Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente, 29 (1&2): 27-41 (1990); 14 figs.

ALGUNAS CARACTERISTICAS HIDROGRAFICAS EN LA REGION CIRCUNVECINA A LA ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA.

BONELLS P.D., T. OKUDA, J. BONILLA, B. GAMBOA & G. CEDEÑO.

Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

RESUMEN: En base a un programa de monitoreo hidrográfico mensual realizado durante 1976 en la región circunvecina a la Isla de Margarita, se describen las fluctuaciones temporales y espaciales de los parámetros oceanográficos primarios: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y densidad para aquella región de reconocida productividad. Las características hidrográficas del estrato superficial del área bajo estudio presentan una gran variabilidad durante todo el año, consecuencia de los diversos factores que la influyen (surgencia inducida por el viento, aporte de los Ríos suramericanos). Observándose una notable variación de la temperatura, densidad y oxígeno en los períodos de: enero-mayo(T=20,0-25,0 °C; σ_t = 25,5 - 26 y O_2 = 2,5 - 5 ml/l), abril-septiembre (T= 24,0 - 28,0 °C;σ_t = 25,5 y O_2 = 3 - 4,5 ml/l) y octubre - noviembre (T = 26,0 - 29,6 °C; σ_t = 23,5 - 24,0 y O_2 = 3,5 - 5,0 ml/l). Similar comportamiento mostró el régimen de salinidad superficial durante todo el período de muestreo, con valores ocupando el rango de 33 ‰ (septiembre- octubre) a 37‰ (marzo-abril). La caracterización de las masas de agua tipificando la región, según investigaciones anteriores fue confirmada para esta zona analizando diagramas S-T.

ABSTRACT: Based on monthly hydrographical survey during 1976, a description of the seasonal and spatial variation of the fundamental oceanographical parameters (Salinity, Temperature, Dissolved Oxygen and Density) around the Margarita Island is presented in the paper. Hydrographical properties of the surface layer show a notable variation during the whole year, in response to variability of the wind induced coastal upwelling process and freshwater discharge coming from the South American rivers (Orinoco and Amazona). Specifically, bigger fluctuations correspond to the sea water surface temperature pattern, with values ranging from 20 to 25 °C during the period octuber-november. Similar behaviour is showen by the surface regime, with values ranging in general from 33‰. (september-octuber) to 37,4‰ (march-april). Water mass analysis, using T-S the diagramas, confirm the results of earlier investigations.

INTRODUCCION

Las condiciones hidrográficas de las aguas superficiales del área costera nororiental de Venezuela están afectadas por la surgencia y muestran variaciones en el tiempo como consecuencia del cambio de la intensidad de la surgencia y por efecto de las aguas provenientes de los ríos suramericanos durante la época de julio a noviembre; particularmente en la zona este de la Isla de Margarita, favoreciendo la fertilidad de las masas de aguas, mediante los procesos biológicos. Por éstas razones, científicos nacionales y extranjeros han realizado numerosas investigaciones en ésta área, con la finalidad de conocer la dinámica de las aguas, las características ambientales y el potencial de fertilidad orgánico, así tenemos a: VAN ANDEL y POSTMA (1954); RICHARDS, (1960); GADE, (1961); LJOEN & HERRERA (1965); GAMBOA & OKUDA (1969) quienes reportaron la existencia de un núcleo de baja salinidad, desplazándose desde Boca Dragón hacia el noroeste a lo largo del borde de la plataforma continental, coincidiendo con el flujo de la Corriente del Caribe.

La surgencia en el área del Mar Caribe fué reportada por primera vez por PARK (1937) basado en las observaciones hidrográficas del "R/V ATLANTIS" en los años 1933-1934. Posteriormente, RICHARDS (1960) FUKUOKA (1963,1964); FUKUOKA y BALLESTER (1963); OKUDA, *et al* (1969 b, 1974) señalaron una intensa surgencia en la Costa Nororiental de Venezuela, siendo más marcada en la época de sequía (feb-mayo)

Investigaciones más recientes (FEBRES, 1974; NORIEGA 1974, MARCANO, 1984 y APARICIO, 1990), sugieren que la distribución de la temperatura y la salinidad son afectadas por la surgencia que puede presentar dos períodos de máxima intensidad en condiciones favorables de Vientos

Alisios (enero–abril y julio–agosto).

Tomando en consideración la variación estacional de la magnitud de la surgencia y el afecto de las masas de aguas límnicas provenientes de los Ríos Orinoco y Amazonas, que se extiende laminalmente en el Mar Caribe a más de 100 km de la costa (MULLER-KAGER *et al*, 1989; BONILLA *et al*, 1990), en este trabajo se intenta una caracterización de las condiciones ambientales en base a los resultados obtenidos durante once expediciones oceanográficas con frecuencia mensual, desde enero a noviembre de 1976, a bordo de la "M/N Golfo de Cariaco", mediante el convenio realizado entre el Centro de Investigaciones Pesqueras del Ministerio de Agricultura y Cría y el Instituto Oceanográfico de Venezuela. También se analizó la ocurrencia de la surgencia inducida por el viento en las áreas que circundan a la Isla de Margarita y su efecto en las condiciones hidrográficas.

AREA DE ESTUDIO

En el área de estudio comprendida entre los 63° 00' y 64° 50' long W y entre los 10° 06' y 11° 30' lat. N. (Fig. 1), se ubican cuatro depresiones: la Depresión oriental de la Fosa de Cariaco (~ 1350 m) y al noreste de ésta, la Depresión de Margarita (~ 350 m) y la Depresión de Araya (~ 500 m).

La plataforma entre Cumaná y Pto. La Cruz es muy irregular, incluye tres archipiélagos, las Bahías de Pozuelos y mochima y el Golfo de Santa Fé. Al norte de la plataforma se encuentra la Depresión oriental de la Fosa de Cariaco, con una longitud de 85 km en dirección este-oeste.

Al este de las Depresiones de Margarita y Araya se encuentra la península de Araya y la Isla de Margarita, e incluye los valles submarinos de Araya y Margarita, con

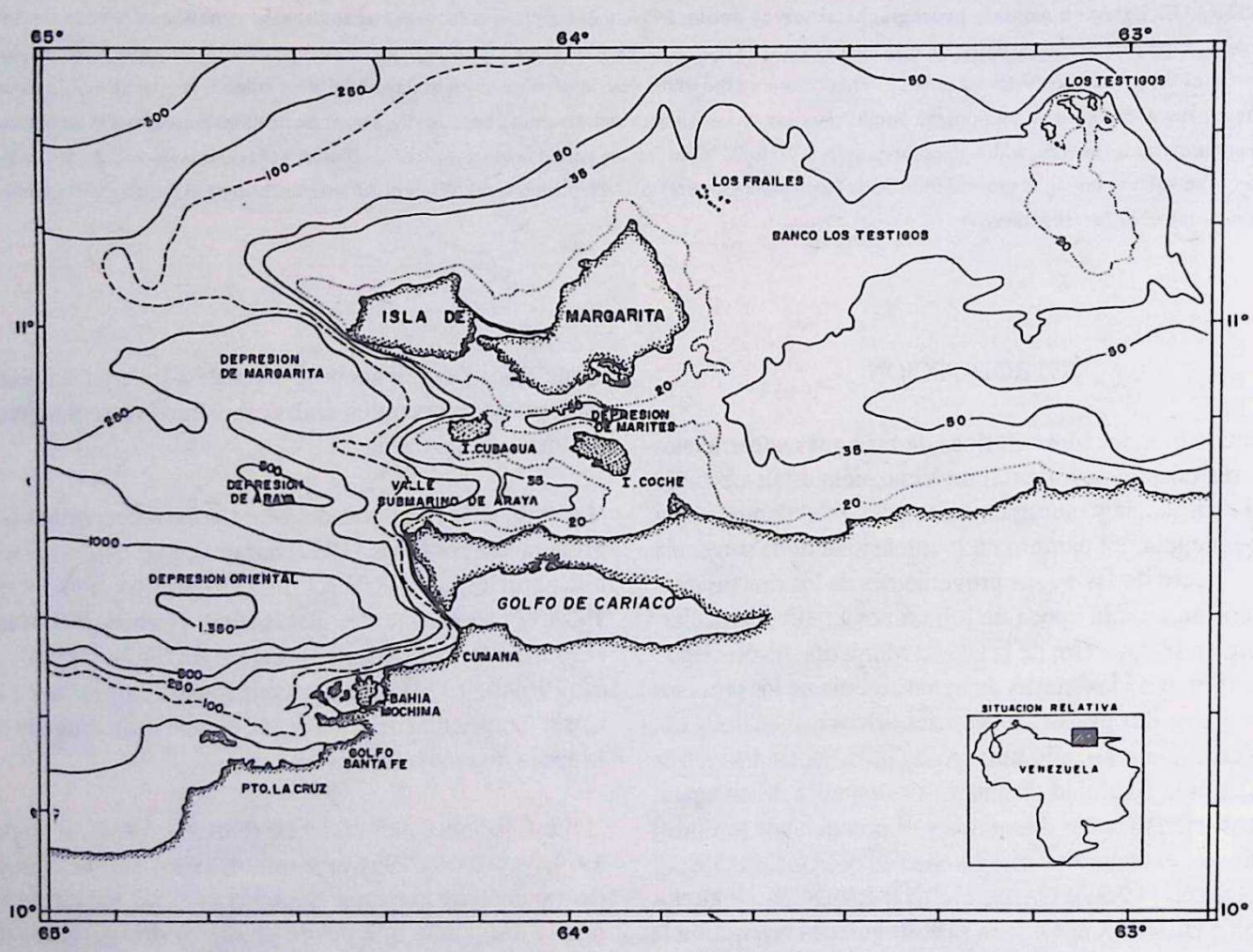


Fig. 1.- Mapa batimétrico de la Isla de Margarita y áreas adyacentes (Según Febres y Herrera, 1975).

inclinación ascendente hacia el este, separados entre sí por un banco, de arena en el que se sitúan las Islas de Coche y Cubagua. Entre las Islas de Margarita y Coche se ubica la Depresión de Marites.

Al noreste de Margarita está el Banco de los Testigos, el cual es parte de la Plataforma de los Testigos, que incluye las Islas de los Frailes y los Testigos.

Al norte de Margarita se extiende una plataforma relativamente amplia, con inclinación suave, extendiéndose unos 50 km hacia el norte (MALONEY, 1966, 1967; GINES,1972, SELLIER, 1974).

MUESTREO Y METODOS DE ANALISIS

Las muestras de agua se colectaron con botellas Niskin a diferentes profundidades, se fijaron inicialmente 40 estaciones (Fig. 2) y se redujeron a 34 estaciones entre marzo y noviembre. Las medicioens oceanográficas se realizaron por los métodos estandarizados; la temperatura se midió con termómetros de inmersión, la salinidad con un salinómetro inductivo marca Autolab modelo 601 MK y el oxígeno disuelto por el método de WINKLER modificado por CARPENTER y CARRITT (1966).

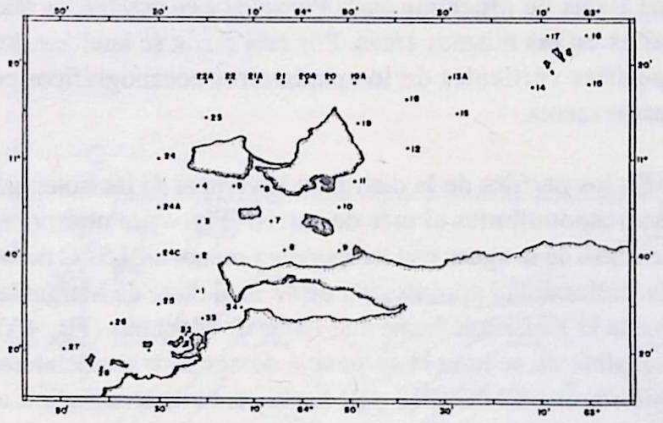


Fig. 2.- Situación de las estaciones oceanográficas

RESULTADOS

Para conocer los rangos característicos superficiales de las condiciones hidrográficas del área de estudio se analizaron la distribución horizontal en la superficie del mar para cada mes, y la distribución vertical de los parámetros oceanográficos: temperatura, salinidad, sigma-t y oxígeno, durante el período enero- noviembre de 1976, según las Figs. 3 a 14. En las secciones verticales (Fig. 4,5,7,8,13,y 14) se ubican cuatro zonas: norte y este de Margarita, desde el sur de Margarita hasta el norte de la Península de Araya y desde el oeste de Margarita hasta el norte de la Bahía de Mochima.

Temperatura:

En la figura 3 se aprecia la distribución horizontal de temperatura en la superficie del agua. En general las temperaturas más bajas se observan en el área cercana a la Costa y al norte de Margarita, durante los primeros meses del año, indicio de la surgencia costera y de agosto a noviembre las temperaturas más altas se observan en la zona costera, dando señales de una disminución del fenómeno.

Las aguas cálidas se acercan al continente por el noreste de la Isla de Margarita.

En el mes de enero las isotermas de 23 y 23,5 °C se hallan cercanas a la zona costera y al sur y noreste de Margarita con un incremento en las isotermas en dirección norte. La temperatura (22,6 °C) se observó al oeste de la Península de Araya (Est. 1) y norte de Pta. Playa (Est. 8). Un núcleo de aguas cálidas con temperatura mayor a 25 °C y una disminución de sus isotermas en dirección suroeste, es observada, desde los Testigos hacia los Frailes.

En febrero (Fig. 3), Las masas de agua que ocupan el área están más cálidas (24,0-25,5 °C) sí se las compara con las del mes de enero (22,60-24,80 °C), decreciendo la temperatura en el mes de marzo (20,01-23,93 °C), evidenciando que las isotermas de aguas más frías 21 y 22 °C se encuentran en el área continental con un núcleo concéntrico al norte de la Bahía de Mochima (20,01- 20,50 °C), lo cual es indicativo de un posible incremento en la intensidad del fenómeno de surgencia costera. Las aguas más cálidas (>25 °C) al igual que los meses anteriores, se ubican al este de Los Frailes.

De abril a octubre (Fig. 3) se aprecia un calentamiento continuo del agua superficial quizás, debido a una mayor

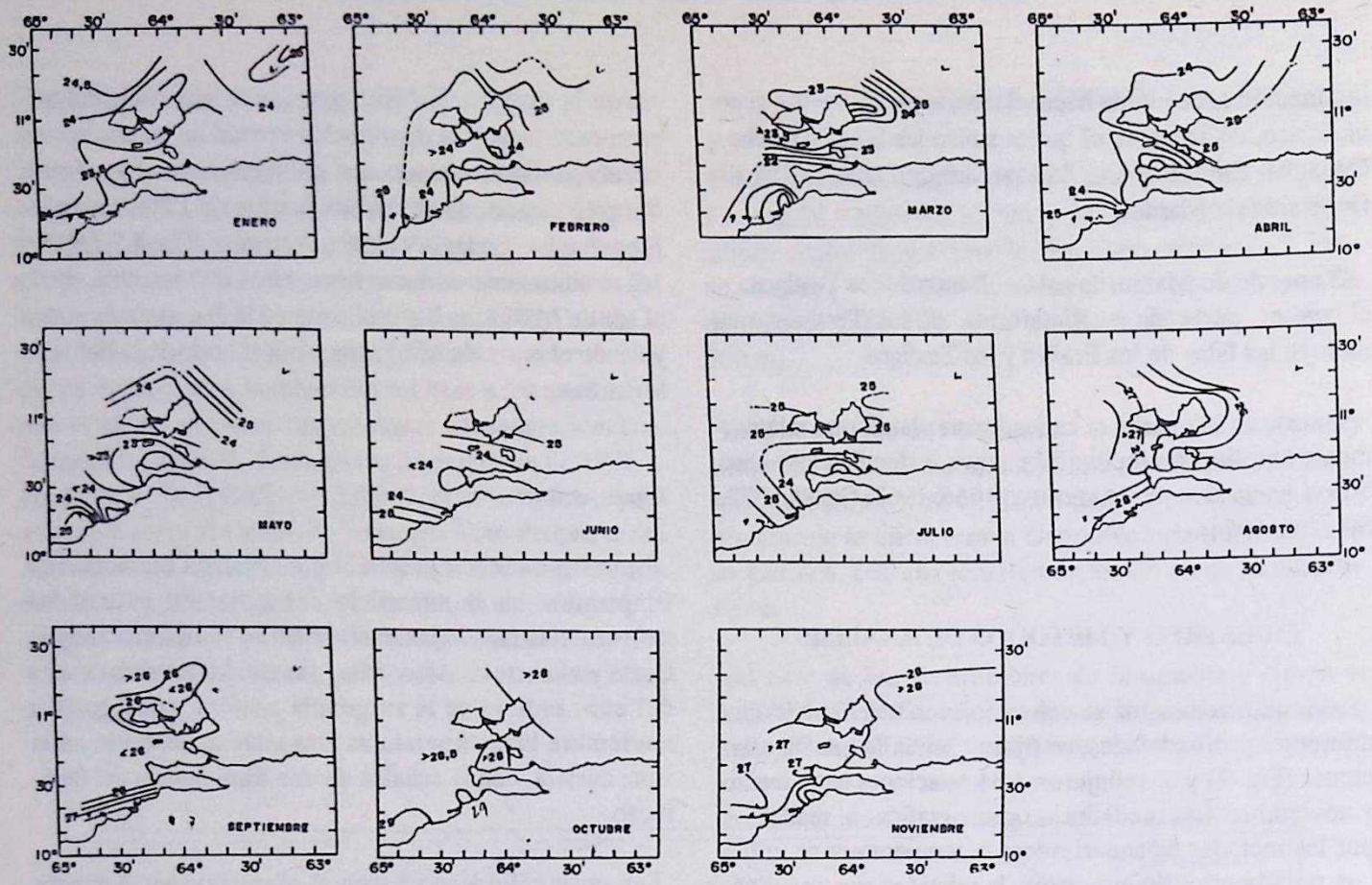


Fig. 3.- Distribución mensual de las isotermas (ÉC) en la superficie de enero a noviembre de 1976.

permanencia del agua subtropical, y por efecto de radiación solar y fluvial en toda el área de estudio. En octubre y noviembre se registran altas temperaturas (27,0-29,6 °C), destacándose las máximas temperaturas de octubre (28,2-29,6 °C) principalmente en el área costera y disminuyen en la medida que se alejan de la costa, no así en Pta. Playa donde se presentó un núcleo de agua ligeramente más fría. Este fenómeno según OKUDA (1975 a,1981), es típico de la débil intensidad de surgencia que se presenta en ésta época del año.

El autor reporta temperaturas superficiales mayores a 27 °C, de septiembre a noviembre de 1980 en la Bahía de Pozuelos.

En noviembre la temperatura superficial es menor con respecto al mes de octubre, permaneciendo las aguas cálidas (27,5 °C) en la mayor parte del área de estudio, especialmente en la región entre Los Testigos y Margarita originadas probablemente por las aguas provenientes del Río Orinoco y por efecto pluvial. La disminución de la temperatura en este mes es quizás indicio del inicio de la surgencia.

Puede verse claramente en la Fig. 3 que en los meses de marzo y octubre se presentan condiciones extremas, en mayo se observan las temperaturas más bajas en la región de Bahía de Mochima hasta Pozuelos y en octubre las más altas en las mismas áreas. Por esta razón se analizan los perfiles verticales de los parámetros oceanográficos en estos meses.

En los perfiles de la distribución vertical de las isotermas correspondientes al mes de marzo (Fig. 4) se observa el ascenso de la aguas con temperatura menor a 21,5 °C desde la profundidad aproximada de 40 m al oeste de Margarita, hasta la superficie frente a la Bahía de Mochima (Fig. 4A). Igualmente se nota la surgencia de aguas de temperaturas inferiores a 22 °C (Fig. 4B) hasta cerca de la superficie al norte de la Península de Araya y hasta los 15 m de profundidad al suroeste de Margarita. En la región norte y noroeste de Margarita se aprecia un fenómeno diferente al señalado en la Fig. 4A y 4B, con un levantamiento térmico de la isolínea de 21,5 °C hasta la profundidad de 20 m. Por otra parte, en la región costera de las Islas Chimanas al oeste de la Península de Araya se aprecia la mayor intensidad de la surgencia (Fig. 4D). En el mes de octubre (Fig.

5), se observó una ausencia casi total de surgencia en toda el área de estudio. En las secciones verticales de la temperatura, se muestran las isotermas cuasihorizontales, con un ligero ascenso hacia el norte de la Península de Araya, norte de Margarita y Bahía de Mochima. Así mismo, la temperatura es mayor a 28 °C por encima de los 20 m en toda el área de estudio, formándose una termoclina debajo de éstas aguas cálidas.

Salinidad:

En la Fig. 6 la distribución estacional de la salinidad en la superficie del agua, desde el mes de enero hasta el mes de noviembre. En general, la totalidad en la masa de agua superficial presenta gran variabilidad en la salinidad, con valores que oscilan de 32,6 a 37,4 ‰. Siendo la distribución de la salinidad similar en la mayoría de los meses, ésta es mayor en el agua cercana a la costa y disminuye en dirección noreste.

Puede notarse también, en los meses de enero, marzo, abril, mayo y julio elevadas salinidades en el área costera y núcleos de agua de alta salinidad (36,8 - 37,2 ‰) cerca de la costa y noreste de Margarita en mayo y abril, respectivamente. Muy particularmente en el mes de marzo se observan cerca de la Bahía de Mochima, el golfo de Santa Fé y este de Margarita núcleos de agua de salinidad relativamente baja (36,6-36,8 ‰). Estos núcleos de agua que presentan temperatura inferior a 24 y 22 °C (Fig. 3), son provenientes del Agua Subtropical Subyacente y del agua

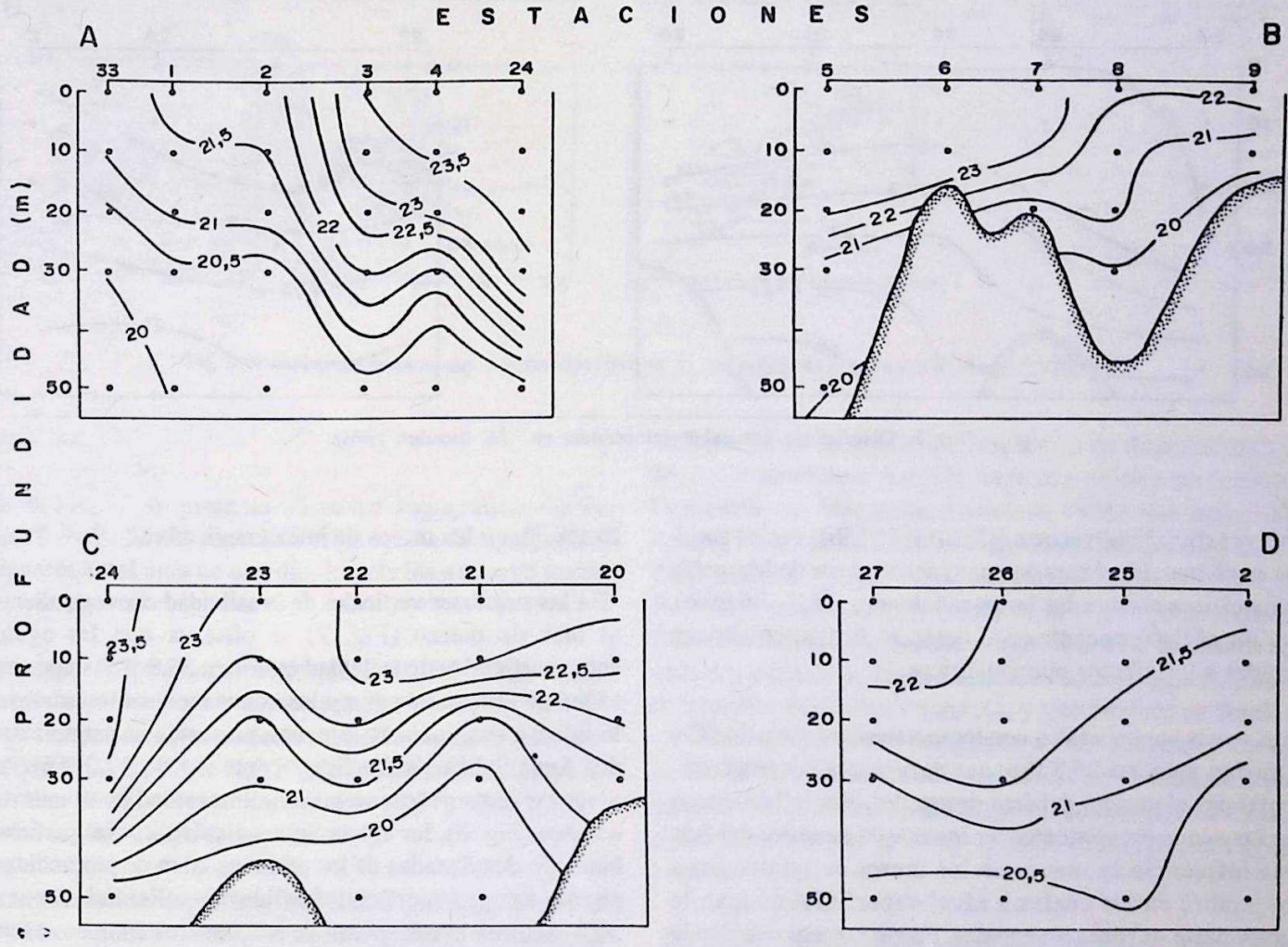


Fig. 4.- Distribución vertical de temperatura en ÉC (marzo 1976).

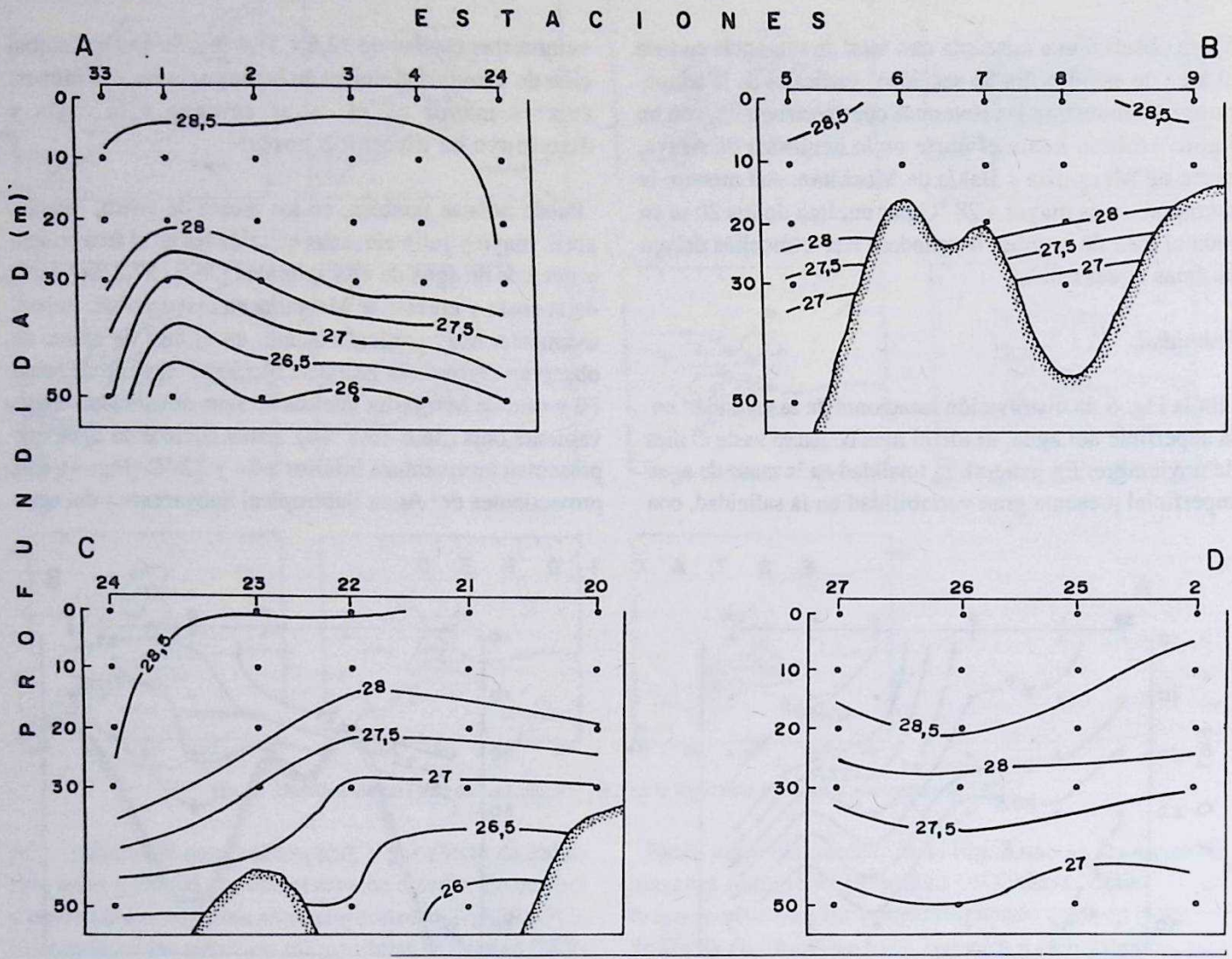


Fig. 5.- Distribución vertical de temperatura en ÉC (octubre 1976).

Subsuperficial Subyacente (OKUDA, 1975b), recién surgidas en el área. En el mes de enero desde el sur de Margarita hasta el área costera las bajas salinidades (36,2 - 36,8‰), con un núcleo concéntrico al oeste de Araya, quizás son debidas a los efectos pluviométricos.

Las aguas superficiales con temperatura mayor a 24 °C y salinidad menor a 36,8 ‰, que se acerca a la costa continental por el noreste del área de estudio, está influenciadas por las aguas provenientes de los ríos de América del Sur. Esta influencia es mayor en los meses de septiembre a noviembre en los cuales a nivel superficial ocupan la mayor parte del área de estudio. Puede notarse también la influencia del Río Manzanares en la boca del Golfo de Cariaco, el cual disminuye la salinidad hasta 35,0 ‰ y de los aportes pluviométricos locales en el área del Golfo de Santa Fé, en los meses de julio a noviembre.

En las secciones verticales de la salinidad correspondiente al mes de marzo (Fig. 7) se observa que las aguas subsuperficiales de salinidad inferior a 36,8 ‰ ocupa casi toda la columna de agua y las zonas menos afectadas por la intensa surgencia de este mes, presentan un surgimiento del Agua Subtropicales Subyacente (36,8 - 37,2 ‰). Al alcanzar la surgencia su mínima intensidad en el mes de octubre (Fig. 8), las aguas Subtropicales y Subsuperficial han sido desplazadas de los primeros 20 m de profundidad por las aguas superficiales cálidas de salinidad menor a 36,8 ‰, con la excepción de los primeros 10 m en el Est. 8 al norte de la Península de Araya (Fig. 8B) y al oeste de Margarita (Fig. 8C).

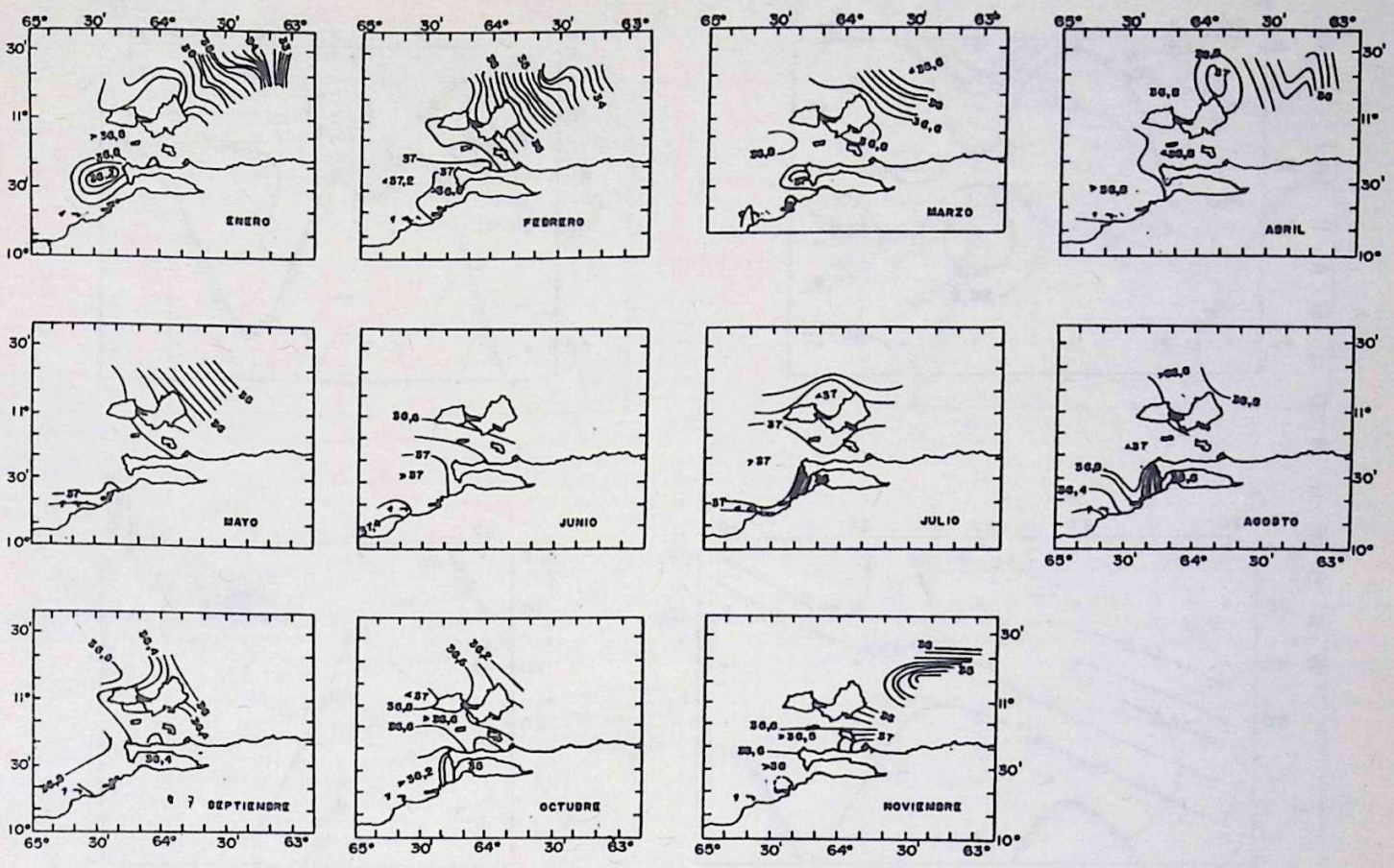


Fig. 6.- Distribución mensual de las isohalinas (‰) en la superficie de enero a noviembre de 1976.

Densidad:

En la Fig. 9, se presenta el mapa topográfico de la superficie isopícnica asociada a las masas de agua predominantes en el área de estudio durante los meses de enero a noviembre.

Las superficies isopícnicas de densidad 25,5 y 26,0 σ_t son asociadas al núcleo de máxima salinidad del Agua Subtropical Subyacente y al núcleo de salinidad mínima intermedia del Agua Subsuperficial Subyacente (HERRERA & FEBRES, 1980) y las densidades 23,5 y 24,0 σ_t asociadas al Agua Superficial.

En general, la superficie isopícnica asciende desde el noroeste del área de estudio hacia el sureste, en dirección al continente y norte de Margarita.

En los meses de enero y mayo se aprecia una fuerte inclinación de la superficie isopícnica de densidad 25,5 y 26,0 σ_t respectivamente, observándose su ascenso desde la Depresión de Margarita, a través del Valle Submarino de Araya, hasta la superficie entre la fila de Coche y de la Península de Araya y desde la Depresión Oriental de la Fosa de Cariaco hasta el frente de la Bahía de Mochima. Esta distribución topográfica de la superficie isopícnica es consecuencia de la fuerte intensidad de la surgencia, particularmente en el mes de marzo, y que produce un desplazamiento de las masas de agua de menor densidad hacia el norte. Es de resaltar también el inicio de la formación de un giro anticiclónico en la Depresión de Margarita influido principalmente por el efecto térmico de las masas de agua predominantes.

En marzo, la superficie isopícnica de 26,0 σ_t corresponden a la masa de agua, de mayor densidad, predominante en el área de estudio, registrada en todo el año.

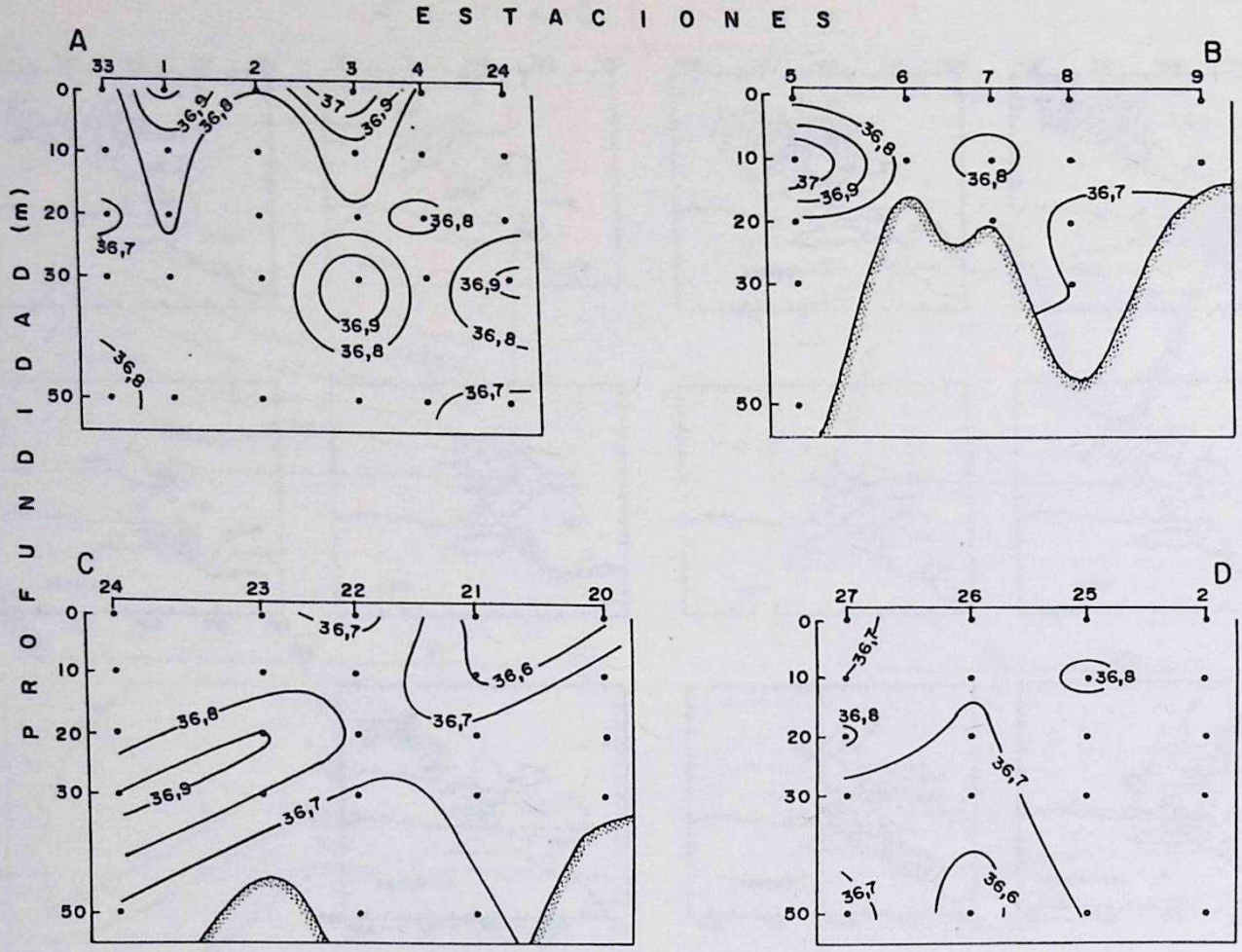


Fig. 7.- Distribución vertical de salinidad en ‰ (marzo 1976).

En el resto de los meses la inclinación de la superficie isopícnica es más ligera y con una distribución homogénea y en los meses de lluvia (julio - octubre) asciende hacia el norte de la costa entre la Bahía de Pozuelos y Cumaná como consecuencia del efecto halino del drenaje de las correntías cootinentales.

La moderada surgencia, en los meses de enero, febrero y de abril a julio, produce el ascenso hasta la superficie del agua de densidad 25,5 σ_t asociada al Agua Subtropical Subyacente. Al disminuir la intensidad de la surgencia, asciende hasta los 10 m de la superficie en agosto y los 50 m en septiembre. En octubre, al cesar la surgencia el Agua superficial (σ_t = 23,5) ocupa casi toda el área de estudio formándose una alta estratificación de la columna de agua, la cual disminuye en noviembre por el ascenso de aguas ligeramente más densas (σ_t = 24,0) en dirección de la costa.

Diagrama T-S:

Los diagramas T-S de la Figs. 10 y 11 muestran la variación de la temperatura y salinidad en la columna de agua en toda el área de estudio que corresponde a la zona entre la costa continental y la Isla de Margarita. Los valores en las figuras 10A, 10B y 11 representan las masas de agua en una columna desde la superficie hasta los 100 m de profundidad.

Para facilitar el análisis y para diferenciar las distintas masas de agua que se localizan en el área, se han colocado líneas de separación de los diagramas T-S.

Las Figuras 10 y 11 muestran una marcada dispersión de los valores de la salinidad y de la temperatura para la zona de temperatura mayor a 24 °C y S < 36,70 ‰. Esta dispersión de los datos oceanográficos según HERRERA *et al,* (1980), es debido a la acción de los procesos meteorológicos y físicos (evaporación, precipitación, radiación solar, vientos, surgencia, intercambio vertical, tur-

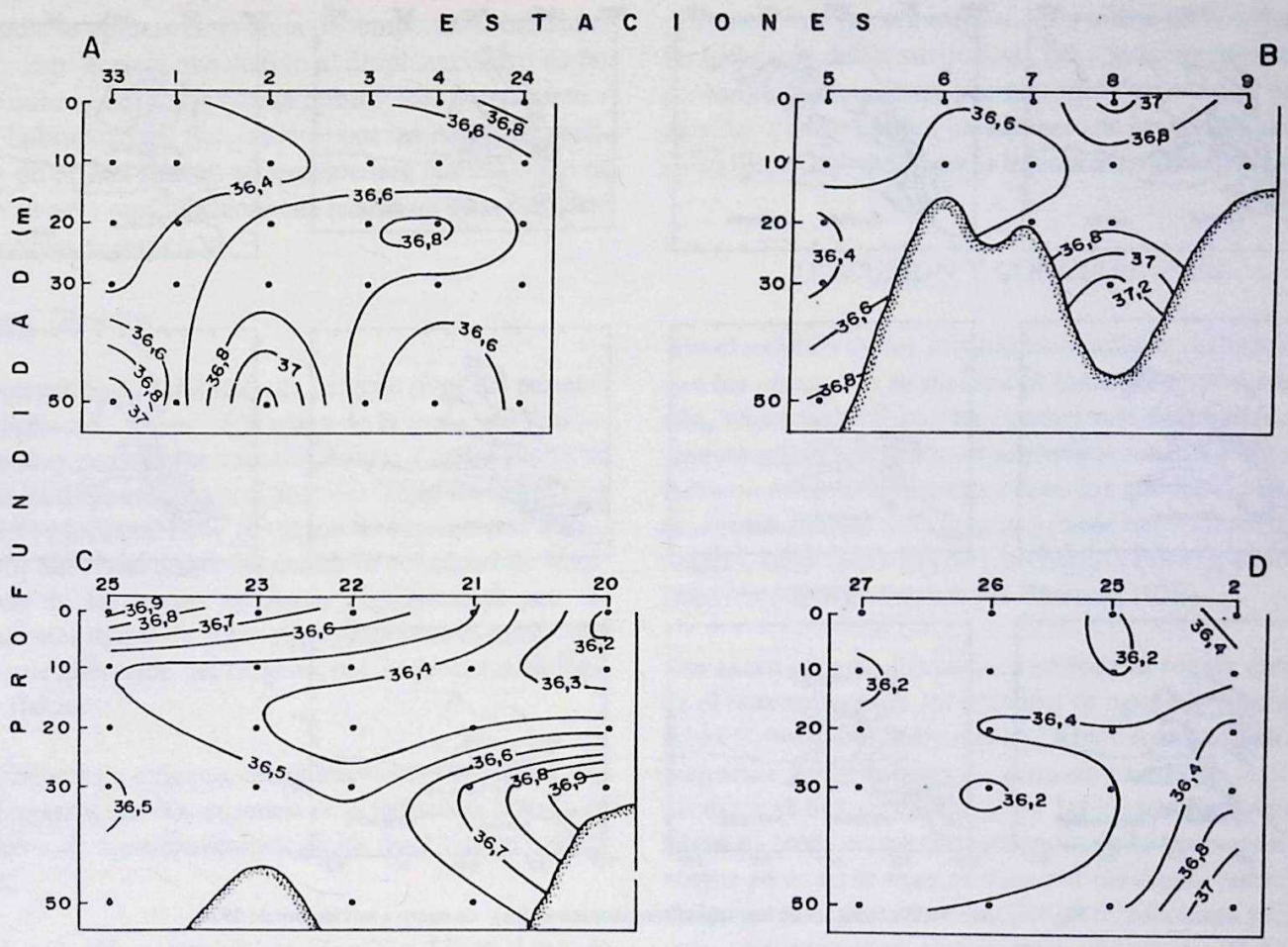


Fig. 8.- Distribución vertical de salinidad en ‰ (octubre 1976).

bulento, movimientos advectivos y la influencia fluvial) que modifican las características que definen las masas de aguas superficiales.

Los datos dispersos se presentan formando dos grupos uno caracterizado por las altas temperaturas (> 26 °C) correspondiente a la época lluviosa (junio-noviembre) y otro de bajas temperaturas (> 26 °C) que puede a su vez subdividirse en dos subgrupos, el primero con temperatura próximas a 23 °C (octubre) y el segundo con temperaturas cercanas a 24 °C (abril). El subgrupo de baja temperatura y baja salinidad es posiblemente producido por la dilución del agua cálida proveniente del Río Orinoco (HERRERA *et al,* 1980) y los valores del subgrupo de relativa alta temperatura y baja salinidad reflejen una gran influencia del patrón local de precipitaciones.

Las masas de agua entre Margarita y los Testigos se presentan, en el Diagrama T-S de la Fig. 11, con una mayor dispersión de los datos en el área de las temperaturas por encima de 24 °C con una variación de la salinidad de 32,00 a 36,80 ‰. Se destaca la presencia del Agua Superficial y Subtropical revelandose que la zona este de Margarita está muy influida por el agua Continental proveniente de los ríos Orinoco y Amazonas.

En el Diagrama T-S de la Fig. 10B se observa una masa de agua con un rango térmico entre los 21 y 24 °C, con salinidad mayor a 36,70 ‰ (Agua Subtropical Subyacente), y por debajo de esta masa de agua otra más fría (Agua Subsuperficial) de temperatura menor a 21 °C y salinidades entre 36,50 a 36,90 ‰.

En la región este de Margarita (Fig. 11) la zona de temperatura entre 24 - 21 °C presenta salinidades bastante bajas (S < 36,7 ‰) en comparación en otras zonas. Esta

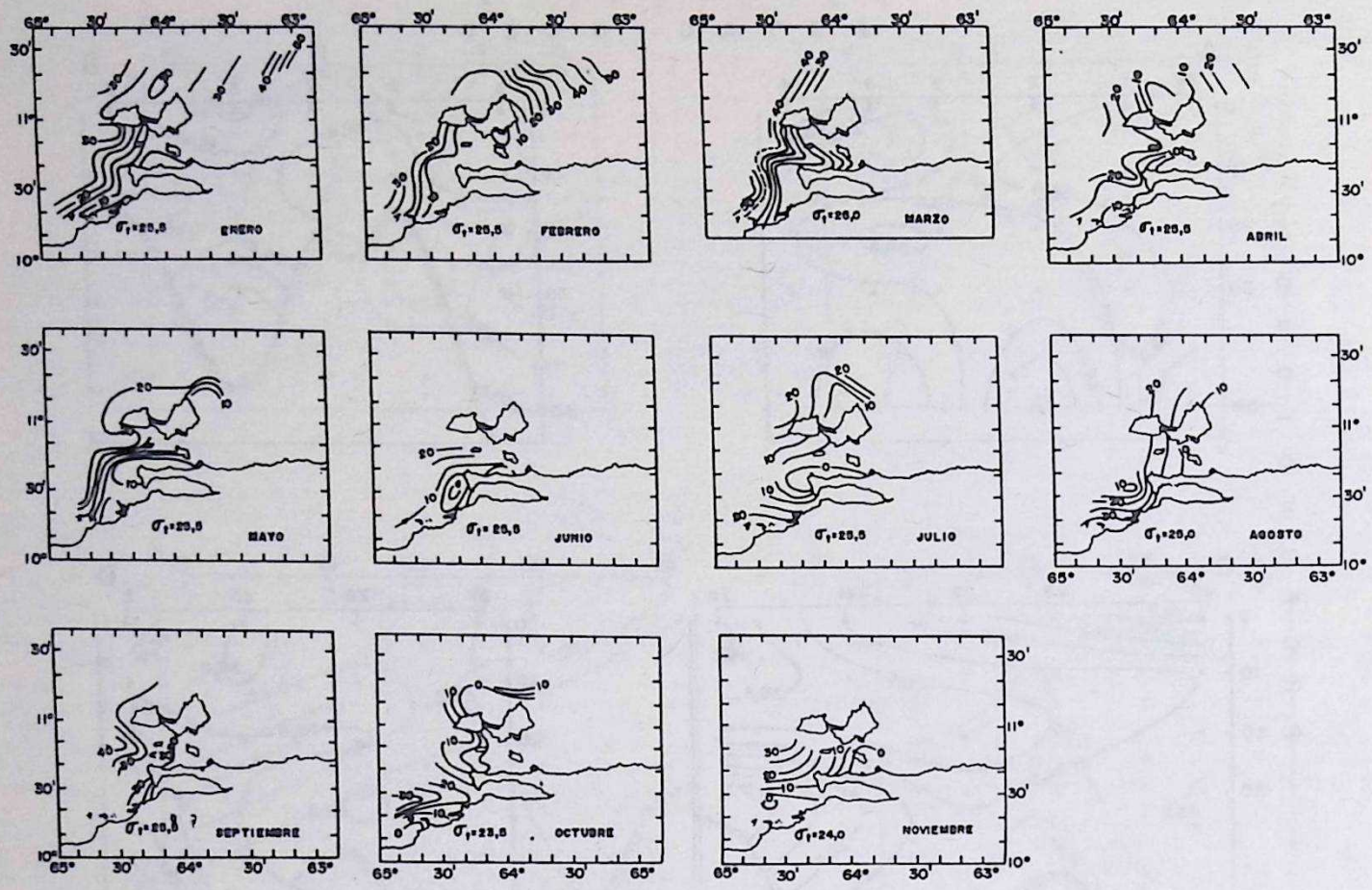


Fig. 9.- Distribución mensual de las superficies isopínicas (m) de enero a noviembre de 1976.

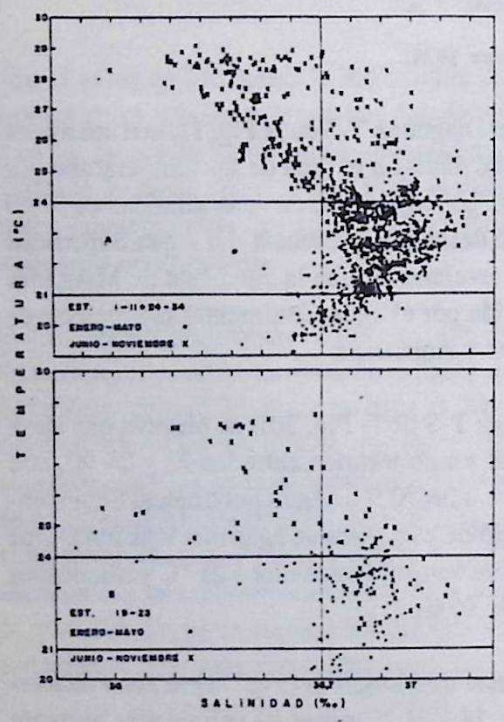


Fig.10.- Diagrama T-S.

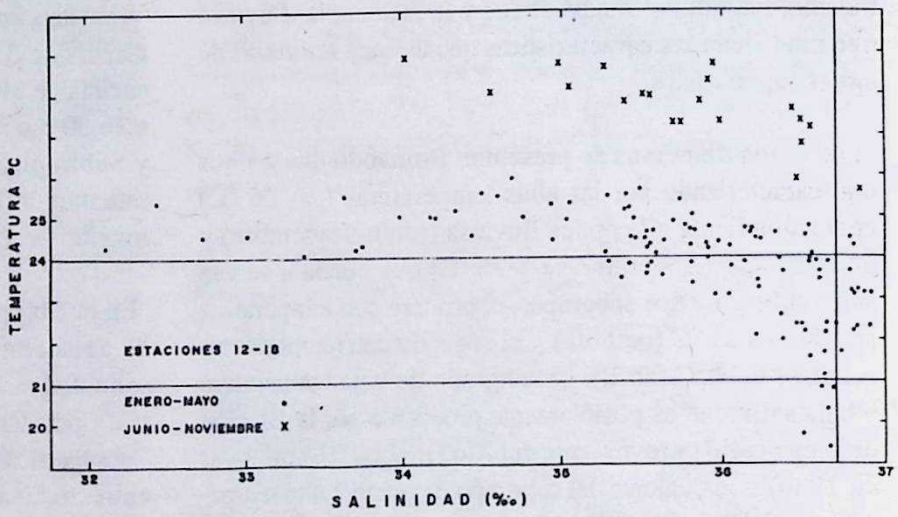


Fig.11.- Diagrama T-S de la zona entre Los Testigos y Margarita.

tendencia se aprecia en la zona de temperatura inferior a 21 °C. Esto sugiere que debido al desplazamiento de las aguas subsuperficiales (Agua Subtropical Subyacente y Agua Subsuperficial Subyacente) por las Aguas Superficiales de origen fluvial, se presenta una mezcla de estas masas de agua produciéndose una reducción de la salinidad en las capas superficiales.

Oxígeno Disuelto:

El porcentaje de saturación de oxígeno (Fig. 12) presenta regularmente valores bajos cerca de la costa, particularmente al norte de la Península de Araya. Y en los meses de marzo, abril y mayo y en el área del Golfo de Santa Fé y Bahía de Mochima. Estas zonas son las mayormente influidas por la surgencia; en las cuales la velocidad de intercambio de las masas de Agua Superficiales por las ascendentes masas de Agua subsuperficiales es mayor que la tasa de alteración del oxígeno, por los procesos biológicos y físicos.

Los valores de oxígeno, comúnmente observados al este de Margarita, son consecuencia de la influencia límnica de las masas de agua proveniente de los ríos Orinoco y Amazonas.

La distribución vertical del oxígeno (Fig. 13) en el mes de marzo muestra un patrón de distribución similar al de la temperatura (Fig. 4), pero muy diferente al de la salinidad (Fig. 7). Esto es debido a que la temperatura y el oxígeno disminuyen con la profundidad mientras que la salinidad aumenta desde la superficie hasta un máximo en la capa subsuperficial y luego disminuye con la profundidad. Por lo que las Aguas subsuperficiales que ascienden hacia la costa tienen baja concentración de oxígeno y son ricas en nutrientes orgánicos e inorgánicos. Mientras que en las altamente productivas capas superficiales los procesos físicos y la eficiente actividad biológica aumentan la concentración de oxígeno. Es interesante resaltar la baja concentración de oxígeno (~2,5 ml/l) en la parte más profunda de la Est. 8 posiblemente por los procesos bioquímicos de descomposición de la materia orgánica en suspensión en la columna de agua.

Por otra parte en el mes de octubre (Fig. 14) la distribución vertical de oxígeno disuelto muestra alta concentración de oxígeno con valores cercanos a 4,5 ml/l en toda la columna de agua, con la excepción de la Bahía de Chacopata que presenta valores menores a 3,5 a causa de la surgencia. Debido a la débil surgencia, las aguas representan un prolongado tiempo de permanencia en todo el área de estudio, y por lo tanto, un aumento de las concentraciones de oxígeno, causadas por la intensa actividad fotosintética.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En el análisis de los resultados de esta investigación, en que los muestreos se realizaron mensualmente durante un año, se encuentra que las condiciones hidrográficas del área de estudio presenta características similares a la reportadas en otras investigaciones, en las que los períodos de muestreo fueron más largos y/o menos extensos en el tiempo, tales como los de CONTRERAS (1971); OKUDA & BENÍTEZ (1974); HERRERA & FEBRES (1975).

En enero las aguas presentes en toda la región costera y en el mayor parte de las columna de agua corresponden al Agua Subtropical Subyacente. Debido a un aumentó en la magnitud de la surgencia, durante el mes de marzo, se produce el desplazamiento de las Aguas Subtropicales hacia el norte como consecuencia de la ocupación de la mayor parte de la zona costera por las Aguas Subsuperficiales particularmente en las Bahías de Mochima y Chacopata que presentan temperatura menor de 21,5 °C y salinidad inferior a 36,70 ‰.

Así mismo, las Aguas Superficiales de baja salinidad y temperatura mayor a 24 °C se distribuyen al oriente de Margarita en forma similar durante estos meses. Al disminuir la influencia de los Vientos Alisios y la intensidad de la surgencia desde abril hasta octubre, las aguas superficiales de baja salinidad (S < 36,6 ‰) cubren en cada mes una mayor superficie del área de estudio, invadiendo las zonas costeras y desplazando las Aguas Subtropicales. GORDON (1967) Y OKUDA & BENÍTEZ (1974) expresaron que éstas masas de Agua Superficial de baja salinidad procedente de los ríos suramericanos, se alejan de la costa a causa de la surgencia costera que se extiende en el área sur del Mar Caribe Venezolano.

En octubre, al alcanzar la surgencia la mínima intensidad, las Aguas Subtropicales han sido totalmente desplazadas, de las capas superiores, por las Aguas Superficiales. Durante este mes se produjo una alta estratificación térmica y halina de la columna de agua que, disminuye en noviembre

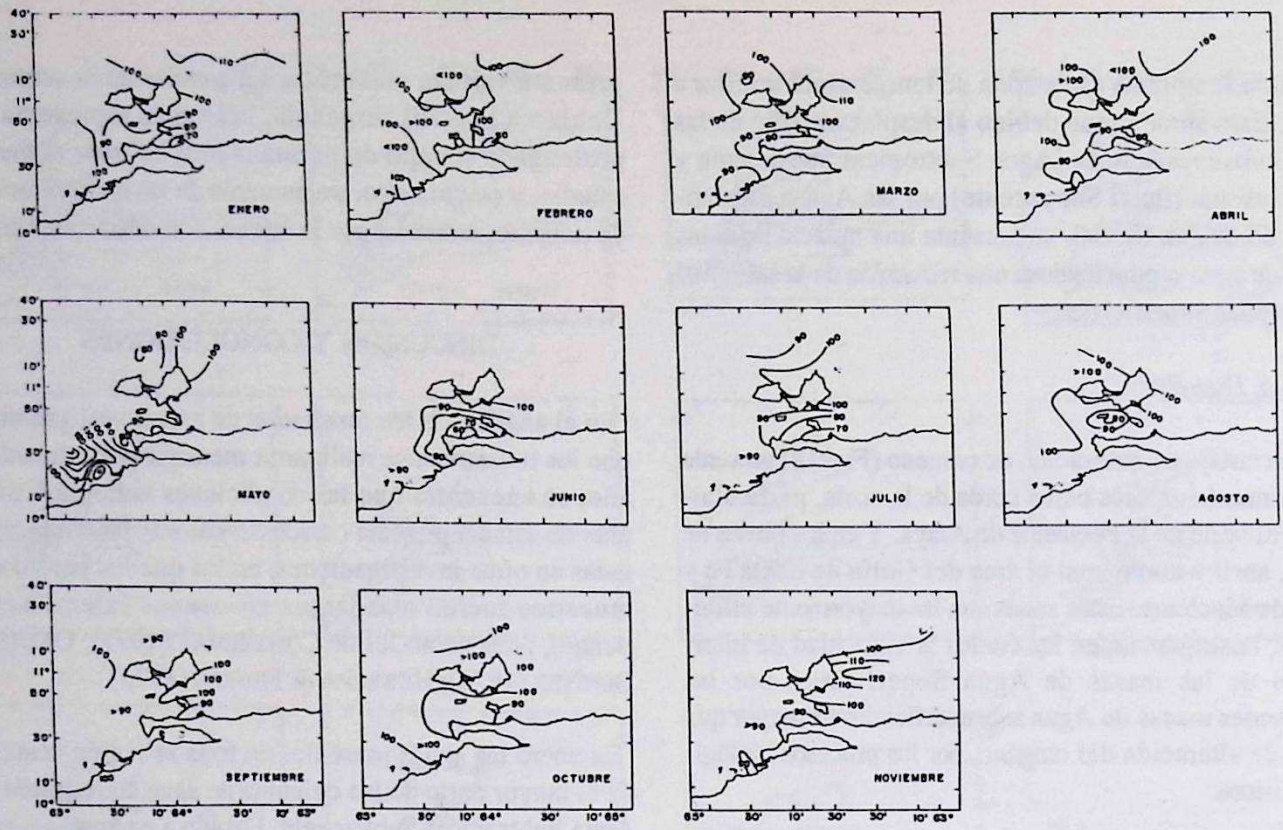


Fig.12.- Distribución mensual de la saturación de oxígeno (%) en la superficie de enero a noviembre de 1976.

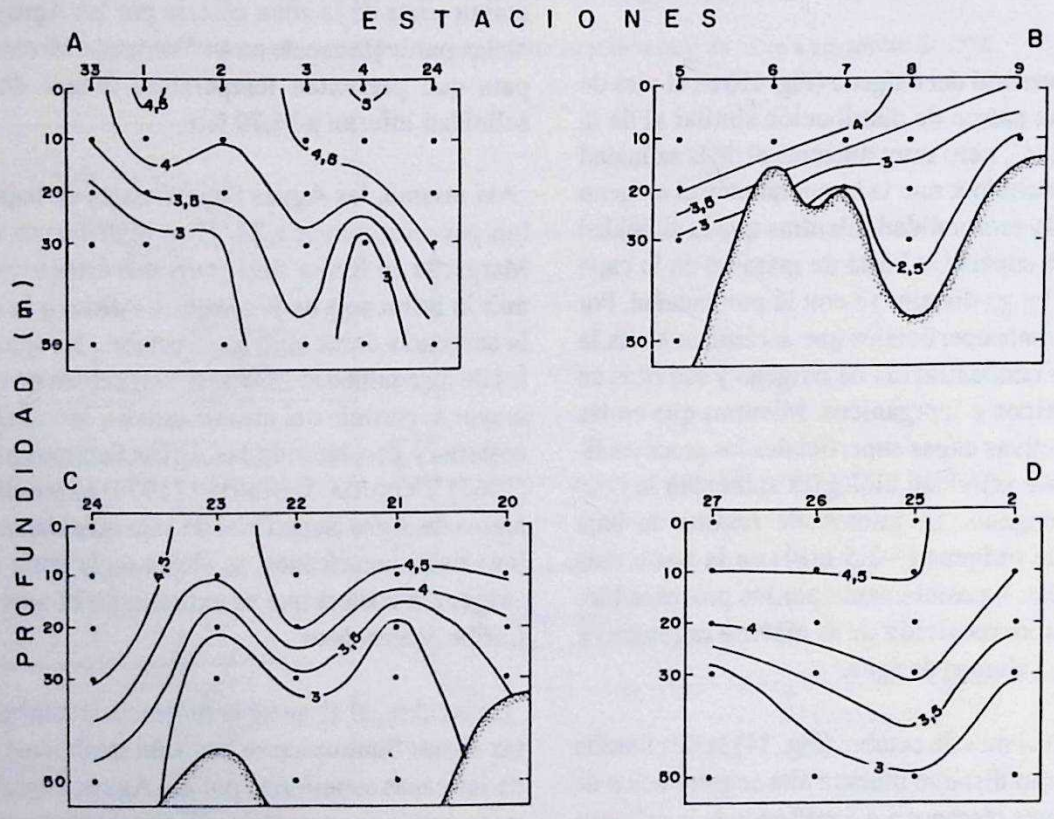


Fig.13.- Distribución vertical de oxígeno en % (marzo 1976).

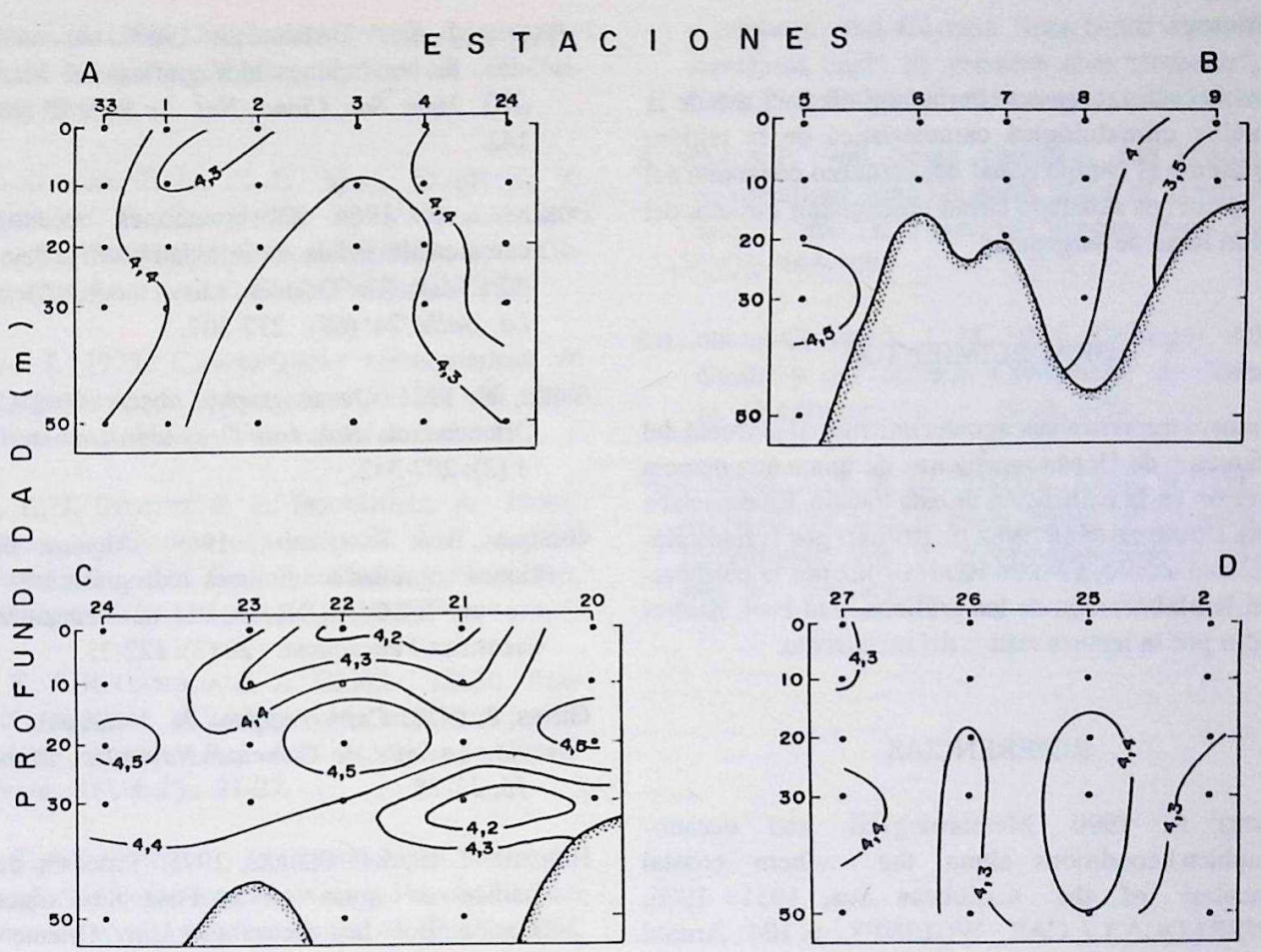


Fig.14.- Distribución vertical de oxígeno en % (octubre 1976).

por la aparición de una débil surgencia en la zona costera.

En los diagramas T-S se visualiza la formación y permanencia de cuatro grupos de masas de agua que confirma lo reportado por OKUDA (1975b) para las capas superiores de la Fosa de Cariaco. Estos grupos de agua se caracterizan de la forma siguiente:

Grupo A = T > 24 °C y S = 32,0-36,7‰ (Agua Superficial)

Grupo B = T = 21-24 °C y S > 36,7 ‰ (Agua Subtropical Sub yacente)

Grupo C = T < 21 °C y S < 36,7 ‰ (Agua Subsuperficiales Subyacente)

Además de estos grupos al norte y este de Margarita se observó un cuarto grupo formado posiblemente, por la mezcla de los tres principales y no reportado anteriormente para la zona.

Grupo D: T = 21-24 °C y S < 36,7‰.

En la época de surgencia fuerte, particularmente en los meses de marzo, abril y mayo en el Golfo de Santa Fé y Bahía de Mochima y Chacopata no se observó claramente la actividad fotosintética en comparación con la época de menor intensidad de surgencia (septiembre-noviembre).

Sin embargo, el aumento del porcentaje de saturación de oxígeno al desplazarse las aguas superficiales al noreste, refleja la alta productividad orgánica del área de estudio. Por otro lado, los altos valores de oxígeno disuelto en el estracto superficial (0-10 m) parecen estar relacionados con la estacionalidad presente en la descarga de los ríos

suramericanos.

Futuras investigaciones deberían enfatizar el uso de la información climatológica característica de la región; especialmente el campo zonal del esfuerzo constante del viento, el cual es señalado como mecanismo forjador del fenómeno local de surgencia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos al personal del Departamento de Oceanografía que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo. En especial a la señora LOURDES MARTÍNEZ DE RIVERO por la transcripción del manuscrito, a JESÚS HERNÁNDEZ por la colaboración en la elaboración de los gráficos, y al Prof. RUBÉN APARICIO por la lectura crítica del manuscrito.

REFERENCIAS

APARICIO, R. 1990. Meteorological and oceanographica l conditions along the southern coastal boundary of the Caribbean Sea, 1951 - 1986. UNEP (OCA) / CAR WGI/INF3, p. 104 Arnold Levd. Pebl..

BONILLA, R. J, R. JONES., J. BOGDEN, W. SENIOR & O. ZAFIRIOU. 1990. Nutrient spatial and vertical distributions and primary productivity data in the surface waters of the Eastern Caribbean during *"Columbus - Iselin"* Cruises 8805 and (1988). *Geophysical Res Oceans. (en prensa).*

CONTRERAS, A. *1971.* Resumen de las condiciones hidro gráficas del Caribe Suroriental. 1967-1968. *Contri.. Nº 47. Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 1-100.

FEBRES, O. G. 1974. Circulación de las aguas superiores de la Fosa de Cariaco en abril de 1974. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 13 (1 & 2): 79-86.

FUKUOKA, J. 1968. Un análisis de las condiciones hidrográficas del Mar Caribe (II). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 23 (64): 43-55.

FUKUOKA, J. & A. BALLESTER. 1963. Un análisis de de las condiciones hidrográficas del Mar Caribe (III) *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 23 (65): 132-142.

FUKUOKA, J. 1964. Observaciones oceanográficas cercerca de la Isla de Trinidad y en la desembocadura del Río Orinoco. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* 24 (69): 277-307.

GADE, H. 1961. Oceanographic observations Caribean Orinoco área. *Bol. Inst. Oceanogr. Univer. Oriente.* 1 (2): 287-342.

GAMBOA, B & T. OKUDA. 1969. Algunas observaciones sobre las condiciones hidrográficas y químicas en la Costa Nororiental de Venezuela. *Acta* Científica *Venezolana*. 20 (3): 122-23.

GINES, P. 1972. Carta Pesquera de Venezuela. Fundación *La Salle de Ciencias Naturales*. *Monografía 16: 13-78.*

HERRERA L. E., & G. FEBRES, 1975. Procesos de renovación de aguas en la Fosa de Cariaco, mar Caribe. Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. 14 (1): 31-44.

HERRERA, L. E., G. A. FEBRES & J. M. ANDRÉS 1980 Distribución de las masas de agua y sus vinculaciones dinámicas en el sector centro–occidental venezolano, Mar Caribe. Ibid, 19 (1 & 2): 93-118.

LJOEN, R. & L. HERRERA. *1965.* Some oceanographic conditions of the coastal waters of Easter Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 4 (1): 7-50.

MALONEY, N. 1966. Geomorphology of Continental margin of Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 5: 38-53.

MALONEY, N. 1967. Geomorphology of the Continental margin of Venezuela. Part. 2. Continental Te rrace of Carúpano. (64 W to 62 W Longitud *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 6 (1):147-155.

MARCANO, L. S. 1984. Circulación de las aguas superiore de la Fosa de Cariaco. *Tesis M. S. C. Universide Oriente.*

MULLER-KORGER, F. E., C. R. M C. CLAIN. T. R. FISHER, W. E. ESAIAS & R. VARELA. 1989. Pig ment distribution in the Caribbean Sea. Observations from space. *Prog. Oceanog.* 23: 36.

NORIEGA, J. 1979. Características hidroquímicas de las aguas de la región Sur-Oriental del Mar Caribe. *Tesis M.S.C. Universidad de Oriente.*

OKUDA, T., J. BENÍTEZ & E. FERNÁNDEZ A. 1969a. Vertical distribution of inorganic and organic nitrogen in the Cariaco Trench. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 8 (1-1) : 28-34.

OKUDA, T., B. R. GAMBOA & A. GARCÍA. 1969b. Seasonal variations of hydrographic conditions in the Cariaco trench. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 8 (1 & 2) : 21-27.

OKUDA, T. & J. BENÍTEZ. 1974. Condiciones hidrográficas de las capas superiores en la Fosa de Cariaco y área adyacentes urante la época de lluvias. *Bol. Inst. Oceanogra. Univ. Oriente.* 13 (1 & 2) : 147-162.

OKUDA, T. 1975 a. Características hidroquímicas del Golfo de Santa Fé y áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.* 14 (2) : 251-268.

OKUDA, T. 1975 b. Condiciones hidroquímicas de las agua superiores de la Fosa de Cariaco y áreas adyacentes. *FAO.* Nº 200: 349-362.

OKUDA, T. 1981. Análisis hidroquímico de la Bahía de Pozuelos y sus áreas adyacentes. *Bol. Inst. Oceanogr.* 20 (1 & 2): 11-22.

OKUDA, T., J. BENÍTEZ, J. M. SELLIER DE CIVRIEUX, J. FUKUOKA y B. R GAMBOA. 1974. Revisión de los datos oceanográficos del mar Caribe Sur Oriental, especialmente en el margen continentinental de Venezuela. Nº 15, 96.

PARR, A. E. 1987. A contribution to the hydrography of Caribbean and Cayman Seas, based upon the observations made by research ship "*Atlantis*", 1933-1934. *Bull Bingham. Oceanogr. Coll.,* 5 (4): 1-110.

RICHARDS, F. 1960. Some chemical and hydrographic ob servations long the north coast of south Améririca I. Cabo Tre Puntas to Cucacao. *Deep Sea Res.* 7 (3): 163-168.

SELLIER DE CIVRIEUX, J. M. 1974. Geología del Mar Caribe y del Márgen Continental de Venezuela la. *Cuadernos Azules,* Nº15, 1-52.

VAN ANDEL T. J. & H. POSTMA 1954. Recent sediments of the Gulf of Paria report of Orinoco Shelf Expeditions. Vol. I, *Noord-Hallandsche Uigevers* Mij. 20 (5): 244 pp.