

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

UNIDAD DE CIENCIAS MARINAS

COMPORTAMIENTO DE VARIABLES QUIMICAS EN UNA SURGENCIA
COSTERA ENTRE PUNTA SAN TELMO Y PUNTA SAN JACINTO B.C.
DURANTE JUNIO DE 1976.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA

HUGO MARIO HERNANDEZ ENCISO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, 1978.

A ESPERANZA, POR SU CARINO
DE MADRE.

A HUGO, MI PADRE, NATIVO DE VERACRUZ,
POR HABERME INSPIRADO RESPETO Y ADMIRACION
POR EL MAR.

A MIS HERMANOS, COMO UN ESTIMULO
A LA SUPERACION.

AGRADECIMIENTOS.

Al Oc. Manuel de J. Acosta Ruiz por la orientación y supervisión que como amigo y director de tesis me brindó para hacer posible la elaboración de éste trabajo.

Al Oc. Gilberto Gaxiola por sus atinadas observaciones.

Al Dr. Saul Alvarez Borrego jefe de la sección de Maricultura del departamento de Oceanografía del C.I.C.F.S.F., también Director General del C.I.C.F.S.F., y maestro que me impartió la cátedra de Oceanografía Química en la E.S.C.M.

Al Oc. Bernardo Primitivo Flores Baez por haberme proporcionado los datos de oxígeno para trabajarlos.

Al Dr. Enrique Carrillo Barrios Gomez coordinador general de trabajo en el campo, a los Oceanólogos Talpa D. Lara, Rubén Lara Lara, y Salvador Galindo Bect por haber participado en la toma de datos.

A Lupita Hoyos por su amable ayuda en pasar a máquina el manuscrito.

I N D I C E .

I.- INTRODUCCION	1
A).- Antecedentes.	1
B).- Localización del área de estudio.	5
C).- Objetivos del Trabajo	6
II.- MATERIALES Y METODOS	6
III.- RESULTADOS	8
A).- Oxígeno disuelto	8
B).- Porciento de saturación de oxígeno	8
C).- pH.	8
D).- Alcalinidad total.	9
E).- Bióxido carbono total.	9
IV.- DISCUSIONES.	10
V. - CONCLUSIONES	12
VI.- RECOMENDACIONES.	13
VII.-BIBLIOGRAFIA	14

I.- INTRODUCCION

A.- ANTECEDENTES.

La renovación o afloramiento de masas de agua provocadas por la acción de los vientos que inciden sobre un área del océano, reviste una importancia tal que ha sido objeto de intensos estudios oceanográficos en diferentes latitudes del mar. Las expediciones en las que se han estudiado las surgencias son comparativamente recientes, la del "Meteor", durante los años treinta fué la primera en la que se obtuvieron resultados sobre el significado físico, químico y biológico de las surgencias, lográndose una descripción a fondo del fenómeno, CUSHING (1971). A partir de 1972 se ha desarrollado un plan de trabajo llamado Análisis de Ecosistemas de Surgencias Costeras, C.U.F.A. News Letter (1973) citado por CHAVEZ GARCIA (1975).

REID et al. (1958) LA FOND y LA FOND (1971), citados por WALSH et al. (1974), mencionan que con vientos del norte a principios de primavera, la Corriente de Davidson se disipa y la Corriente de California que fluye hacia el sur reaparece a lo largo de la costa durante febrero y marzo. HSUEH y O'BRIEN (1971), citados por WALSH et al. (1974), han sugerido que una corriente costera persistente puede producir afloramientos además del Transporte Ekman hacia fuera de la costa, inducido por el esfuerzo del viento y línea de costa irregular. La incidencia de agua fría de la subsuperficie, rica en materiales nutritivos, provoca en aguas tropicales y subtropicales un ciclo de producción de alta amplitud, y como consecuencia algunas de las más grandes pesquerías del mundo se encuentran en áreas de surgencia, CUSHING (1975). Los mecanismos del ciclo de producción en áreas de surgencia, sin considerar el pastoreo del zooplancton sobre el fitoplancton han sido estudiados por STEELE y MENZEL (1962) y CUSHING (1971); ellos consideran que la

médula del problema de la producción en áreas de surgencia consiste en saber donde y cuando se hace efectivo el pastoreo. RYTHER (1969) menciona que durante períodos de surgencia activa, la producción primaria normalmente excede 1.0 y puede exceder 10.0 grs. de carbono por metro cuadrado. También asevera que las áreas de surgencia no totalizan más de un décimo del 1 por ciento de la superficie del océano (160,000 kms.) y producen cerca de la mitad de las capturas mundiales de peces; además con una productividad anual de 300 gms./mt. de carbono, resultaría en la producción de 50 x 10 toneladas de "peces".

El oxígeno disuelto es mencionado por ODUM (1959) como un factor limitativo, además el oxígeno ocupa una posición única en el ciclo bioquímico porque éste elemento es liberado por medio de la fotosíntesis; como consecuencia la concentración de oxígeno se incrementa en el agua cuando la síntesis toma lugar, y éste oxígeno se hace cuantitativamente disponible para la oxidación subsecuente de los productos de ésta síntesis, REDFIELD et al. (1963). También el contenido de oxígeno del agua tiene una relación indirecta en la composición de los sedimentos del fondo. Por la relación inversa entre consumo de oxígeno y liberación de bióxido de carbono, los valores bajos de oxígeno son asociados con altos valores de bióxido de carbono total y bajos valores de pH, esto da lugar al incremento de solubilidad de carbonato de calcio, RICHARDS (1957). La concentración y distribución de oxígeno disuelto en el océano es influenciado por la fotosíntesis y respiración de organismos, REDFIELD et al. (1963), y SVERDRUP (1938), citados por WYRTKI (1962), y principalmente por la circulación de las masas de agua, RICHARDS (1957). DIETRICH (1937), citado por WYRTKI (1962), propuso un modelo para explicar la capa de mínimo de oxígeno asumiendo que el océano puede ser dividido en 3 capas: la capa superficial, que está en contacto con la atmósfera mantiene el contenido de oxígeno en alto nivel, la capa de fondo, se man-

tiene alta en oxígeno debido a los efectos de circulación y la capa central o intermedia se asume que no tiene movimiento queriendo decir que no hay procesos de advección. El oxígeno consumido en la capa intermedia será reemplazado de la capa superior y de fondo por procesos turbulentos. Existe evidencia para algunas partes del océano que el consumo de oxígeno es casi independiente de la profundidad en capas mas abajo de los 1000 o 1500 mts. aproximadamente; ésto indicaría que la mayor parte del material oxidable es consumido en las capas superiores, WATTENBERG (1939) citado por WYRTKI (1962). En el este del Pacífico se encuentra una capa pobre en oxígeno alrededor de los 300 a 400 mts. de profundidad, BRUNEAU et al. (1953), citado por HARVEY (1955). RILEY (1951), citado por HARVEY (1955), ha extendido estos conceptos por medio de mediciones cuantitativas de la velocidad de oxidación de la materia orgánica, y su análisis matemático sugiere que nueve décimas del fitoplancton producido en la zona eufótica es oxidado a bióxido de carbono en los primeros 200 mts. de profundidad, el resto es oxidado en aguas más profundas.

El bióxido de carbono es fundamentalmente importante en el metabolismo de organismos vivientes; las transformaciones fotosintéticas de bióxido de carbono y agua en compuestos orgánicos, y también con la oxidación subsecuente de éstos compuestos y sus derivados son los mecanismos biológicos básicos para la utilización y almacenamiento de energía solar, REVELLE y FAIRBRIDGE (1957). En todas las profundidades del mar el bióxido de carbono es producido biológicamente por la respiración de la vida marina y por la descomposición bacteriana de materia orgánica en la presencia de oxígeno disuelto; los cambios en el bióxido de carbono son acompañados por cambios en el contenido de oxígeno en el agua de mar, además el bióxido de carbono y los minerales carbonato tienen un papel importante en las numerosas reacciones químicas y en el equilibrio del agua de

mar, PARK (1965). En el estudio de la geoquímica del bióxido de carbono en el agua son importantes dos cantidades: alcalinidad total y el bióxido de carbono total; la medición de éstos parámetros provee un juego de variables independientes, por medio de los cuales el sistema bióxido de carbono puede ser caracterizado en el agua de mar, GIESKES (1974). La distribución de bióxido de carbono en el mar ha sido estudiada por la "Expedición Snellius" en el Archipiélago Indonesio, POSTMA (1957, 1958), y la "Expedición Suiza de Mares Profundos" en el Albatross, BRUNEAU et al. (1953); los datos recolectados en éstas expediciones establecieron algunos patrones generales de la distribución de alcalinidad y bióxido de carbono en el océano, citado por GIESKES (1974). KELLEY, LONGERICH, y HOOD (1971) han estudiado los efectos de surgencia, mezcla, y alta productividad en las concentraciones de bióxido de carbono en aguas superficiales del Mar de Bering.

CHAVEZ GARCIA (1975), presentó gráficas de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno, y nitratos de lo que se consideró una fase inicial de surgencia, apoyada también en el Transporte Ekman calculado a partir de datos de cartas meteorológicas en un área adyacente a Punta Banda B.C.N.. AMADOR BUENROSTRO (1978), menciona que la temperatura del agua cercana a la costa y los vientos generados; establecen una correlación con los eventos de surgencia producidos. ARGOTE ESPINOZA (1978) concluye que el área de surgencias está fuertemente influenciada por la topografía y que la escala de respuesta hidrológica del océano a los vientos favorables es de un día. COTA VILLAVICENCIO (1971), citado por CHAVEZ GARCIA (1975), presentó un trabajo que comprende desde Bahía Todos Santos hasta Roca Soledad B.C., utilizando el sistema bióxido de carbono como indicador de afloramientos; encontró que se presentaba con mayor intensidad en aguas adyacentes a Punta Banda B.C.N.. MORALES ZUNIGA (1977), menciona que la profundidad de la termoclina es determinada básicamente por la radiación solar y la intensidad

del viento, además observó que existe una relación entre los gradientes de temperatura superficial y los índices de surgencia calculados por BAKUM y CRAIG (1975). La vegetación a lo largo de la Península de Baja California está íntimamente relacionada con la ocurrencia de los afloramientos de masas de agua, muchas especies son indicadores de aguas frías del norte y se encuentran muy al sur de su rango latitudinal, DAWSON (1951). WALSH et al. (1974) mencionan que los afloramientos en la región de Baja California suceden todo el año.

SMALL, CURL, y GLOOSHEMKO (1972) citados por ALVAREZ BORREGO, LARA LARA, y ACOSTA RUIZ (1977), presentaron una versión revisada de la ecuación original de RYTHER y YENTSCH, su aplicación a lagunas costeras estriba en el desconocimiento de la distribución espacial A y su cambio en función del tiempo, ésta ecuación es aplicable a las poblaciones fitoplanctónicas de surgencias frente a Oregon E.U.. ALVAREZ BORREGO, LARA LARA, y ACOSTA RUIZ (1977), estimaron la concentración de la productividad orgánica en dos antiestuarios que presentan influencia de afloramientos cercanos al área. ACOSTA RUIZ y LARA LARA (1977), y ALVAREZ BORREGO, LARA LARA, y ACOSTA RUIZ (1977), estudiaron la hidrología de sistemas antiestuarinos y concluyen que al estar midiendo éstas variables en las bocas en función del tiempo, existe una correlación estrecha con la marea y diversos factores que causan variaciones irregulares; como calentamiento y evaporación no uniforme con las condiciones cambiantes en la zona oceánica adyacente, como son los afloramientos. Las observaciones preliminares hechas por RUBEN GARCIA, ERNESTO REYNOSO, y JUAN OSUNA, (comunicación personal), en sus respectivos estudios de variables físicas, nutrientes, y variaciones diurnas; hacen suponer que la zona cubierta por el presente trabajo, está sujeta a un afloramiento o surgencia.

B).- LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

El área de estudio se encuentra al sur de Ensenada B.C.N. comprendida entre Punta San Jacinto y Punta San Telmo entre los $30^{\circ}42'$, $30^{\circ}53'N$ y $116^{\circ}33'$ y $116^{\circ}12'W$.

C).- OBJETIVO.

El estudio de variables químicas no conservadoras en el agua de mar es importante desde varios puntos de vista. La descripción de éstas propiedades (oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, pH, alcalinidad total y bióxido de carbono total) en función del tiempo y del espacio son objeto de estudio para una región costera de Baja California, que presenta características anuales de surgencias. El comportamiento de éstas variables químicas, asociadas a la intensidad del fenómeno es importante evaluador de la productividad orgánica primaria en el mar.

II.- MATERIALES Y METODOS.

Se realizó un muestreo en sentido perpendicular a la costa entre Punta San Telmo y Punta San Jacinto al sur de Ensenada Baja California, a bordo de la embarcación "Dragaminas 20" de la Secretaría de Marina. El número de estaciones muestreadas fué de cinco, las cuales fueron cubiertas durante 8 ocasiones entre el 11 y el 19 de Junio de 1976. Además se llevaron a cabo dos variaciones diurnas en las estaciones E1 y E5, las cuales fueron objeto de otro estudio por separado.

La estación E1 se localizó a una distancia de la costa de 8.0, la E2

a 13.0, la E3 a 21.0, la E4 a 29.0 y la E5 a 37.0 Kms. respectivamente, El error determinado en la localización de las estaciones fué de 150 mts.. La distancia promedio entre cada estación fué de 4.0 para (E1-E2), 9.0 para (E2-E3), 8.0 para (E3-E4), y 9.0 kms. para (E4-E5).

Se utilizaron botellas del tipo Niskin con capacidad de 3 litros para cada hidrolance. La estación E1 se muestreó en el nivel de superficie, 10, 20, 30, y 40 mts. La estación E2 al nivel de superficie, 10,20,30,40, y 50 mts. El resto de las estaciones se muestrearon en el nivel de superficie, 10,20,30,40, 50,75,100, y 200 mts. de profundidad. En cada lance se determinaba la temperatura C, y se tomaban muestras de salinidad, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, fosfatos, nitratos, y clorofila para su posterior análisis. Se midió la velocidad y dirección del viento, el porcentaje y el tipo de nubes. Solamente se presentan datos para 4 transectos (3, 4, 5 y 6) muestreados los días 13, 14, 16, y 17 de Junio para los parámetros pH, alcalinidad total y bióxido de carbono total.

La temperatura se midió con termómetros reversibles con un rango de precisión de 0.02 C, la temperatura dada en cada termómetro fué corregida de acuerdo a la fórmula dada por SCHUMACHER citado por SVERDRUP (1942). La salinidad se determinó por conductividad eléctrica mediante un salinómetro Beckman, modelo 118 WA 200 con una precisión de 0.003%. Los análisis de oxígeno disuelto se determinaron de acuerdo al método Micro-Winkler, descrito por el Manual del Técnico Marino (1971). La solubilidad del oxígeno se calculó con un programa de computadora basado en la tabla de Carpenter descrita por GILBERT et al. (1967); el porcentaje de saturación también se determinó con el mismo programa. El pH y alcalinidad se midió con electrodos de vidrio y un potenciómetro de baterías modelo 801 con precisión de 0.005 unidad de pH. Para la determinación de alcalinidad total se utilizó el método de ANDERSON y ROBINSON (1946) modificado por CULBERSON et al. (1970). El cálculo de bióxido de carbono total se basó en el método de pH y alcalinidad total utilizando un programa de computadora basado en las cons-

tantes aparentes de disociación de ácido carbónico de MEHRBACH et al (1973).

III.- RESULTADOS.

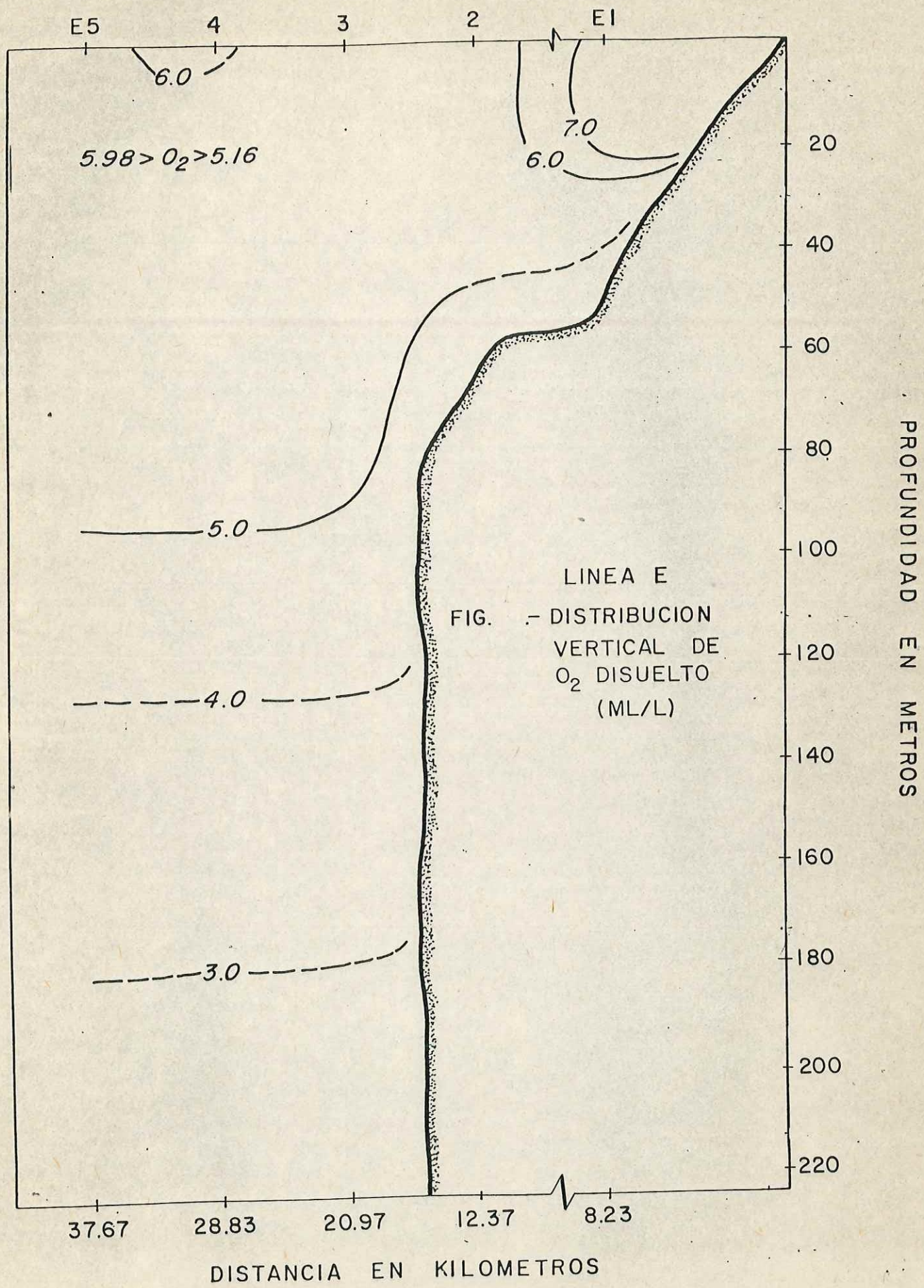
A).- OXIGENO DISUELTTO.

La distribución de las isolíneas de oxígeno disuelto, durante el muestreo realizado del 11 al 19 de Junio de 1976, presentó valores altos en la capa superficial de 0 a 10 mts., en los transectos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8 (figs. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8). Para las estaciones muestreadas, en especial para la E1 y E2. Se observaron valores bajos en las isolíneas de oxígeno disuelto menores de 5 y 4 ml/lt. abajo de los 10 mts. en la E1 y E2. Se observó un máximo superficial aislado para el transecto 2 (fig. 2) con 5.9 ml/lt. en la E3 a 30 y 40 mts., y de 6 ml/lt. en los transectos 3, 4, 5, 6, y 7 (figs. 5, 10, 15, 20, y 25) a 30 y 40 mts., en el transecto 8 a 50 mts.. Se notó que las isolíneas de oxígeno disuelto en los valores desde 3 hasta 5 ml/lt. siguen una tendencia ascendente hacia la costa en todos los transectos.

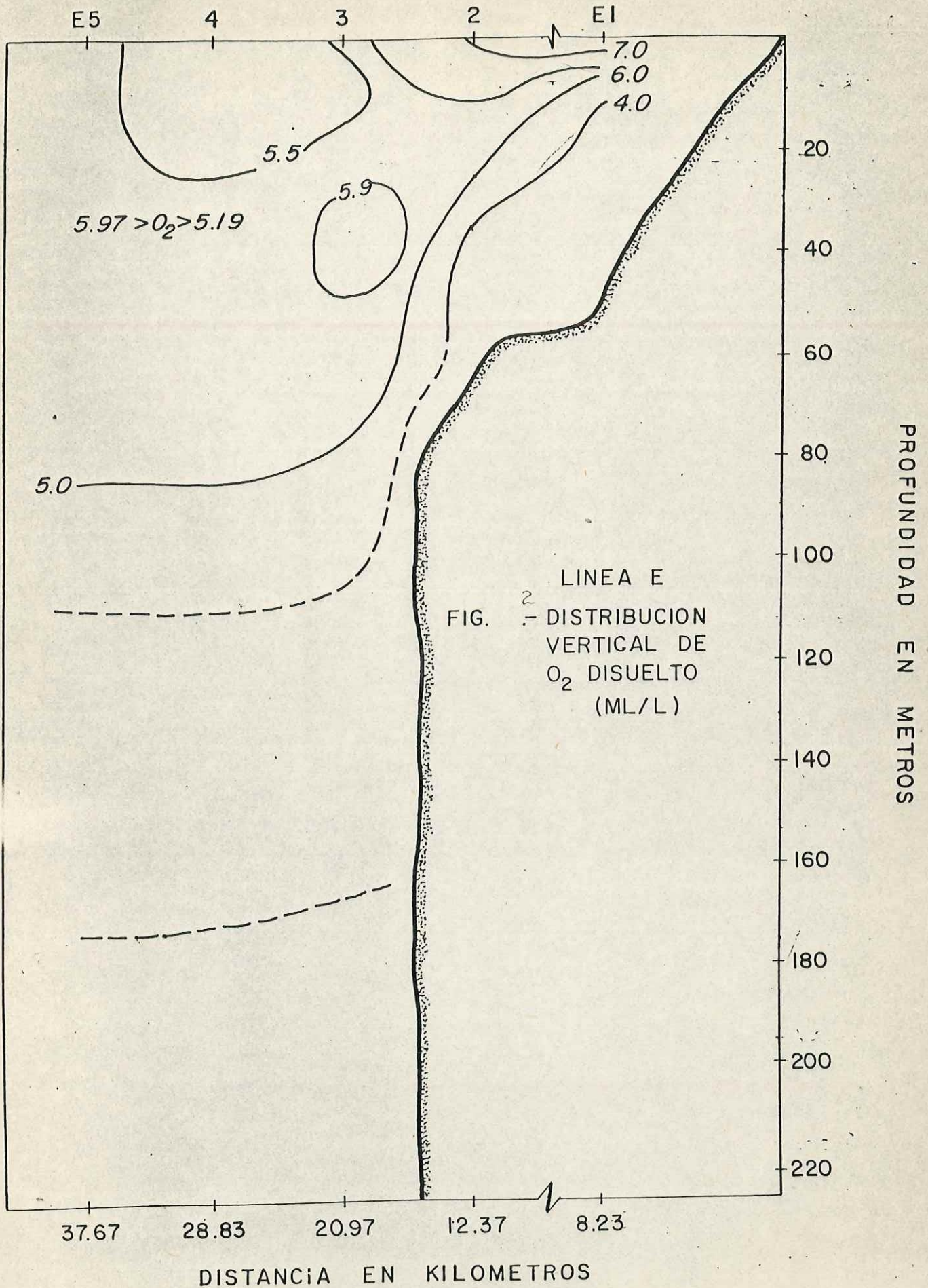
B).- PORCIENTO DE SATURACION DE OXIGENO.

La distribución del porciento de saturación de oxígeno en los transectos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8 (figs. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, y 16) sentó valores altos con isolíneas de 100, 110, y 120% en la capa superficial, en especial para las estaciones E1 y E2 en las profundidades de 0 a 10 mts.. Se encontraron isolíneas de valores bajos (70 y 60%) en la E1 y E2 a 20 y 40 mts. de profundidad. Se notó que el porciento de saturación disminuyó rápidamente conforme aumentaba la profundidad hasta llegar al 40 porciento de saturación aproximadamente a 200 -

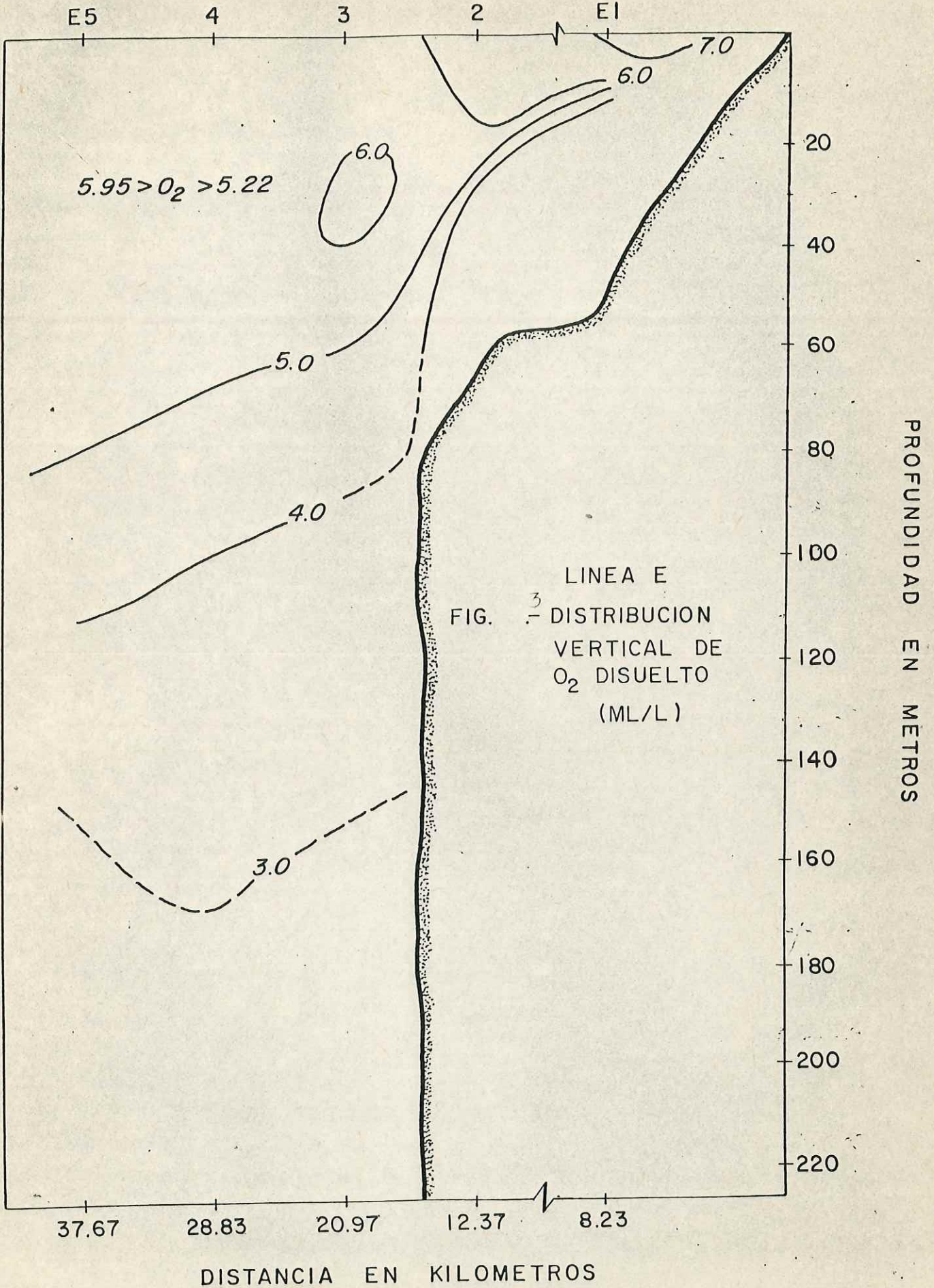
DISTRIBUCION DE ESTACIONES



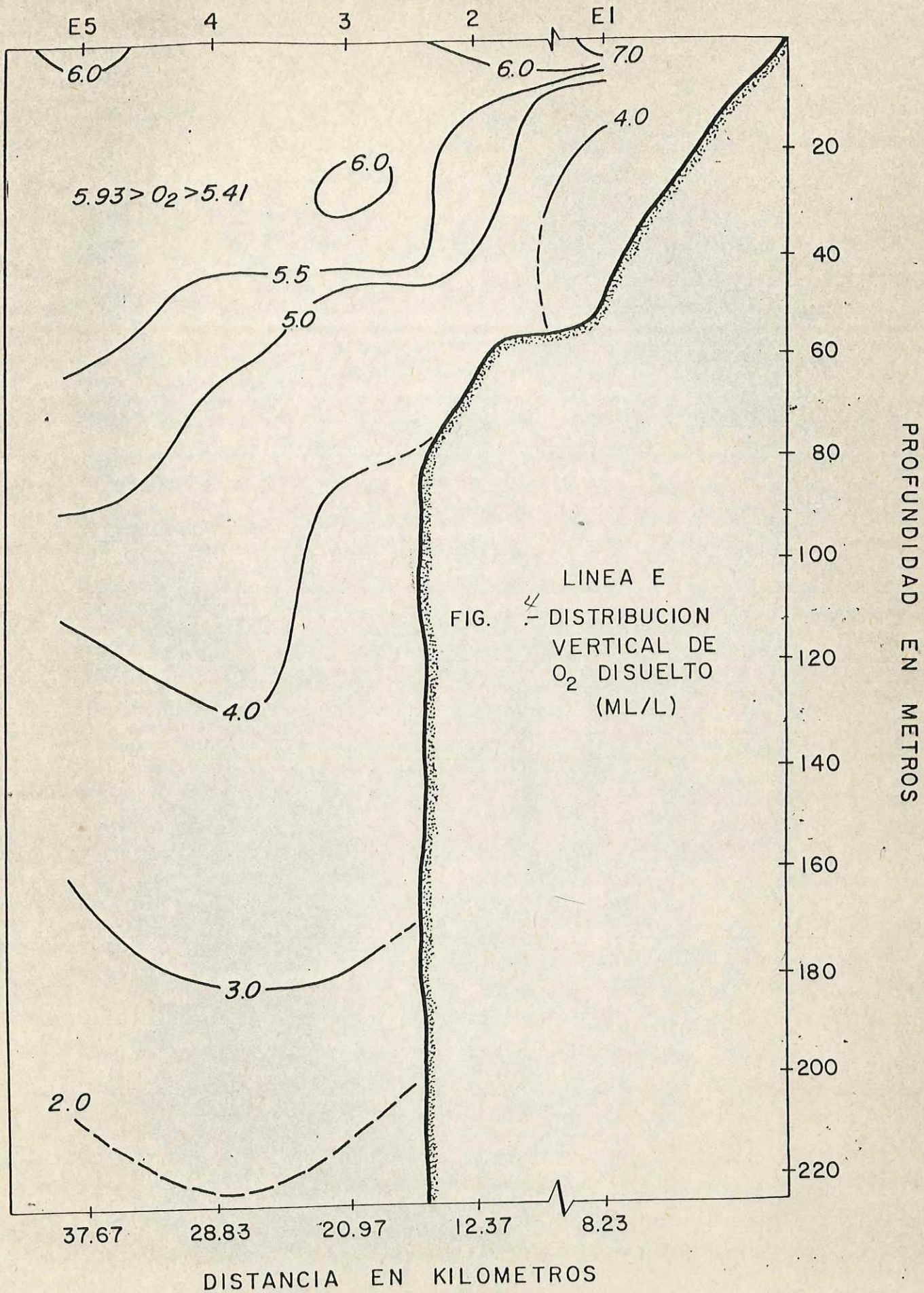
DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES

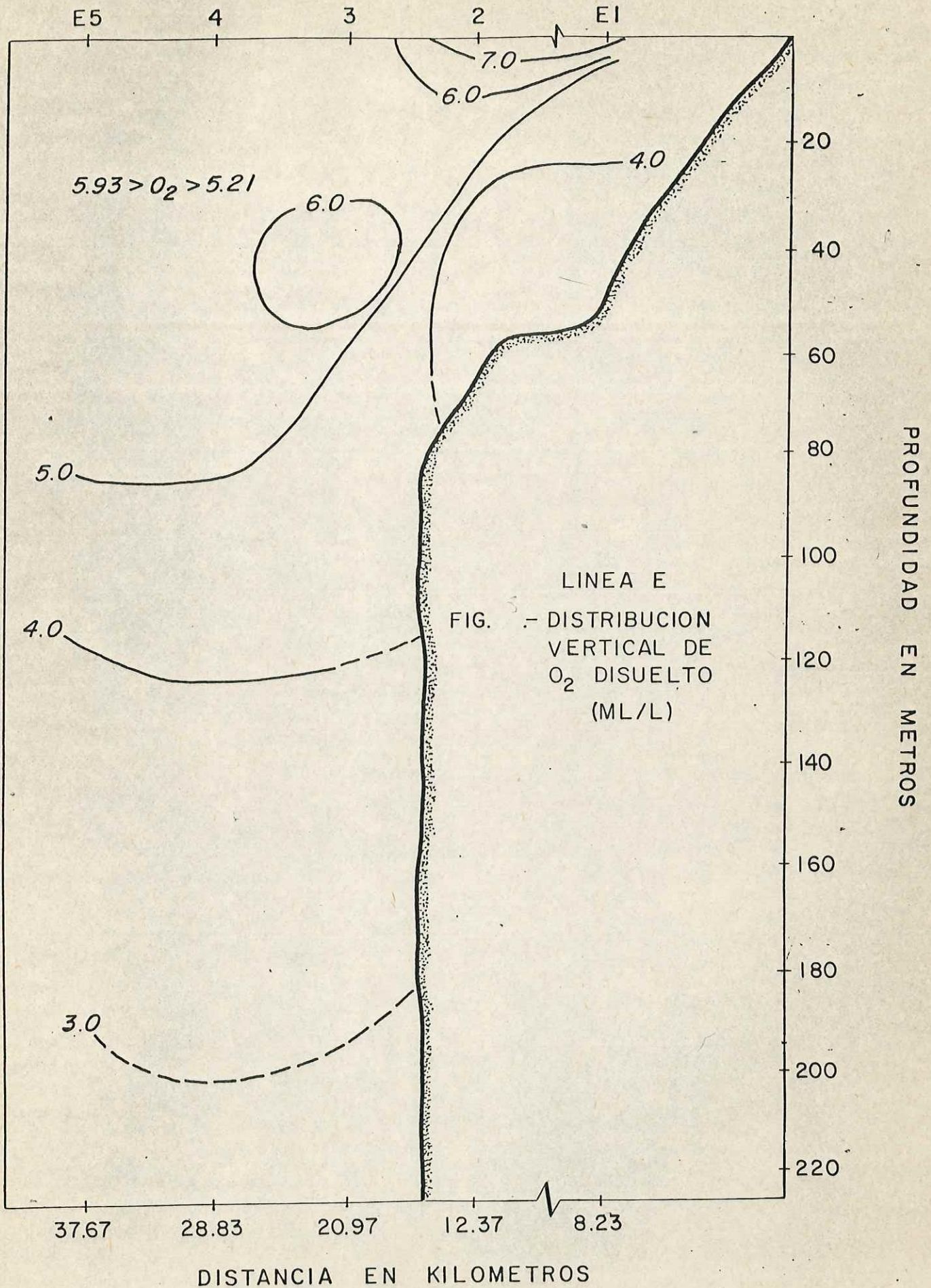
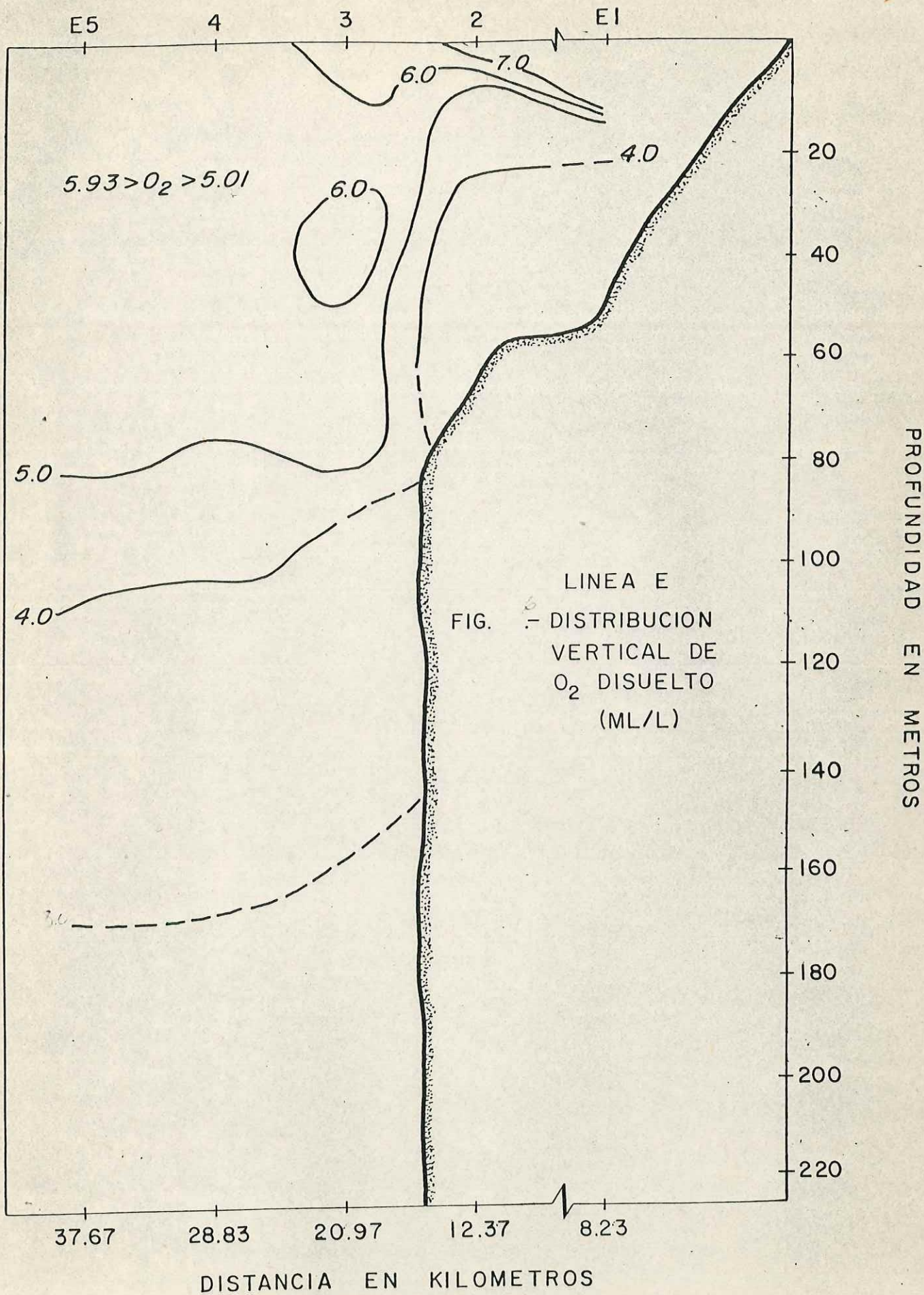
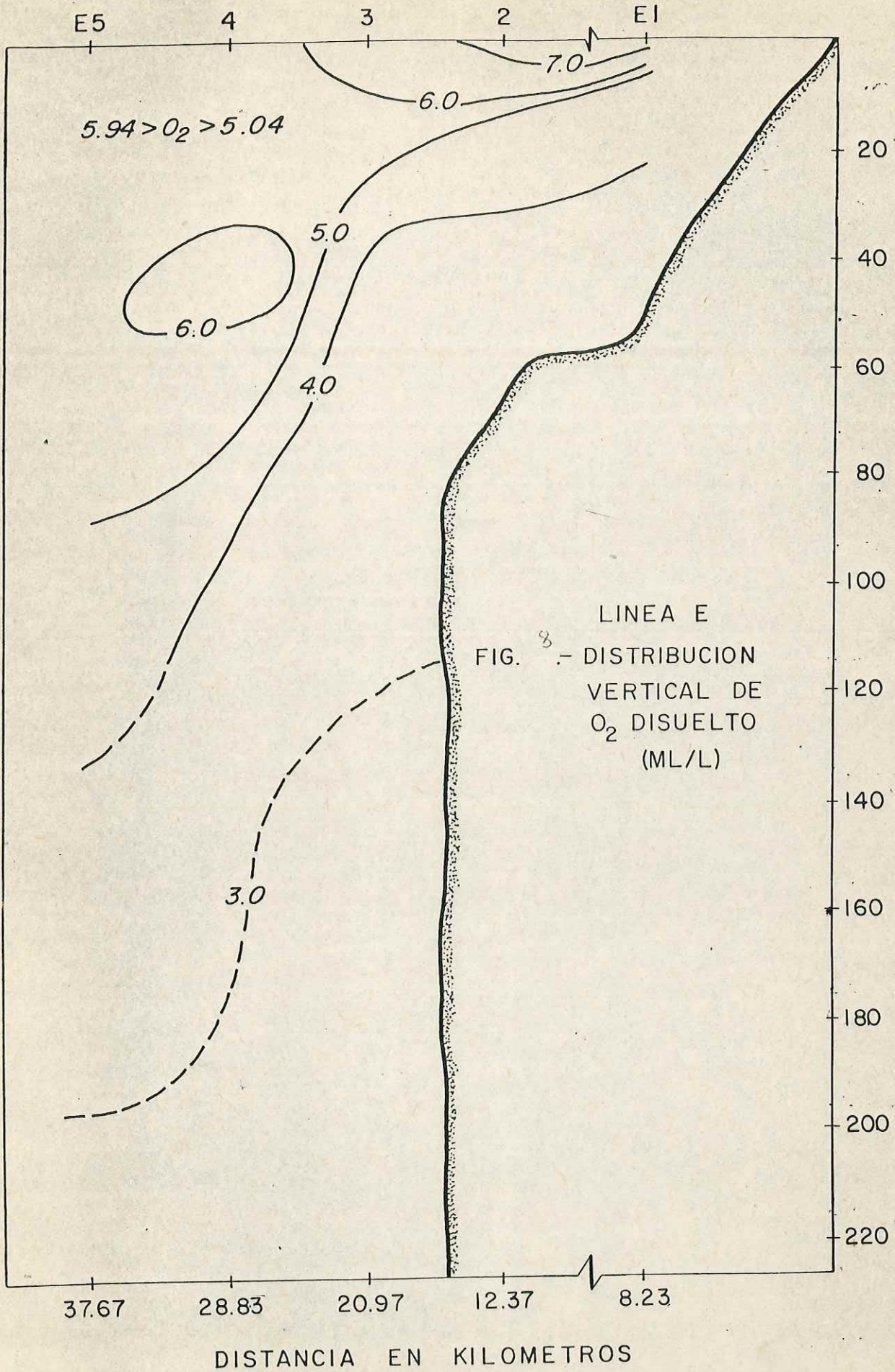


FIG. 5.- DISTRIBUCION VERTICAL DE O₂ DISUELTO (ML/L)

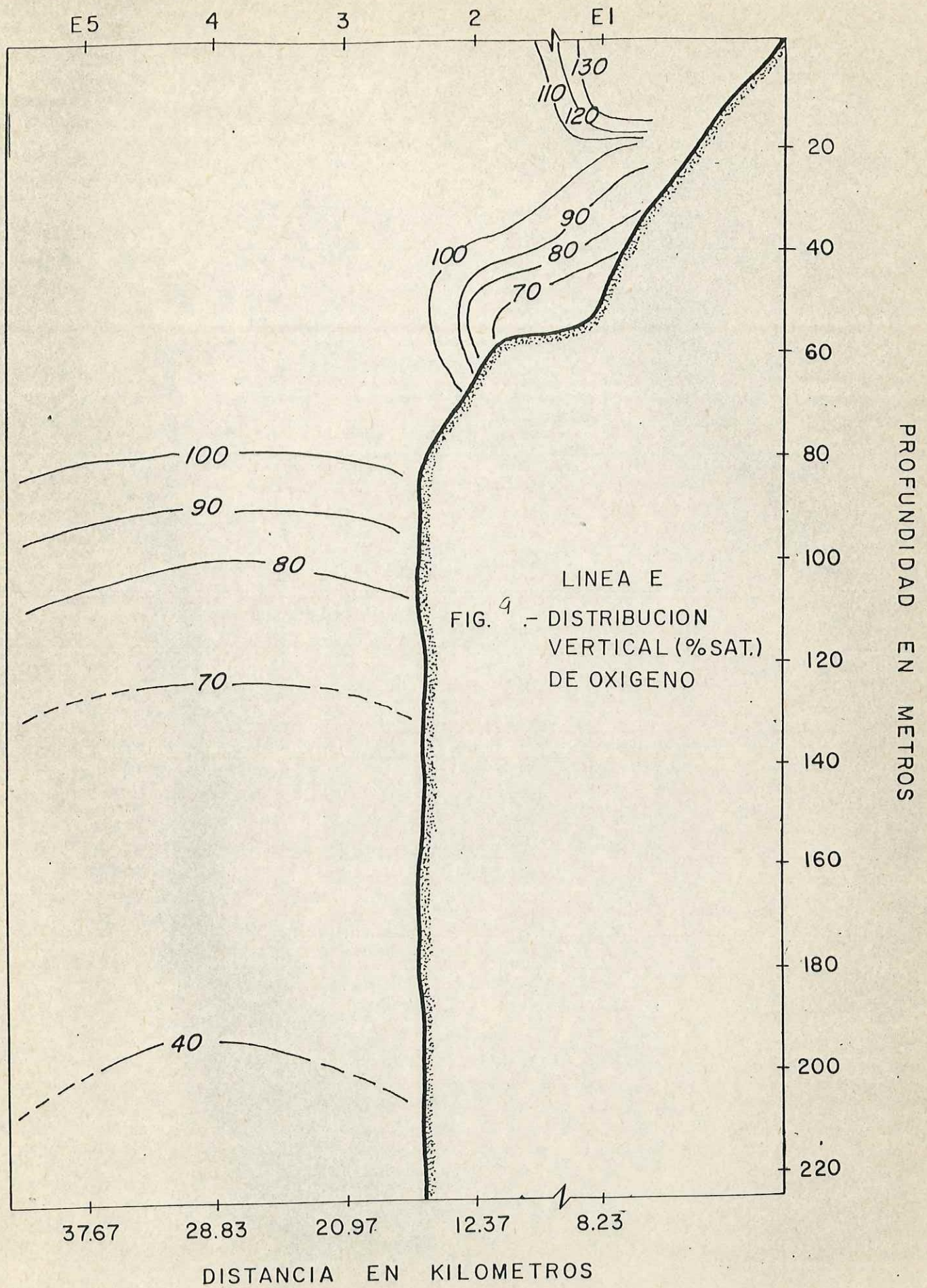
DISTRIBUCION DE ESTACIONES



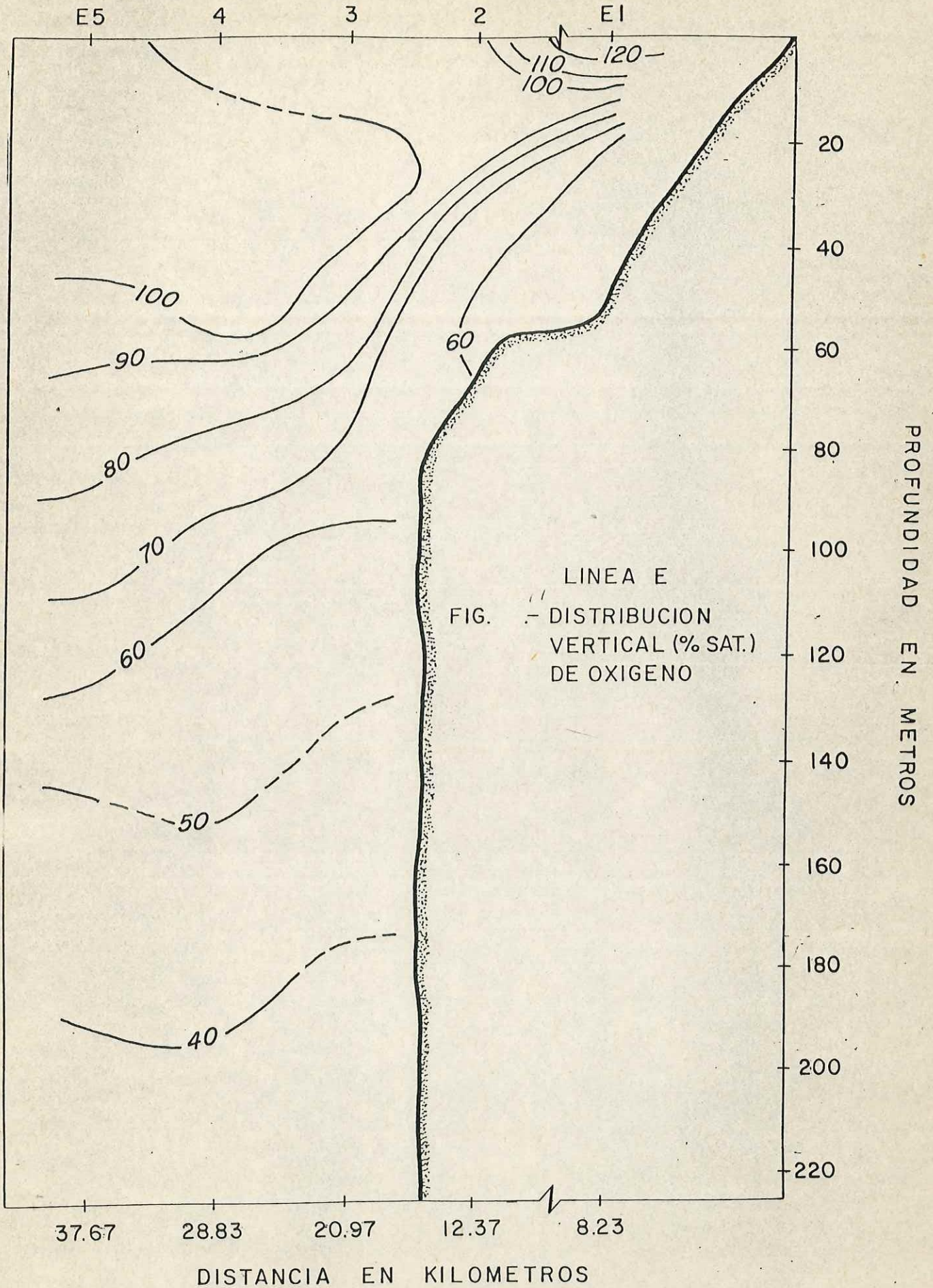
DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES

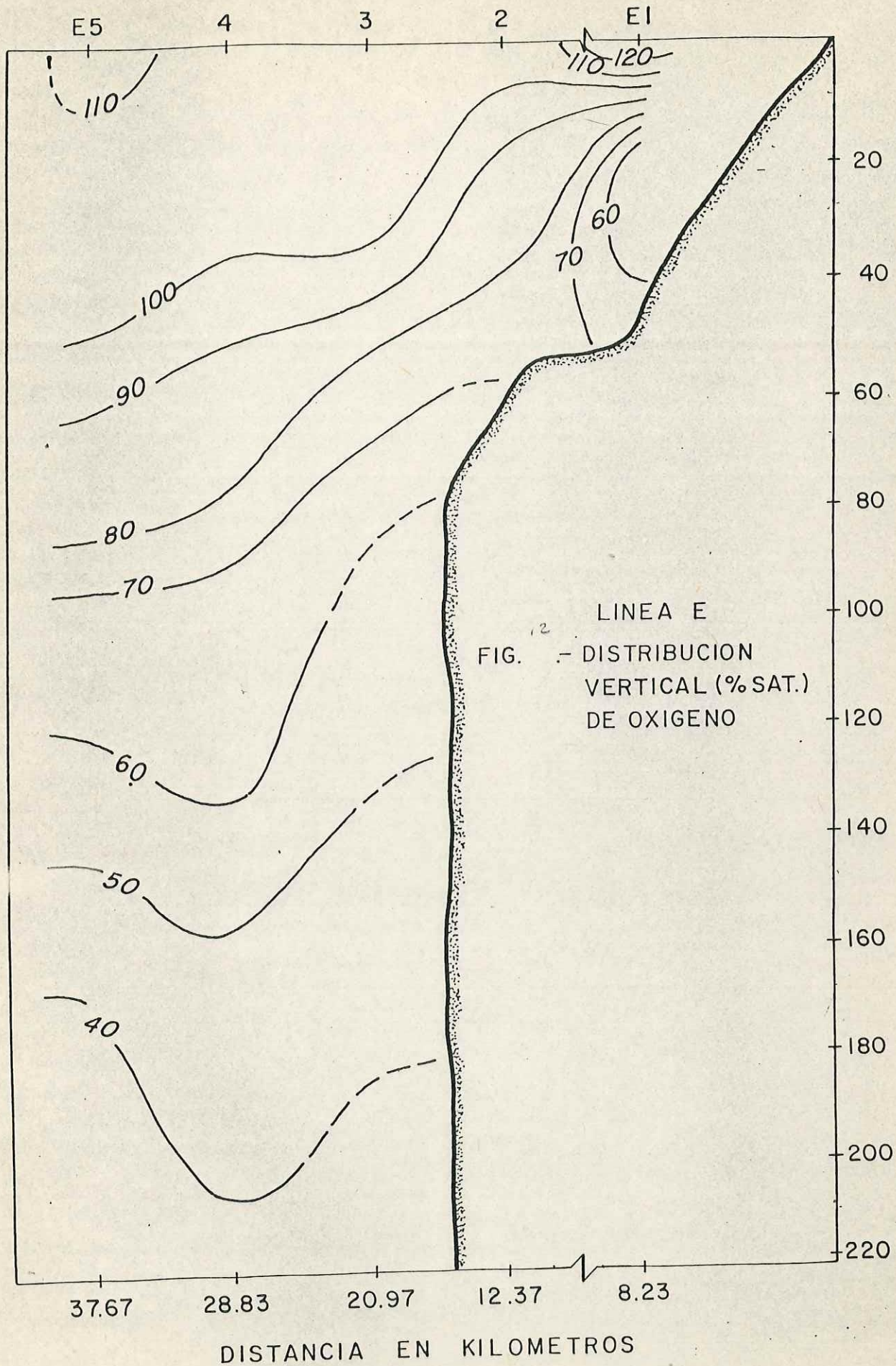
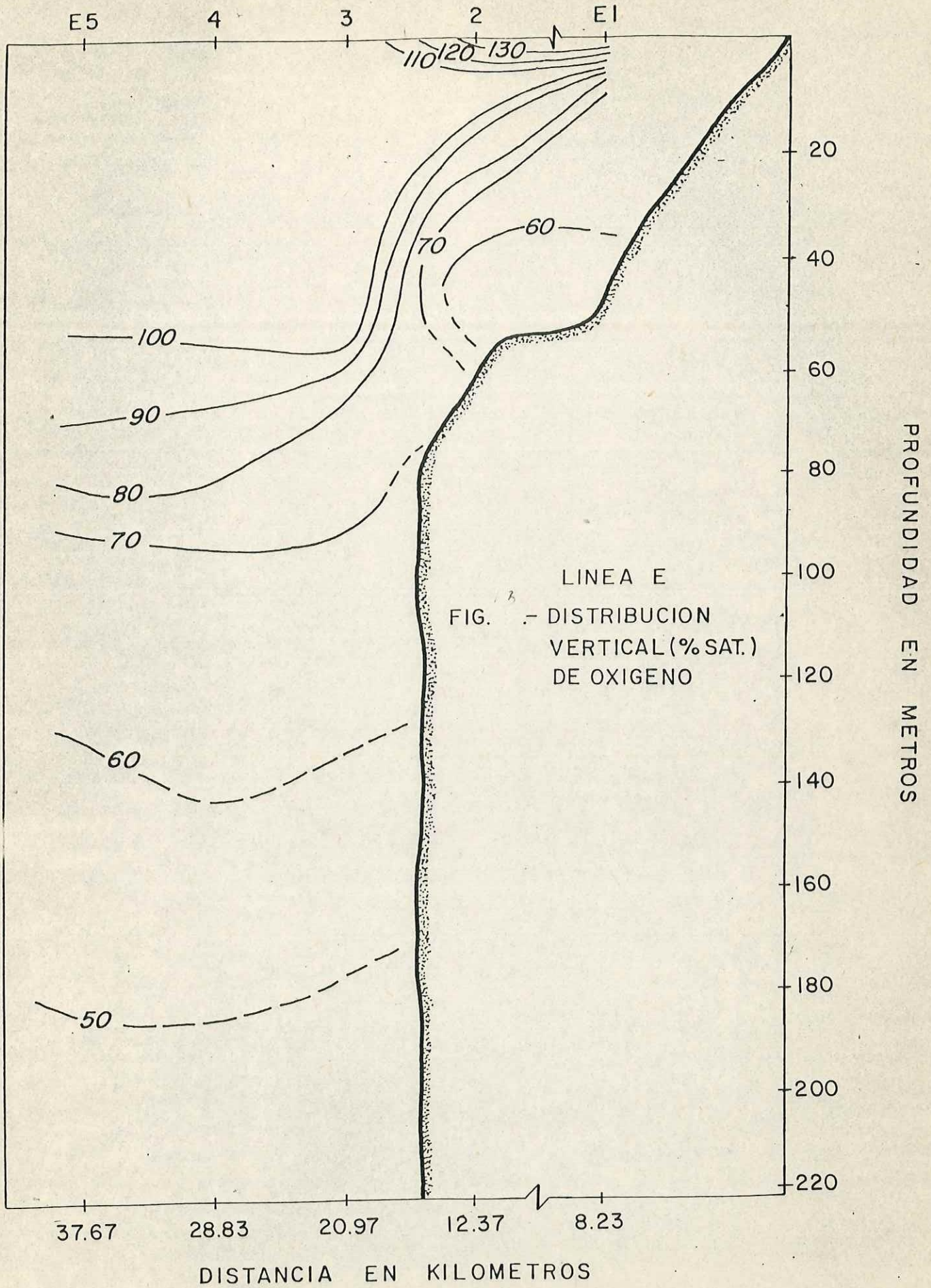


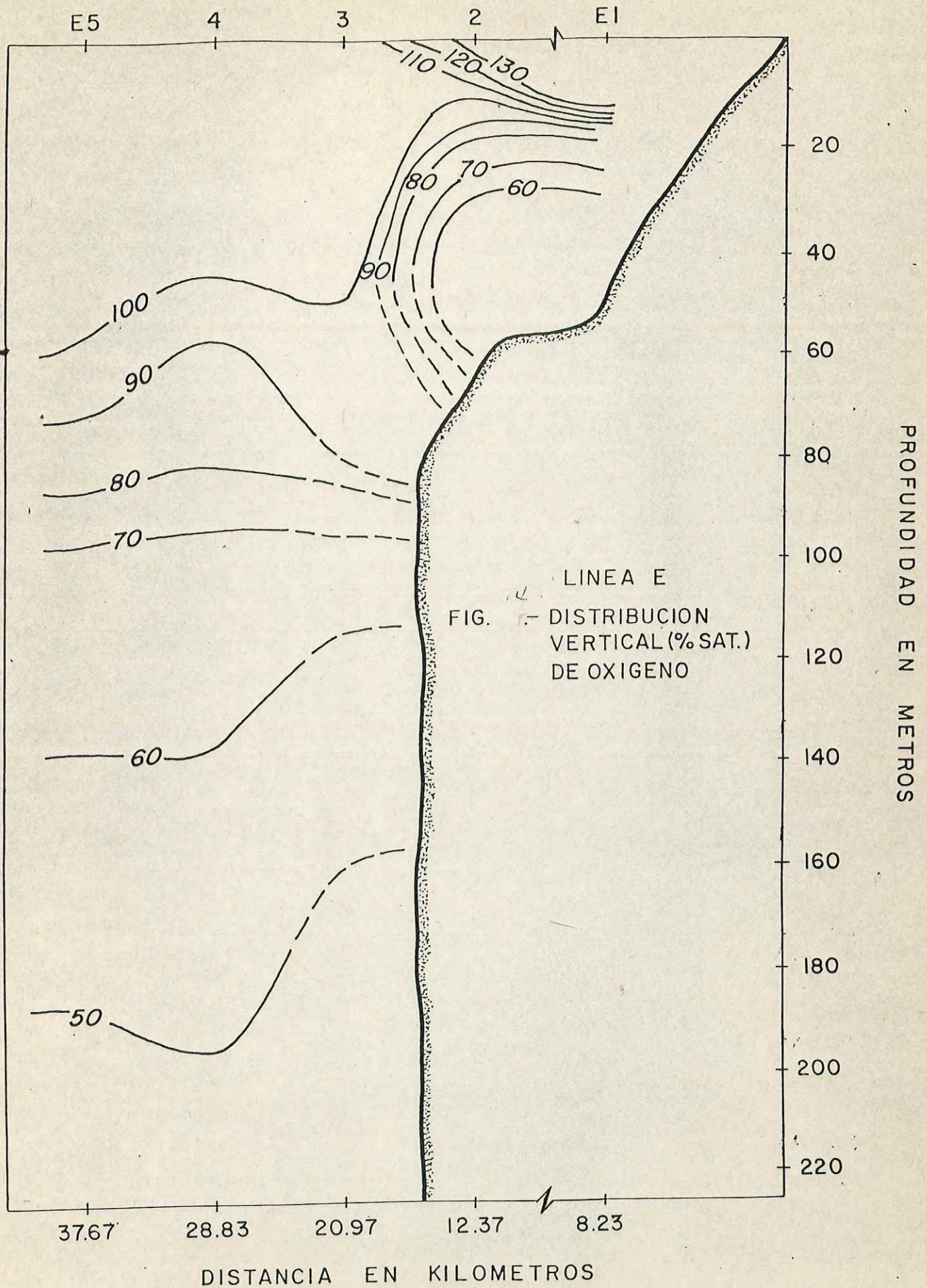
FIG. 12 LINEA E
DISTRIBUCION VERTICAL (% SAT.) DE OXIGENO

PROFUNDIDAD EN METROS

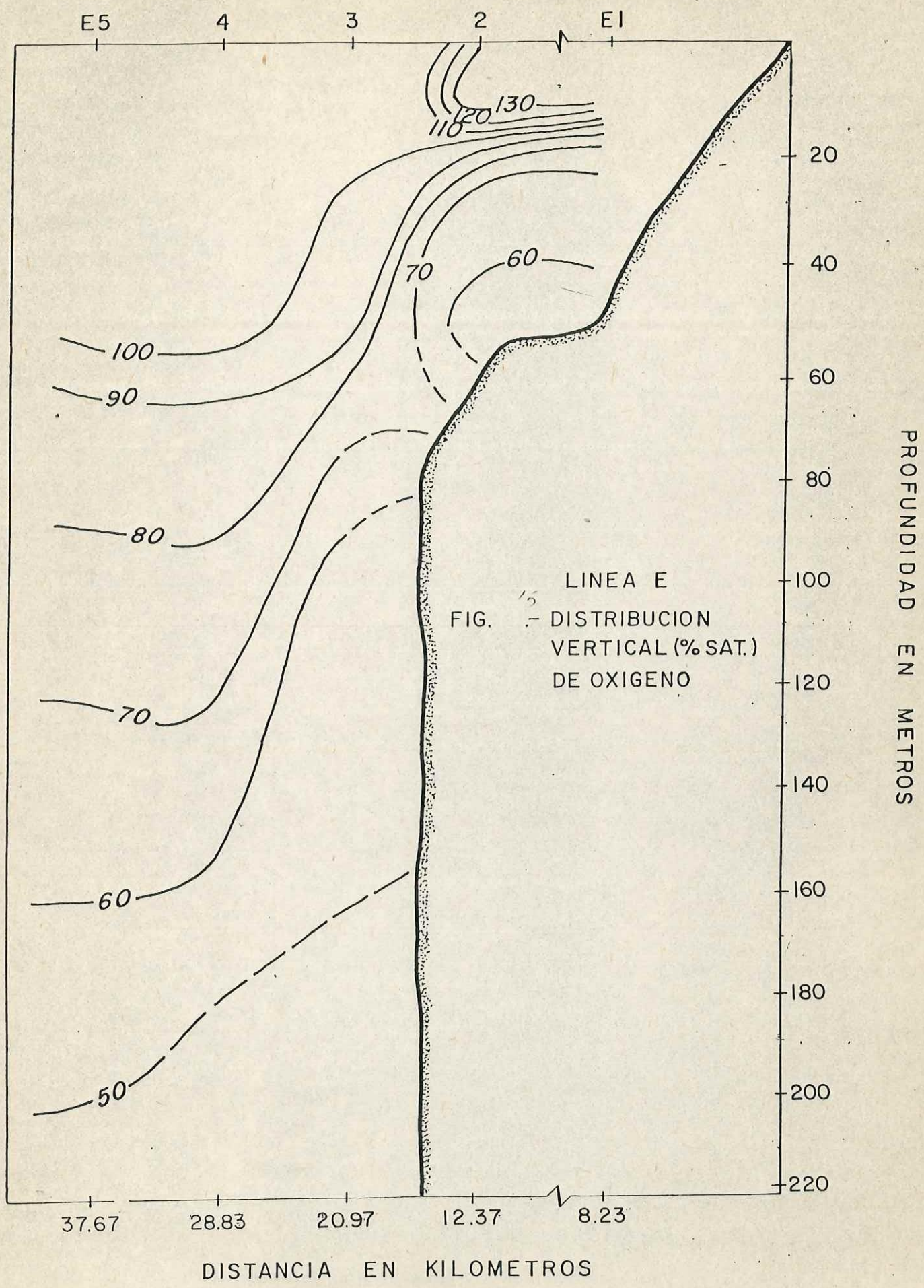
DISTRIBUCION DE ESTACIONES



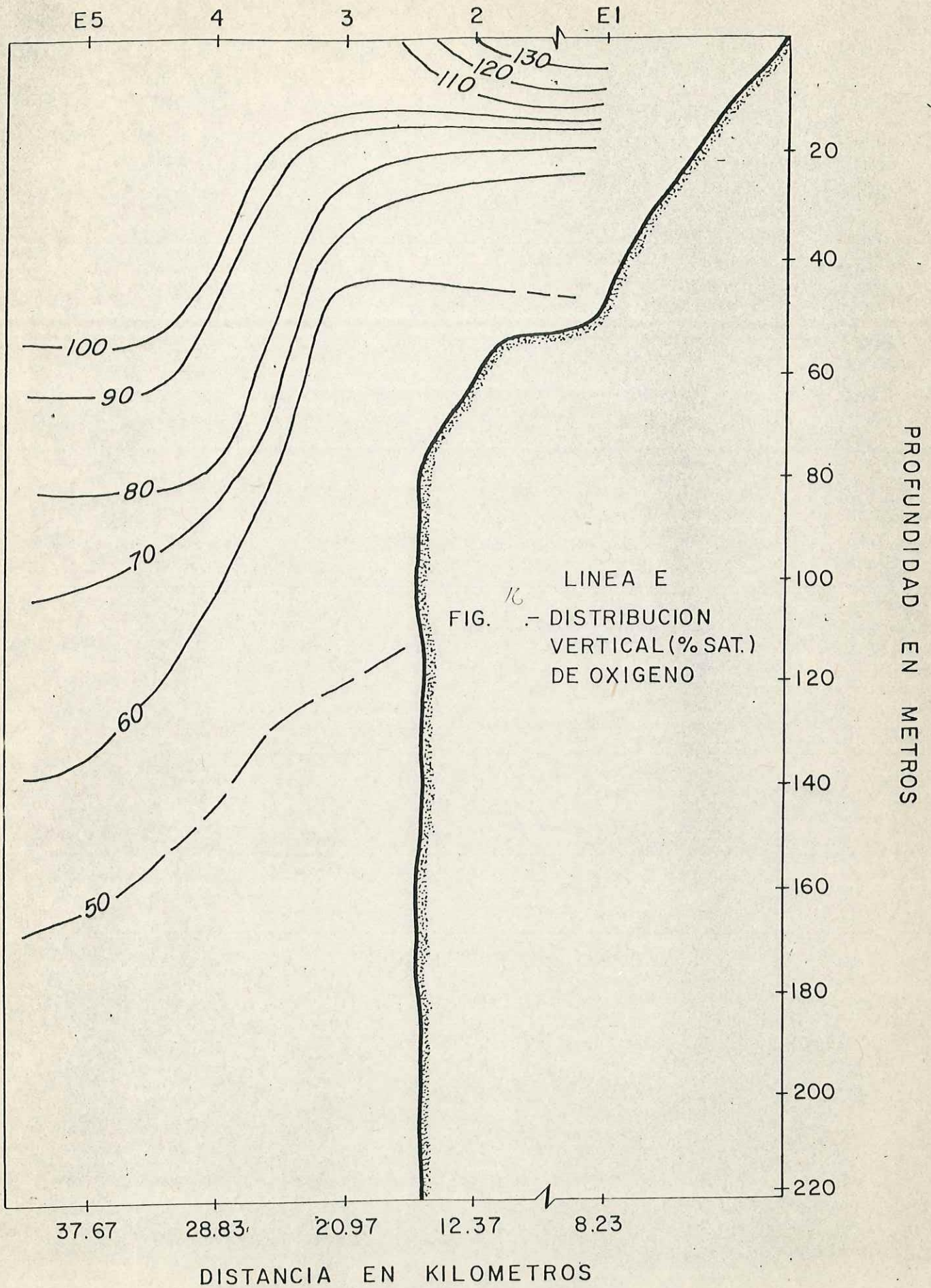
DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES



mts.

C).- pH.

En los transectos 3, 4, 5, 6 (figs. 17, 18, 19, y 20) la distribución de las isolíneas de pH, observó valores altos (8.2 a 8.4) en la capa superficial. Las isolíneas de pH mostraron clara tendencia ascendente hacia la costa desde aproximadamente 120 mts. con valor de 8.0 hasta llegar a 8.2 en la superficie. La isolínea de 7.9 se presentó en forma de hondanada hasta una profundidad aproximada de 180 mts. con tendencia a romper sobre el talud.

D).- ALCALINIDAD TOTAL.

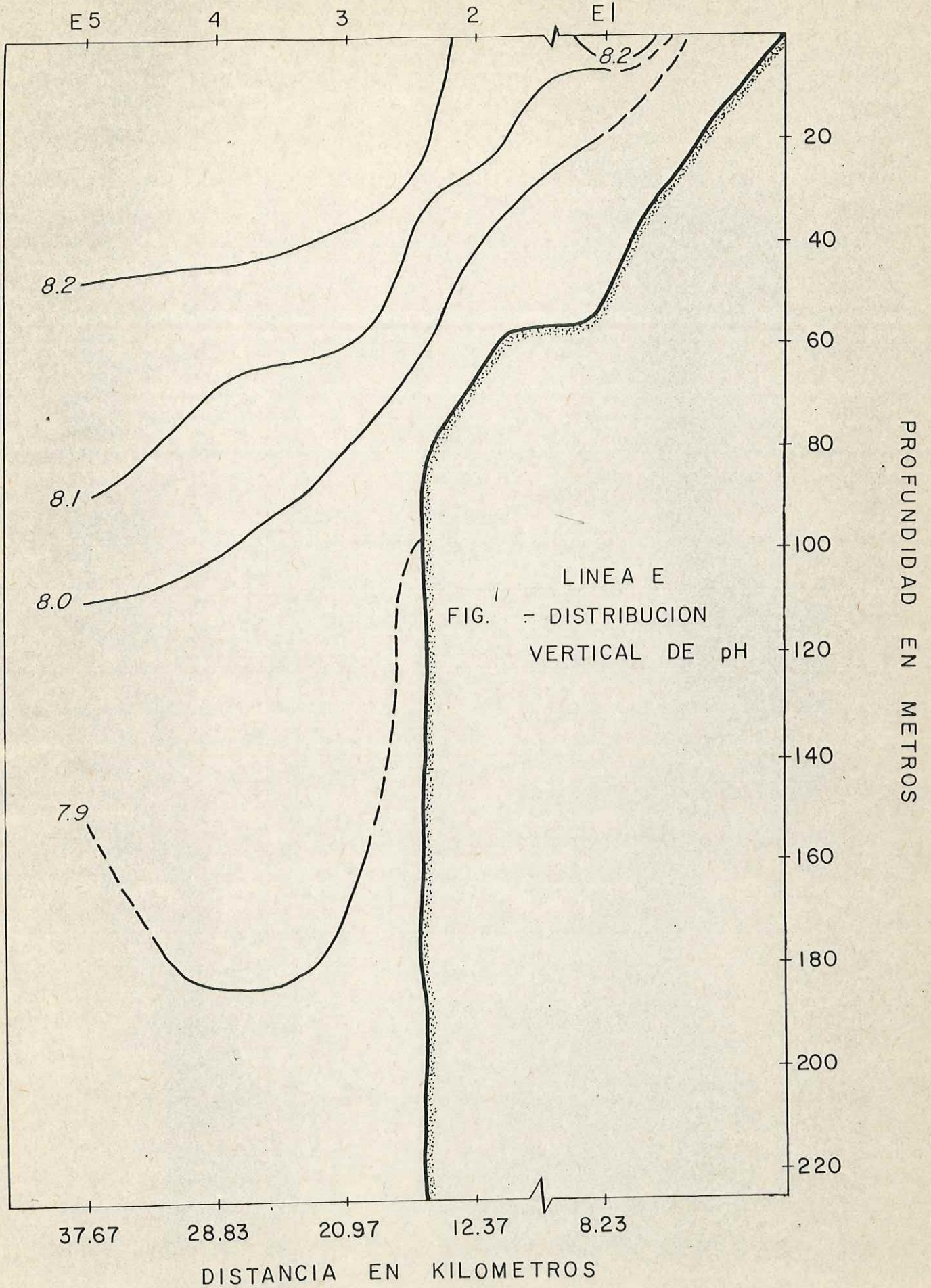
En general la distribución de las isolíneas de alcalinidad total en los transectos 3, 4, 5, y 6 (figs. 21, 22, 23, y 24) mostró valores bajos (menores de 2.3 y 2.35 m.eq./lt.) en la superficie, que aumentaban conforme se incrementaba la profundidad. En la E1 y E2 las isolíneas presentaron valores altos (2.3 y 2.35 m. eq./lt.) a 30 y 40 mts. respectivamente.

E).- BIOXIDO DE CARBONO TOTAL.

BIBLIOTECA CENTRAL U.A.B.C.

La distribución de las isolíneas de bióxido de carbono total de los transectos 3, 4, 5, y 6 (figs. 25, 26, 27, y 28) en general, se presentó con valores bajos (1.96, 2.00, y 2.04 mm/kg.) en la superficie. Se observaron valores altos (2.1 a 2.3 mm/kg.) en la E1 y E2 a 20 y 40 mts. aproximadamente. En general las isolíneas de bióxido de carbono total presentaron tendencia ascendente hacia la costa con valores de 2.2 mm/kg. desde una profundidad aproximada de 190 mts. hasta valores de 2.00 mm/kg. en la superficie.

DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES

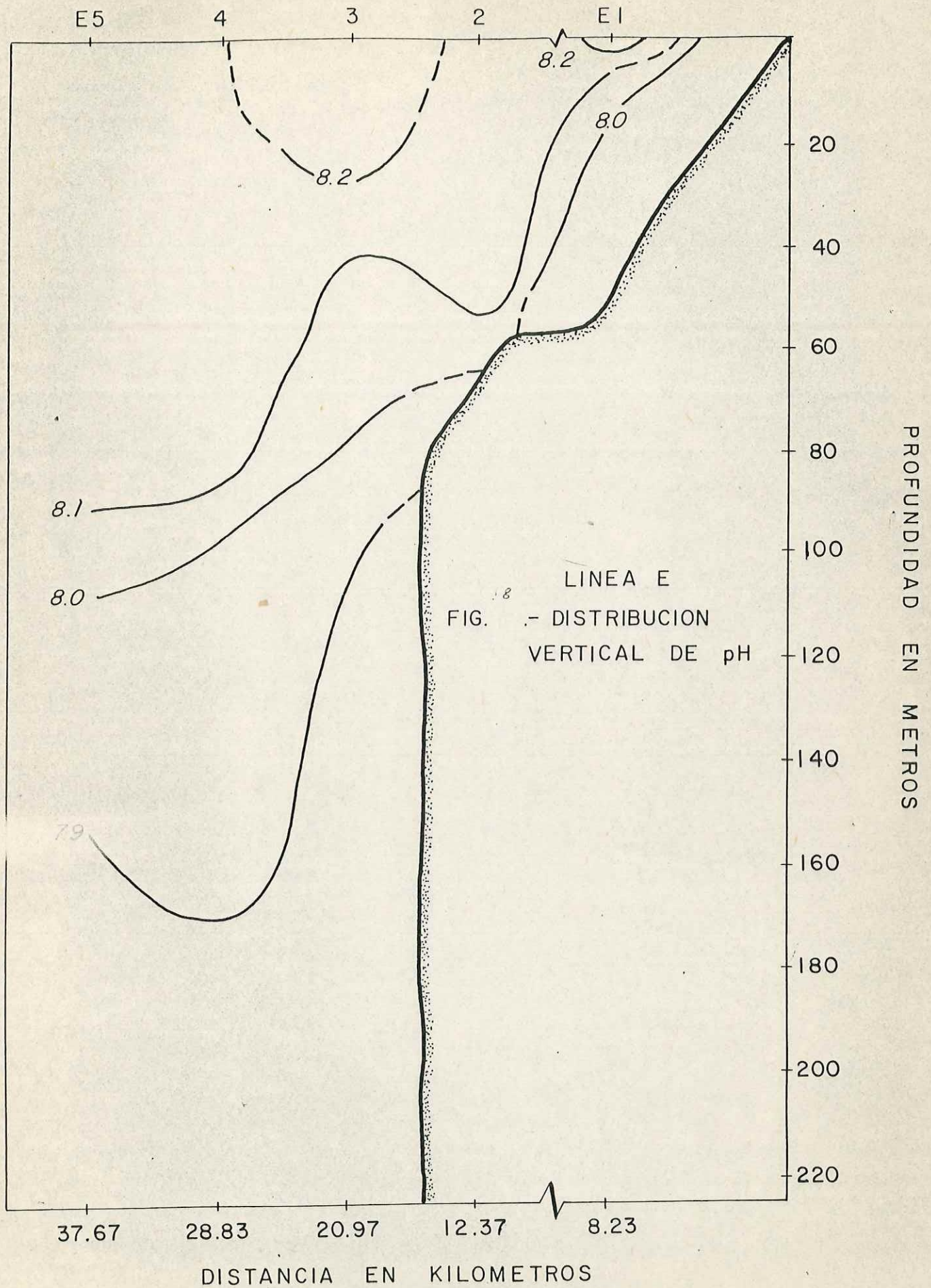
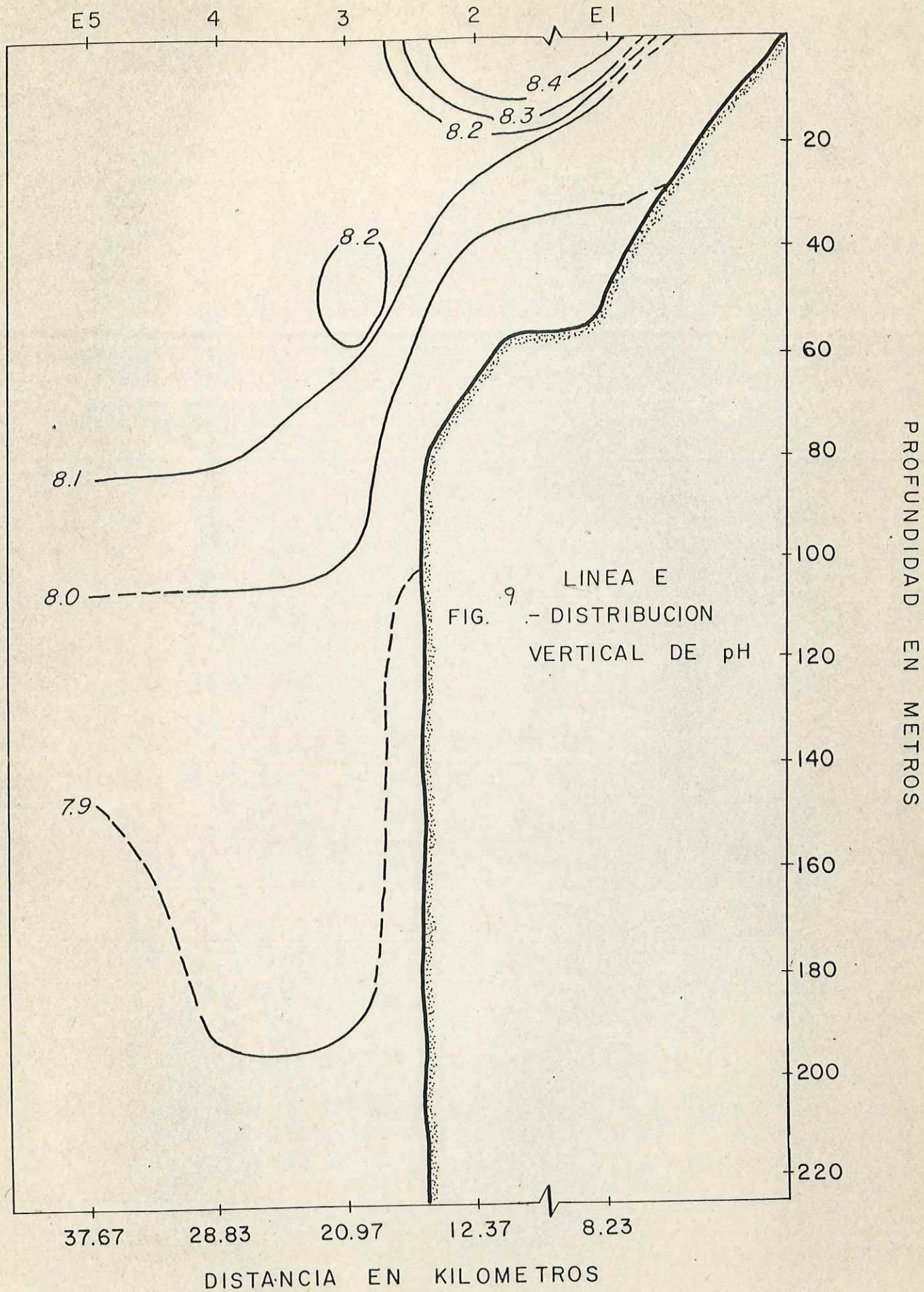
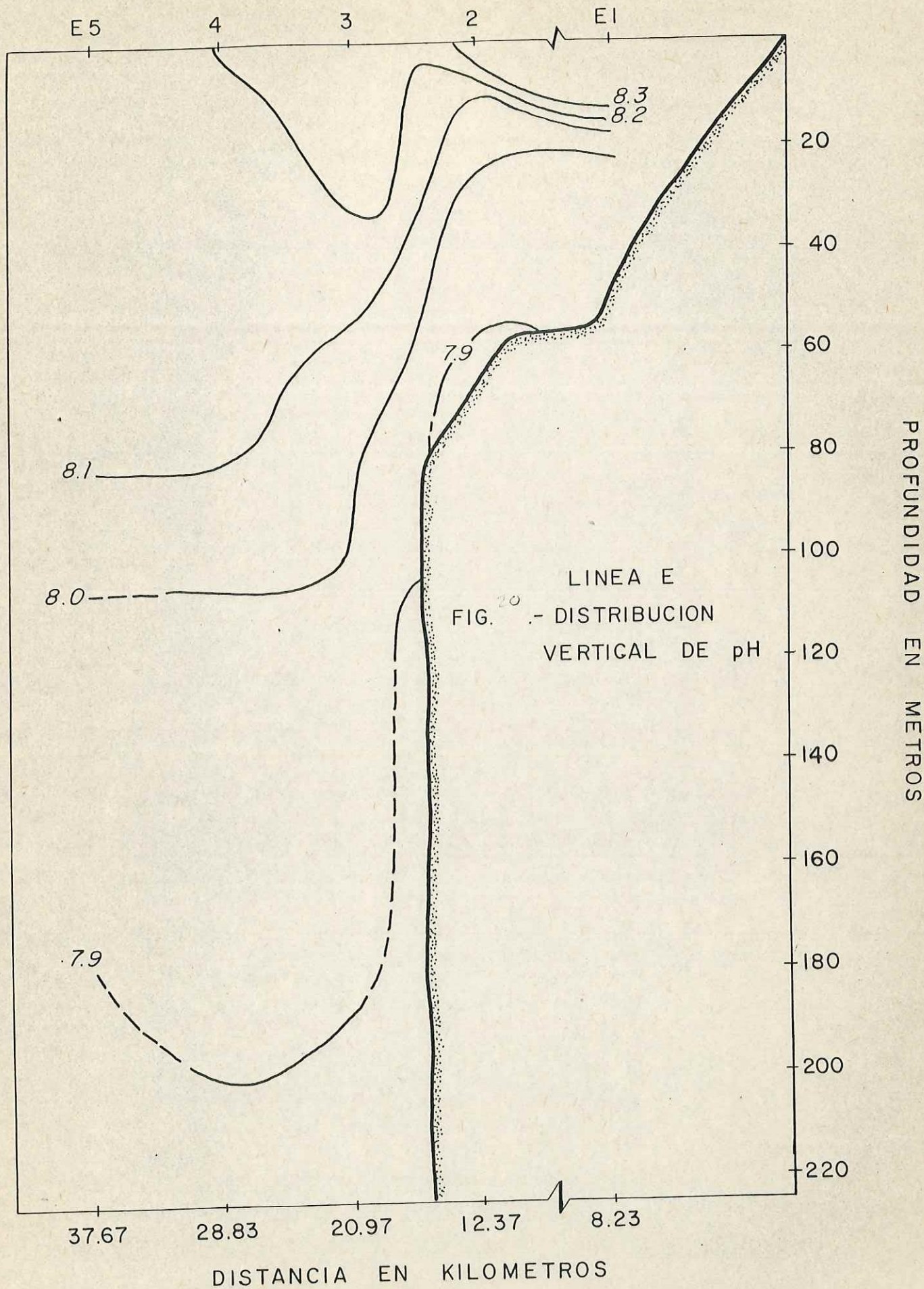


FIG. 18 LINEA E
- DISTRIBUCION VERTICAL DE pH

DISTRIBUCION DE ESTACIONES

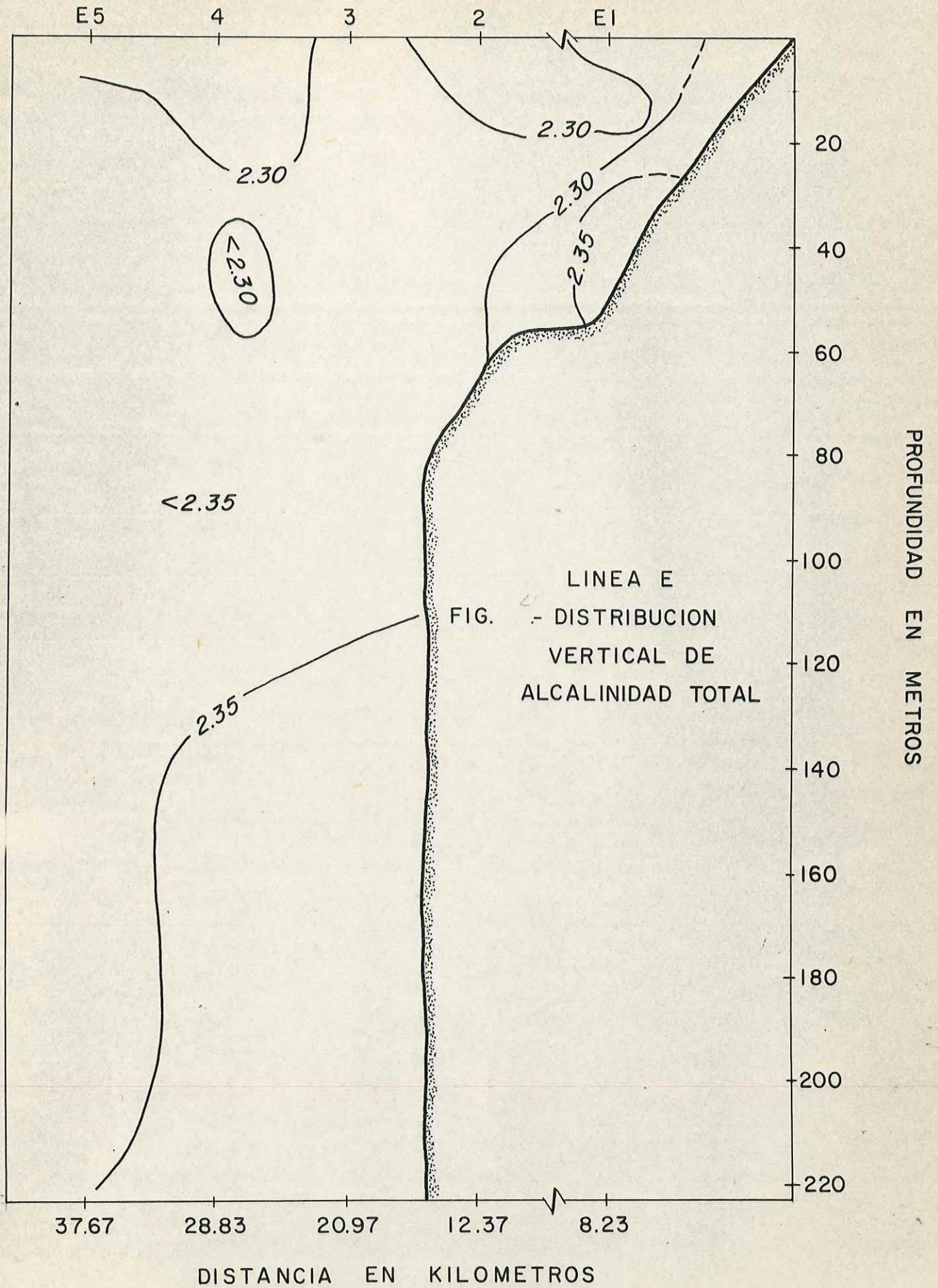


DISTRIBUCION DE ESTACIONES



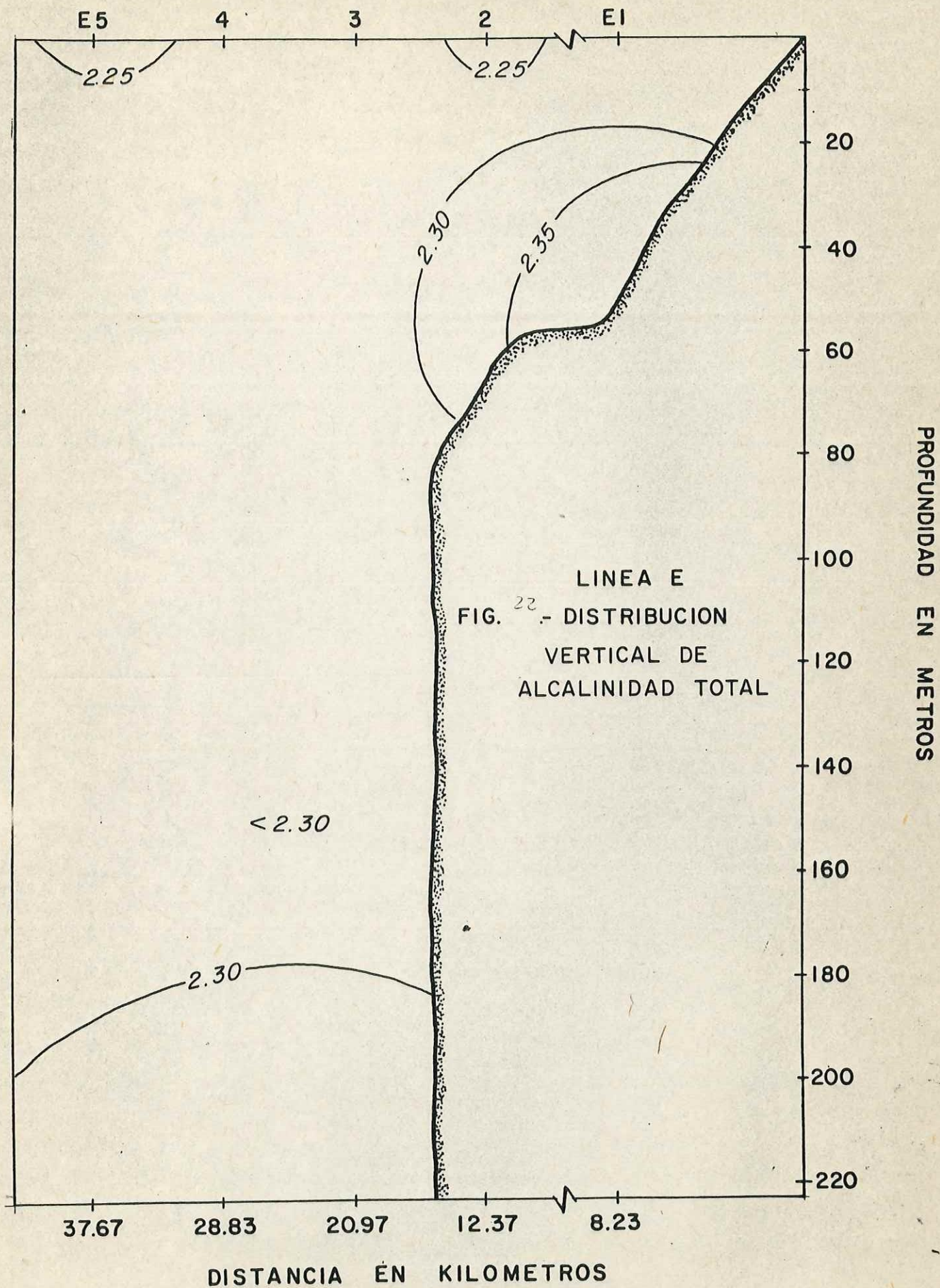
LINEA E
FIG. 20 - DISTRIBUCION VERTICAL DE pH

DISTRIBUCION DE ESTACIONES

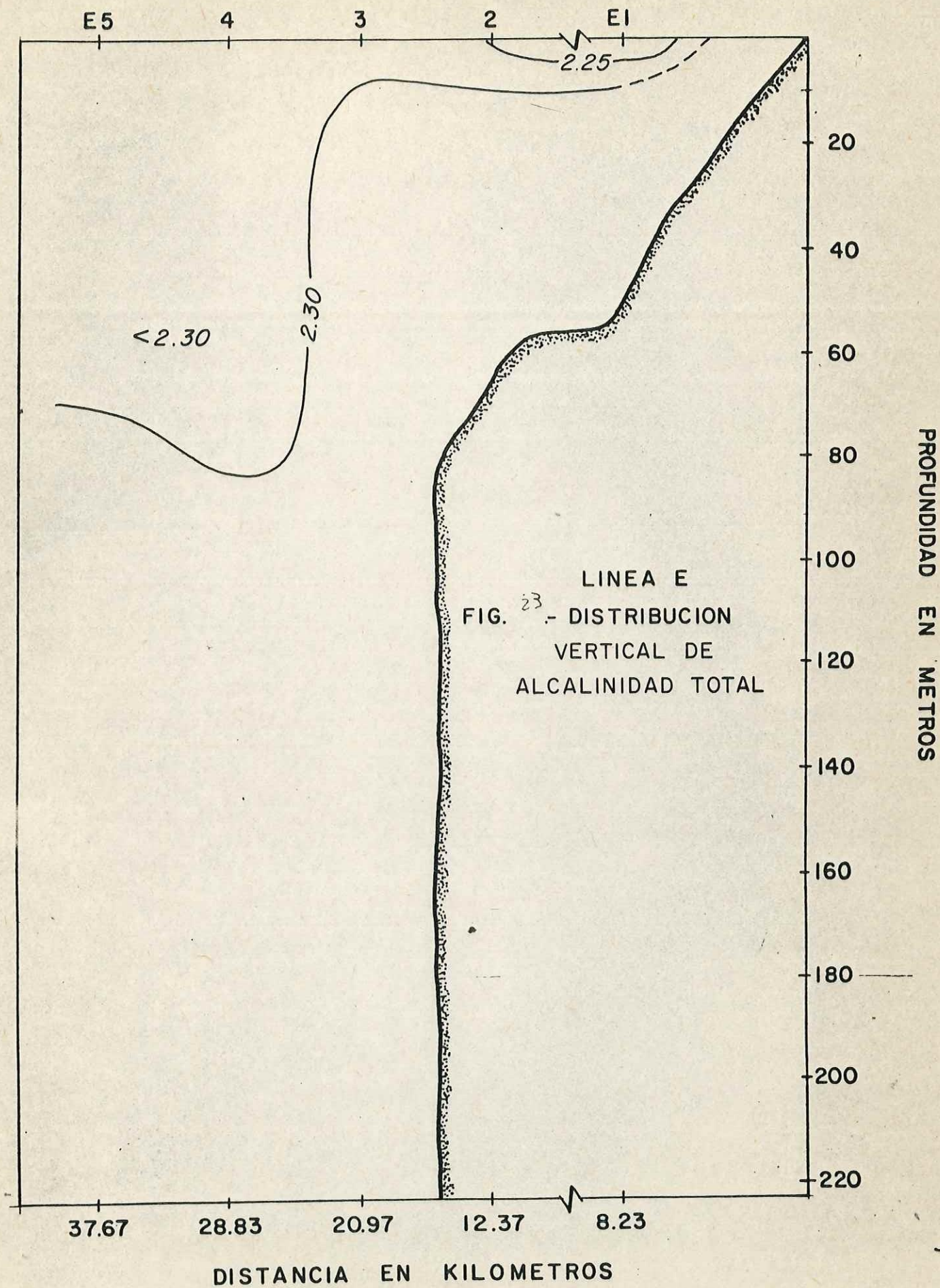


LINEA E
FIG. 21 - DISTRIBUCION
VERTICAL DE
ALCALINIDAD TOTAL

DISTRIBUCION DE ESTACIONES

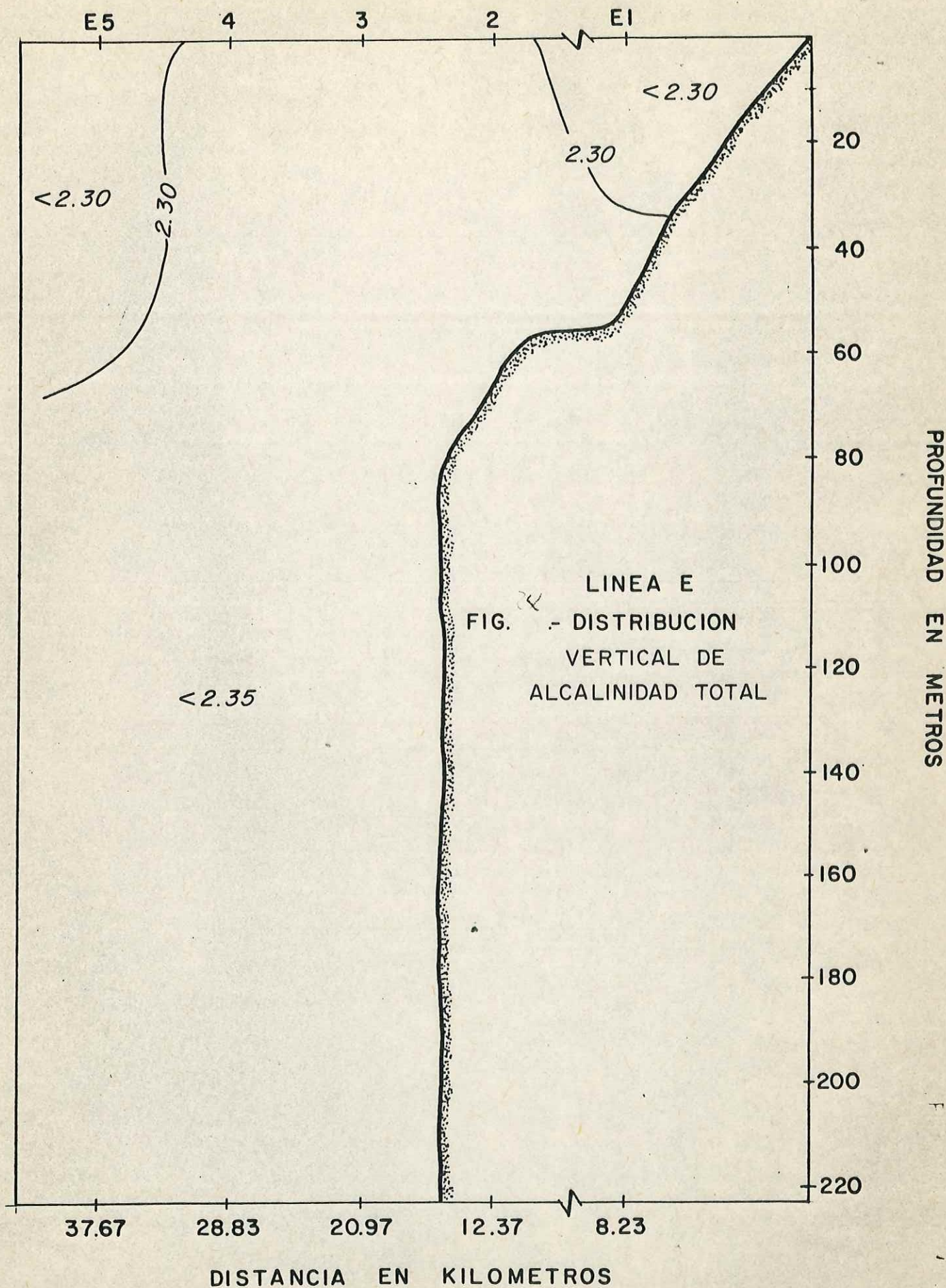


DISTRIBUCION DE ESTACIONES



LINEA E
FIG. 23 - DISTRIBUCION
VERTICAL DE
ALCALINIDAD TOTAL

DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES

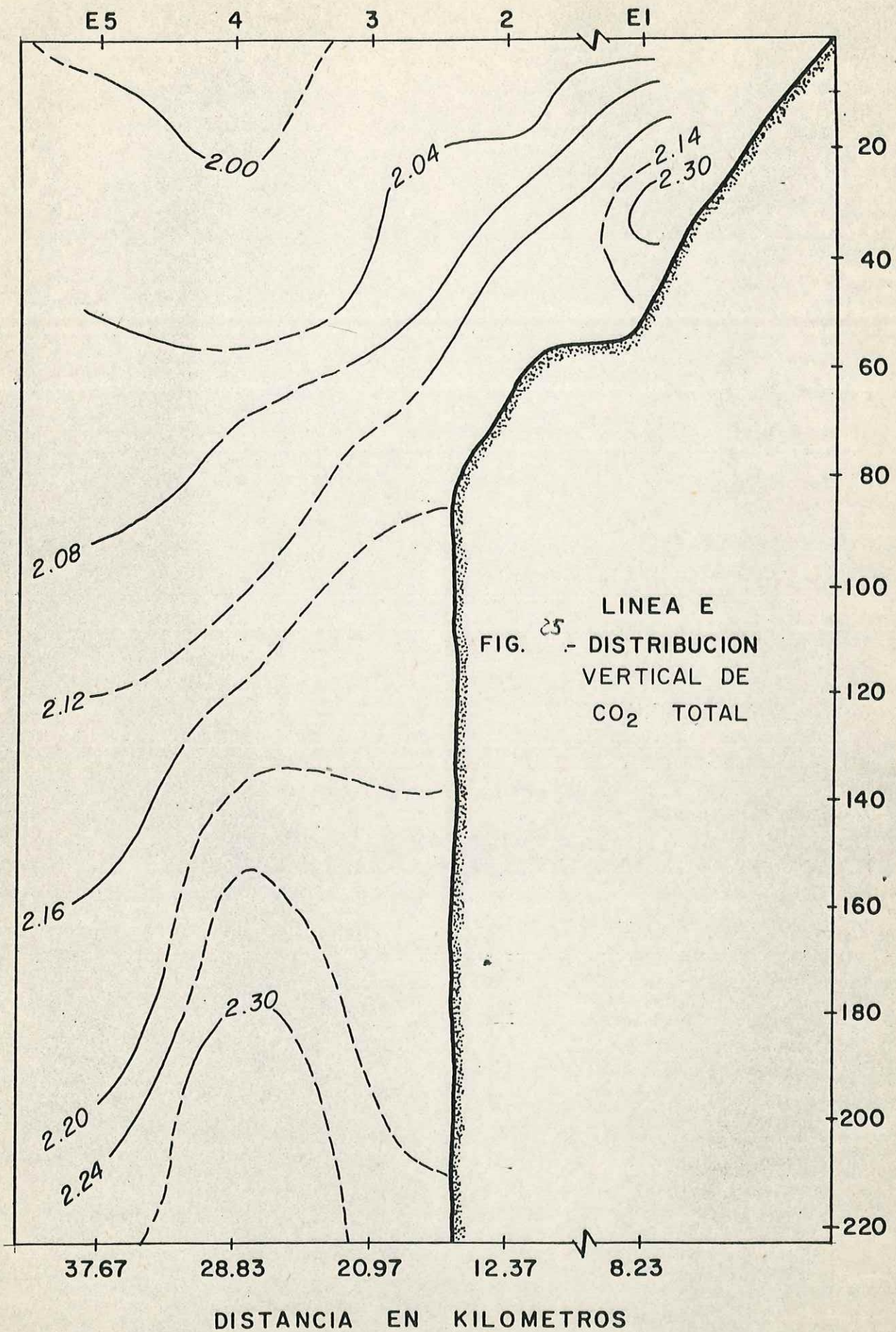
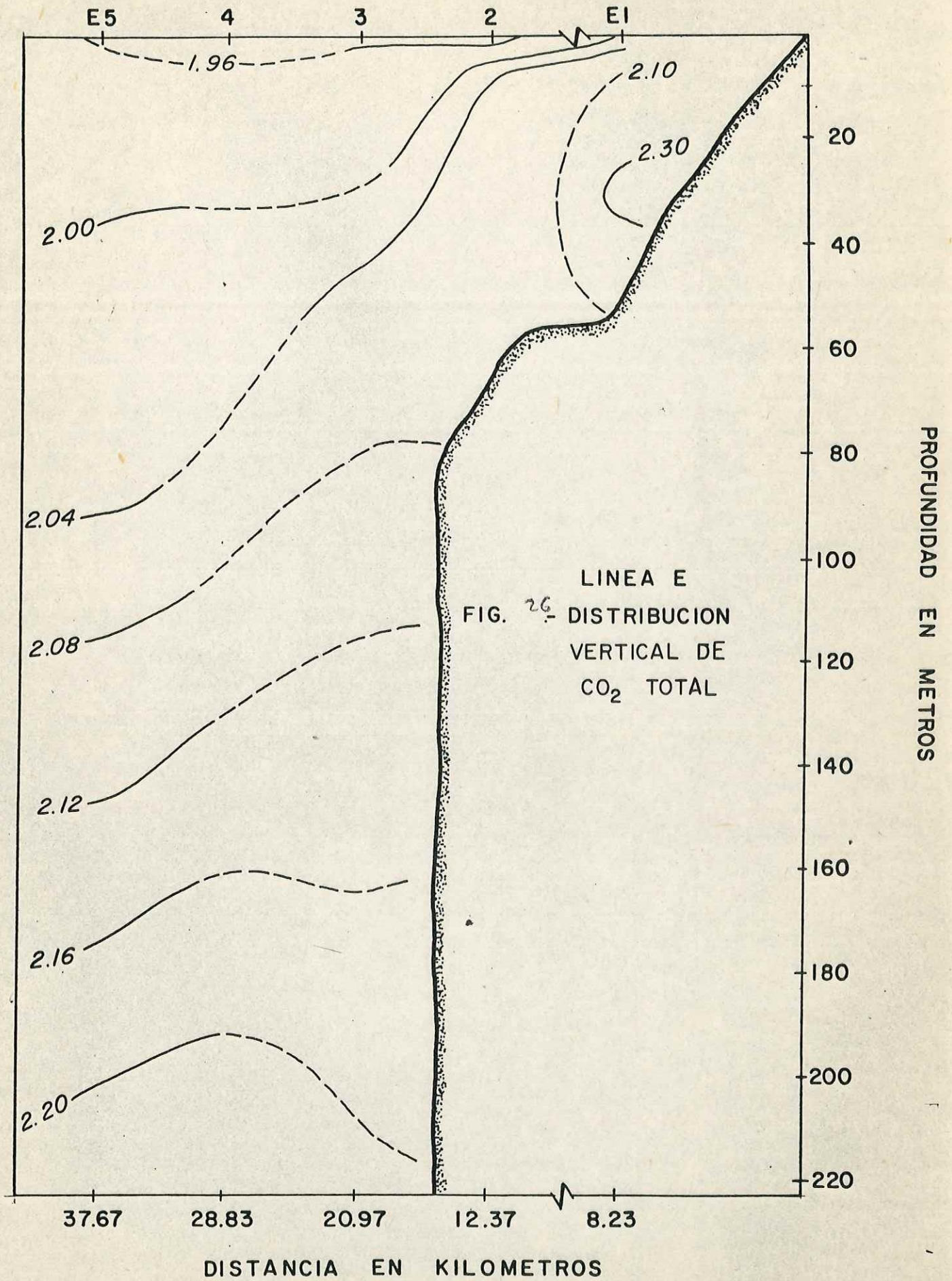


FIG. 25 - LINEA E - DISTRIBUCION VERTICAL DE CO₂ TOTAL

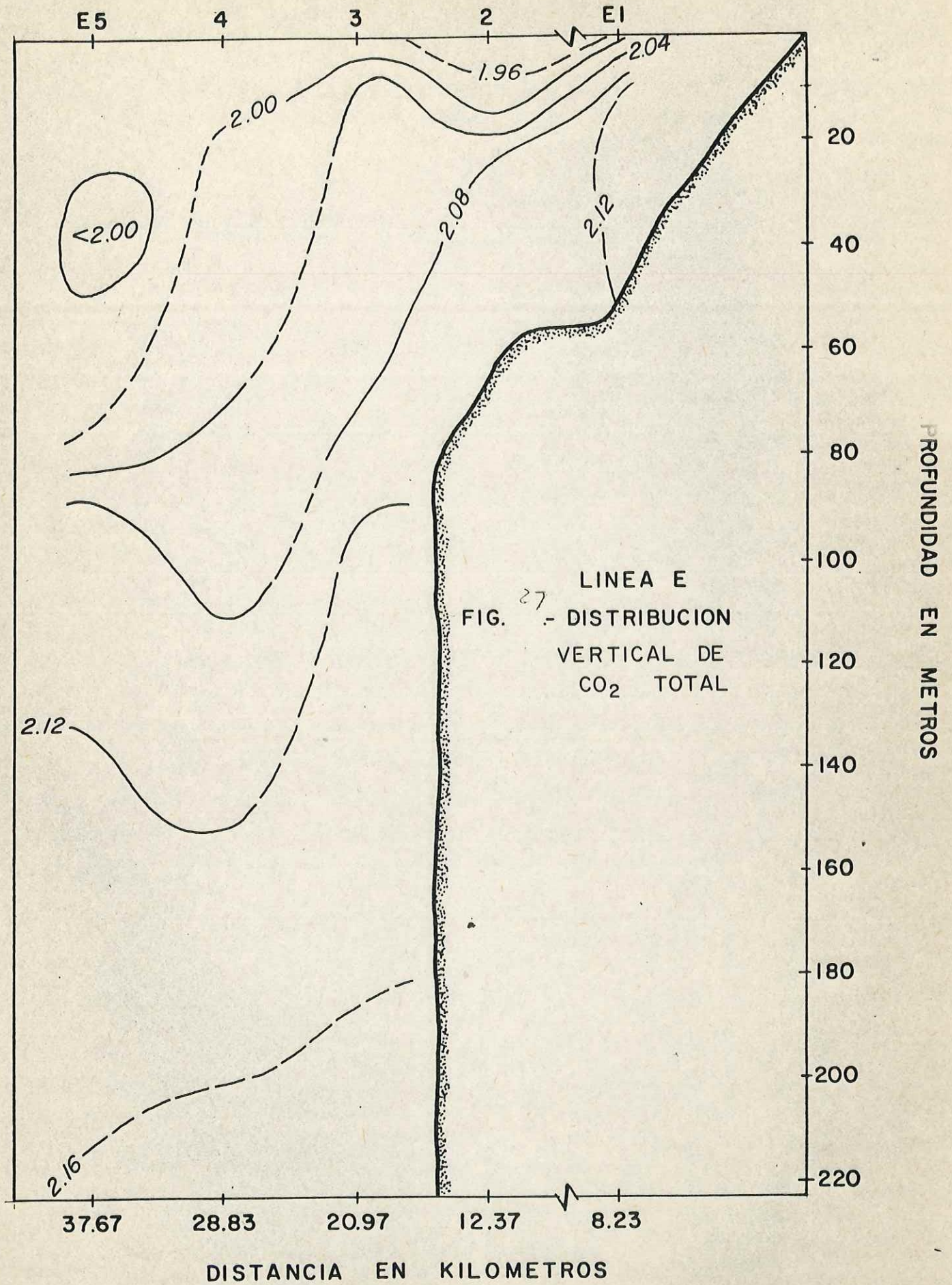
PROFUNDIDAD EN METROS

DISTANCIA EN KILOMETROS

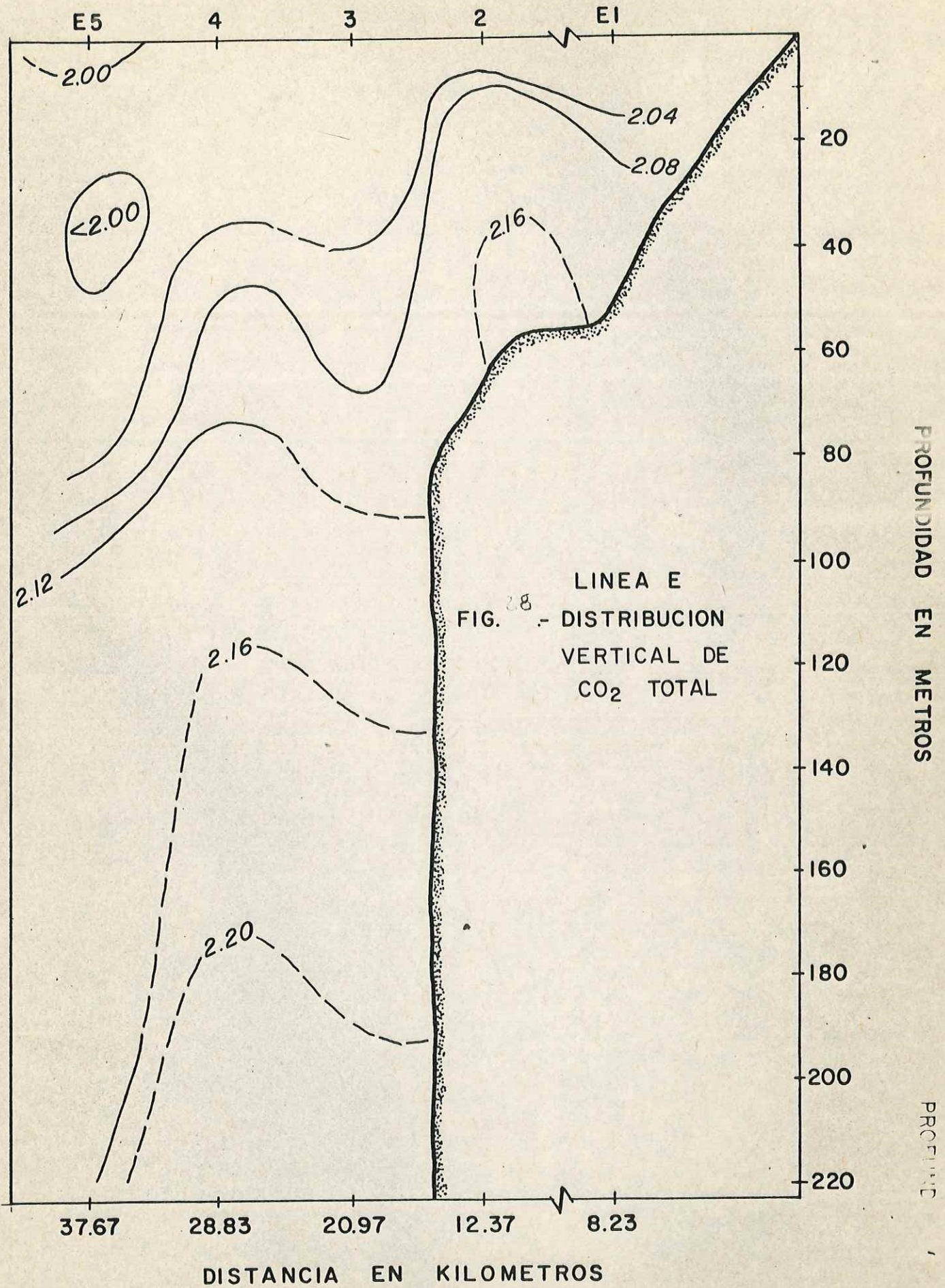
DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES



DISTRIBUCION DE ESTACIONES



LINEA E
FIG. 28 - DISTRIBUCION VERTICAL DE CO2 TOTAL

PROFUNDIDAD EN METROS

PROFUNDIDAD

DISTANCIA EN KILOMETROS

IV.- DISCUSIONES.

En la zona eufótica del mar la concentración de oxígeno disuelto tiende a ser alterada por producción local, difusión y advección, intercambio de oxígeno a través de la superficie, y utilización bioquímica, BARNES y COLLIAS (1958). STEFANSSON y RICHARDS (1964) concluyen que el oxígeno escapa a la atmósfera, o es retenido por el agua, dependiendo de la intensidad de surgencias, fotosíntesis, y la subsecuente remoción de aguas superficiales costeras hacia mar abierto y su hundimiento bajo la capa superficial inmediata. Los valores altos de las isolíneas de oxígeno disuelto superficiales observados, parecen ser resultado de una alta actividad fotosintética, y de oxígeno atmosférico que es cedido al océano, como sugiere PARK (1962), en una surgencia frente a Oregon E.U.. En verano se forma un máximo de oxígeno subsuperficial a medida que la temperatura del agua superficial sube, y como resultado se pierde oxígeno arriba de la capa en que el máximo ocurre, PYTKOWICZ (1964). El origen del alto valor subsuperficial muestreado, pudo ser causa de lo anterior y estar aislado por procesos de advección producidos por la surgencia. Se observaron valores bajos de 4 ml/lt. y menores sobre el talud en la E1 y E2 a causa de lo que podría ser la caída de material orgánico de la superficie, y su subsecuente oxidación; en las demás estaciones las isolíneas de oxígeno disuelto disminuyeron de valor conforme aumentaba la profundidad, debido a la oxidación de materia orgánica como menciona WYRTKI (1962), en su trabajo. Las isolíneas de oxígeno disuelto mostraron una tendencia ascendente hacia la costa debido al proceso de surgencia.

Dos procesos podrían causar altos grados de saturación de oxígeno: una

(1)

alta actividad fotosintética de oxígeno, y una disminución en la solubilidad de oxígeno debido al calentamiento de las aguas superficiales, sin un intercambio completo de oxígeno a través de la superficie, KESTER y PYTKOWICZ (1968); bajo condiciones óptimas, la fotosíntesis llevará a la sobresaturación de oxígeno de las capas superficiales, valores de saturación de más de 120% han sido registrados, RILEY y CHESTER (1971). Los altos valores de las isolíneas de porcentaje de saturación de oxígeno observados en la capa superficial parecen ser debidos a gran actividad fotosintética, a disminución de la solubilidad del oxígeno y a oxígeno atmosférico. Los valores de las isolíneas de porcentaje de saturación de oxígeno van disminuyendo de valor al aumentar la profundidad debido al consumo bioquímico de oxígeno.

El rango de pH en el agua de mar es entre 7.5 y 8.4, los valores más altos son encontrados en la superficie o cerca, éstos pueden ocurrir cuando la actividad fotosintética ha reducido el contenido de bióxido de carbono, SVERDRUP (1942) y HARVEY (1955). El pH variará con la extensión de que sea modificado el bióxido de carbono por actividad biológica, SVERDRUP (1942). Los altos valores de las isolíneas de pH detectados en la capa superficial son debidos al consumo de bióxido de carbono por una alta actividad fotosintética. Los valores de las isolíneas de pH van disminuyendo a mayor profundidad debido al consumo de oxígeno y liberación de bióxido de carbono, y en menor escala por la disolución de carbonatos. Se notó tendencia ascendente en las isolíneas de pH por ser característica de zona de surgencia.

GIESKES (1974) y SVERDRUP (1942) afirman que la formación de material esquelético de carbonato de calcio y su remoción subsecuente por sedimentación resulta en una disminución de alcalinidad total y el bióxido de carbono total en aguas superficiales, mientras que la disolución se incrementa con la profundidad.

Basados en lo anterior podemos afirmar que los bajos valores de alcalinidad total detectados en la superficie son debidos a la remoción de carbonato de calcio por organismos que poseen esqueletos calcáreos; el aumento de alcalinidad total registrado a mayor profundidad se debe a la disolución de carbonato de calcio favorecida por altos valores de bióxido de carbono.

Según GIESKES (1974) la distribución de bióxido de carbono en aguas superficiales está gobernada por 6 procesos principales: fotosíntesis, formación de carbonato de calcio como esqueletos de organismos marinos, y procesos tales como surgencias, cambios de temperatura, evaporación, y precipitación. Podemos asumir que los bajos valores de las isolíneas de bióxido de carbono total observados en la capa superficial están asociados con una alta actividad fotosintética. Los valores de las isolíneas de bióxido de carbono total van aumentando con la profundidad debido a la respiración por organismos marinos, la descomposición de materia orgánica y la disolución de carbonatos. Las isolíneas de bióxido de carbono total presentaron tendencia ascendente hacia la costa por ser zona de surgencia activa.

V.- CONCLUSIONES.

Se concluye en general que los valores de oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, y pH disminuyeron desde la superficie hasta los 200 metros de profundidad. La alcalinidad total y el bióxido de carbono total, presentaron una distribución inversa con valores menores en la superficie, incrementándose conforme aumentaba la profundidad.

Los valores altos de oxígeno disuelto, pH, y bajos valores de bióxido de carbono total presentados en la capa superficial, son evidencia marcada de una gran actividad fotosintética. En este trabajo queda manifiesta la influencia que tienen

los organismos en la composición del mar.

La distribución e interrelación de éstas variables en especial el oxígeno disuelto, pH, y bióxido de carbono total son una evidencia del desarrollo de la surgencia.

VI.- RECOMENDACIONES.

Es conveniente establecer una red de estaciones mas amplia con el fin de enfatizar el muestreo en el lugar donde la intensidad de la surgencia sea mas manifiesta.

Se recomienda un estudio de más duración que nos dé mayor información del comportamiento de éstas variables a través del desarrollo de la surgencia, o hacer mas largos los transectos y de mayor profundidad las estaciones con el fin de situar más la actividad del fenómeno.

Sería deseable incluir en el muestreo la medición directa de la presión parcial de bióxido de carbono ya que TEAL y KANWISHER (1965) aseveran que es más sensitiva a la actividad biológica del agua que el oxígeno disuelto.

VII.- BIBLIOGRAFIA.

- ACOSTA RUIZ, MANUEL DE J., y RUBEN LARA LARA (1977). Resultados físico-químicos en un estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, B.C.S.. CIENCIAS MARINAS. Vol.4 (2).
- ALVAREZ BORREGO S., MANUEL DE J. ACOSTA RUIZ, y RUBEN LARA LARA (1977). Hidrología comparativa de las bocas de dos antiestuarios de Baja California. CIENCIAS MARINAS. Vol.4 (1): 1-11.
- AMADOR BUENOSTRO A. (1978). Análisis de vientos, nivel del mar, y corrientes en una zona de surgencias en Baja California. Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada.
- ANDERSON D.H., and R.J. ROBINSON (1946). Rapid electrometric determination of the alkalinity of seawater. Ind Eng. Chem., Vol.18: 767-769.
- ARGOTE ESPINOZA MARIA LUISA (1978). Evidencias de surgencias frente a Punta Colonet B.C.. Tesis de maestría. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada B.C.
- BAKUM and NELSON CRAIG S. (1975). Climatology of the upwelling related process off Baja California. Proceeding of a Symposium on Fisheries Science presented by the Autonomous University of Baja Califor

nia at the Higher School of Marine Sciences, Ensenada, Baja California, february 16-22, 1975.

BARNES CLIFFORD A., and EUGENE E. COLLIAS (1958). Some considerations of oxygen utilization rates in Puget Sound. J. of Marine Research Vol.17: 68-80.

CHAVEZ GARCIA MARIA DEL CARMEN (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, U.A.B.C.

CULBERSON CHARLES, R.M. PYTKOWICZ, and J.E. HAWLEY (1970). Seawater alkalinity determination by the pH method J. of Marine Research, Vol.28: 15-21.

CUSHING D.H. (1971). Upwelling and the production of fish. Adv. Mar. Biol. Vol.9: 255-335.

CUSHING D.H. (1975). Production cycles in upwelling areas. In Marine Ecology and Fisheries pub. Cambridge University Press: 25-42.

DAWSON YALE E. (1951). A further study of upwelling and associated vegetation along the Pacific of Baja California, México. J. of Marine Research 10: 39-58.

- GIESKES JORIS M. (1974) The alkalinity - total carbon dioxide system in seawater. In the Sea, ed. Edward D. Goldberg, pub. John Wiley and Sons inc., Vol.5: 123-151.
- GILBERT W. F., W.M. PAWLEY and K. PARK (1967). Carpenter's oxygen solubility table and nomograph for seawater as a function of temperature and salinity. J. Ocean. Soc. Japan, Vol.23 (5): 252-255.
- HARVEY H. W. (1955). The carbon dioxide system. In "The Chemistry and Fertility of Seawaters", pub. Cambridge University Press, : 153-182.
- KESTER R. and R.M. PYTKOWICZ (1968). Oxygen saturation in the surface waters of the Pacific Ocean. J. of Geophysical Research, Vol. 73 (16): 5421-5424.
- KELLEY J.J., L.L. LONGERICH, and D. W. HOOD (1971). Effect of upwelling, mixing and primary productivity on CO₂ concentrations of the Bering Sea. J. Geophysical Research, Vol.76: 8687-8693.
- Marine Technician's Handbook, Oxygen Analysis (1971). S.I.O. Reference No. 71-8, Sea Grant Publication No.9.
- MEHRBACH C., C.H. CULBERSON, J.W. HAWLEY, and R.M. PYTKOWICZ (1973). Measurement of the apparent dissociation constant of carbonic acid in seawater at atmospheric pressure. Limn and Ocean-

graphy, Vol.18: 897-907.

MORALES ZUMIGA CAROLINA (1977). Variaciones estacionales de la temperatura en la Bahía de Todos Santos, Baja California. CIENCIAS MARINAS, Vol.4 (1): 23-33.

ODUM EUGENE (1959). Principios relativos a los factores limitativos. En "Ecología", pub. Editorial Interamericana, S.A.: 32-110.

PARK KILHO , JUNE G. PATULLO, and BRUCE WEAFF (1962). Chemical properties as indicators of upwelling along the Oregon coast. Limn. and Oceanography, Vol.7 (3): 435-437.

PARK KILHO (1965). Total carbon Dioxide in Sea Water. J. of Oceanographical Society of Japan, Vol.21 (2): 54-59.

PYTKOWICZ R.M. (1964). Oxygen exchange rates off the Oregon coast. Deep Sea Research, Vol.11: 331-339.

REDFIELD A.C., B.H. KETCHUM, and F.A. RICHARDS (1963). The influence of organisms on the composition of sea-water. In "The Sea", ed. M.N. Hill, pub. John Wiley and Sons, Inc., Vol.2: 26-77.

REVELLE ROGER, and RHODES FAIRBRIDGE (1957). Carbonates and Carbon Dioxide. Geol. Soc. America, Memoir 67, Vol.1: 239-296.