

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS.

DISTRIBUCION DE NITRATOS Y FOSFATOS EN -  
UNA AREA DE BURGUECIAS COSTERAS EN BAJA-  
CALIFORNIA DURANTE LA PRIMAVERA DE 1976.

TESIS :

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE OCEANOLOGO

PRESENIA :

HECTOR ERNESTO REYNOSO NUÑO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA 1978.

Dedico este trabajo a mi esposa Yolanda por la fé que depositó en mí y el aliento que me brindó en los momentos difíciles.

A mis padres por inculcarme el deseo de realizarme profesionalmente.

A mis hermanos Javier, Jorge, Hero, Sergio, Raúl Carlos y Angelica; en mi deseo que se realicen en el plano profesional, humano y espiritual.

A mis queridos Suegros por la confianza y gran ayuda que me brindarán.

A mis familiares Paternos y Maternos por ese gran cariño que me han prodigado.

A mi adorada hija Naitzé, así como a mis futuros hijos.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado en el CIGESE (Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, B.C.) a cuyo Director Dr. Saúl Alvarez Borrego expreso mi agradecimiento por las facilidades que me fueron otorgadas para llevar a cabo el proyecto de Tesis.

En igual forma, mi agradecimiento al Cc. Manuel de Jesús Acosta Ruiz, Jefe del Departamento de Maricultivo del mencionado Instituto, por haber aceptado la Dirección de esta Tesis.

Mi reconocimiento y mi agradecimiento al Cc. Gilberto Gaxiola por sus útiles recomendaciones y su gran asistencia en los trabajos de laboratorio.

A la Técnico en Laboratorio Sila Hájera, por su constante observación en el buen resultado de mis análisis.

También expreso mi profundo agradecimiento a los Cc. Anador Buenrostro y María Luisa Argote, integrantes del Departamento de Oceanografía del mismo Instituto por sus acertadas críticas y consejos, para el presente trabajo.

Mi gratitud a la Cc. Talpa D. Lara por la facilidad que me brindó en procesar las muestras del crucero ESCOBAC.

A la Srta. Alma Casán por su gran ayuda en el análisis de las muestras.

A mis amigos y compañeros de Estudios Profesionales así como de Artes Marciales, Rubén García Gaytán y Miguel López Tracy, mi agradecimiento por su gran interés y ayuda que me prestaron para llevar a cabo este trabajo

A la Srta. Araceli Díaz Barona doy las gracias — por su gran esmero con que llevó a cabo el trabajo mecanográfico de esta Tesis.

A la prestigiosa Universidad Autónoma de Baja California.

Por último mi eterno agradecimiento a mi querida e inolvidable Escuela Superior de Ciencias Marinas, así como a todo el profesorado que me ayudó a realizarme en el plano profesional.

## I N D I C E

	Páginas
I.- INTRODUCCION . . . . .	1
A) ANTECEDENTES . . . . .	4
B) OBJETIVOS . . . . .	7
C) DESCRIPCION GEOGRAFICA DEL AREA . . . . .	7
II. _ MATERIALES Y METODOS EMPLEADOS . . . . .	7
III. RESULTADOS . . . . .	12
IV. _ DISCUSION DE LOS RESULTADOS. . . . .	38
V.- CONCLUSIONES - . . . . .	41
VI. _ RECOMENDACIONES. . . . .	42
VII. BIBLIOGRAFIA . . . . .	43

1.- INTRODUCCION

Debido al aporte de fosfatos, nitratos y silicatos que suministran las surgencias de Baja California, las cuales se distribuyen a lo largo de la costa oeste de la Península de Baja California, hacen de ésta una de las áreas más productivas del mundo, ésta era la necesidad de tener datos para comprender bien este fenómeno y por tal razón se diseñó el proyecto ESCORAC ( Estudios de Surgencias costeras de Baja California ), auspiciado por el CICESE y en colaboración con la Unidad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California.

En éste estudio se obtuvieron datos sobre los parámetros de oxígeno disuelto, salinidad, densidad, clorofila, pH, alcalinidad y nutrientes ( fosfatos y nitratos ) de los cuales estos últimos comprenden este trabajo.

Las surgencias se manifiestan generalmente a lo largo de las costas oeste de los continentes, Smith ( 1968 ).

Algunas zonas de surgencias intensas son las costas de Africa, Australia, Baja California, Oregon y Perú.-

Algunos investigadores han definido una surgencia como un movimiento ascendente de cierta extensión y duración mínima, por medio del cual el agua superficial de una región del océano se desplaza hacia mar afuera y es renovada por aguas provenientes del fondo debido a un flujo

horizontal, Sverdrup ( 1938 ), Wirth ( 1963 ) y Smith - ( 1968 ).

Las surgencias tienen como características baja temperatura, alta densidad, bajo contenido de oxígeno disuelto y alta concentración de nutrientes en las capas superficiales.

Un mapa que muestre las áreas de surgencias en el mundo, describe generalmente las zonas de intensa actividad biológica, Mc. Donald ( 1967 ).

El fenómeno de surgencias en la Península de Baja California, se produce por vientos dominantes provenientes del norte y noroeste, los cuales ocurren durante los meses de abril, mayo y junio para la latitud de 30°N, Bakun ( 1973 ). Estos vientos producen un efecto de fricción en las capas superficiales, las cuales por el efecto de la aceleración de Coriolis producen una desviación en las capas inferiores, lo que da un vector resultante de 45° hacia la derecha por ser latitud norte, esto significa un acarreo mar afuera de las capas superficiales que crea la necesidad de ser renovadas por aguas provenientes del fondo.

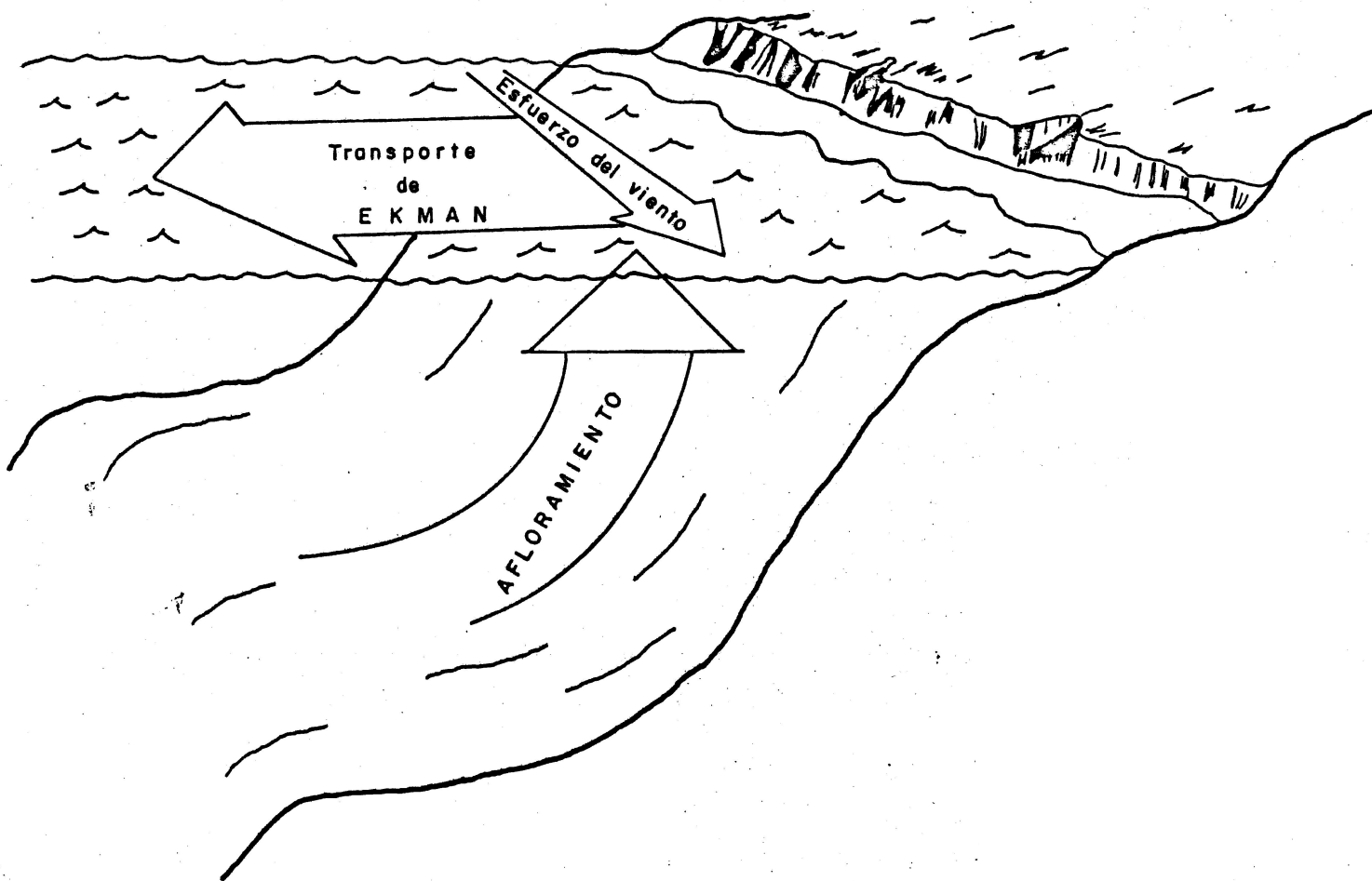


FIG. 1 REPRESENTACION HEURISTICA DE UNA SURGENCIA

a).- Antecedentes

Las primeras investigaciones sobre surgencias se realizaron por los años 30 en el buque "Keteora". Investigadores como Sverdrup ( 1937 ), Smith ( 1968 ), Cushing ( 1971 ), Simpson y Giffith ( 1971 ), Mc Nider y O'Brien ( 1973 ), - realizaron los primeros estudios descriptivos, siendo Cushing ( 1971 ), el que describió las surgencias más a fondo.-

Algunas investigaciones han demostrado que existen incrementos en la producción primaria, como resultado de las surgencias ( Michael, 1921; Hoberg 1928; Gunther, 1936; -- Sverdrup y Allen, 1939; Allen, 1945; Sargent y Walker 1948; Steeman y Nielsen 1954; Bolin y Abbott, 1963 y Smayda, 1966) citados por M. Laurs ( 1967 ).

El afloramiento de agua rica en materiales nutritivos trae como consecuencia una alta productividad primaria - ( Anderson, 1964; Stevenson y Richards, 1964; Curl y Small 1965 ), citados por M. Laurs ( 1967 ).

Laurs ( 1967 ) en un estudio que realizó en las costas del sur de Oregon, encontró que la concentración de productores primarios ( Nivel trófico I ) estimada a partir de las concentraciones de clorofila fue mayor cerca de la costa durante surgencia activa y fuera de la costa a finales de invierno y primavera. La biomasa media de herbívoros ( Nivel trófico II ) y carnívoros ( Nivel trófico III ), --

estimada a partir de pesos secos, fue mayor en el otoño - después de que la surgencia había terminado. Las mayores biomasa del Nivel trófico III, tendieron a encontrarse sucesivamente mar adentro, a medida que la estación de surgencia progresaba. Las biomasa de fitoplancton, herbívoros y carnívoros primarios fueron considerablemente mayores cerca de la costa que fuera de ella.

Existen estudios específicos para especies de peces de importancia comercial tal es el caso del atún aleta - amarilla Neothunnos macropterus, el cual se vincula con la biota que se desarrolla en las áreas de surgencias del Pacífico central ( Cotte, 1955, 1957 y King, 1953 ) citados por M. Laurs ( 1967 ).

Smith ( 1968 ) hizo estudios de surgencias en las costas de Oregon demostrando su existencia en esa zona.

A partir de 1972 se ha venido desarrollando un proyecto denominado Programa de Análisis de Ecosistemas de Surgencias Costeras ( CUSA ), auspiciado por la Década Internacional de Explotación Oceánica ( IOOE ), cuyo objetivo de investigación es desarrollar modelos simulados de ecosistemas de surgencias costeras, CUSA NEWS LETTER ( 1973 ).

Chávez G. ( 1974 ) realizó estudios en aguas adyacentes a la Bahía de Todos Santos en Baja California, demostrando la existencia de este fenómeno.

Las surgencias en Baja California se pueden observar durante todo el año, pero alcanzan su mayor intensidad al fin de primavera y principios de verano ( Para la lat. de 30°), debido a que el viento hacia el Ecuador alcanza su esfuerzo máximo en esta época, Bakka ( 1974 ).

La incidencia de aguas frías del fondo ricas en materiales nutritivos, provocan un ciclo de producción de alta amplitud y como consecuencia el florecimiento de grandes pesquerías, Cushing ( 1975 ).

Argote Espinoza ( 1978 ) concluye que el área de surgencias está fuertemente influenciada por la topografía, y la escala de respuesta hidrológica del océano a los vientos favorables es de un día.

Es bien sabido por los habitantes cercanos a esas regiones, la existencia continua de neblinas que son producto del choque térmico que ocurre cuando aguas más frías --provinientes del fondo se mezclan con aguas más tibias de la superficie. Estas aguas están dotadas de un gran potencial pesquero, donde cardúmenes de anchoveta, atún, macarela y sardina son abundantes, además de un sin número de especies de costa.

b )- Objetivo

El objetivo del presente trabajo es el de obtener - resultados preliminares del comportamiento de nutrientes - para una area con eventos de surgencias costera. Los da - tos obtenidos servirán como un antecedente a las pesque - rías de la zona, así también se podrán establecer rela - ciones de aporte e influencia al interior de la Bahía de San Quintín.

c).- Descripción geográfica del area

El area de muestreo se encuentra a los 30°45'N de - latitud, entre Punta San Jacinto y Punta San Telmo; Esta zona se encuentra a 300 Km aproximados de distancia de la ciudad de Ensenada, Baja California y a 25 Km antes de - llegar al Poblado de San Quintín, Baja California. Estos lugares se encuentran en la parte Oeste de la Península - dentro del Océano Pacífico, ( Fig. 2 ).

II.- MATERIALES Y METODOS

Debido a que las surgencias en Baja California, ocu - rren con una periodicidad en los meses de abril a junio, este muestreo se realizó durante el 11 al 19 de Junio de 1976, a bordo de la embarcación " Dragaminas 20 ". Se con - sideraron cinco estaciones en sentido perpendicular a la costa entre Punta San Jacinto y Punta San Telmo, Baja Ca - lifornia ( Fig. 2 ). La E<sub>1</sub> se localizó a 8.23 Km. de la -

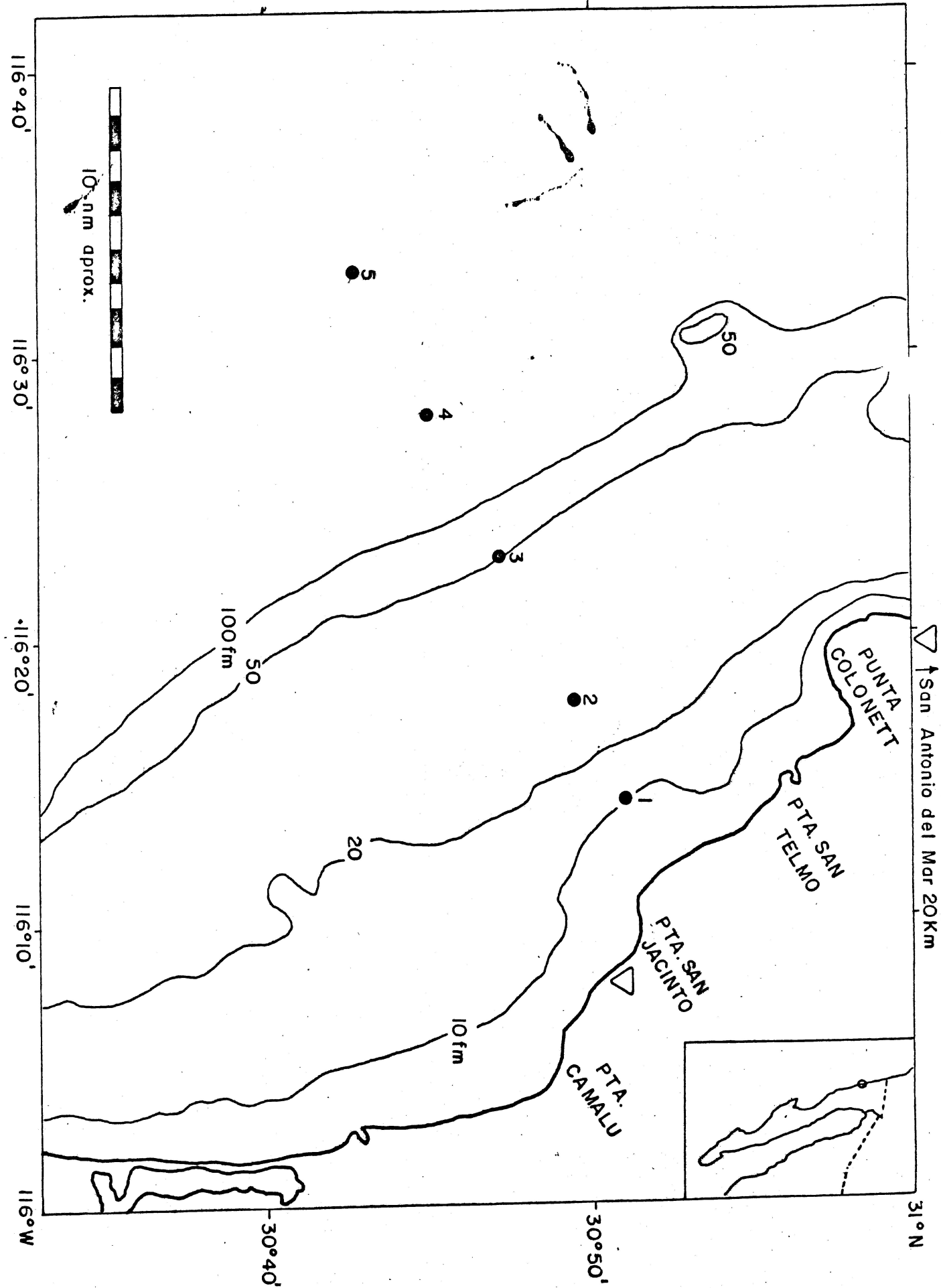


FIG. 2 ● TRANSECTO DE MUESTREO D-20

△ San Antonio del Mar 20Km

116°40' 116°30' 116°20' 116°10' 116°W

30°40' 30°50'

costa, la E<sub>2</sub> a 12.37, E<sub>3</sub> a 21.0, E<sub>4</sub> a 29.0 y E<sub>5</sub> a 38.0 Km. Los niveles muestreados fueron en la E<sub>1</sub> superficie, 10 y 20 metros; E<sub>2</sub> Superficie 10, 20 y 30 metros; Las tres estaciones restantes se muestrearon en la superficie, 10, 20, 30, 40, 50, 75, 100 y 200 metros. La localización de las estaciones se efectuó con un radiogoniómetro, con un error de  $\pm$  150 metros. El transecto se realizó en 28 hs. aproximadamente, efectuándose en dos sentidos sobre la misma línea de muestreo; obteniéndose un total de ocho recorridos entre E<sub>1</sub> y E<sub>5</sub>. Además se realizaron muestreos de variación diurna en E<sub>1</sub> y E<sub>5</sub>, los cuales no se discuten en este trabajo. Las muestras de aguas se colectaron en botellas Niskin con termómetros reversibles acoplados; En forma simultánea se obtuvieron datos del estado del tiempo como temperatura ambiental, velocidad y dirección del viento, además de tipo y porcentaje de nubes. La salinidad se determinó con un salinómetro de inducción Kahlisco modelo No. 118 #A200 ( con una precisión de  $\pm$  0.003 p/oo.) La temperatura se tomó de los termómetros acoplados a las botellas leyéndose hasta centésimos. El Oxígeno disuelto se determinó por el método micro-Winkler descrito por el manual del marino ( 1971 ). El pH se determinó además de la alcalinidad total, usando el mismo potenciómetro de acuerdo al método de Culberson, Pytkowicz y Hawley( 1970). Las muestras de aguas para nitratos y fosfatos se - - -

conservarán en botellas de polietileno con capacidad de 200 mililitros. Para obtener la actividad biológica, (la cual por los procesos de respiración y fotosíntesis puede alterar la concentración); se agregaron dos gotas de cloruro de mercurio a cada muestra; congelándose posteriormente hasta su análisis.

Para los propósitos de este trabajo, los análisis de nitratos y fosfatos se utilizarán los métodos descritos por Strickland and Parsons (1965). En los análisis de nitratos se utilizó una modificación del método antes citado, dicha modificación consiste en la reducción del método original, llamándosele método de microcolumnas; esta modificación fue hecha por la Dra. Mary Jane Perry quien pertenece al personal de investigación del Instituto de Scripps de la Jolla California; éste método fue posteriormente aplicado por Chávez G. (1974), en la elaboración de su tesis profesional.

Se agregaron 0.3 ml. de sulanil amida y dihidrocloruro de N-(1-Naftil) - Etilendiamina, en lugar de los 0.2 ml. recomendados por el método original, dando resultados favorables.

La aplicación de este método se hizo en base a dos criterios:

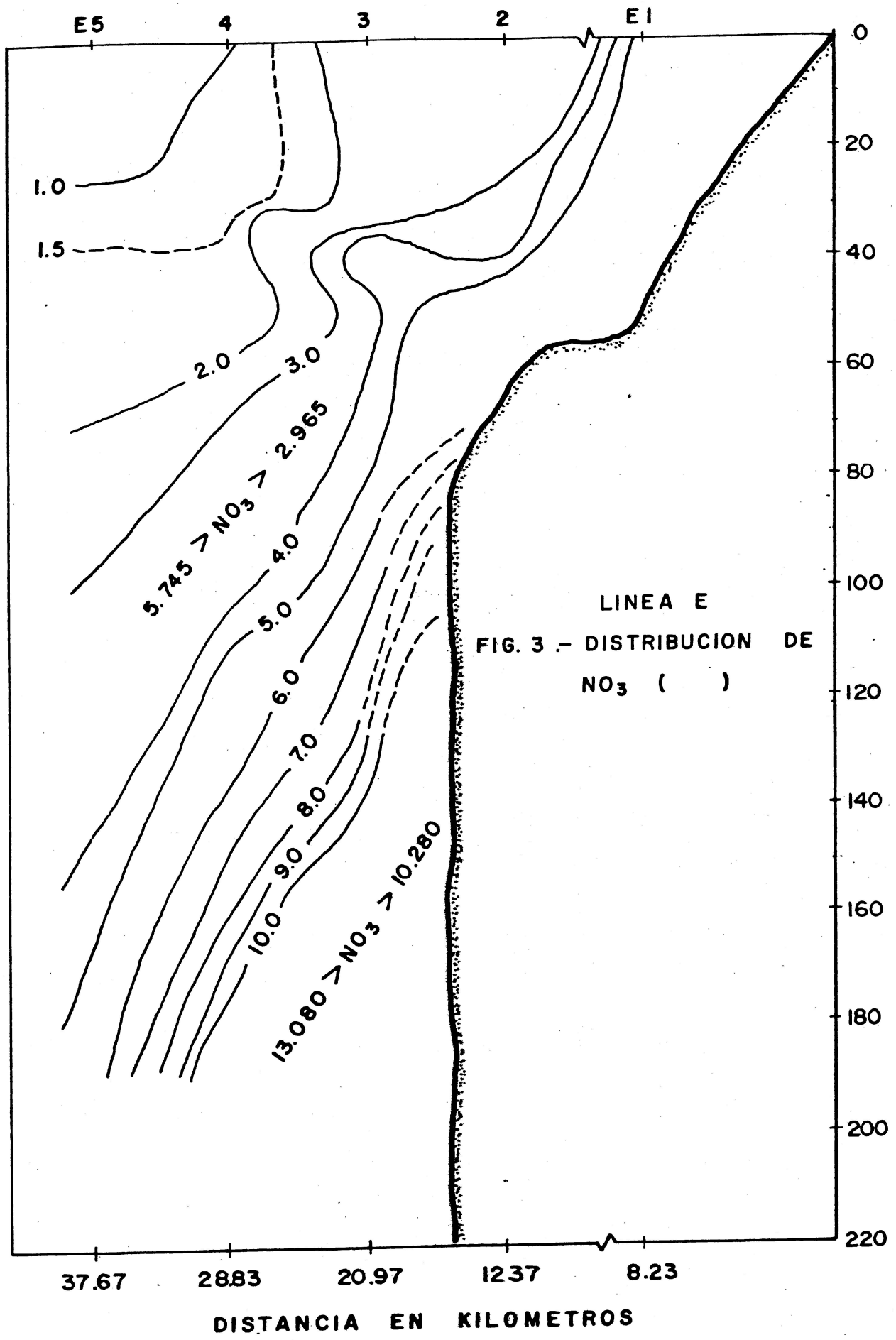
- 1).- La aproximación de esta modificación al método original es muy similar reduciéndose enormemente la cantidad de reactivos que se aplican, siendo más costeable.
- 2).- Por la rapidez del análisis ya que el volumen de muestras fué muy grande y el tiempo con que se contó fué muy corto.  
La determinación final de nitratos y fosfatos se hizo con un espectrofotómetro modelo 2100V.  
La longitud de onda utilizada para fosfatos fue de 675 nm de absorvancia y 940 nm para nitratos.

### III.- RESULTADOS

La distribución de  $NO_3$  para el muestreo del 11 al 12 de junio de 1976 ( Fig. 3 ) ; el valor máximo fué 13.080 - Mg-at/Lt, el cual se registró a los 200 metros de profundidad de la  $E_3$ , a 20.97 Km de la costa, mientras que el valor mínimo fué 0.530 Mg-at/lt., dicho valor se observó en la superficie de la  $E_5$  a 37.67 Km de la costa. El valor superficial máximo fué 5.843 Mg-at/lt., registrado en la  $E_1$  a 8.23 Km de la costa.

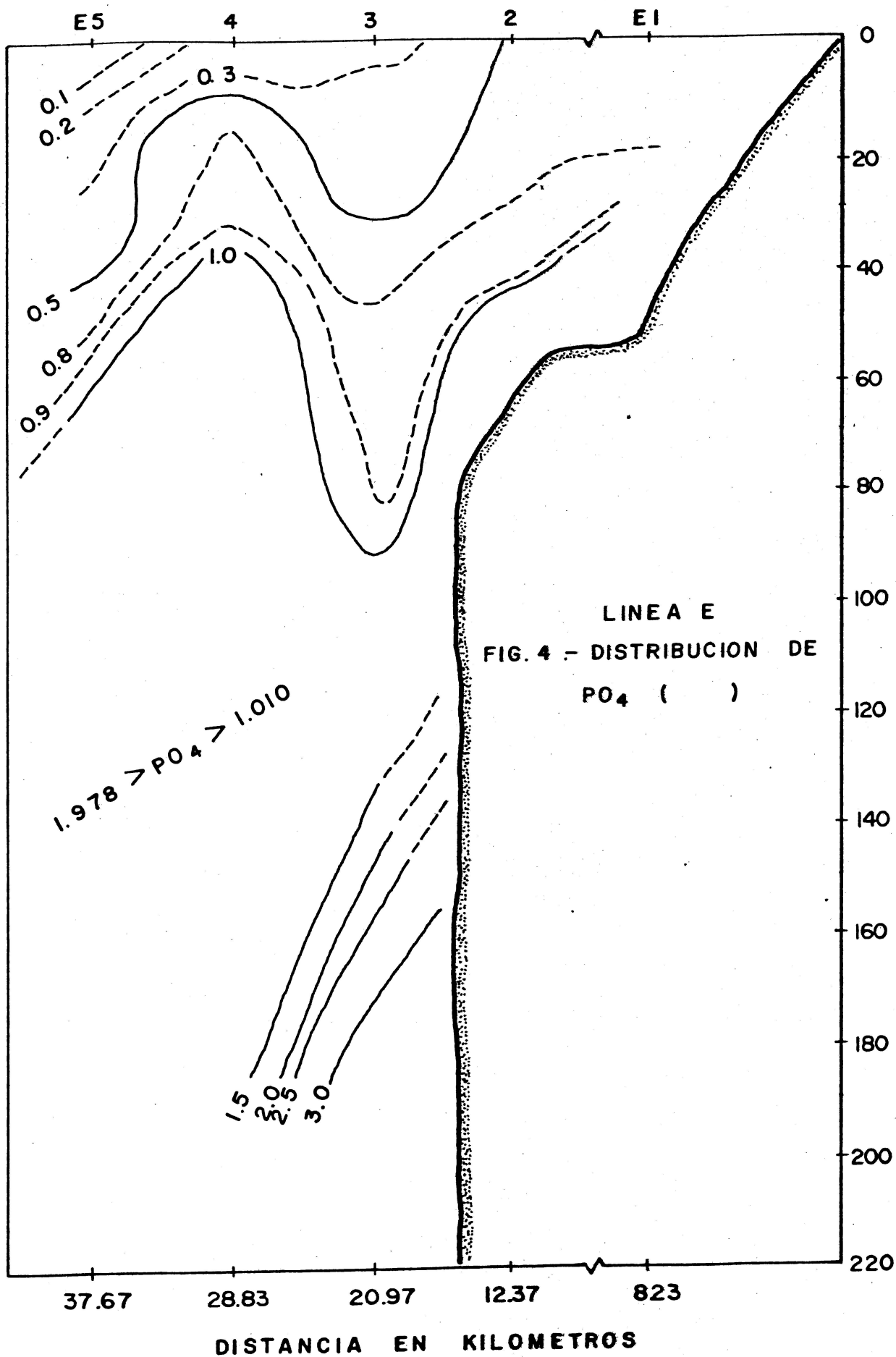
La distribución de las isoclinas de la figura 3 es como sigue: Las de valores 10.0, 9.0, 8.0, 7.0 y 6.0, que se notan desde profundidades superiores a los 200 metros, ascienden paralelamente y se cortan sobre el talud entre los 60 y 120 metros de profundidad a 15 Km aproximados de distancia a la costa. Las isoclinas de 5.0 y 4.0 que se notan desde los 155 y 185 metros de profundidad de la  $E_5$ , ascienden en forma paralela al grupo de líneas anteriores hasta salir a la superficie a 9 Km de la costa . Las isoclinas de 3.0 aparece desde los 100 metros de profundidad, asciende en el mismo sentido que las anteriores, La isoclina de 2.0 ocurre desde los 70 metros de profundidad de la  $E_5$  y asciende paralelamente a la anterior, para romper en la superficie a 24 Km aproximados de la costa. La isoclina de 1.0 aparece a los 25 metros de profundidad en la  $E_5$ , rompiendo en la superficie a 28 Km de la costa.

### DISTRIBUCION DE ESTACIONES



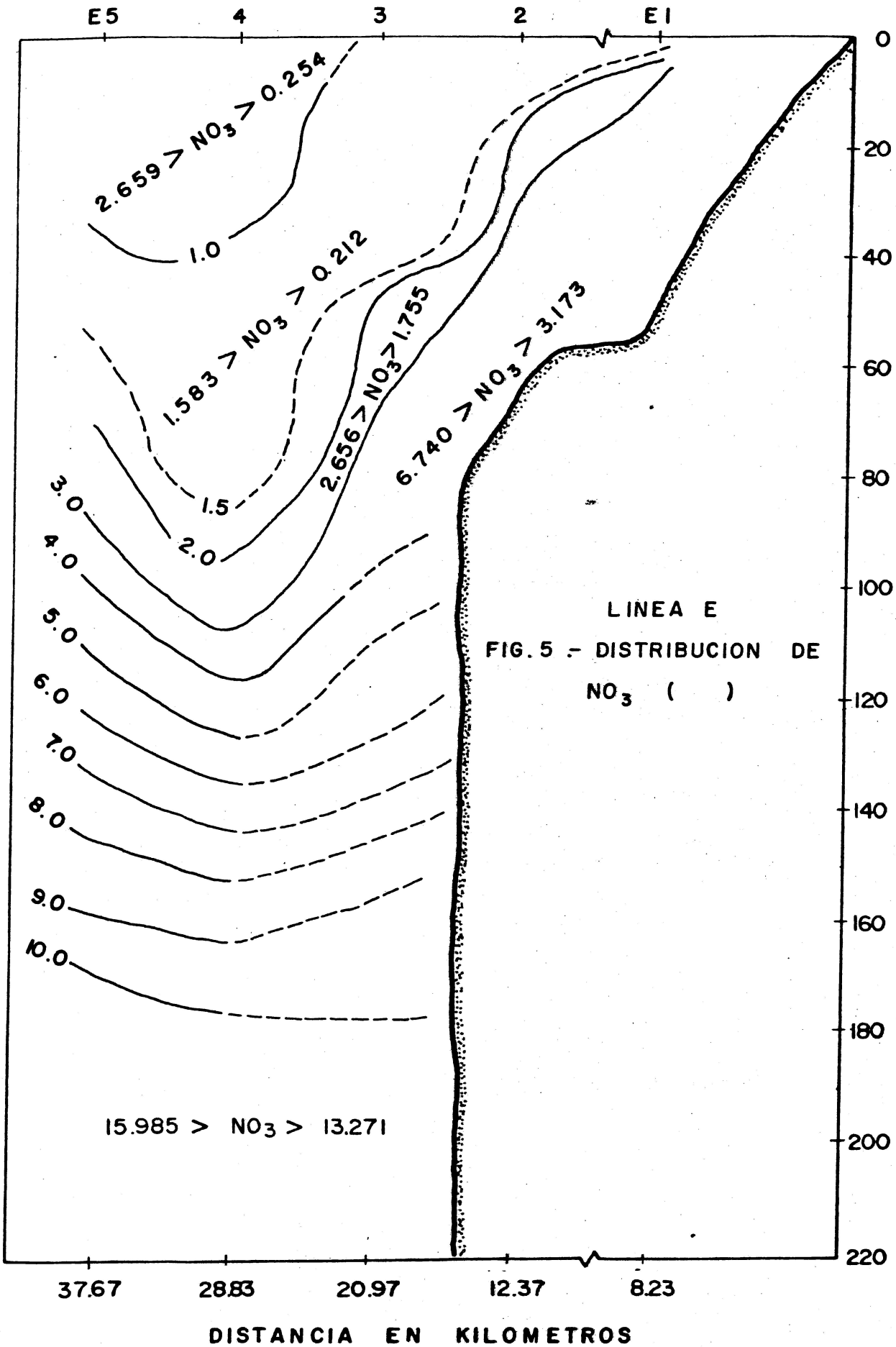
El valor más alto de  $PO_4$  ( Fig. 4 ), para este muestreo es de 3.335 Mg-at/lt., el cual se registró a los 200 metros de profundidad de la  $E_3$ , mientras que el valor más bajo fué 0.053 Mg-at/lt., el cual se dió en la superficie de la  $E_5$ . El valor superficial máximo fué 0.539 Mg-at/lt., el cual se dió en la  $E_1$ . La distribución de isoclinas de valores 3.0, 2.5, 2.0 y 1.5, registrados desde los 200 metros de profundidad entre las  $E_4$  y  $E_5$ , ascienden para terminar sobre el talud entre los 138 y 160 metros de profundidad. Las isoclinas de 1.0 y 0.5 aparecen a los 43 y 75 metros de profundidad respectivamente en la  $E_5$ ; estas se comportan paralelamente en su distribución para después ascender a la superficie, terminando la de 0.5 cerca de la  $E_2$  y la de 1.0 se pierde a los 42 metros de profundidad de la misma estación.

La distribución de nitratos correspondientes al 12 de junio de 1976 ( Fig. 5 ) mostró como valor máximo 15.985 Mg-at/lt., el cual se dió a los 200 metros de profundidad en la  $E_5$ , siendo el valor más bajo el de 0.530 Mg-at/lt., encontrándose en la superficie de la misma estación. El valor superficial máximo fué 1.353 Mg-at/lt., dándose en la  $E_1$ . Las isoclinas de 10.0, 9.0, 8.0, 7.0, 6.0, 5.0 y 4.0 se distribuyen paralelamente y aparecen desde los 170 hasta los 100 metros de profundidad en la  $E_5$ , estas isoclinas muestran un leve descenso a lo largo



LINEA E  
FIG. 4 - DISTRIBUCION DE  
 $PO_4$  ( )

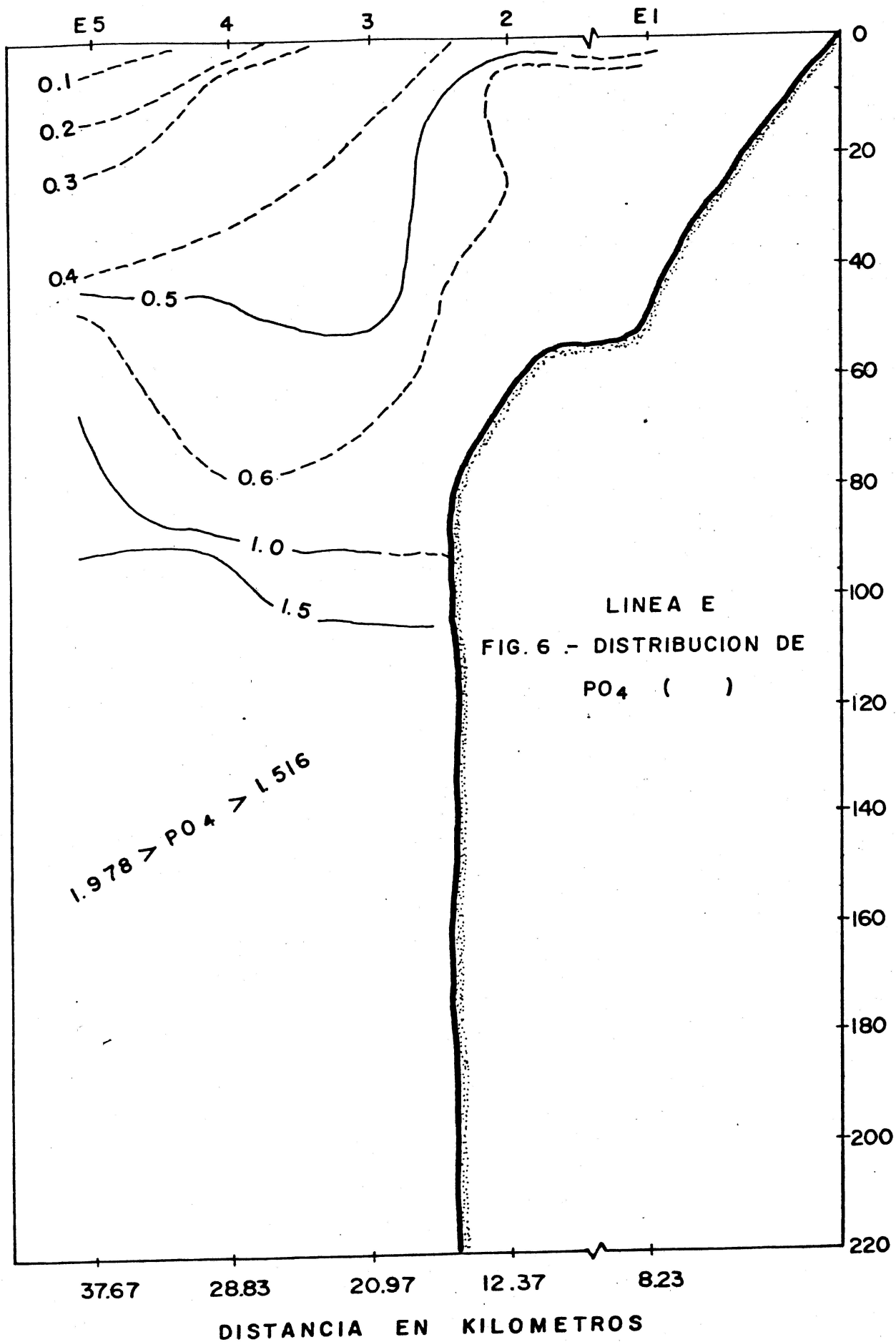
DISTRIBUCION DE ESTACIONES



de la línea de la  $E_4$ , perdiéndose posteriormente al llegar al talud abajo de los 95 metros; una apariencia similar de distribución muestran las isoclinas de 2.0 y 3.0 que se inician a los 70 metros de profundidad de la  $E_5$ ; estas observan el mismo leve descenso que las isoclinas anteriores, ascendiendo posteriormente hasta los 7 metros de profundidad en la  $E_1$ ; por último la isoclinea de 1.0 se manifiesta desde los 35 metros de profundidad de la  $E_5$ , ascendiendo cerca de la superficie a 21 km de la costa, conserva aunque levemente el descenso de las isoclinas anteriores.

La distribución de fosfatos ( Fig. 6 ) registra el valor más alto de 1.978 Mg-at/lt., el cual se encuentra a los 200 metros de profundidad sobre la  $E_5$ ; el valor más bajo fue 0.093 Mg-at/lt., el cual se encuentra en la superficie de la misma estación. El valor más alto en la distribución superficial es de 0.461 Mg-at/lt., el cual se encuentra en la  $E_2$ .

Las isoclinas de 1.5 y 1.0 se registran desde los 94 y 70 metros de profundidad en la  $E_5$ , se comportan ligeramente horizontales para terminar sobre el talud. La isoclinea de 0.5 se observa desde los 45 metros de la  $E_5$ , comportándose en un principio horizontal y a la altura de la línea de la  $E_3$  asciende casi verticalmente para perderse a los 5 metros de profundidad entre  $E_1$  y  $E_2$ .

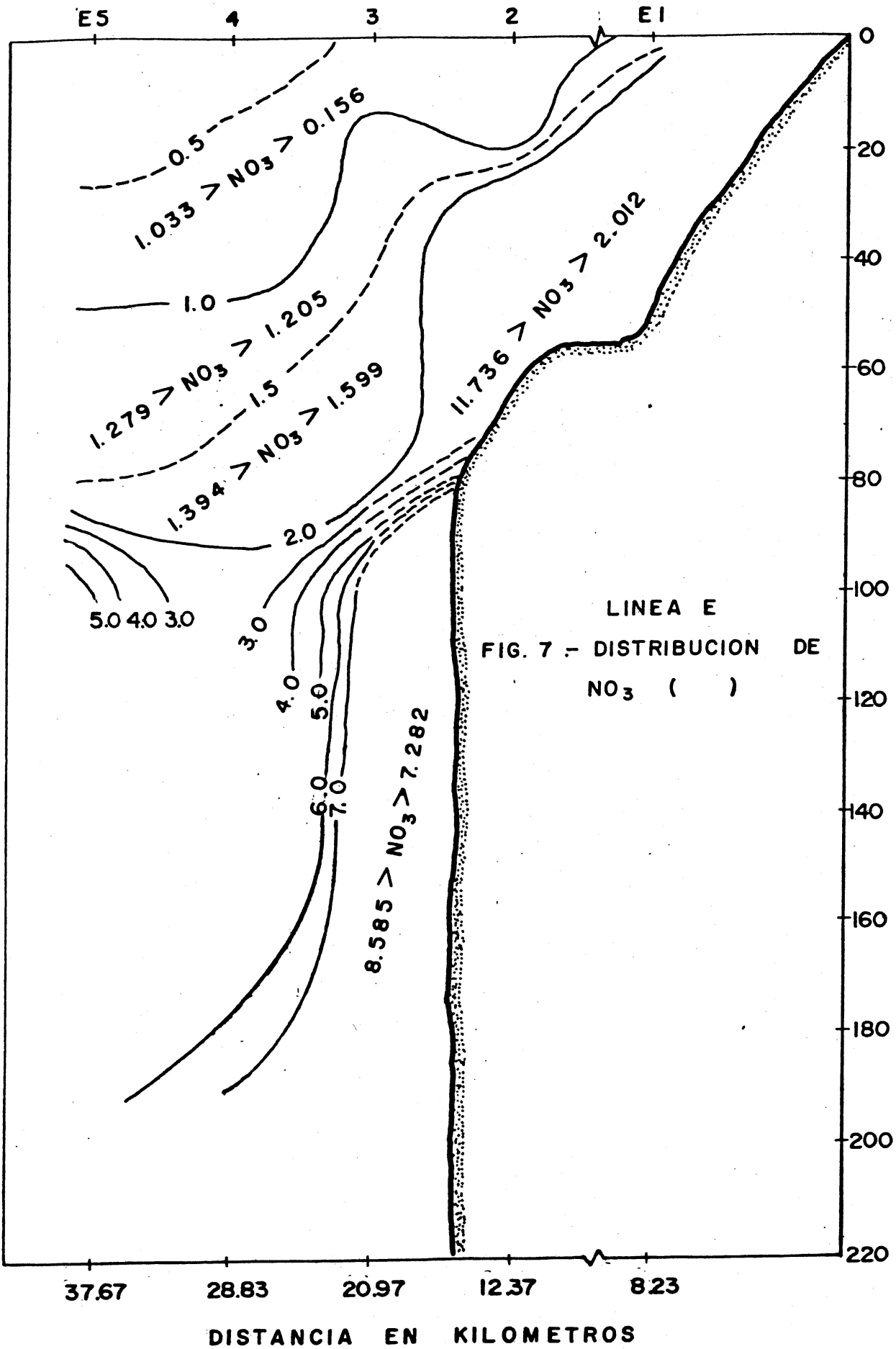


La distribución de nitratos correspondientes al 13 y 14 de junio de 1976 ( Fig. 7 ) muestra como valor máximo el de 11.735 Mg-at/lt., el cual se encontró a los 30 metros de profundidad sobre la  $E_1$ ; el valor más bajo fue de 0.148 Mg-at/lt., y se obtuvo en la superficie de la  $E_5$ . El valor superficial más alto fue 1.200 Mg-at/lt., y se dio en la  $E_1$ .

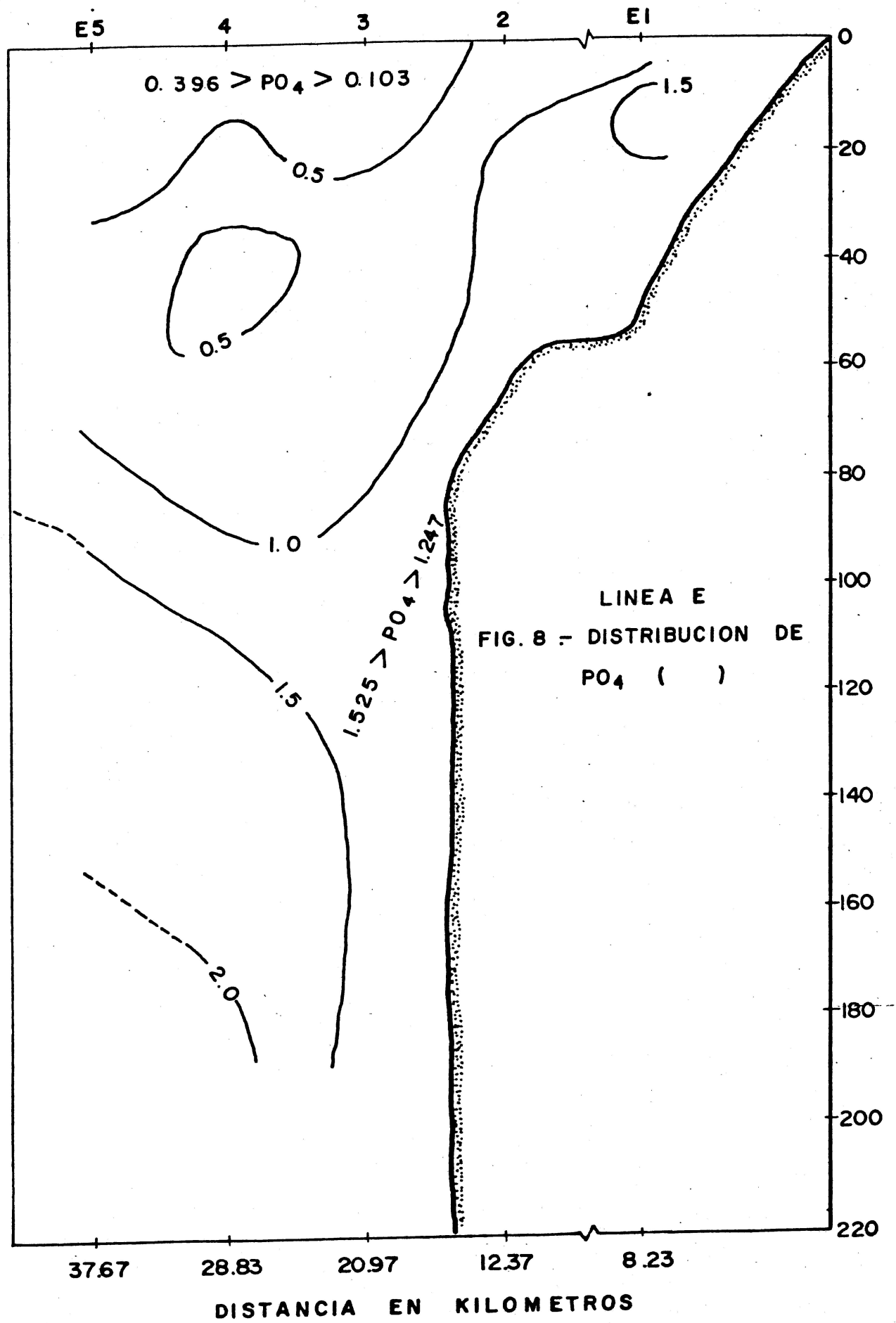
A 37 y 28 Km de la costa y a 200 metros de profundidad parten las isolíneas de 7.0 y 6.0 ascendiendo en forma paralela hasta perderse cerca del talud a 100 metros de profundidad. Las isolíneas de 5.0, 4.0 y 3.0 aparecen discontinuadas sobre la línea de la  $E_5$  y el talud entre los 90 y 100 metros de profundidad. A los 86 metros de profundidad aparece la isolínea de 2.0 que casi no muestra descenso; la isolínea de 1.0 se registra sobre la  $E_5$  a 49 metros de profundidad, ascendiendo para romper en la superficie a 9 km aproximados de la costa.

El valor máximo en la distribución de fosfatos ( Fig. 8 ) fue de 2.277 Mg-at/lt., el cual se presentó a los 200 metros de profundidad de la  $E_4$  y el valor mínimo fue 0.100 Mg-at/lt., y se registró en la superficie de la  $E_5$ . El Valor superficial más alto fue 0.825 Mg-at/lt. y se registró en la  $E_1$ .

A los 200 metros de profundidad y a 26 km de la costa aparece la isolínea de 2.0 para ascender y perderse sobre la línea de la  $E_5$ ; en la misma profundidad pero a 23 Km -



# DISTRIBUCION DE ESTACIONES

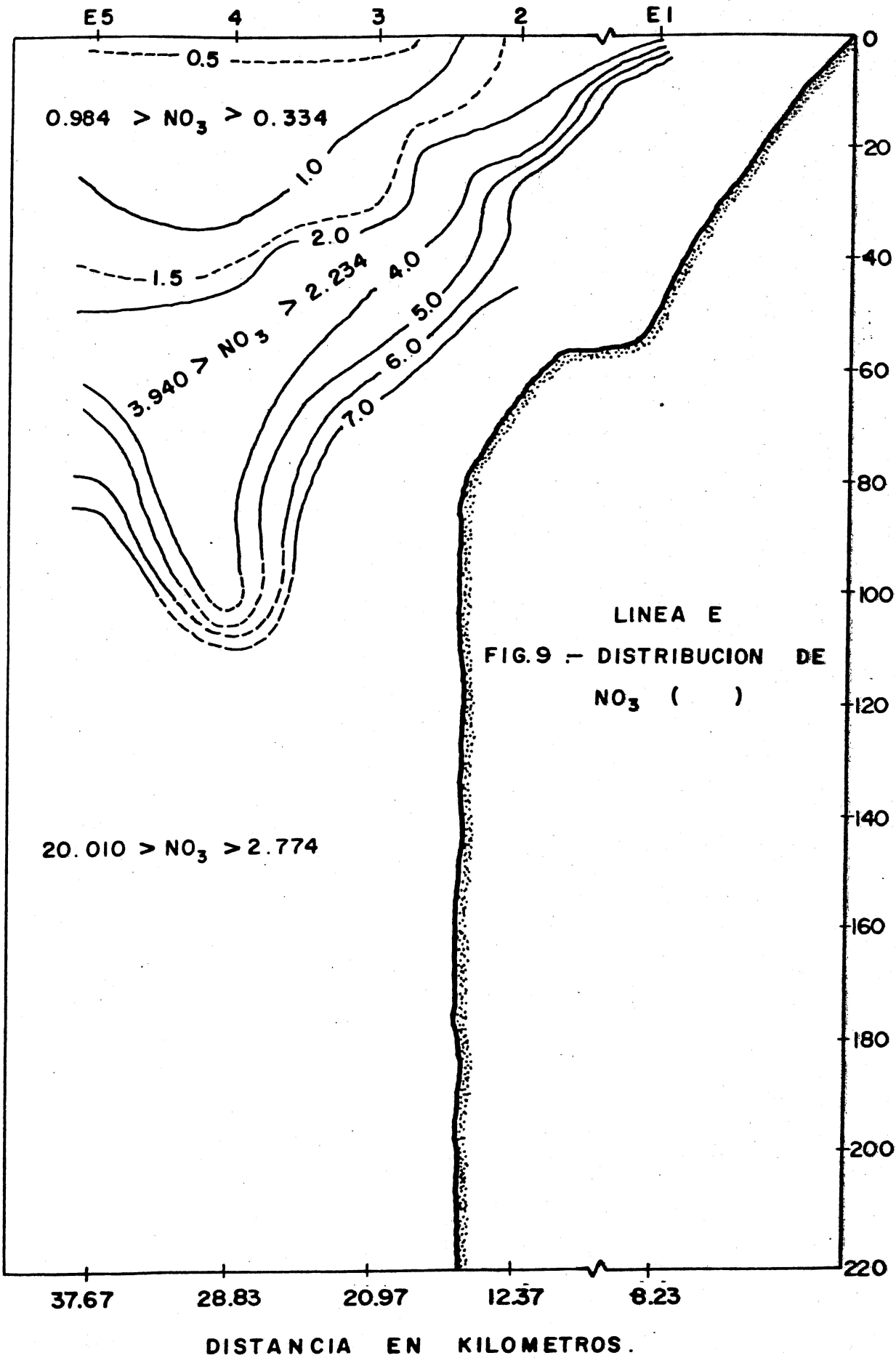


de la costa la isoclinea de 1.5 sube hasta los 98 metros de profundidad de la E<sub>5</sub> que es donde se corta. A los 73 metros de profundidad de la E<sub>5</sub> la isoclinea de 1.0 asciende hasta los 5 metros de profundidad de la E<sub>1</sub>; la isoclinea de 0.5 forma un núcleo a 50 metros de profundidad y finalmente aparece la misma isoclinea a 35 metros de profundidad de la E<sub>5</sub>, esta asciende para perderse en la superficie a 14 km de la costa.

La distribución de nitratos correspondientes al muestreo del 14 de junio de 1976 ( Fig. 9 ), presenta un valor máximo de 20.010 Mg-at/lt., y ocurre a los 200 metros de profundidad de la E<sub>3</sub>; mientras que el valor más bajo se registró en la superficie de la E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> y E<sub>5</sub> con un valor de 0.319 Mg-at/lt. El valor máximo superficial fue de 1.200 Mg-at/lt, dándose en la E<sub>1</sub>.

Entre los 87 y 65 metros de profundidad de la E<sub>5</sub>, el grupo de isoclineas de 7.0, 6.0, 5.0, y 4.0, se observa que disminuyen y descienden hasta los 110 metros para después subir hasta los 5 metros de profundidad de la E<sub>1</sub>. La isoclinea de 2.0 se registró desde los 50 metros de profundidad de la E<sub>5</sub>, ascendiendo en forma muy similar a las isoclineas anteriores. La isoclinea de 1.0 presenta una tendencia similar, rompiendo en la superficie a 24 km de la costa.

DISTRIBUCION DE ESTACIONES



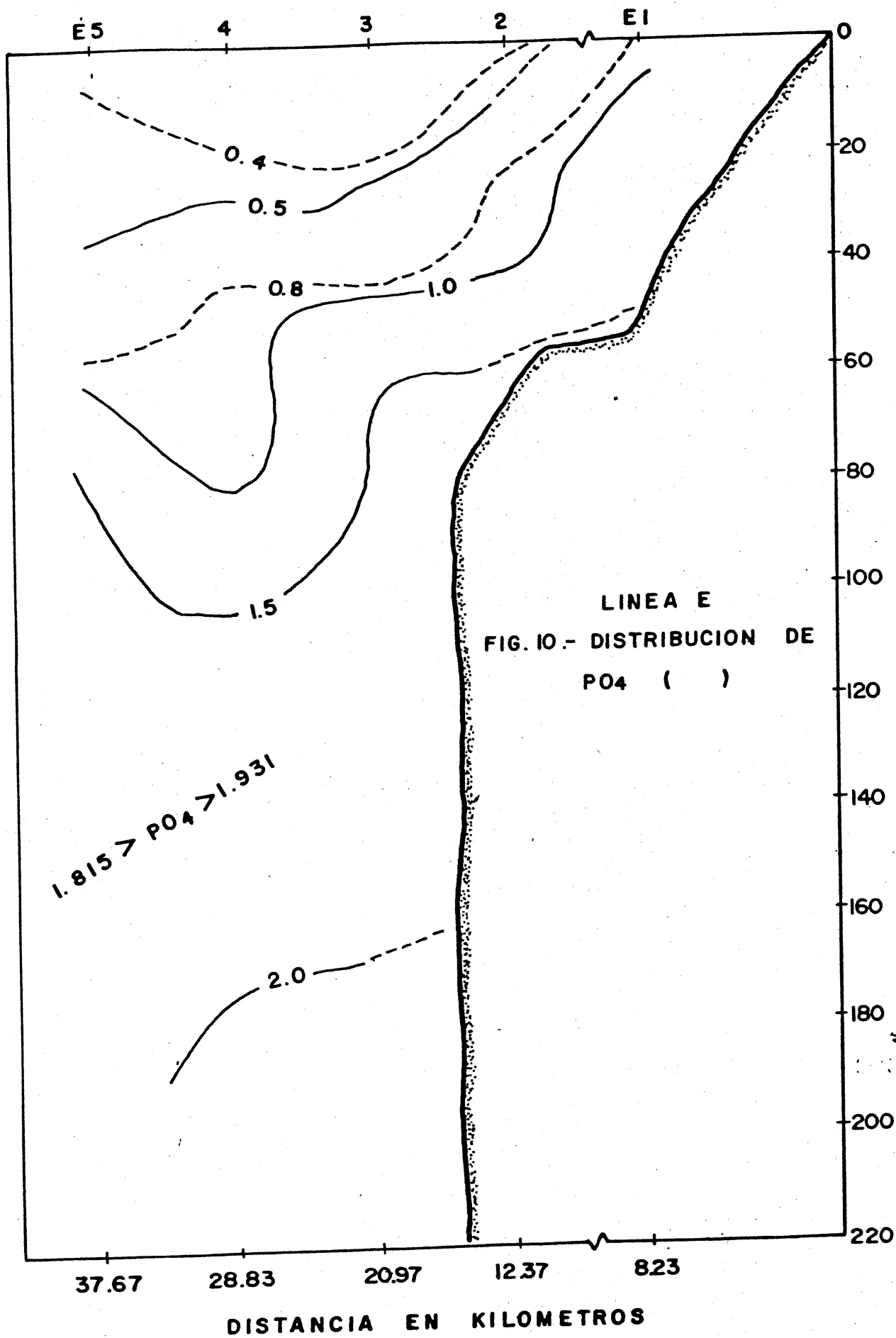
El valor más alto de la distribución general de fosfatos ( Fig. 10 ) fué de 2.495 Mg-at/lt., y se registró a 200 metros de profundidad de la E<sub>3</sub>, mientras que 0.304 Mg-at/lt., es el valor mínimo y se dió en la superficie de la E<sub>3</sub>. La capa superficial presentó un valor máximo de 0.825 Mg-at/lt.

Se presentaron las isolíneas de 2.0, 1.5, 1.0 y 0.5 en los niveles de 200, 85, 65 y 40 metros de profundidad respectivamente, a lo largo de la E<sub>3</sub>; estas ascienden y rompen sobre el talud; a 175 metros la isolínea 2.0, la de 1.5 a 65 metros; mientras que la isolínea de 1.0 asciende hasta los 5 metros de la E<sub>1</sub> y finalmente la isolínea de 0.5 asciende y se pierde a 15 metros de profundidad en la estación E<sub>2</sub>.

La distribución de nitratos para el muestreo del 16 de junio de 1976 ( Figura 11 ), presentó un valor máximo de 16.485 Mg-at/lt., y ocurrió a los 50 metros de profundidad de la E<sub>2</sub>; el valor mínimo fué 0.025 Mg-at/lt, presentándose en la superficie de las estaciones E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub> y E<sub>5</sub>. El valor superficial máximo fué 0.533 Mg-at/lt, y se dió en la E<sub>1</sub>.

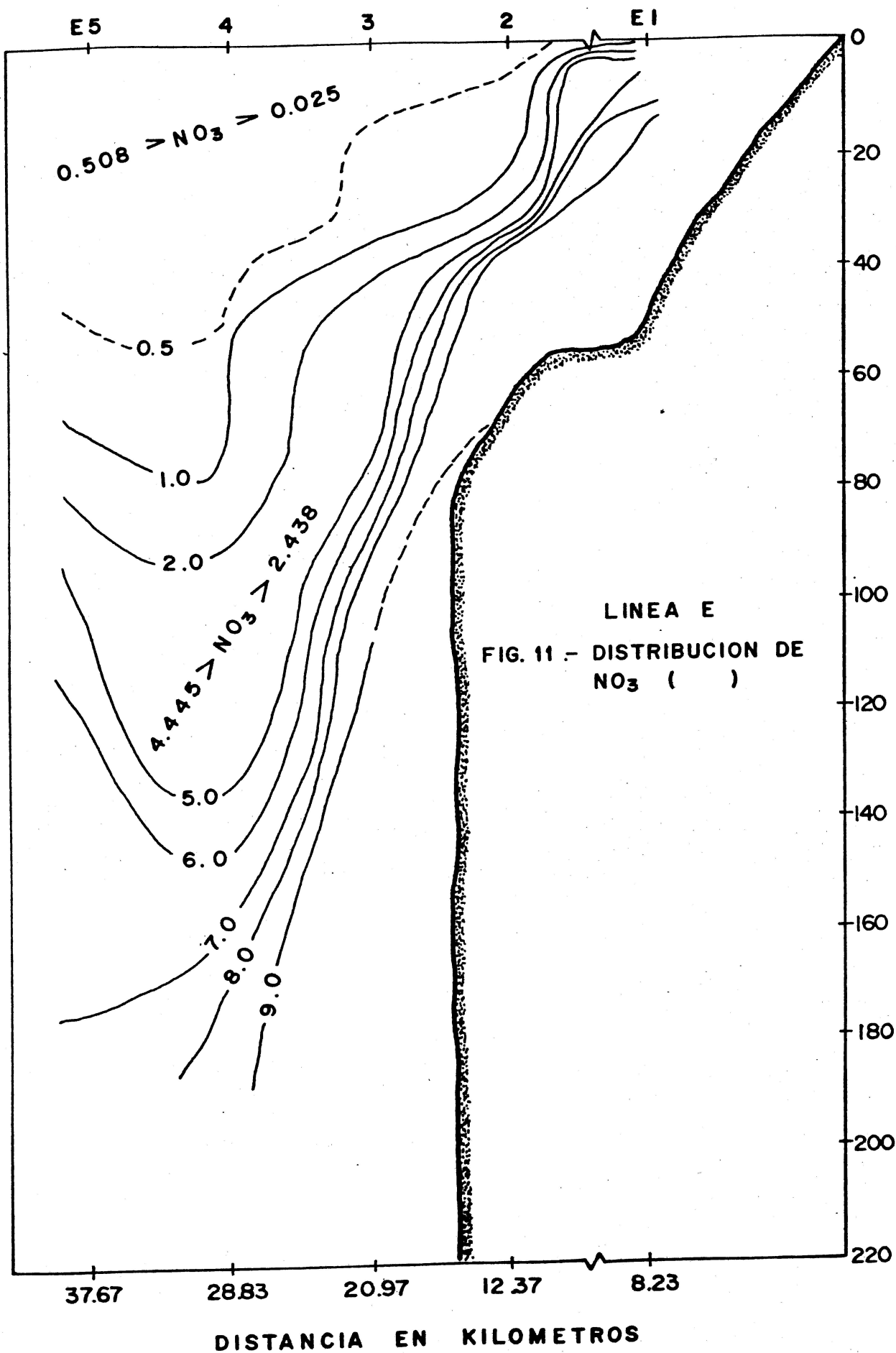
Las isolíneas de 7.0, 8.0, y 9.0 se originan a los 200 metros de profundidad entre los 28.8 y 37.7 km de la costa, la isolínea de 9.0 rompe sobre el talud a 115 metros de profundidad mientras que las de 7.0 y 8.0 - - -

# DISTRIBUCION DE ESTACIONES



LINEA E  
FIG. 10.- DISTRIBUCION DE  
P04 ( )

# DISTRIBUCION DE ESTACIONES

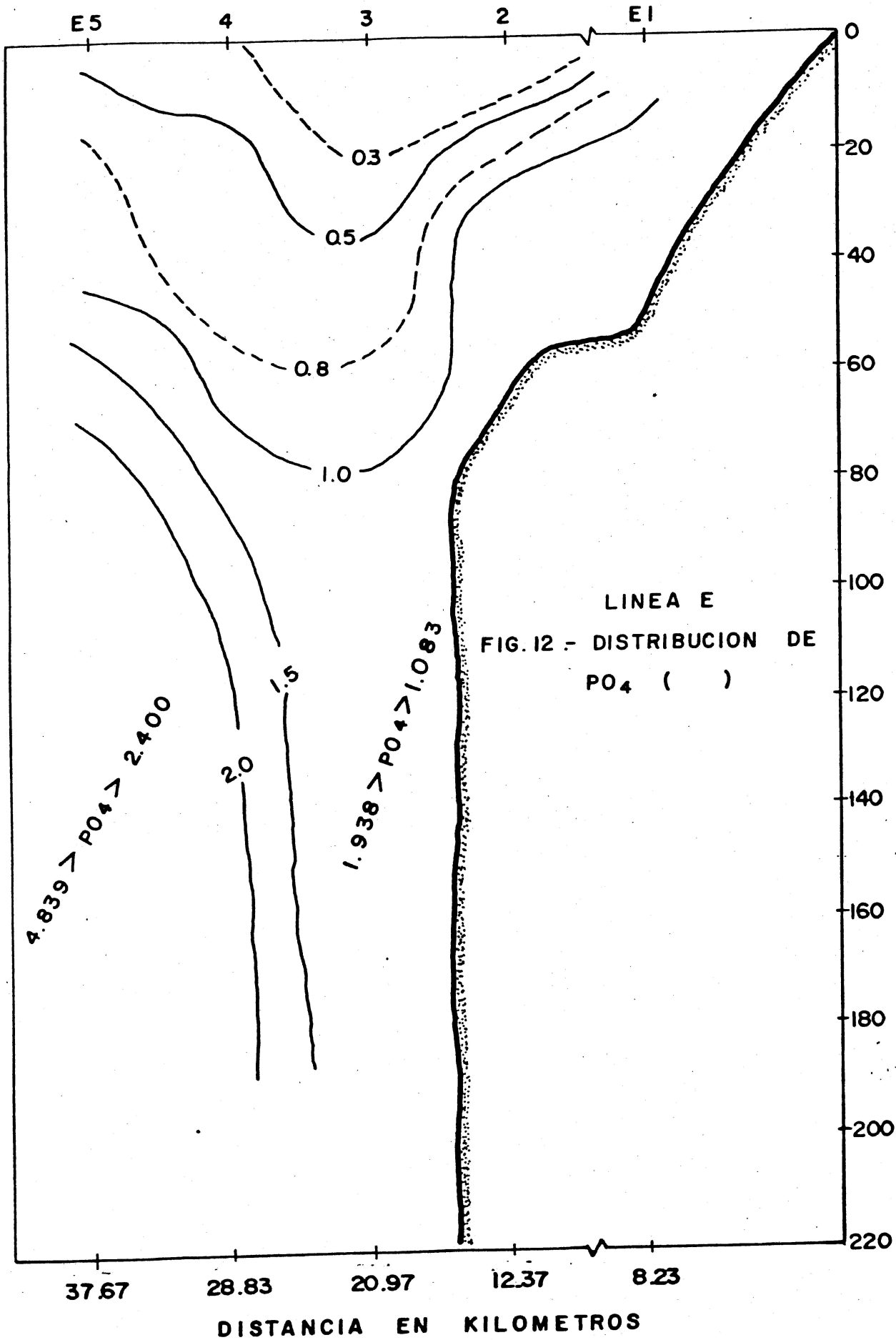


ascienden en la  $E_1$  a profundidades de 12 y 15 metros. En la  $E_3$  se presentan las isoclinas de 6.0, 5.0, 2.0 y 1.0 a profundidades de 70, 85, 95 y 120 metros respectivamente, estas descienden en la  $E_4$  para posteriormente presentarse en la  $E_1$ .

La concentración de fosfatos ( Fig. 12 ), en general son mayores en el fondo y tienden a disminuir en las capas superficiales. El valor de 4.839 Mg-at/lt., se registró como el máximo para este muestreo y se obtuvo a los 200 metros de la  $E_3$ ; siendo el valor de 0.068 Mg-at/lt, el mínimo, el cual se dió en la superficie de la  $E_2$ . La distribución de fosfato superficial presentó tendencia a aumentar en dirección de  $E_3$ , con un valor máximo de 0.484 Mg-at/lt.

En la profundidad de 95 y 70 metros se presentaron dos isoclinas con tendencia a disminuir hacia el talud. Para la misma estación se presentó una isoclina de 1.0 en la profundidad de 45 metros, con tendencia a disminuir y posteriormente a ascender en la  $E_1$  hasta una profundidad de 12 metros.

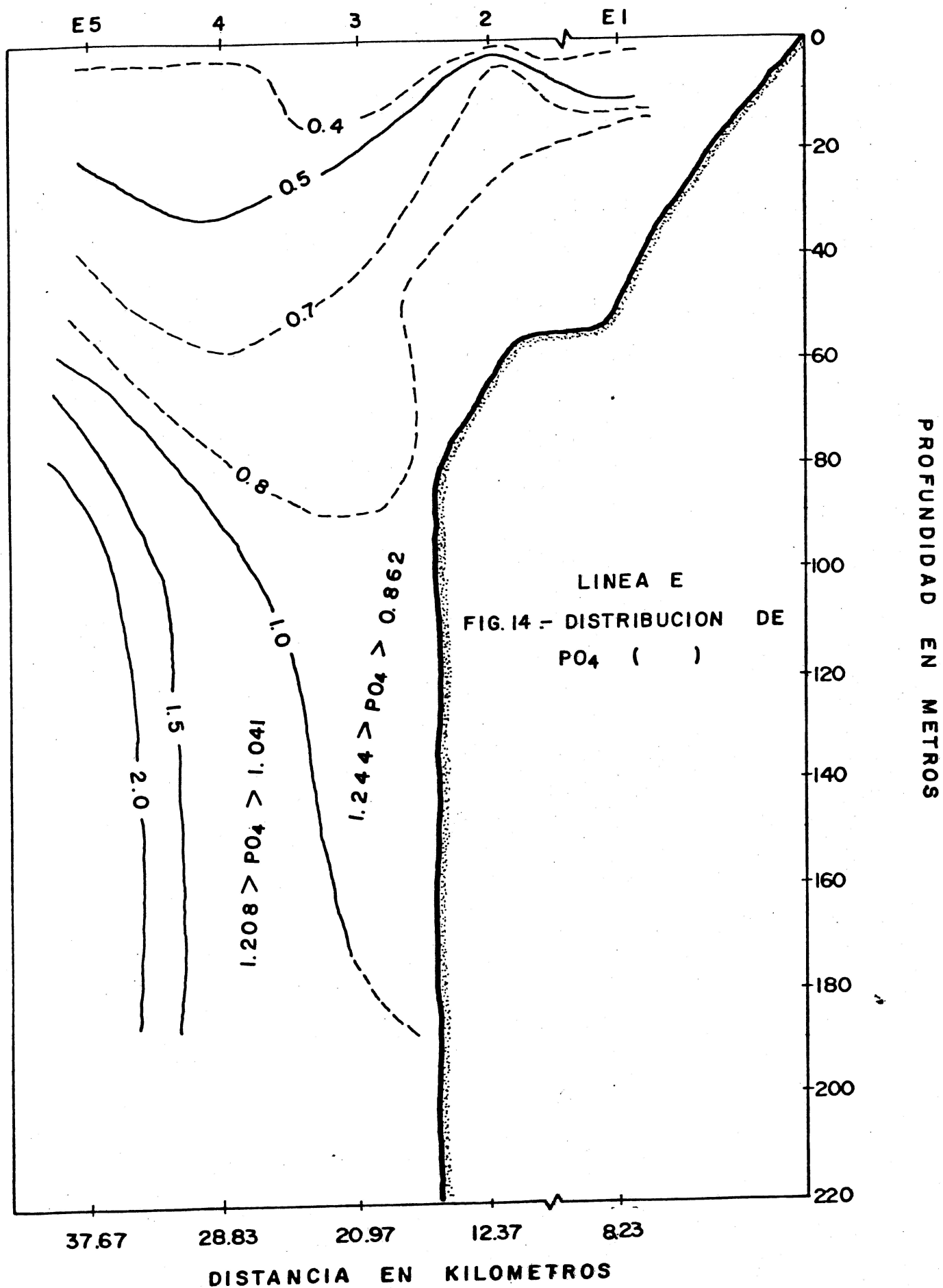
La distribución general de nitratos ( Fig. 13 ) correspondientes al 16 y 17 de junio de 1976, obtuvo el valor máximo de 15.182 Mg-at/lt., localizándose a los 200 metros de la  $E_3$ , y el valor mínimo de 0.015 Mg-at/lt, que se presentó en la superficie de la misma estación. - - - -



En las estaciones  $E_1$  y  $E_2$  se notó claramente un aumento - con respecto al fondo, los valores oscilaron entre 1.866 Mg-at/lt., en la superficie y 10.14 Mg-at/lt., en el fondo. Las isoclinas del 9.0, 8.0, 7.0, 6.0, 5.0, 4.0 y 3.0, que se presentan entre las profundidades de 80 y 125 metros de la  $E_5$ , tienden a descender con respecto al talud, entre 130 y 180 metros. El resto de las isoclinas presentaron tendencia a disminuir más rápido hacia la superficie en  $E_3$ ,  $E_4$  y  $E_5$ .

La distribución de fosfatos ( Fig. 14 ) se registró el valor máximo de 3.616 Mg-at/lt, a 200 metros de profundidad en la  $E_5$ ; siendo el más bajo 0.203 Mg-at/lt, registrándose en la superficie de la  $E_3$ . El valor superficial más alto fue 0.370 Mg-at/lt y se dió en la  $E_1$ .

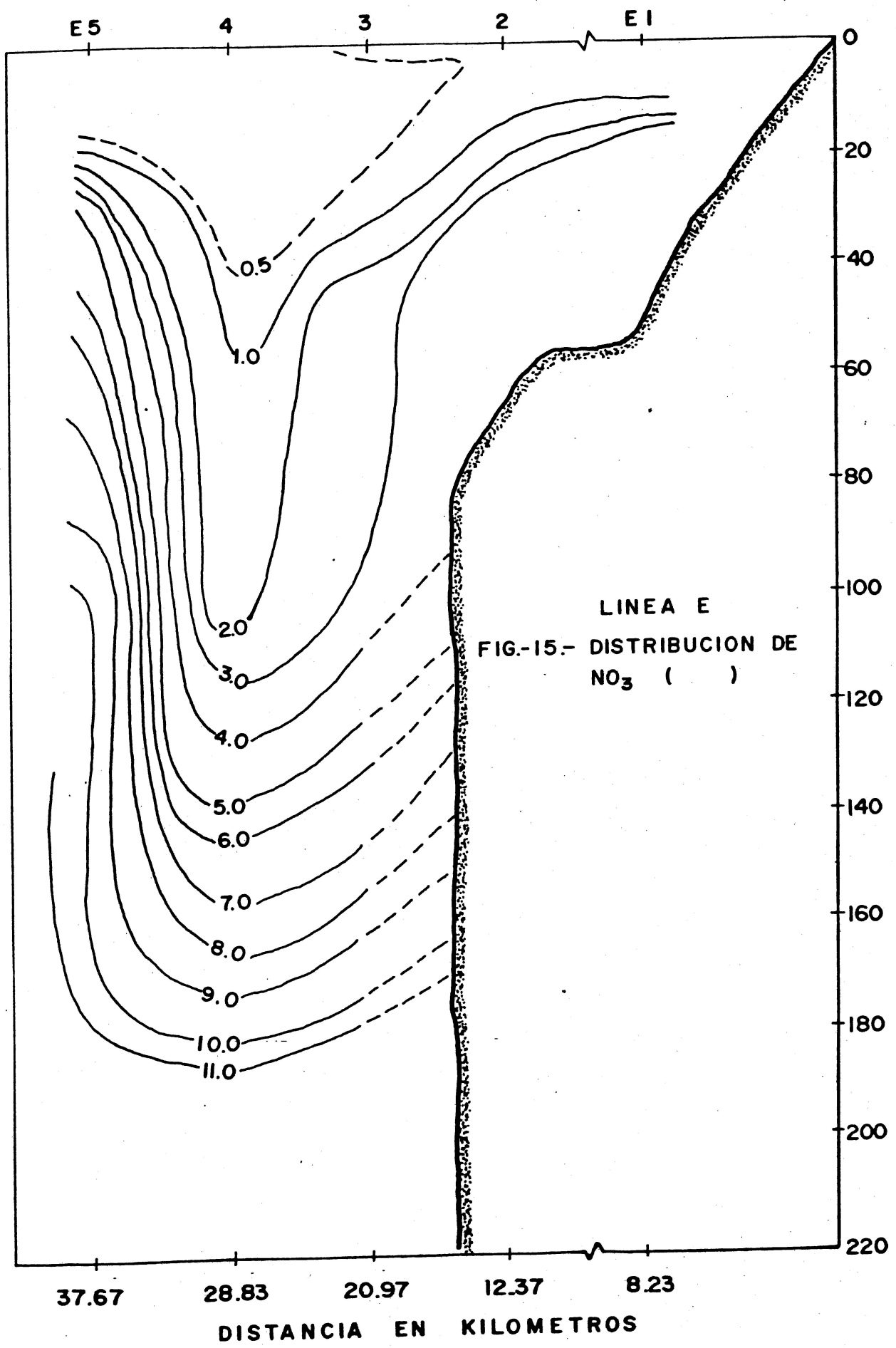
Las isoclinas de 2.0 y 1.5 aparecen desde los 200 metros de profundidad a 33 km de la costa, ascienden hasta la línea de la  $E_5$  y desaparecen a 80 metros aproximados de profundidad. La isoclina de 1.0 desciende hasta perderse cerca de los 200 metros de profundidad en la  $E_3$ , habiéndose manifestado desde los 62 metros de profundidad aproximados de la  $E_5$ . La isoclina de 0.5, aparece desde los 27 metros de profundidad en la  $E_5$ , desciende ligeramente para después subir, siendo máximo el ascenso a 6 metros de profundidad de la  $E_2$  y finalmente desciende hasta los 11 metros de profundidad en la  $E_1$ .



La distribución de nitratos correspondientes al día 27 de junio, presentó en general tendencia a aumentar con respecto al fondo ( Fig. 15 ). El valor de 12.677 mg-at/lt., se registró como el máximo en esta distribución, este se encontró a los 200 metros de profundidad de la  $L_3$ , el valor más bajo fue 0.027 mg-at/lt., el cual se registró en la superficie de la  $L_2$ . El valor superficial más alto fue 0.631 mg-at/lt., y se obtuvo en la  $L_1$ . Las isoclinas en general presentan un hundimiento a lo largo de la estación  $L_4$ . Las de valor 11.0, 9.0, 8.0, 7.0, 6.0, 5.0 y 4.0 ocurren desde la línea de muestreo de  $L_5$  entre profundidades que comprenden los 135 y 30 metros, sufren este descenso para después perderse abajo de los 100 metros de profundidad en la  $L_3$ ; las isoclinas de 3.0, 2.0 y 1.0, aparecen sobre la línea de la  $L_5$  a profundidades de 25 y 23 metros, se comportan muy similar a las anteriores isoclinas y surgen hasta los 15 metros de profundidad de la  $L_1$ .

La distribución de fosfatos ( Figura 16 ), presentó en general valores altos cerca de la costa en  $L_1$  y en  $L_2$ ; se presentó el valor máximo de 3.187 mg-at/lt., registrándose a los 200 metros de profundidad de la  $L_3$ , siendo el valor mínimo el de 0.320 mg-at/lt., el cual se registró en la superficie de la  $L_3$ . La distribución superficial registró en la  $L_5$  el valor máximo de 0.736 mg-at/lt.

# DISTRIBUCION DE ESTACIONES



PROFUNDIDAD EN METROS

LINEA E

FIG.-15.- DISTRIBUCION DE  $\text{NO}_3$  ( )

37.67

28.83

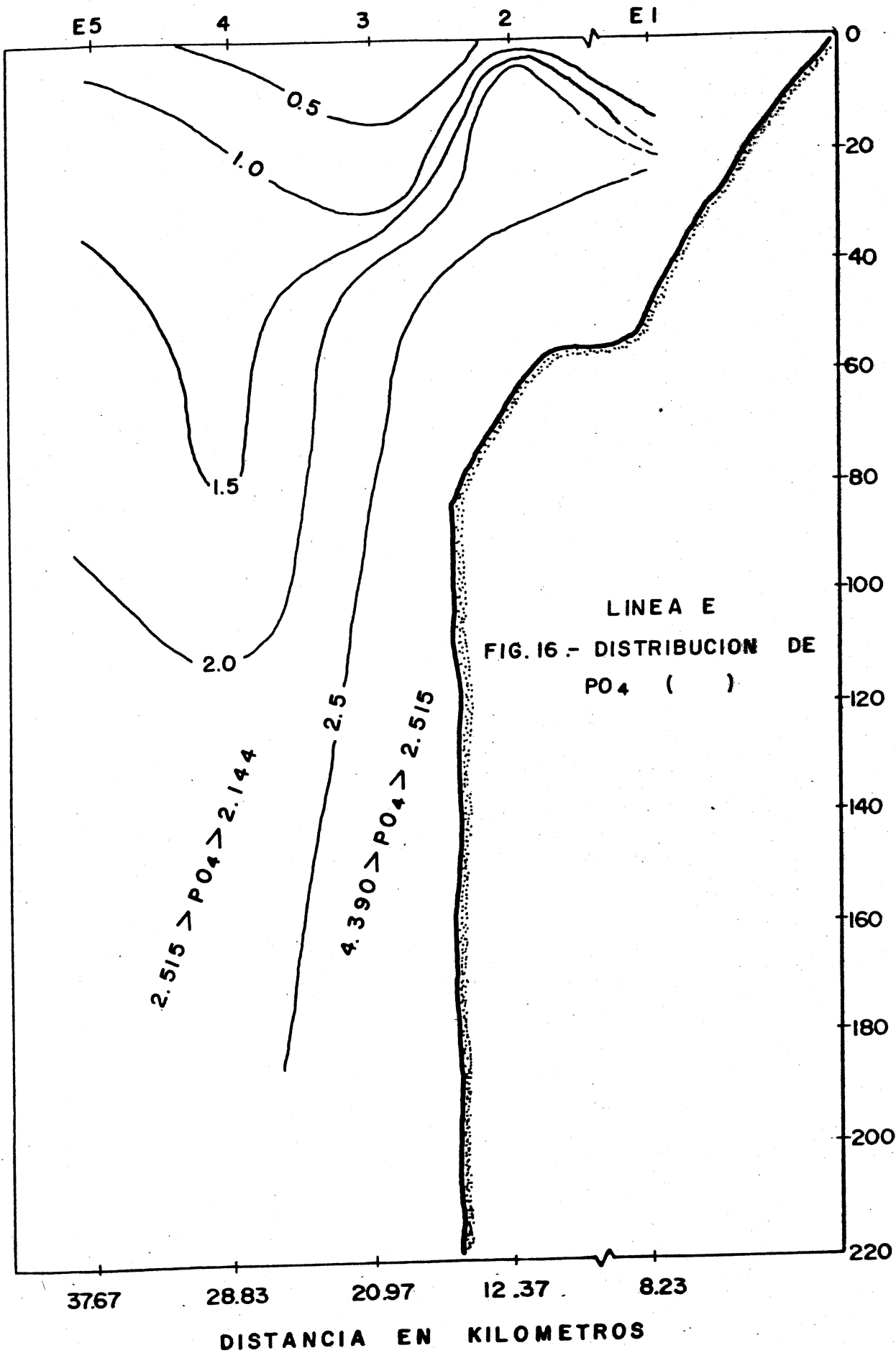
20.97

12.37

8.23

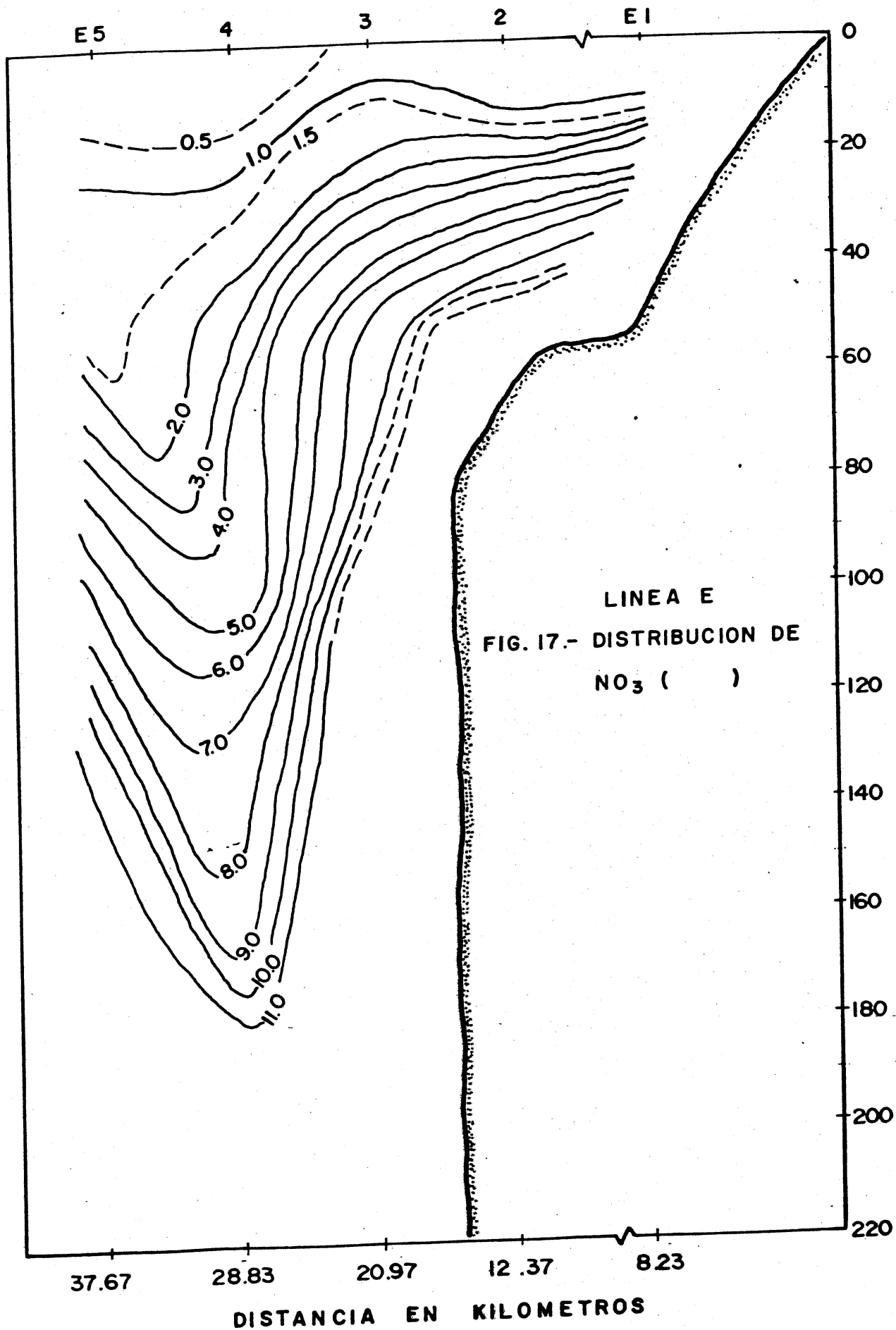
DISTANCIA EN KILOMETROS

# DISTRIBUCION DE ESTACIONES



La isocline de 2.5 se registró desde los 20 metros de profundidad a 26 km de la costa, asciende paralelamente al perfil hasta los 26 metros de profundidad de la  $S_1$ . Las isoclinas de 2.0 y 1.5 muestran un descenso a lo largo de la línea de muestreo de la  $S_4$  y ascienden hasta los 18 metros de la  $S_1$ . Las isoclinas de 1.0 y 0.5 se registran cerca de la  $S_3$ , a 10 metros de profundidad y superficie respectivamente; dichas isoclinas se hundieron un poco siendo máximo el descenso en la  $S_3$  a 33 y 18 metros de profundidad, y posteriormente ascienden cortándose a 15 metros de profundidad en la  $S_1$ ; mientras que la de 0.5 termina en la superficie cerca de la  $S_2$ .

La distribución de nitratos correspondientes al día 10 de junio ( Fig. 17 ), presentó en general tendencia a disminuir del fondo a la superficie; el valor de 22.761  $\mu\text{g-at/lit}$ , fue el máximo que se obtuvo en todo el muestreo, este valor se encontró a 2.0 metros de profundidad en la  $S_3$ . En la  $S_2$  registró en la superficie el valor mínimo de 0.027  $\mu\text{g-at/lit}$ , registrándose similarmente en la superficie de la  $S_4$ . El valor superficial máximo fue 0.678. La tendencia de las isoclinas de 11.0 hasta la de 2.0, que se registran entre los 62 y 133 metros de profundidad de la  $S_3$ , muestran un descenso en los valores para después descendir hasta los 190 metros sobre la línea de la  $S_4$ . Posteriormente todas estas isoclinas ascienden y se cortan



LINEA E  
FIG. 17.- DISTRIBUCION DE  
 $\text{NO}_3$  ( )

entre la  $E_1$  y  $E_2$ . Finalmente la isolinca de 1.0 se hace notar desde los 27 metros de profundidad de la  $E_5$ , asciende hasta cortarse en la  $E_1$  a una profundidad de 10 metros.

#### IV.- DISCUSIONES

Huntsman y Barber ( 1977 ), mencionan que la columna de agua es modificada por vientos favorables a condiciones de surgencias y que esta capa de mezcla se extiende de los 50 metros o más por debajo de la superficie. Esta mezcla mantiene un continuo suministro de nutrientes a la zona eufótica por lo que la eficiencia fotosintética se reduce durante este período debido a las partículas que se encuentran en suspensión, que reducen la zona eufótica. Los resultados obtenidos presentan este mismo patrón en la disminución fotosintética, debido a la mezcla intensa. La alta temperatura en la región alejada de la costa, contribuyó al abatimiento de los nutrientes por parte del fitoplancton.

Redfield ( 1934 ) propuso una relación entre las concentraciones de oxígeno disuelto,  $CO_2$ ,  $NO_3$  y  $PO_4$  en el agua de mar basándose en la composición promedio del plancton. La relación es  $1 : 16 = P : N$ . Alvarez Borrego (1972) encontró que para aguas del Pacífico en latitudes cercanas a  $30^{\circ}N$ , la relación  $P : N$  tomando los valores totales es muy cercana a 16. Con este factor podemos observar la relación de Nitrógeno con respecto al fósforo, en la boca de la Bahía de San Quintín, fué de 24  $\mu M$  para el mes de julio y para enero fué 11  $\mu M$ .

Laure ( 1967 ) observó valores de 3.0 Mg-at/lit para  $PO_4$  a profundidades mayores de 250 metros. Chávez García ( 1974 ) obtuvo valores de 20 Mg-at/lit para  $NO_3$ , en profundidades entre 95 y 115 metros en una área de surgencias costeras.

Los resultados obtenidos de  $NO_3$  y  $PO_4$  en este trabajo, presentan en general una tendencia a aumentar del fondo hacia la superficie, haciéndose más notable en las  $E_1$  y  $E_2$ ; existe también una disminución de los valores superficiales en dirección a la  $E_5$ . Los valores máximos que se registraron para  $NO_3$  y  $PO_4$  fueron de 22.76 y 4.839 Mg-at/lit a los 200 metros de profundidad de la  $E_3$  ( Figs. 17 y 12 ); mientras que los mínimos fueron en la superficie de la  $E_5$  ( Figs. 13, 4 y 6 ), con concentraciones de 0.023 y 0.053 Mg-at/lit respectivamente. En general las concentraciones máximas se encuentran a los 200 metros de profundidad de las estaciones 3, 4 y 5; se observó en la mayoría de las gráficas concentraciones altas en la región cercana al perfil entre los 20 y 60 metros de profundidad. Laure ( 1967 ) hace mención de la existencia de una zona donde hay más actividad fotosintética, la cual coincide con la zona de baja concentración de éstos parámetros, debido al consumo por el fitoplancton; quizás algo similar ocurre en esta área de surgencias muestreada, donde se registraron los mínimos valores de  $NO_3$  y  $PO_4$ .

Harvey ( 1969 ) menciona una serie de factores que modifican el crecimiento del fitoplancton; la razón es que las plantas son transportadas por abajo de la zona fotosintética debido a la turbulencia, causa una disminución durante el día o de día a día. En éste aspecto - la turbulencia actúa en forma opuesta al efecto benéfico del reemplazamiento de nutrientes. En la región cercana a la costa se observaron los valores superficiales más altos. Al igual que los  $\text{NO}_3$ , los  $\text{PO}_4$  mostraron una tendencia de ascenso en las isoclinas por arriba de los 75 metros de profundidad.

## V.- CONCLUSIONES

El efecto del viento es un factor importante en el reemplazamiento de las masas de agua ricas en materiales nutritivos; los nitratos y fosfatos fueron más altos cerca de la costa y tienden a disminuir a medida que se alejan de la costa.

Se presentaron dos zonas de altas concentraciones de nitratos y fosfatos, una debida principalmente al reemplazo de nutrientes por el efecto del viento y otra debido al proceso de turbidez, la que provocó una disminución en el consumo por el fitoplancton en la zona más cercana a la costa.

La temperatura fué más elevada en las estaciones alejadas de la costa por lo que contribuyó al abatimiento de los nutrientes.

Los valores mínimos de oxígeno y pH coincidieron con las zonas donde se observaron los valores altos de nutrientes, debido a la degradación de la materia orgánica por la acción de las bacterias.

## VI.- RECOMENDACIONES

Es recomendable hacer los muestreos a mayor distancia fuera de la costa y a mayores profundidades.

Es necesario hacer muestreos simultáneos de tipo biológico, donde se obtendrían muestras de fitoplancton, zoooplancton, así como la captura de diferentes especies de peces para relacionarlos directamente con el fenómeno.

Es recomendable hacer otros transectos perpendiculares a la costa donde las estaciones coincidan formando líneas paralelas a la línea de costa y en esta forma se obtendría una visión más amplia.

## VII.- BIBLIOGRAFIA

- Amador Buenrostro, A. 1978. Analisis de vientos, nivel del mar y corrientes en una zona de surgencia en Baja California; Tesis Maestría.
- Argote Espinoza, M.L. 1978. Evidencias de surgencias frente a Punta Colonet, Baja California Tesis Maestría.
- Alvarez Borrego y Chee Barragán. 1976. Distribución superficial de fosfatos y silicatos en Bahía San Quintín, Baja California. Ciencias Marinas Vol. 3 No. 1, 1976.
- Bakun A. 1973. Coastal Upwelling Indices, West Coast of North America, 1946-71. NOAA Rept. NMFS, SERR-571, p. 85.
- Bakun A. y Craig B. Nelson. 1975. Climatology of Upwelling related processes off Baja California. - Symposium on Fisheries Sciences, presented by the Autonomous University of B.C., 16-22 pp. 255-334.
- Barton K. D., L. Smith. 1976. Temporal variations observed in the hydrographic regime near Cabo Coveiro in the North West African Upwelling region; February to April 1974. Deep Sea Res; Vol. 24 pp. 477-498.
- CAIACOPI. 1949-1959. Atlas of 10 meter temperatures and Salinities. Calif. Coop. Ocean Fish Invest., Atlas No. 1.
- Chávez G. 1975. Algunas condiciones de surgencia durante la primavera de 1974, para el área adyacente a Punta Banda, Baja California. Tesis Profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas.
- CUMA News Letter. Vol. 2, No. 1, Jan. 15, 1973.
- Cushing, D. H. 1971. Upwelling and the production of fish Adv. Mar. Biol. Vol. 9, pp. 255-234.

- Cushing, D. H. 1975. Marine Zoology and Fisheries, --  
Cambridge University Press.
- Dawson, Yale H. 1961. A further study of upwelling and  
associated vegetation along Pacific Ba  
ja California, Méx., Jour. Mar. Res. -  
( 10 ) pp. 30-58.
- Ekman, V. W. 1903. On the influence of the earth's rota  
tion on ocean currents. Reprinted from  
Arkiv for matematik, astronomi och --  
fysik. Band 2 : No.
- Halpern D. 1973. Structure of coastal upwelling event -  
observed off Oregon during July 1972 --  
Deep Sea Res. Vol. 23 pp. 495-508.
- Halpern D. 1974. Variation in the Density field during  
a coastal Upwelling Thetis, 6, pp.1-2
- Halpern D. 1976. Measurements of Near Surface Wind Stress  
over and Upwelling region near the --  
Oregon Coast. Journal of Phys. ocean. -  
7, pp. 108-112.
- Hughes P. and L. D. Barton, 1974. Stratification and -  
water mass structure in the Upwelling  
Area of N.W. Africa in April and May -  
1959; Deep Sea Res. 21 pp. 611-618.
- Huntsman S.A. and Barber R.T. 1977. Primary production  
off Northwest Africa: The relationship  
to wind and nutrient conditions. Deep  
Sea Res. Vol. 24 ( 1 ), pp. 25-34.
- King, J. A. 1958. Variations in abundance of zooplankton  
and forage organisms in the central pa  
cific in respect to the Equatorial ---  
Upwelling. Proceeding of the Ninth Pa -  
cific Science Congress, Bangkok Thailand,  
1957, Vol. 16 pp. 98-107.
- Laura, R.M. 1967. Coastal Upwelling and the ecology of -  
lower tropic levels, Thesis submitted -  
to Oregon State University.
- Sette, G.E. 1955. Consideration of mid-ocean fish produc  
tion related to oceanic circulation  
Journal of Marine Res. 14, pp- 398-414.

- Smith, R.L. 1968. Upwelling; Collected Aprint, Department of Ocean. Oregon State University.
- Strickland, J.D.H. and Parsons. 1960. A manual of sea — water analysis. C. Fish. Res. Bord of — Canada, Bull. No. 125, Ottawa pp. 185.
- Sverdrup, H. U. 1938. On the process of Upwelling, Journal of Mar. Res. Vol. 1, pp. 155-168.
- Walsh, J. J., J.C. Keley, Terry L., JJ J. Mac Isaac. 1974. Spin up of the Baja California Upwelling ecosystem. Limnology and oceanography — Vol. 19 ( 4 ).
- Yoshida, K. 1955. Coastal Upwelling of the California Coast; Recent Oceanographic Works of Japan 2, — Pag. 1-13.