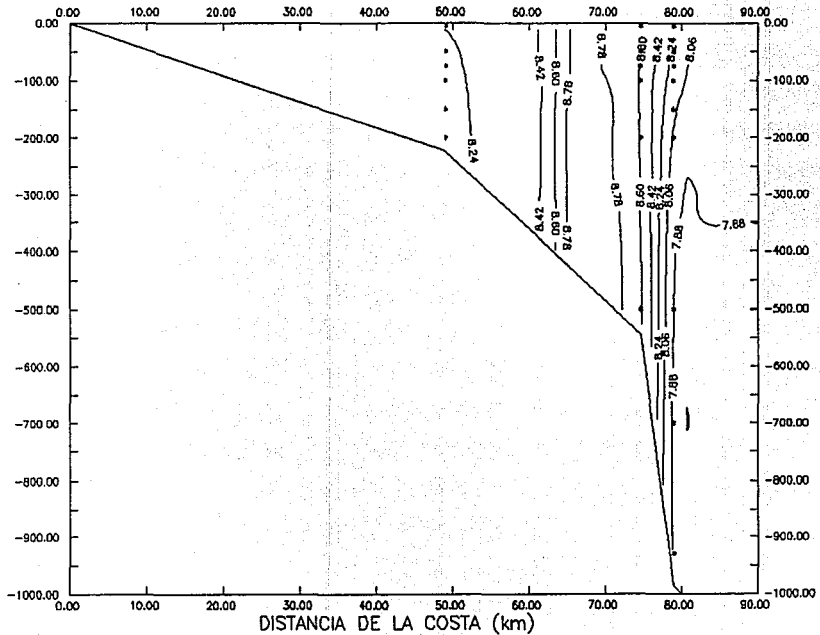


FIGURA 10

O₂ (micromol/ml) DECIMO TRANSECTO

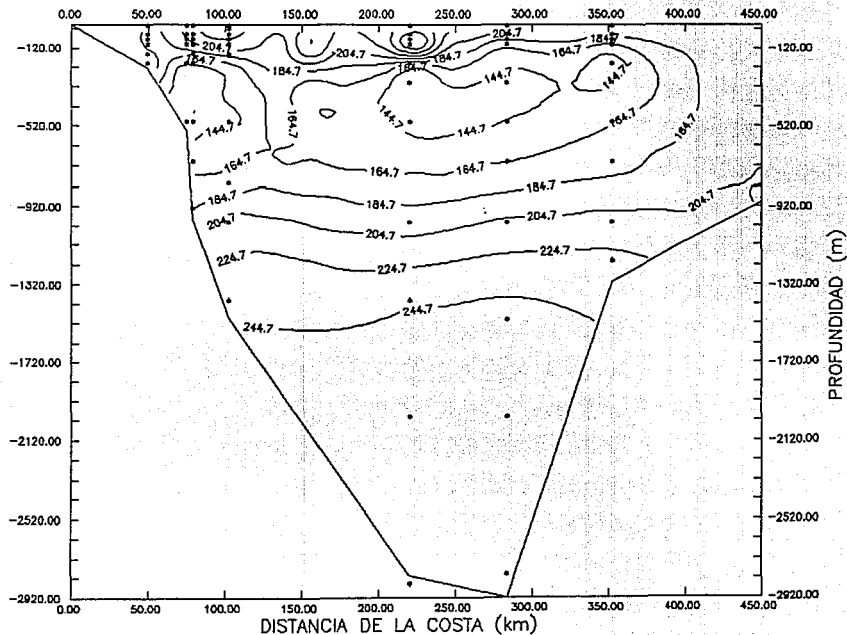


FIGURA 41

O₂ (μM/L) Detalle

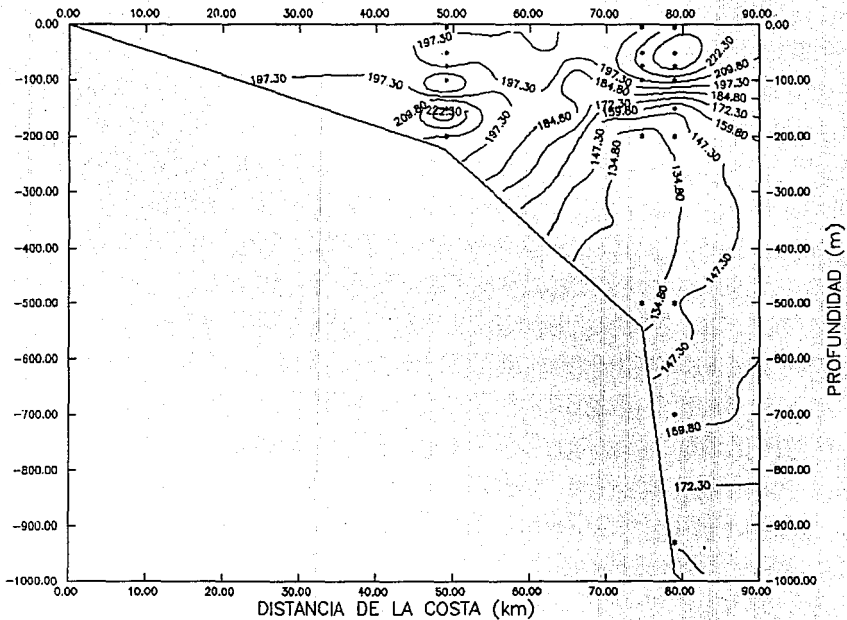


FIGURA 12

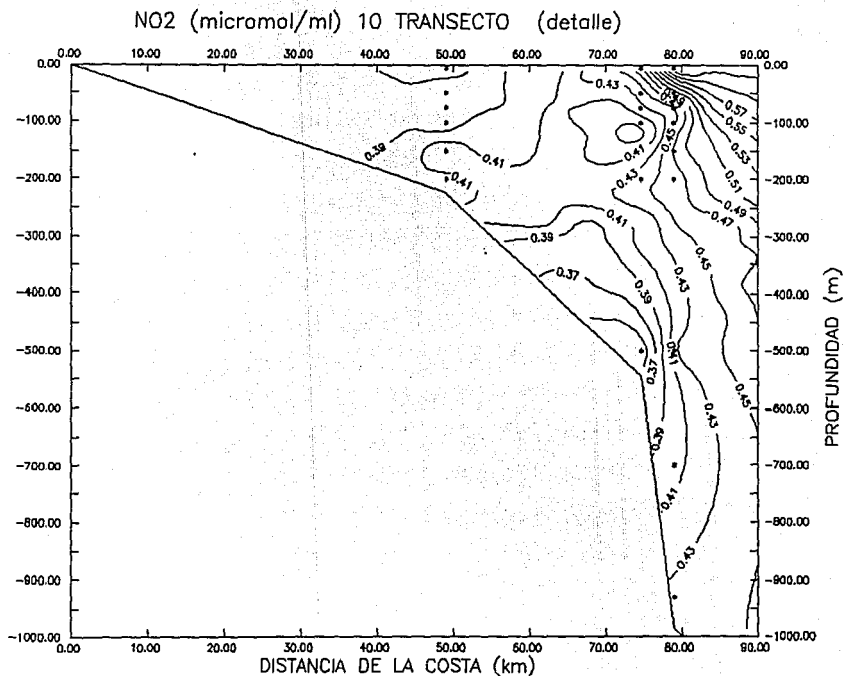


FIGURA 43

NO3 (micromol/ml) 10 TRANSECTO (detalle)

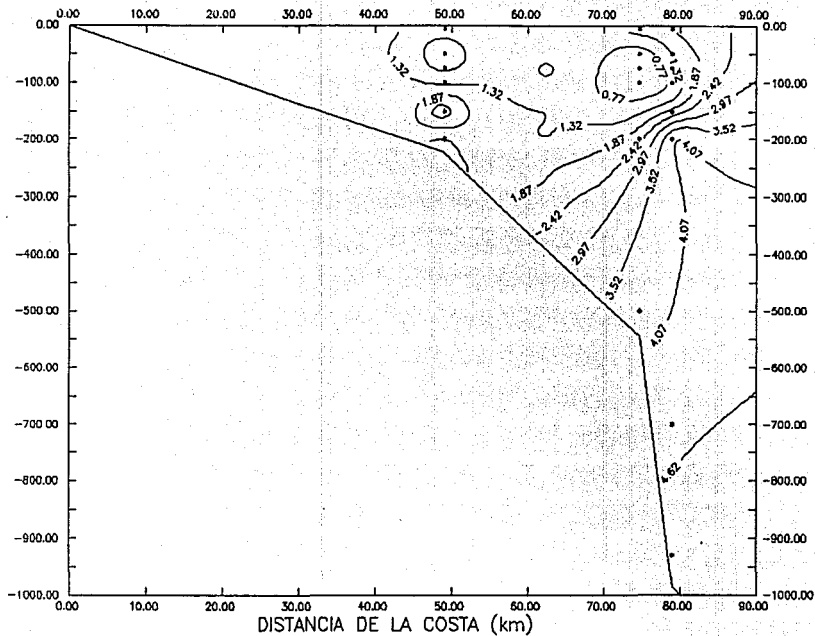


FIGURA 14

NH3 μM DECIMO TRANSECTO

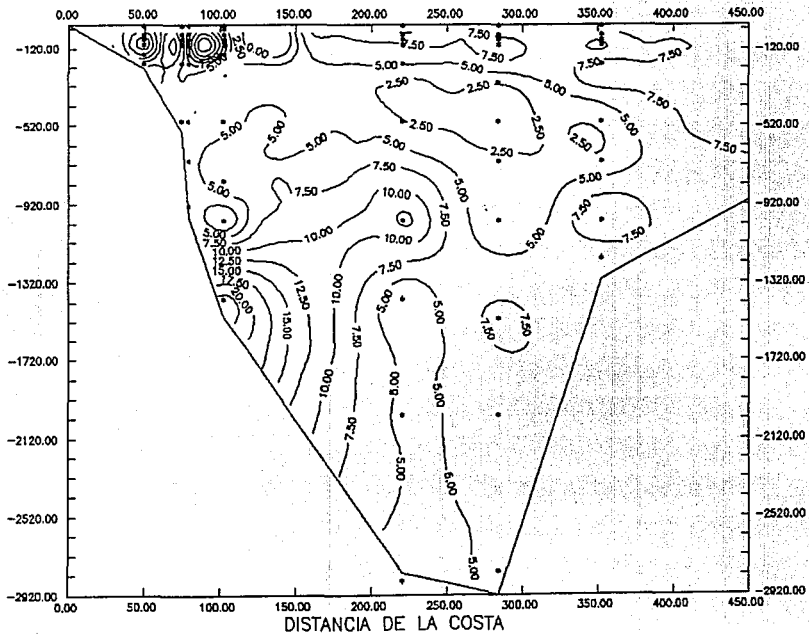


FIGURA 45

NH3 μM DECIMO TRANSECTO (detalle)

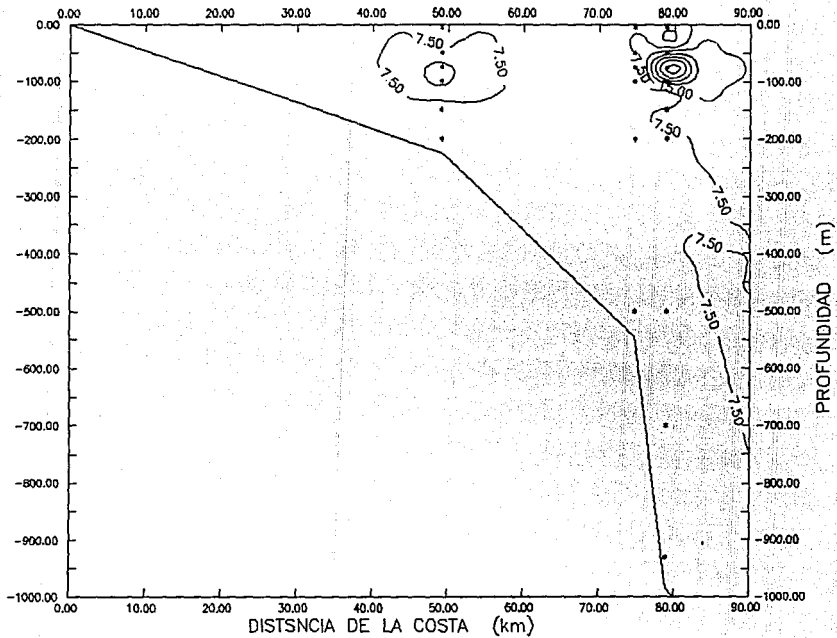


FIGURA 16

P04 (micromol/L) DECIMO TRANSECTO

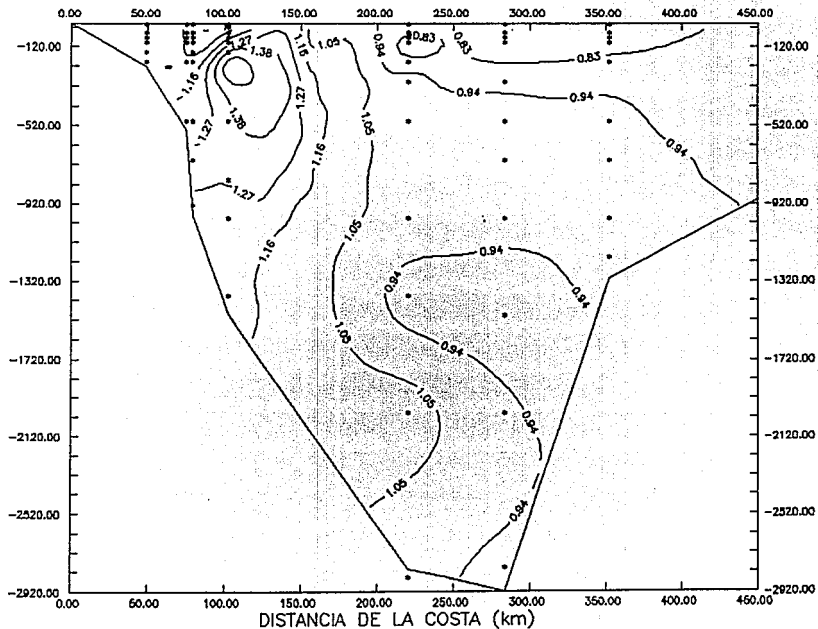


FIGURA 47

PO4 (micromol/L) DECIMO TRANS. (detalle)

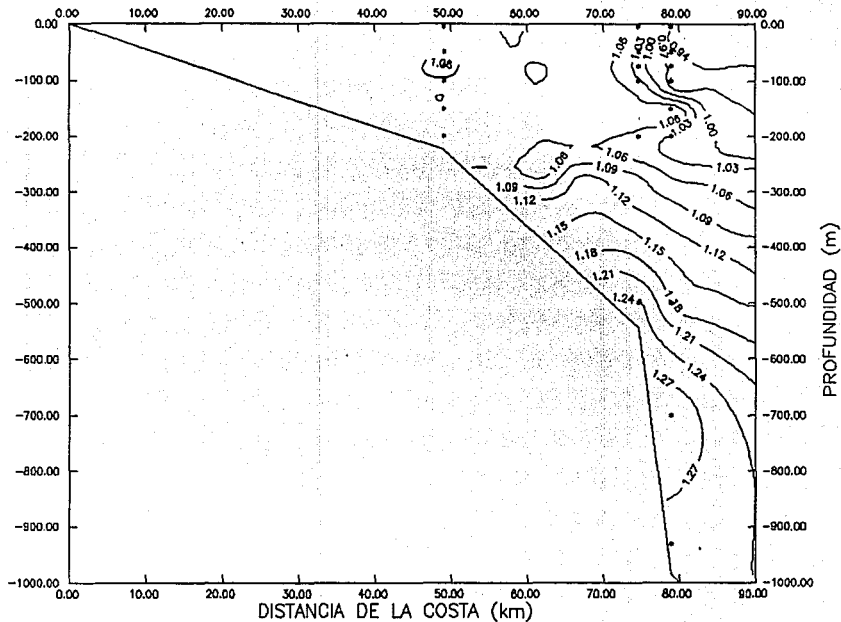


FIGURA 18

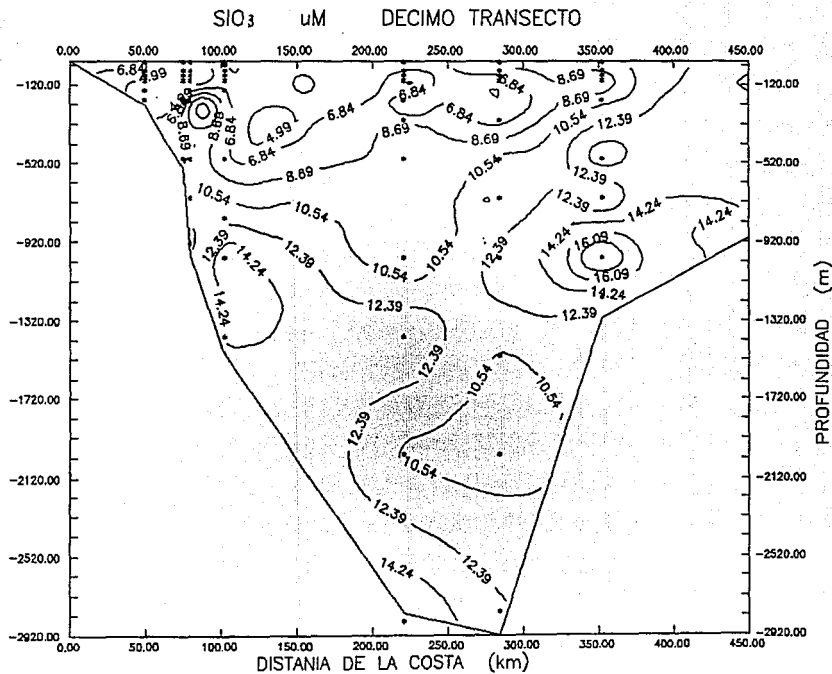


FIGURA 49

SIO₃ μ M DECIMO TRANSECTO (detalle)

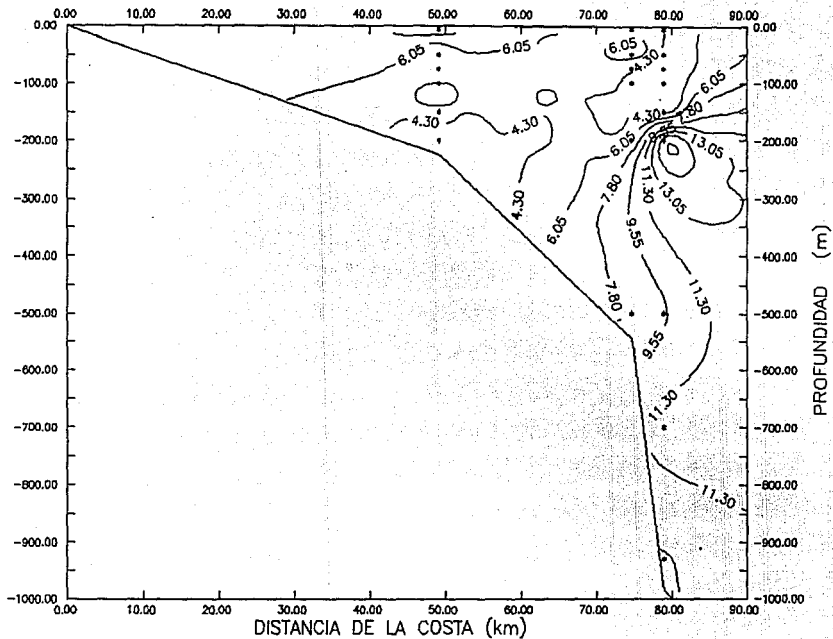


FIGURA 50

02 μM CORTE HORIZONTAL 5m

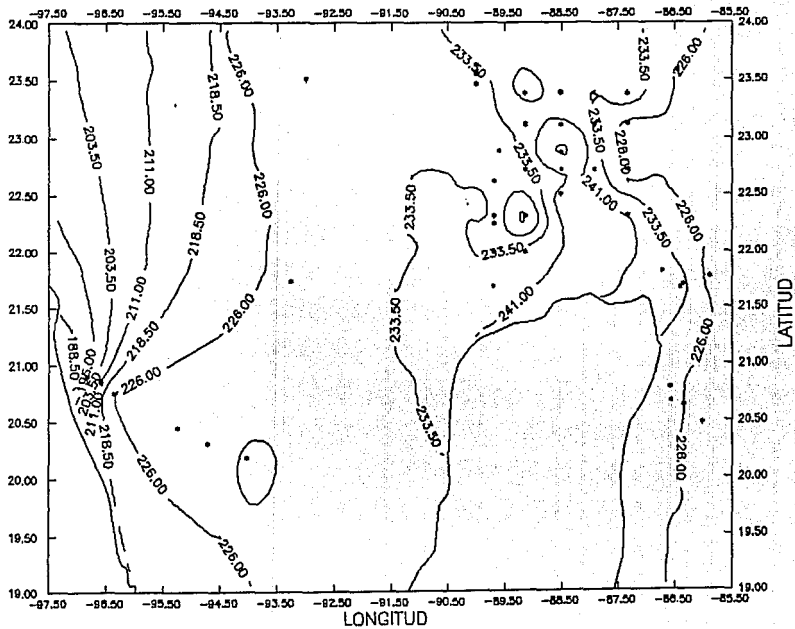


FIGURA 51

O₂ (μM) CORTE HORIZONTAL 50 m

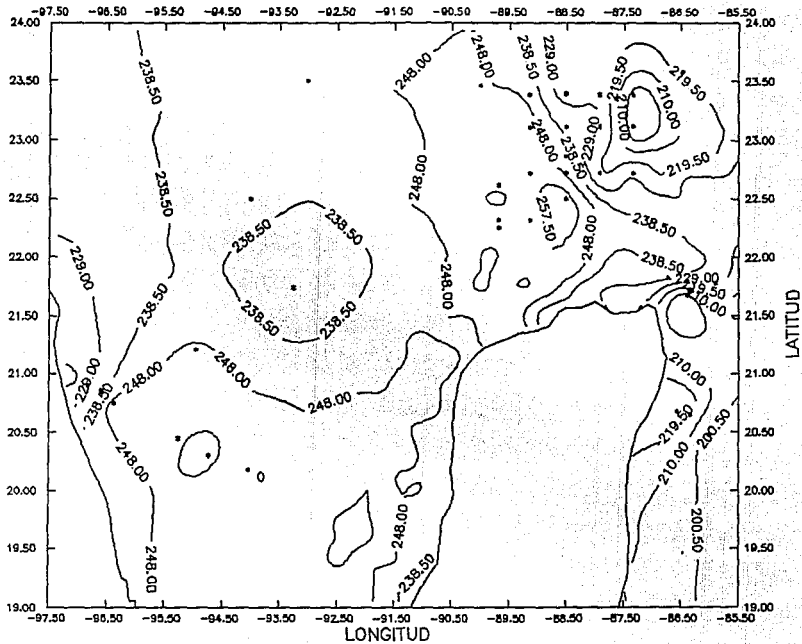


FIGURA 52

pH CORTE HORIZONTAL 5m

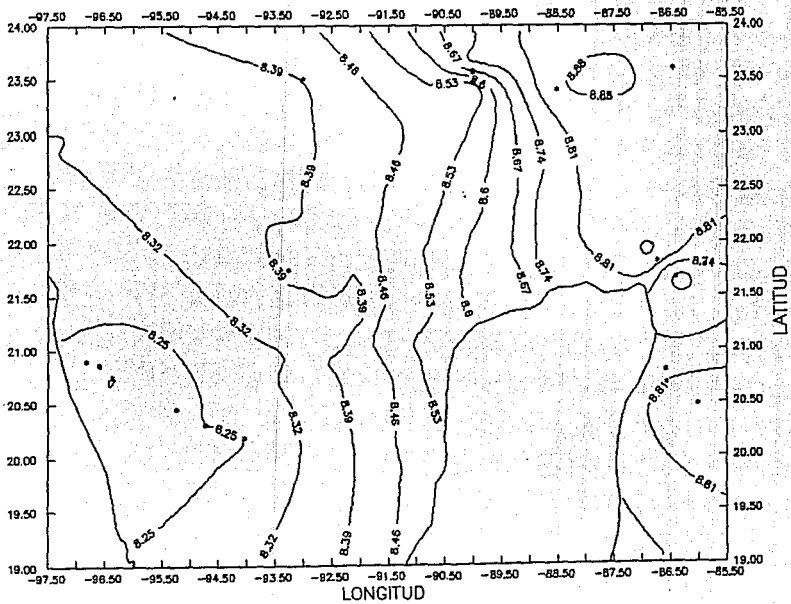


FIGURA 53

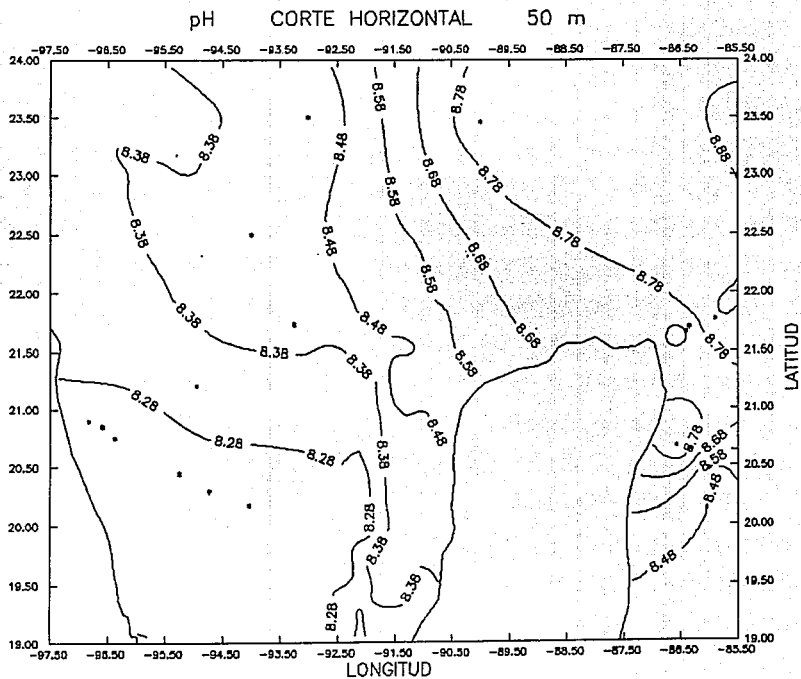


FIGURA 54

NO2 CORTE HORIZONTAL 5 m

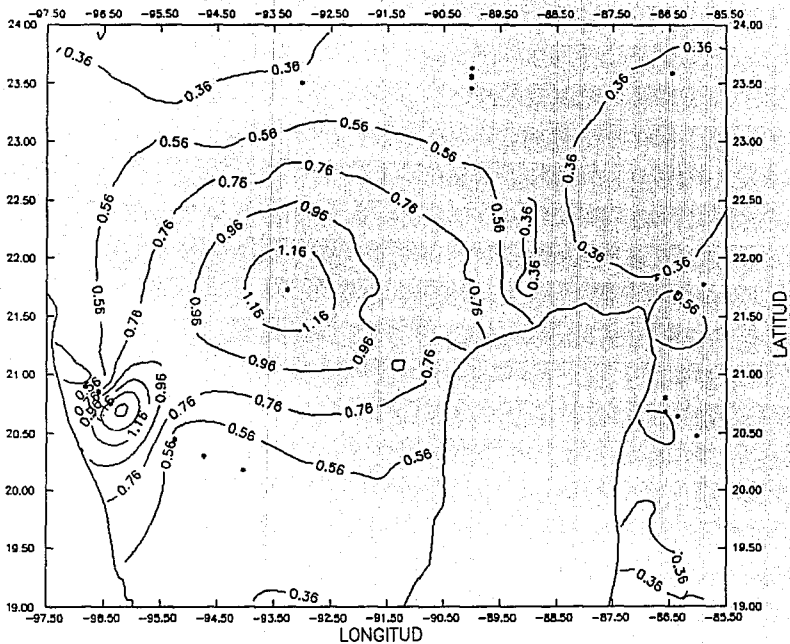


FIGURA 55

NO2 (μM) CORTE HORIZONTAL 50 m

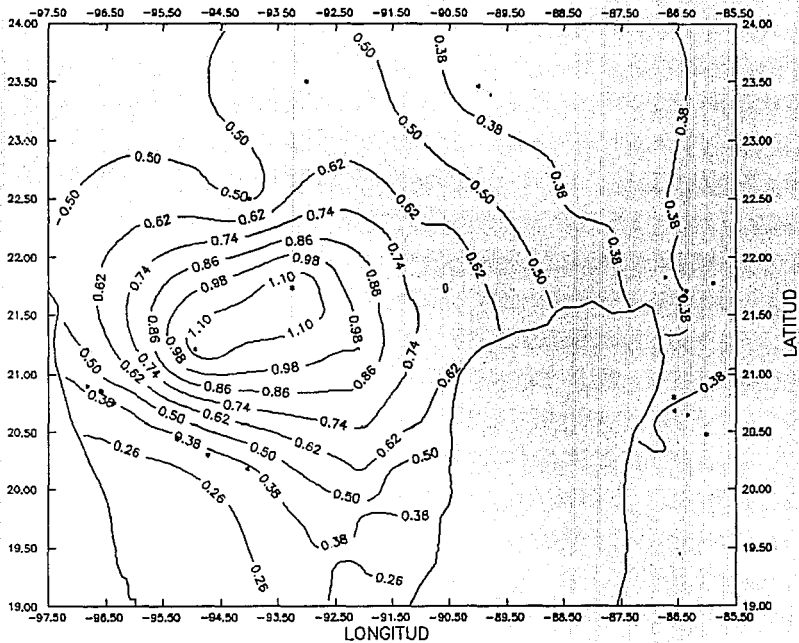


FIGURA 56

NO₃ μM CORTE HORIZONTAL 5m

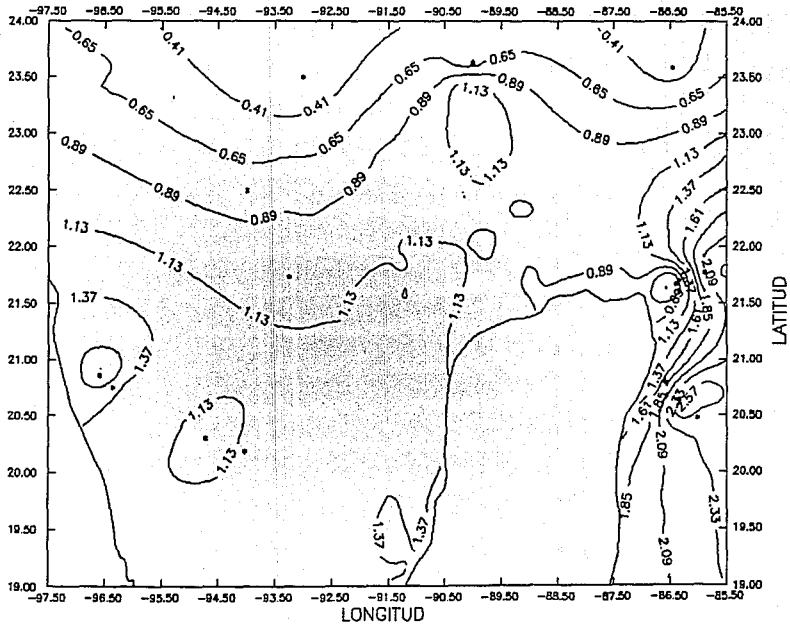


FIGURA 57

NO3 (μM) CORTE HORIZONTAL 50 m

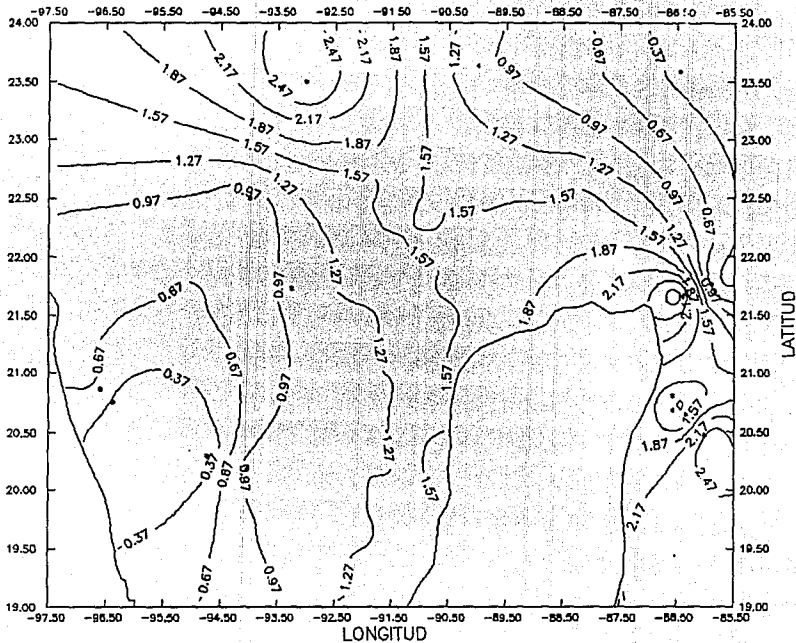


FIGURA 58

NH₃ (μM) CORTE HORIZONTAL 5 m

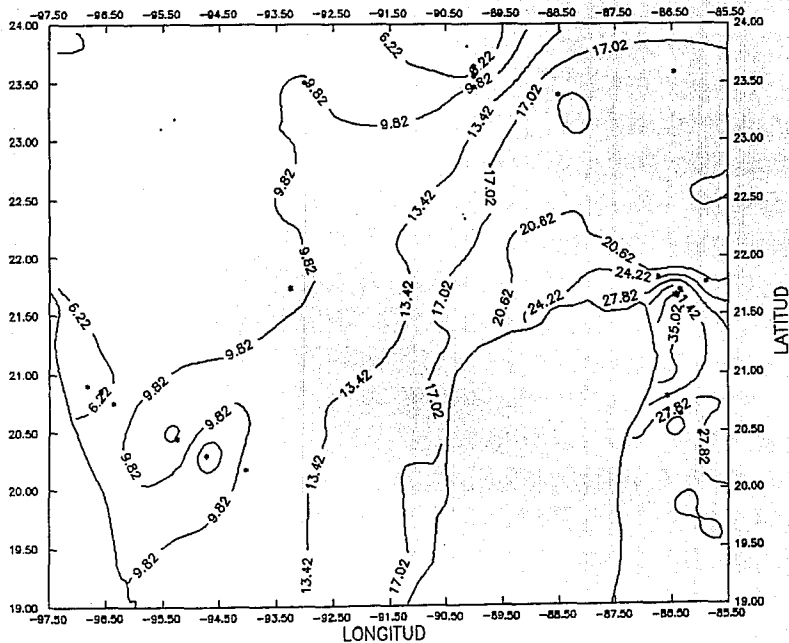


FIGURA 59

NH3 (μm) CORTE HORIZONTAL 50 m

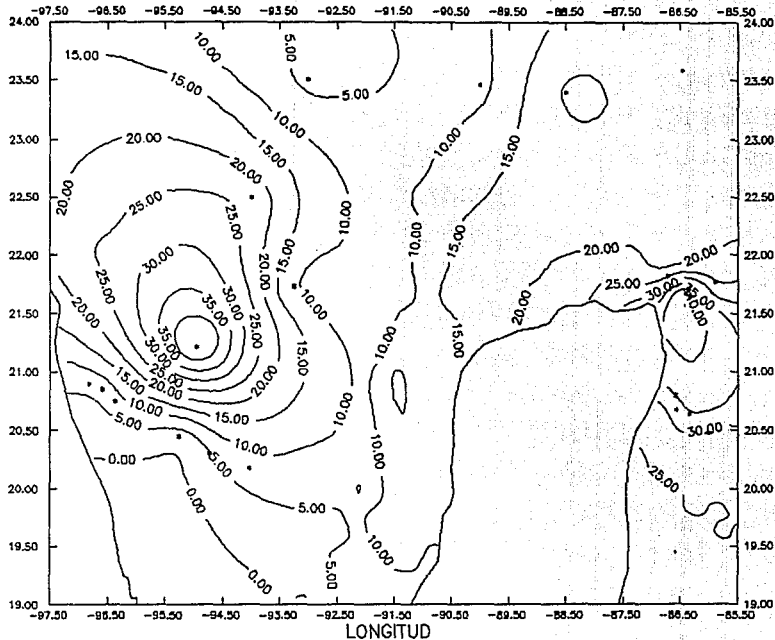


FIGURA 60

PO4 CORTE HORIZONTAL 5 m

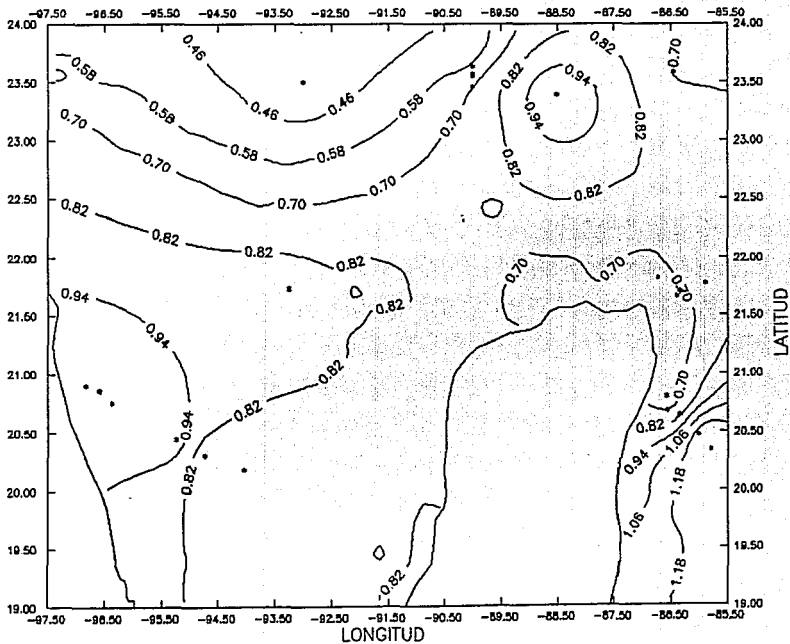


FIGURA 61

PO4 (μM) CORTE HORIZONTAL 50 m

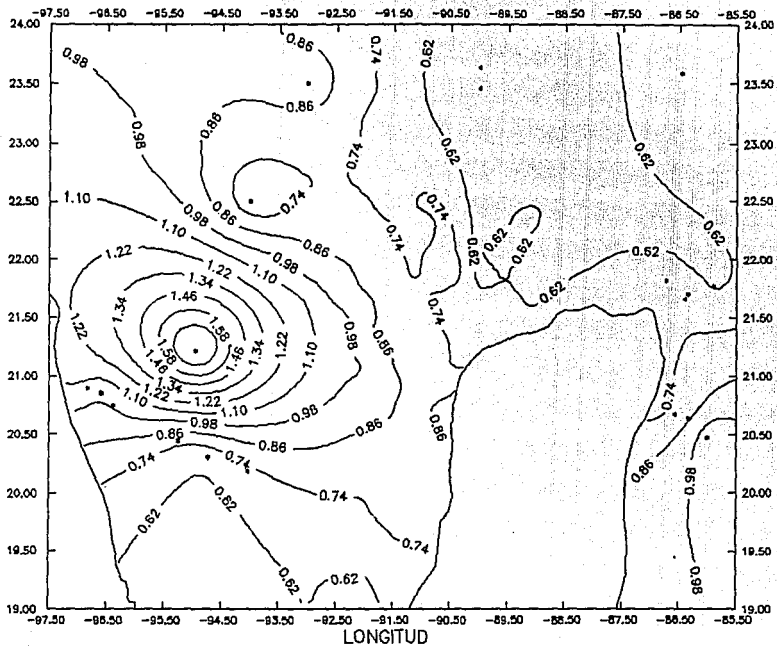


FIGURA 62

SiO₃ (μM) CORTE HORIZONTAL 5 m

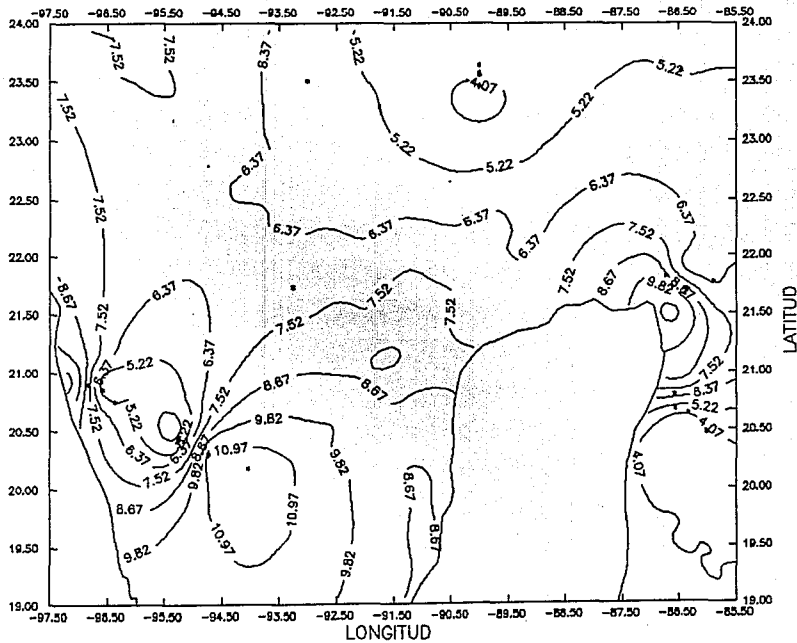


FIGURA 63

SiO₃ (μM) CORTE HORIZONTAL 50 m

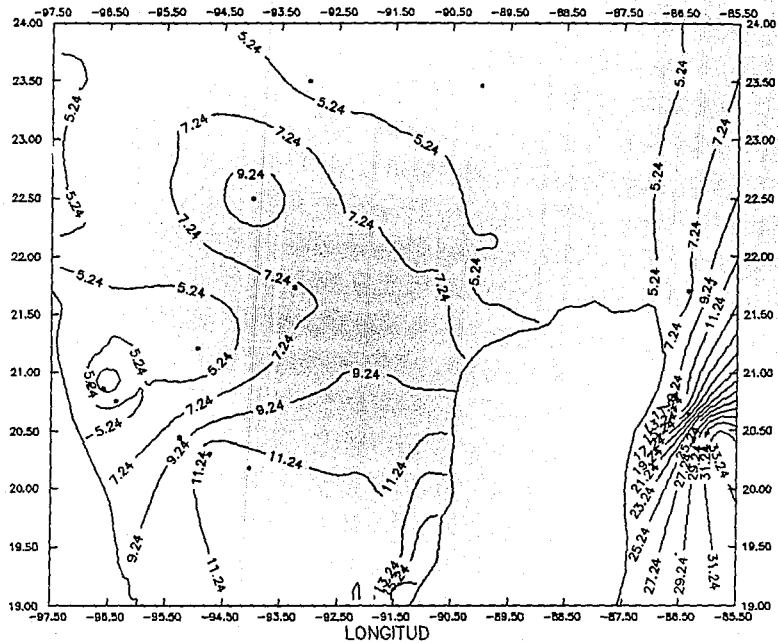
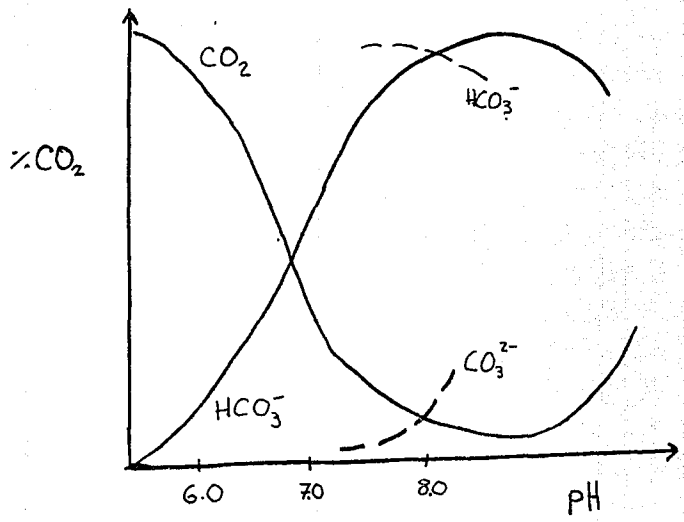


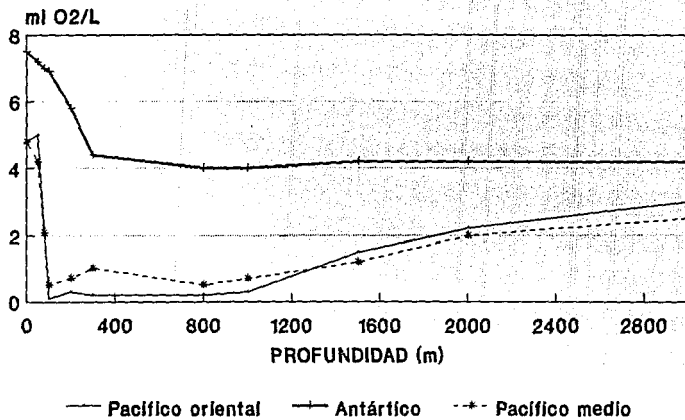
FIGURA 64

ANEXO 1



ANEXO 2

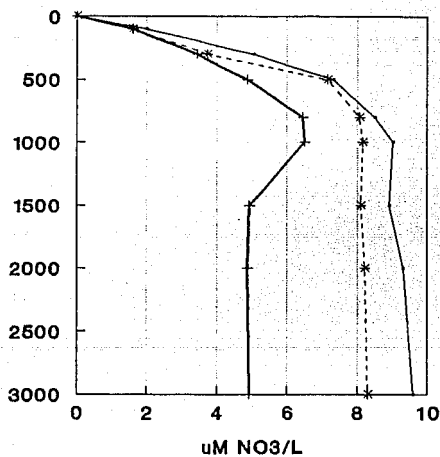
O₂



ANEXO 3

NO₃

PROFUNDIDAD (m)



— INDICO

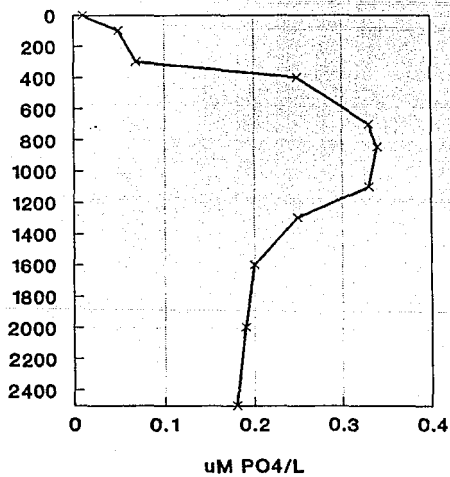
+ ATLANTICO

-*- PACIFICO

ANEXO 4

PO₄

PROFUNDIDAD (m)



—* ATLANTICO EQUATORIAL