



# boletín científico

N.9

Dic. 1988

## contenido

**ESTUDIO OCEANOGRÁFICO DEL AREA INSULAR Y OCEANICA  
DEL CARIBE COLOMBIANO- ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES  
Y PROVIDENCIA Y CAYOS VECINOS.**

Por: Garay Jesus - Castillo Francisco - Andrade Carlos - Aguilera Jairo-  
Niño Luisa - De la Pava Marta - Lopez William - Marquez German

3

centro de investigaciones  
oceanográficas e hidrográficas

Bol. Cient. CIOH	Cartagena ( Colombia)	No.9	Pg. 3 - 73	Dic. 1988	ISSN 0120 - 0542
------------------	--------------------------	------	------------	-----------	------------------

República de Colombia

Armada Nacional

Dirección General Marítima y Portuaria

CONSEJO EDITORIAL

Director Capitán de Fragata SIGIFREDO VELANDIA ROCHA

Capitán de Corbeta EDGAR ORTIZ PARDO  
Capitán de Corbeta MARCO ANTONIO GOMEZ ACERO  
Teniente de Navío FRANCISCO ARIAS ISAZA  
Teniente de Navío LUIS ALFREDO CALERO  
Químico JESUS ANTONIO GARAY TINOCO  
Biólogo Marino FRANCISCO A. CASTILLO GONZALEZ

Indizada en Banco Nacional de Analíticas  
ICFES  
Bogotá-Colombia

Periodicidad Irregular

Dirección Postal Boletín Científico CIOH  
Apartado Aéreo 982  
Cartagena-Colombia

Formato A4 (210 mm X 280 mm)

En el Boletín Científico del CIOH serán publicados trabajos de investigación y artículos científicos que constituyan una contribución original a las ciencias del mar. Los manuscritos deben enviarse a la dirección postal, rigiendo su presentación por las Normas de Documentación del Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC.

Resolución del Ministerio de Gobierno N°176 de Enero 17 de 1986.  
Licencia del Ministerio de Comunicaciones en trámite.

--	--	--	--	--	--	--

Bol. Cient. CIOH	Cartagena (Colombia)	No.9	P g. 3- 73	Dic. 1988	ISSN 0120- 0542
------------------	-------------------------	------	------------	-----------	-----------------

ESTUDIO OCEANOGRAFICO DEL AREA INSULAR Y OCEANICA DEL CARIBE  
COLOMBIANO-ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES Y PROVIDENCIA  
Y CAYOS VECINOS.

GARAY JESUS (1), CASTILLO FRANCISCO (1), ANDRADE CARLOS (2),  
AGUILERA JAIRO (2), NIÑO LUISA (3), DE LA PAVA MARTA (3),  
LOPEZ WILLIAM (3), MARQUEZ GERMAN (4).

RESUMEN

Entre junio de 1983 y julio de 1984, la Armada Nacional de Colombia por intermedio del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH), la cofinanciación de COLCIENCIAS y la participación de las universidades Nacional de Colombia, Jorge Tadeo Lozano, e internacionales como la de Harvard y la Organización de los Estados Americanos (OEA), desarrolló cuatro (4) cruceros oceanográficos interdisciplinarios al área insular y oceánica del Caribe colombiano, Archipiélago de San Andrés y Providencia.

Las campañas oceanográficas se llevaron a cabo, abordo de los buques de investigaciones oceanográficas, ARC "MALPELO" y ARC "PROVIDENCIA", de la Armada Nacional de Colombia.

Estas actividades se ejecutaron dentro del programa nacional "Condiciones Oceanográficas", cuyos objetivos fundamentales se refieren al conocimiento y descripción de las características físicas, químicas y biológicas de los mares colombianos, así como su interrelación y variaciones espacio - temporales.

- 
- (1) Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, Apdo. Aéreo 982, Cartagena - Colombia.  
(2) Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla - Cartagena.  
(3) Universidad Jorge Tadeo Lozano, Seccional Cartagena, Apdo. Aéreo 1310.  
(4) Universidad Nacional de Colombia - Bogotá.

1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS (CIOH)  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (IVIC)  
 Y UNIV. HARVARD

BOLETIN CIENTIFICO - CIOH No. 9  
 BOGOTA, COLOMBIA, 1984

### ABSTRACT

Between June, 1983 and July, 1984, "La Armada Nacional de Colombia", through "Centro de Investigaciones Oceanográficas (CIOH)", the co-financiación of COLCIENCIAS and the participation of National, Jorge Tadeo Lozano universities and international as Harvard and americans states organizations (OEA), developed four (4) interdisciplinaries oceanografic cruises to the insular and oceanic area, the colombian caribbean, San Andrés and Providence archipiélago.

The oceanografic cruises were carried out on board the oceanografics investigation ships, ARC "MALPELO" and ARC "PROVIDENCIA" inside of the national program "oceanografics conditions", whose fundamental objectives are referred to the Knowledge and description of the phisics, chemicals and biological characteristics of the colombian oceans, as well as its interrelations and temporal space variations.

## INTRODUCCION

Ante la imperiosa necesidad del desarrollo de nuevas pesquerías y de la explotación de zonas nuevas debido al incremento en la demanda de alimentos, se requiere en forma prioritaria conocer los recursos que puedan ser aprovechados racional y rentablemente con el fin de conservar el equilibrio y mantener una estructura biológica capaz de sostener en forma indefinida las especies de otros niveles tróficos y esencialmente aquellas de interés comercial.

Para tal efecto, el gobierno nacional propuso un plan de desarrollo de las ciencias y tecnologías del mar (PDCTM), abordando el problema a través de varios frentes de acción, destacándose en primer lugar adquisición de conocimientos y habilidades.

La investigación efectuada no sólo se ajusta a este objetivo sino también al programa nacional de "Evaluación y Administración de los Recursos Vivos del Mar", con los inventarios de flora y fauna marina. De otra parte, en las prioridades geográficas de la región II insular del Caribe, área del presente estudio, zona 1 (San Andrés y Providencia) y zona 2 (Cayos de Roncador, Serrana, Serranilla, Rosalinda, Bajo Nuevo y Quitasueño) se contempla como prioridad uno, los inventarios de especies de importancia comercial.

Los estudios sobre las características físico-químicas y biológicas para el área del Caribe Colombiano, se inician con una serie de cruceros oceanográficos bajo el nombre de CICAR 1974 (programa de investigaciones cooperativas del Caribe y regiones adyacentes), aportando datos preliminares sobre la dinámica, presencia y distribución de especies.

En el área que cubre el proyecto San Andrés, Providencia y cayos vecinos, no se había realizado una evaluación de los recursos vivos, a pesar de considerarse como una zona de condiciones óptimas para el desarrollo de la vida marina. Al efectuarse los cruceros oceanográficos programados para el proyecto "Estudio Oceanográfico del área insular y oceánica del Caribe colombiano" del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) de la Armada Nacional, se incluyó los estudios de dinámica, masas de agua, nutrientes, fitoplancton, ictioplancton y bentos.

Las variaciones geomorfológicas son dadas por la posición de los cayos y los bajos, teniendo como característica una plataforma relativamente llana, hacia cuyos bordes aumenta la profundidad abruptamente. En cuanto a la dinámica se destaca la influencia de la corriente del Caribe de movimiento Este-Oeste y la formación de remolinos al chocar la masa de agua contra dichas elevaciones (Valdés et. al, 1979; Perlroth, 1971).

Dentro del marco de investigaciones del ictioplancton, cumple el objetivo de evaluar para el área, cualitativa y cuantitativamente las concentraciones de huevos, larvas, y juveniles de peces de las principales especies de interés comercial, así como su distribución espacio-temporal, anotando algunas relaciones con parámetros físico-quí-

micos (superficiales) durante tres cruceros oceanográficos realizados entre Junio de 1983 y Febrero de 1984.

Los resultados específicos sobre el potencial de recursos pescables no son definitivos, debido a que los estudios complementarios de pesquerías son muy escasos para la zona y se cuenta únicamente con algunas evaluaciones preliminares realizadas por Ventura y Ríos (1970) e INDERENA-JICA (1982), y algunos otros inventarios de especies realizados por Barriga et al (1969), Acero (1979), Gómez y Victoria (1980) y Garzón y Acero (1982 y 1983).

Este estudio tiene en cuenta las conclusiones consignadas en las actas de consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición de especies de los recursos de peces neríticos (Sharp y Csirke, 1983), en donde se sugiere que para determinar las fluctuaciones entre la población desovante (producción de huevos), y la magnitud del reclutamiento subsiguiente, son necesarios planes enfocados hacia el estudio de la variabilidad del reclutamiento, determinado a nivel de las fases de huevos y larvas.

Se corroboraron algunas de las hipótesis planteadas por Tellez (1985) sobre el tipo de sistema pelágico del mar Caribe, caracterizado por mantenerse altamente estratificado y con bajo contenido de nutrientes aunque se observa que la estratificación no es tan uniforme y que ciertos fenómenos oceanográficos tales como los remolinos que se forman en el área por el efecto de la masa de la isla, alteran el patrón general mostrando a la vez influencia sobre la composición y abundancia de las comunicaciones fitoplanctónicas.

Por último se comprueba que el Caribe en este sector es poco productivo y que su explotación irracional puede conducir a desequilibrar el ecosistema que por su grado de organización y madurez refleja un largo proceso de evolución.

#### DESCRIPCION DEL AREA

El área de estudio denominada Región II Insular del Caribe Zona 1 y Zona 2, está comprendida entre los 78° y 82° de longitud Oeste y los paralelos 11° 50' y 17° latitud Norte en una extensión aproximada de 57.600 millas cuadradas en el Mar Caribe. Comprende las Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, los bancos de Bajo Nuevo, Serrana, Serranilla, Rosalinda, Quitasueño, Roncador, Bolivar, Alburquerque, los bajos sumergidos de Alicia, el Este de bajo Bolivar y el Sureste de Bajo Serrana (Fig. I).

Las plataformas de las islas y bajos comprenden un área de 1.300 millas cuadradas y emergen de una profundidad de 1.500 metros aproximadamente. La longitud total del cantil alcanza las 480 millas localizadas sobre la denominada Cordillera de Nicaragua (Nicaragua Rise) (Gallardo et.al,1980).

El área se estudió durante cuatro cruceros oceanográficos, realizán-

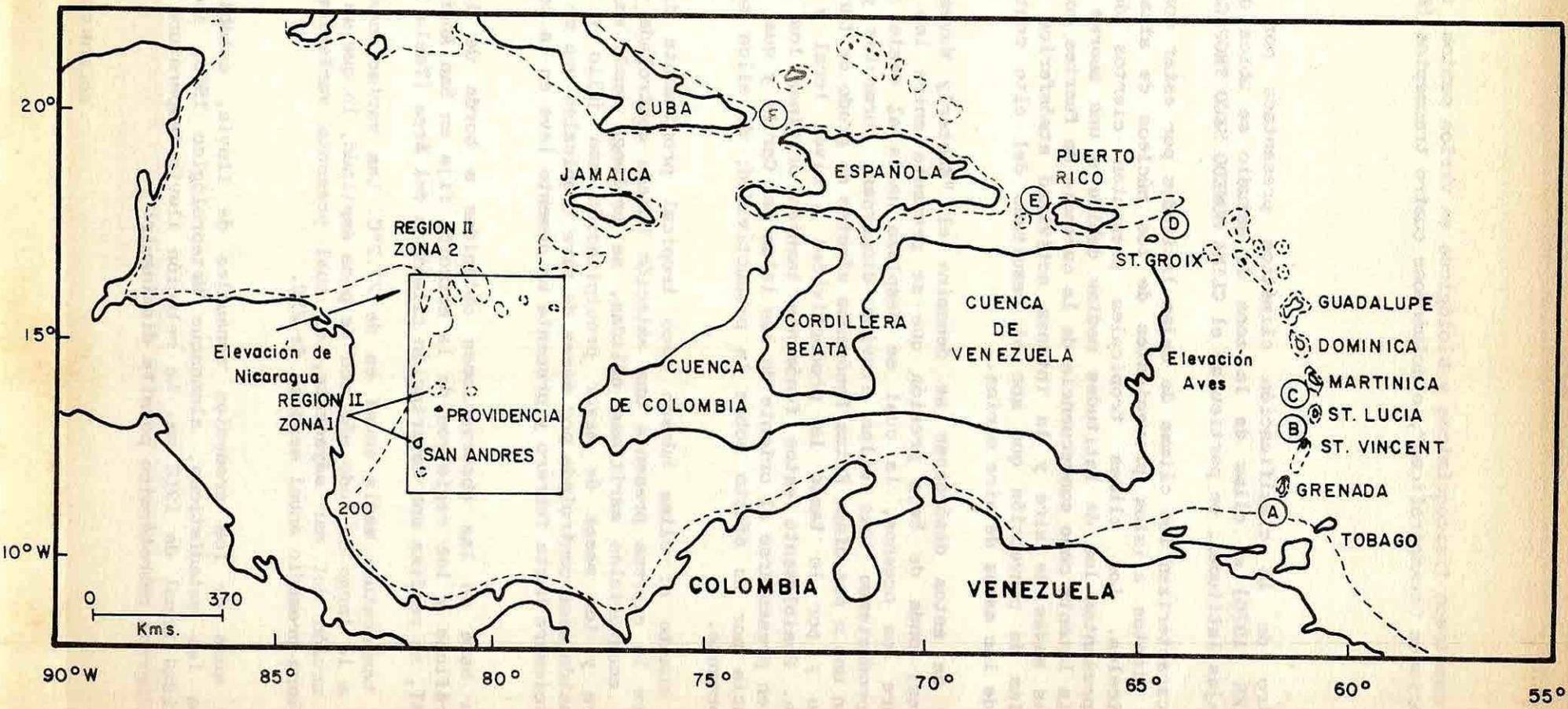


FIG. I. AREA DE ESTUDIO

dose los muestreos fisicoquímicos y biológicos en varios puntos, denomina dos "Estaciones Oceanográficas", efectuándose cuatro transeptos (Fig.1-A).

## CLIMA

Dentro de la clasificación climática presentada por STRAHLER y STRAHLER (1976) el clima de la zona de estudio se ubica dentro de los de bajas latitudes, en particular el CLIMA HUMEDO SECO TROPICAL.

Se caracterizan los climas de bajas latitudes por estar controlados por los vientos alisios provenientes de los núcleos de alta presión sub-tropicales. Los climas tropicales presentan ciertos desórdenes que no presentan los de latitudes medias debido a una enorme cantidad de energía latente como consecuencia de la carencia de fuertes contrastes entre las masas de aire y la intensa actividad atmosférica en forma de células de convección que son el resultado del alto contenido de humedad de las masas de aire marina.

Uno de estos desórdenes se denomina el "Easterly Waves" (Ondas Orientales) onda de baja presión que se presenta entre los 5° 30' N y S sobre los océanos, la cual se desplaza hacia el oeste a 300-500 Km/día produciendo tras ellas lluvias dispersas, tormentas y vientos que duran uno o dos días. Estos fenómenos afectan el grado de turbulencia del agua y por lo tanto la productividad a nivel local y temporal del área. Posiblemente estos fenómenos también originen los remolinos que suelen presentarse al oriente de las islas del Caribe y que tienen importancia por su efecto sobre la productividad; de ellos se hablará posteriormente.

En cuanto al clima húmedo seco tropical propiamente dicho como su nombre lo expresa presenta una estación húmeda controlada por masas de aire ecuatoriales marítimas cálidas, se prolonga desde marzo hasta noviembre y los meses de mayor precipitación son julio y agosto y una estación seca controlada por masas de aire tropicales que se prolonga desde diciembre hasta febrero y presenta un aumento leve en la temperatura.

Con base en las observaciones obtenidas a borde de los buques oceanográficos y los registros de la estación fija en San Andrés Islas, del HIMAT, se realiza una descripción climática del área (Tabla 1).

La temperatura media anual es de 27.2°C. Las variaciones promedio mensual a lo largo de todo año son de poca amplitud, lo que se justifica por la acción del mar adyacente, el cual presenta variaciones de su temperatura promedio anual menores de 2°C.

La suma de los promedios mensuales de lluvia, establecida con base en las estadísticas, almanaque Meteorológico 1986, indican una pluviosidad anual de 1912 mm. La relación lluvia-temperatura expresada en el diagrama ombrotérmico permite distinguir:

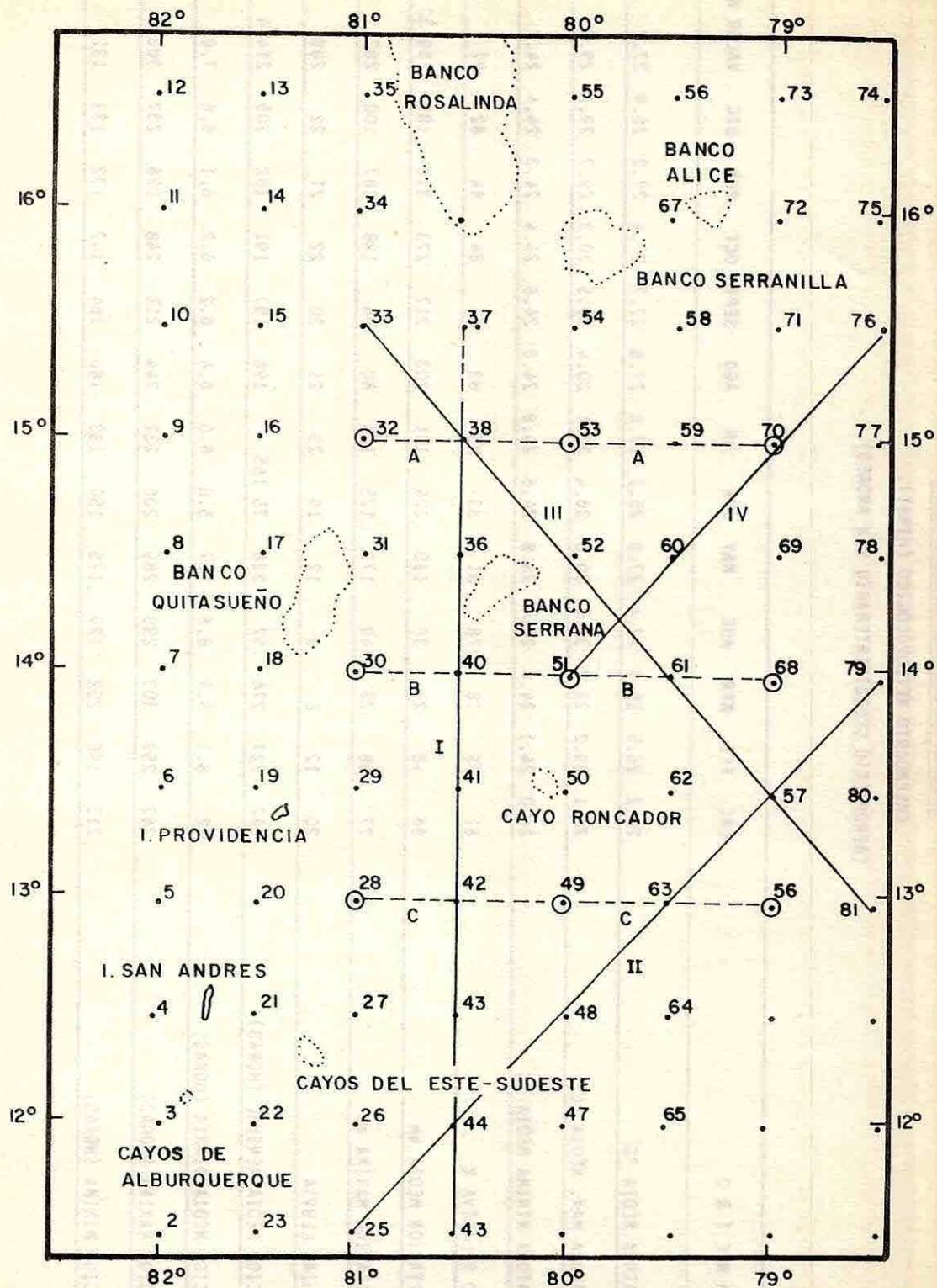


FIG. I A. ESTACIONES OBSERVADAS

TABLA N° 1

RESUMEN PARAMETROS METEOROLOGICO  
 CALENDARIO METEOROLOGICO (HIMAT).  
 (AEROPUERTO SESQUICENTENARIO SAN ANDRES).

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
TEMPERATURA MEDIA °C	26.2	26.5	26.9	27.4	27.8	26.2	27.8	27.8	27.7	27.4	27.2	26.9	27.2
TEMPERATURA MAX. MEDIA °C	29.1	29.2	29.7	30.2	30.5	30.4	30.1	30.4	30.5	30.3	29.7	29.2	29.9
TEMPERATURA MINIMA MEDIA °C	24.0	24.1	24.0	27.4	24.8	24.6	24.8	24.8	24.8	24.4	24.3	24.4	24.7
HUMEDAD RELATIVA %	81	79	78	78	81	83	83	83	84	84	84	82	82
PRECIPITACION MEDIA mm	96	40	24	35	110	224	191	203	217	273	310	189	159.33
PRECIPITACION MAXIMA mm	77	38	23	49	172	125	148	80	98	138	287	100	287
N° DE DIAS LLUVIA	20	12	8	9	12	19	23	21	20	22	21	22	209
INSOLACION MEDIA MENSUAL (HORAS)	242	227	276	57	238	75	185	198	197	191	182	205	214.4
INSOLACION MEDIA DIARIA (HORAS)	78	8.1	8.9	8.6	7.7	5.8	6.0	6.4	6.2	6.2	6.1	6.6	7.0
INSOLACION MAXIMA (HORAS)	267	259	303	296	289	206	232	244	218	248	226	237	303
INSOLACION MINIMA (HORAS)	215	196	252	199	175	150	133	186	164	147	132	133	132

- Una época seca desde finales de enero hasta principios de abril.
- Una época húmeda de mayo a diciembre, con el máximo de pluviosidad en noviembre (Fig. 2).

Utilizando las definiciones de GAUSSEN (1952), respecto a la caracterización del clima, para el índice de aridez, se tiene:

- Estación seca P/T 2 de finales de enero a principios de abril.
- Estación húmeda P/T de mayo a diciembre.
- Estación de transición de marzo a abril (Fig. 3).

El área de estudio está sometida al régimen de vientos alisios que soplan de manera constante del NE-N durante todo el año. Los vientos de velocidad máxima incurren en julio y los vientos de velocidad mínima, entre septiembre y octubre, siendo el mes de octubre donde más varían en dirección. El mes de septiembre se caracteriza por un mayor porcentaje de calma.

#### METODOLOGIA

##### OCEANOGRAFIA FISICA

Las 81 estaciones existentes en el área de estudio no fueron muestreadas en su totalidad en los cuatro cruceros (únicamente en el Océano VI), aunque en todas las estaciones se trató de abarcar la mayor parte de la zona central estudiada.

En los cruceros Océano VI y VII se tomaron muestras con botellas nansen y termómetros reversibles hasta una profundidad máxima de 2.000 m, se midió la salinidad con un salinómetro de inducción Beckman RS 7-B. En los cruceros Océano VIII y IX se utilizó un medidor continuo de conductividad, temperatura, profundidad y oxígeno (CTDO), modelo MK II del Neil Instruments Systems.

También se tomaron mediciones en ciertos sectores de cada crucero con XBT y MBT, pero con una mayor densidad de muestreo, teniendo como fin la detección de fenómenos como eddies de escala pequeña.

Los cálculos de correcciones de temperatura, conductividad a Salinidad, profundidad real y sigma T fueron realizados por medio de un programa en RATFOR en el CIOH. Se usó un computador Cromenco "System Three". También se empleó un paquete de graficado que permitió obtener gráficas de los cuatro parámetros contra profundidad y los diagramas T-S.

Con el fin de utilizar con mayor facilidad estos datos en el

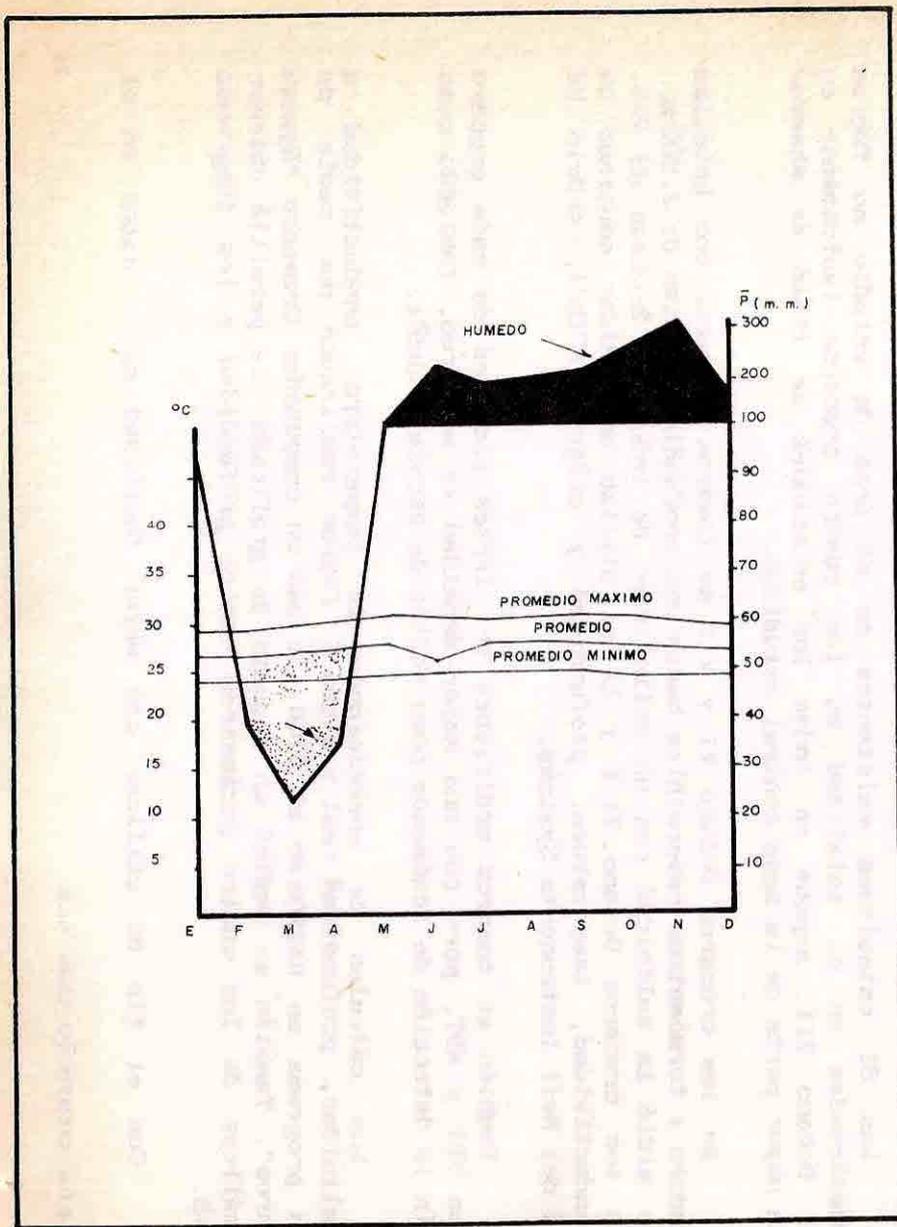


FIG. 2. DIAGRAMA OMBROTERMICO. AREA SAN ANDRES Y PROVIDENCIA. CALENDARIO METEREOLÓGICO 1986. AEROPUERTO SESQUICENTENARIO.

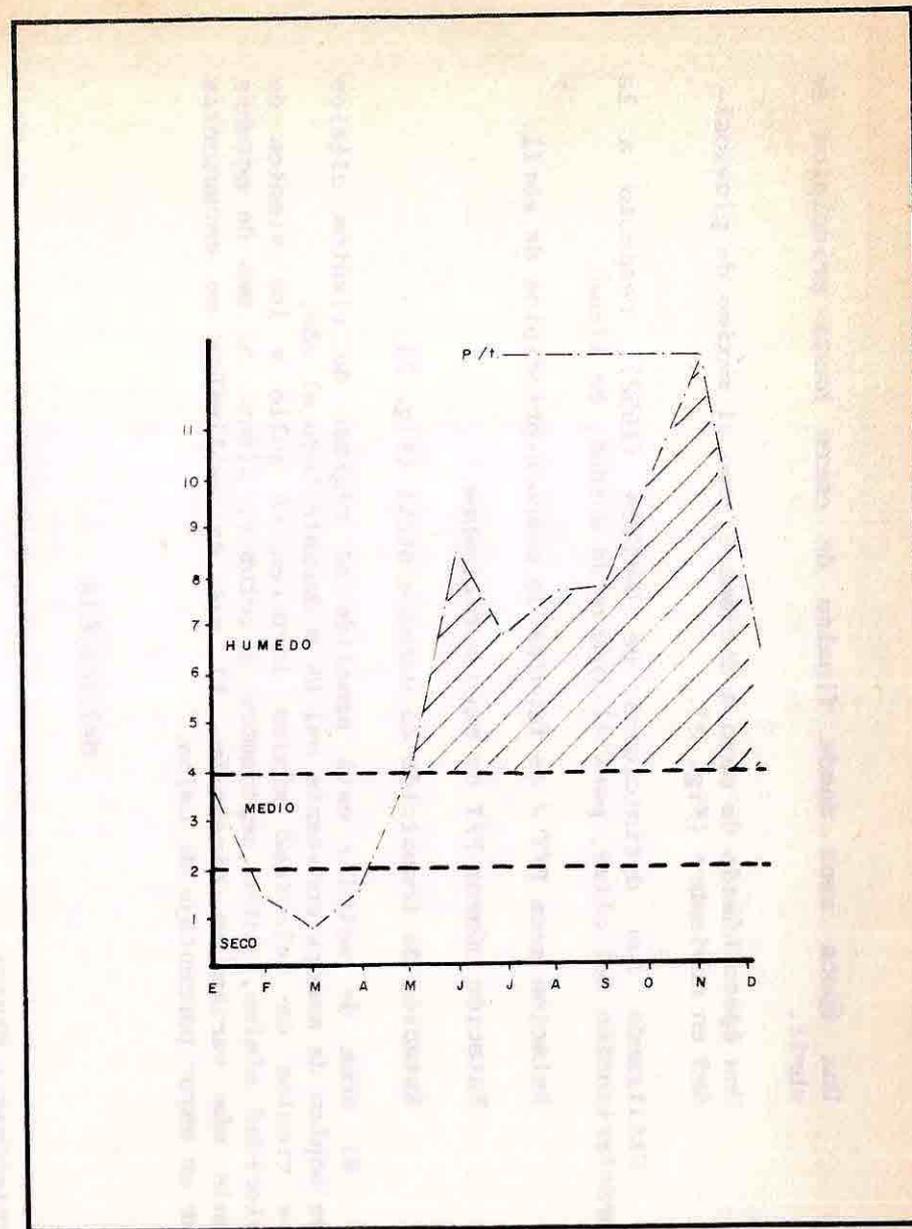


FIG. 3. INDICE DE ARIDEZ (GAUSSEN). AREA SAN ANDRES Y PROVIDENCIA. AEROPUERTO SESQUICENTENARIO 1986.

análisis conjunto de los cuatro cruceros, se tomaron cuatro transeptos o rumbos (I, II, III, IV; figura 1-A) y nueve estaciones denominadas rumbos A, B, C. Lo anterior se hizo porque dichos transeptos son suficientes para conocer las variaciones especiales que puede tener el flujo principal, que en esta zona del Caribe tiene una dirección Noroeste. Además con las isolíneas horizontales ya se está observando toda el área estudiada.

Las variaciones especiales son observadas por medio del seguimiento de núcleos en los diagramas T-S.

#### OCEANOGRAFIA QUIMICA

Las observaciones oceanográficas para los cuatro cruceros, se obtuvieron abordo de los buques ARC "MALPELO" y ARC "PROVIDENCIA", sobre un total de 81 estaciones preestablecidas (Fig.1 A).

Las muestras de agua para los análisis químicos se recolectaron con botellas nansen y niskin, hasta una profundidad aproximada de 1500 metros en los océanos VI, VII y hasta 300 metros en los océanos VIII y IX. Las muestras superficiales fueron tomadas con valde plástico.

Las determinaciones de pH, oxígeno disuelto y salinidad se efectuaron abordo, no así los nutrientes, los cuales se analizaron en los laboratorios del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas en tierra, previa congelación de las muestras a  $-40^{\circ}\text{C}$  y almacenamiento por 30 días aproximadamente.

Las determinaciones de pH se hicieron in situ, utilizando un potenciómetro digital Metrohm Herisau con electrodo integrado, mientras que para el oxígeno disuelto se usó el método modificado de Winkler, recomendado en los manuales y guías de laboratorio del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (Garay, et al, 1982).

Para la determinación de los nutrientes marinos se siguieron las técnicas analíticas recomendadas en los manuales de Strickland y Parsons (1972)., usando para ello un espectrofotómetro UV-VIS, Shimadzu, modelo 210 A y celdas de 10 mm de paso para los nitratos y silicatos, y celdas de 100 mm para el amonio, nitritos y fosfatos.

Los cálculos de las concentraciones del oxígeno disuelto y los nutrientes, fueron hechos por medio de un programa Ratfor en el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, usando un computador Cromenco "System Three". Para la elaboración de las gráficas de los diferentes parámetros contra la profundidad, se empleó un paquete de graficado, mientras que las gráficas de distribución horizontal fueron elaboradas manualmente.

#### OCEANOGRAFIA BIOLOGICA (PLANCTON Y BENTOS)

En cuanto al plancton, en relación al fitoplancton, durante el

océano VI, se colectaron 32 muestras mediante arrastres superficiales horizontales con una red cónica de 100 micras de tamaño de malla a la cual se adoptó un contador de flujo digital.

Los arrastres tuvieron una duración de 10 minutos a una velocidad de 2 nudos. Las muestras se fijaron en formol puro neutralizado con una solución saturada de borato de sodio y 2 ó 3 gotas de lugol (Fig.4).

Los conteos de células en el laboratorio se hicieron mediante una modificación del método de EDMONSON (Vollenweider, 1969).

El método utilizado fue el análisis estructural de comunidades y la interpretación de la distribución y abundancia de los diferentes taxa o formas de vida por medio de un análisis de clasificación del método de unión promedio y otro de ordenación, el análisis multivariado de Bray y Curtis .

En el océano VII, de las 35 estaciones muestreadas, en 18 de ellas y en el centro del remolino Isabel se colectaron muestras para fitoplancton, las cuales se tomaron con botellas niskin a 1, 5, 10, 20 y 30 metros de profundidad, abarcando la capa de mezcla de esta zona del Caribe colombiano. Se llenaron frascos plásticos con 200 ml de muestra; esta se preservó y fijó con 10 ml de formol al 4% el cual se neutralizó con 5 ml de borato de sodio y se le añadieron 3 gotas de lugol para teñir las células.

Las 87 muestras de fitoplancton colectadas en las 19 estaciones se observaron en un microscopio invertido Thelaval en el laboratorio de Ecología del Departamento de Biología de la Universidad Nacional. Para el conteo de las células se utilizaron cámaras de sedimentación en las cuales se colocaban 25 ml de muestra, volumen que se decidió utilizar después de probar varios y consultado con la bibliografía. Las muestras se dejaban sedimentar mínimo 24 horas, luego, sin extraer la parte superior de la columna de agua, se contaban todos los organismos sedimentados, midiéndolos con una reglilla micrométrica, identificándolos y elaborando los respectivos esquemas de cada especie, los cuales se presentan en los resultados .

El ictioplancton estudiado, corresponde al obtenido durante los cruceros oceanográficos Océano VI, realizado entre el 7 y 30 de junio de 1983 con un total de 59 estaciones; Océano VII, realizado entre el 3 y 25 de octubre de 1983 con un total de 36 estaciones para un 59% de cobertura con respecto al primer crucero; y el Océano VIII realizado entre el 6 de febrero y 6 de marzo de 1984 con un total de 56 estaciones para un 95% de cobertura con respecto al primer crucero, completando así un total de 151 estaciones ubicadas cada 30 millas náuticas (mn). Solamente 24 estaciones (41%) fueron muestreadas consecutivamente en los 3 cruceros y 58 estaciones fueron muestreadas por lo menos en dos cruceros no necesariamente consecutivos (Figura 4).

En cada estación se realizaron 2 tipos de muestreos. El primero superficial horizontal, con una red tipo Neuston Khalsico medelo O12WA 280 con malla de 500 micras de poro, a una velocidad de 2 nudos durante 10 minutos; el segundo, oblicuo standar con un muestreador Biomar

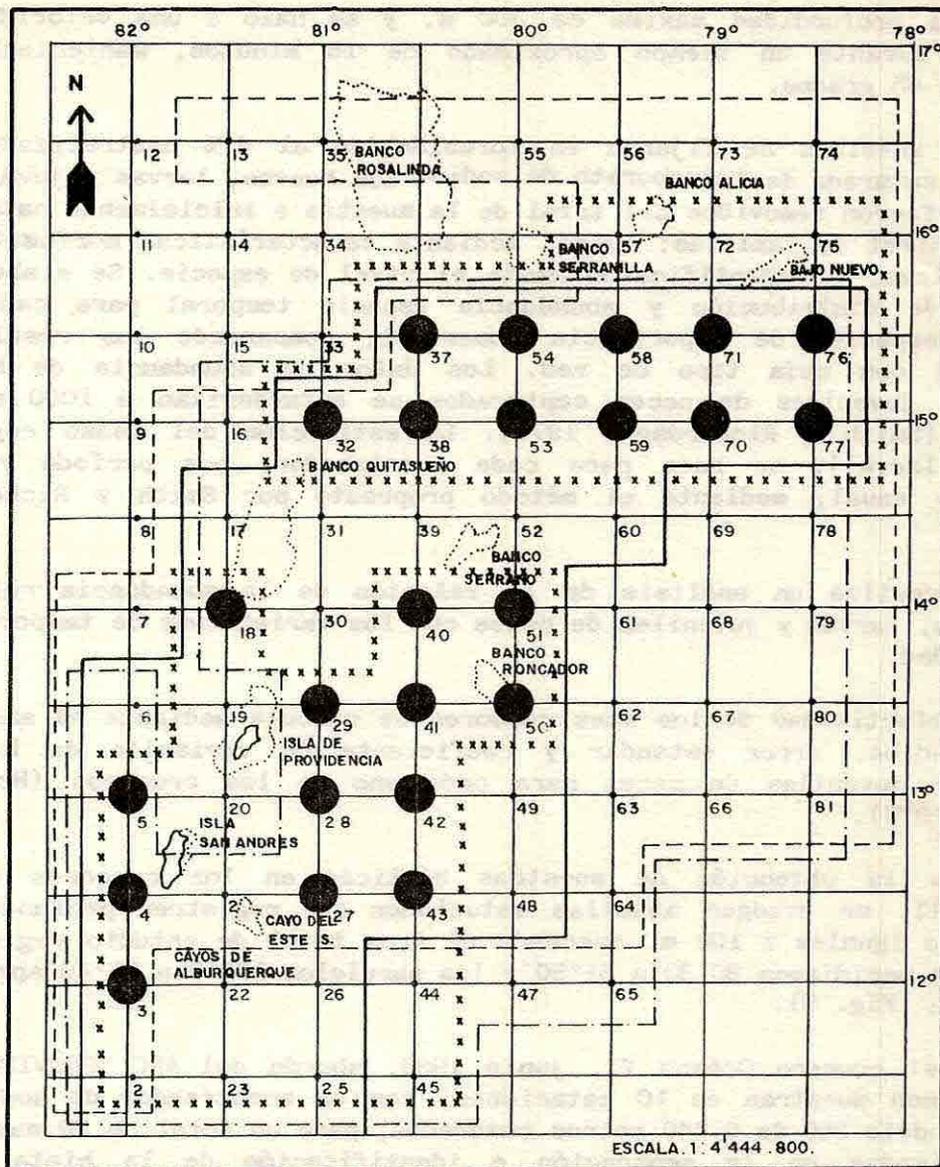


FIGURA 4. DE ESTACIONES Y DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO COBERTURA DE CADA UNO DE LOS CRUCEROS ARCHIPIELAGOS DE SAN ANDRES Y PROVIDENCIA ..

- Oceano VI - Junio 1983.
- xxxxxxx Oceano VII - Octubre 1983.
- - - - - Oceano VIII - Febrero 1984.
- Delimitación Area de Estudio.
- Estaciones Consecutivas.

1, tipo trapecio de 60 cm de diámetro (Guitard, 1971) modificado por la facultad de Biología Marina de la Universidad Jorge tadeo Lozano para la realización de este estudio y equipado con una malla de 500 micras de poro y un contador de flujo TSK. La red Biomar I se lanzó hasta una profundidad máxima de 300 m. y se haló a una velocidad de 2 nudos durante un tiempo aproximado de 15 minutos, manteniendo un ángulo de 45 grados.

Las muestras se fijaron en formaldehído al 47% neutralizado con solución saturada de tetraborato de sodio. Los huevos, larvas y juveniles de peces fueron removidos del total de la muestra e inicialmente catalogados a nivel de familias; luego, mediante características morfométricas y merísticas, se identificaron hasta el nivel de especie. Se elaboraron figuras de distribución y abundancia espacio temporal para cada una de las especies de importancia comercial, comparando los resultados obtenidos con cada tipo de red. Los datos de abundancia de huevos, larvas y juveniles de peces capturados se estandarizan a 1000 metros cúbicos (Smith y Richardson, 1979). La estimación del censo regional (índice larval), se hace para cada muestreador, por período y para el ciclo anual, mediante el método propuesto por Smith y Richardson (1979).

Se realiza un análisis de la relación de la abundancia relativa de huevos, larvas y juveniles de peces con las variaciones de temperatura y salinidad.

La efectividad de los muestreadores se calcula mediante el análisis de promedios, error estandar y coeficiente de variación de huevos, larvas y juveniles de peces para cada uno de los cruceros (Houde y Chitty, 1976).

Para la obtención de muestras bénticas en los cruceros océano VI y VIII, se escogen aquellas estaciones que registren profundidades menores o iguales a 100 m, quedando el área total de estudio registrada entre los meridianos 80°30' a 81°50' y los paralelos 12°30' a 16°40' aproximadamente (Fig. 5).

En el crucero Océano VI, junio 1983, abordó del ARC "PROVIDENCIA" se obtienen muestras en 10 estaciones, con un muestreador de sedimento Shipek modelo 860 de 0.040 metros cuadrados, para un total de 30 muestras, 20 utilizadas en la separación e identificación de la biota (área muestreada/0.080 metros cuadrados) y 10 en la caracterización del sedimento, simultáneamente de cada estación se cuenta con parámetros físico-químicos.

En el crucero océano VIII febrero 1984, abordó del ARC "MALPELO" se recolectaron muestras en 16 estaciones con una draga Van Veen de 0.2 metros cuadrados de área de igual forma, 32 se usan en la separación e identificación de la biota (área muestreada/0.4m<sup>2</sup>) y 16 en análisis sedimentológico.

La separación de macrobentos y meiobentos se efectúa abordó del buque con la ayuda de un tamiz de 1.000 micras. Las muestras son fijadas inicialmente con formol al 10% en volumen neutralizado con borax,

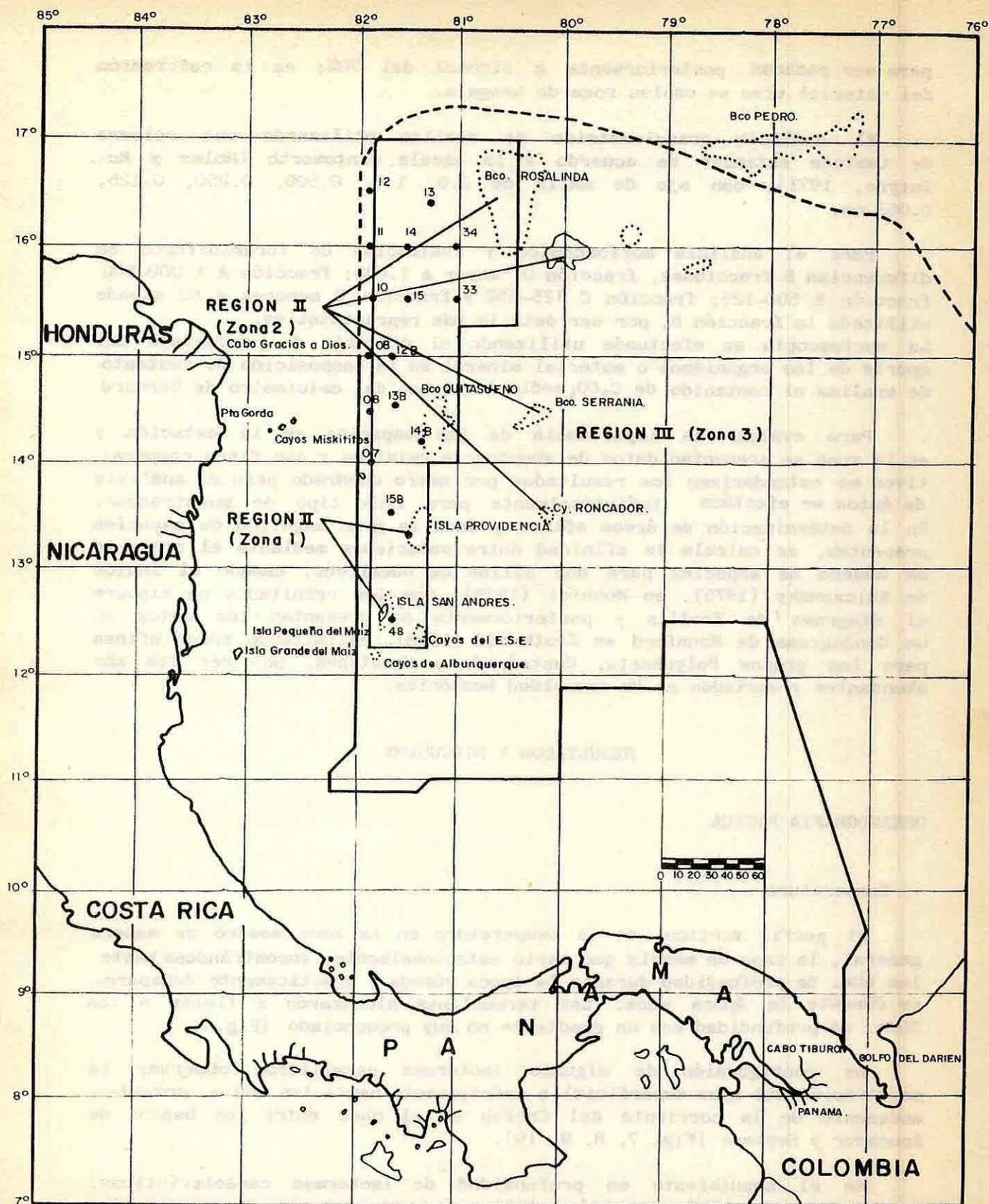


FIGURA N° 5. UBICACION DE LAS ESTACIONES MUESTREADAS EN LOS CRUCEROS OCEANO VI y OCEANO VIII EN JUNIO DE 1983 Y FEBRERO DE 1984, PROYECTO BENTOS DEL CARIBE. FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA. U.J.T.L...

para ser pasadas posteriormente a alcohol del 70%; en la coloración del material vivo se emplea rosa de bengala.

El análisis granulométrico se realiza utilizando una columna de tamices estandar de acuerdo a la escala Wentworth (Holme y Mc. Intyre, 1971), con ojo de malla de 2.0, 1.0, 0.500, 0.250, 0.125, 0.062 mm.

Para el análisis morfoscópico y evaluación de foraminíferos se diferencian 5 fracciones, fracción 0, mayor a 1.000; fracción A 1.000-500 fracción B 500-125; fracción C 125-652 y fracción D menores a 62 siendo utilizada la fracción B, por ser ésta la más representativa. La morfoscopia es efectuada utilizando el criterio de porcentaje del aporte de los organismos o material mineral en la composición de sustrato. Se analiza el contenido de  $C_2CO_3$  mediante el uso del calcímetro de Bernard.

Para evaluar la importancia de las especies en la estación y en la zona se presentan datos de abundancia relativa y con fines comparativos se estandarizan los resultados por metro cuadrado pero el análisis de éstos se efectúan individualmente para cada tipo de muestreador. En la determinación de áreas afines y dada la gran magnitud de especies presentes, se calcula la afinidad entre estaciones mediante el criterio de número de especies para dos sitios de muestreos, usando el índice de Kulczensky (1975), en Monniot (1979). Con los resultados se elabora el diagrama de Trellis y posteriormente se presentan los datos en un dendograma de Mounford en Southwood (1968), delimitando zonas afines para los grupos Polychaeta, Gastrópoda y Crustácea, por ser los más abundantes y variados en la comunidad bentónica.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### OCEANOGRAFIA FISICA

#### - Temperatura

El perfil vertical de la temperatura en la zona mostró de manera general, la capa de mezcla que varió estacionalmente, encontrándose hasta los 50m. de profundidad durante la época húmeda y prácticamente desaparece durante la época seca. Las termoclinas alcanzaron a llegar a los 300m. de profundidad con un gradiente no muy pronunciado (Fig.6).

La configuración de algunas isotermas permitieron observar la penetración del agua superficial e infrayacente hasta los 200 m. aproximadamente de la corriente del Caribe en el paso entre los bancos de Roncador y Serrana (Fig. 7, 8, 9, 10).

En el seguimiento en profundidad de isotermas características, la isopleta de 15°C permitió establecer la ocurrencia de un remolino (Eddie "Isabel") al Este de la Isla de Providencia con un radio aproximado de 60 millas en superficie y con influencia hasta los 270 m. aproximadamente (Fig. 11) (informe técnico océano VII CIOH-U. de Harvard).

OCEANO VI Y IX ESTACIONES 44-6  
GRAFICAS TYPICAS DE  
TEMPERATURA VS. PROFUNDIDAD

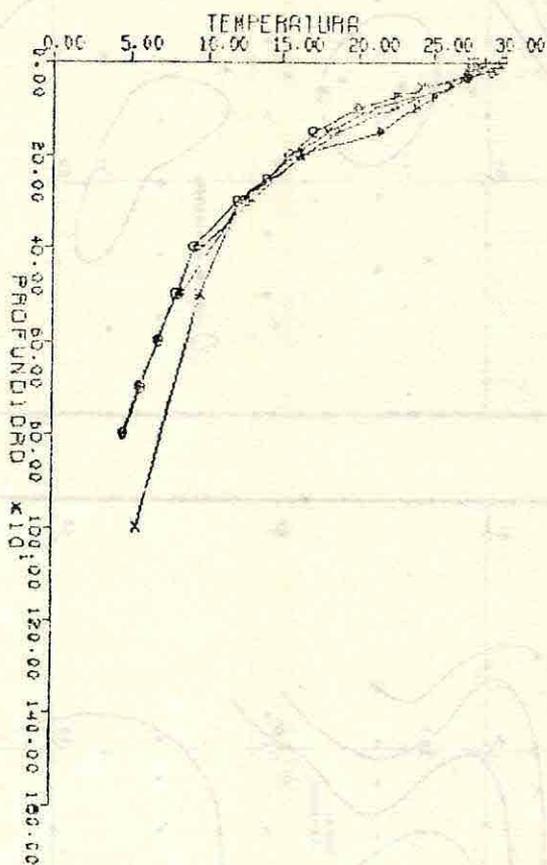


FIG. 6. PERFILES TYPICOS DE TEMPERATURA VS PROFUNDIDAD

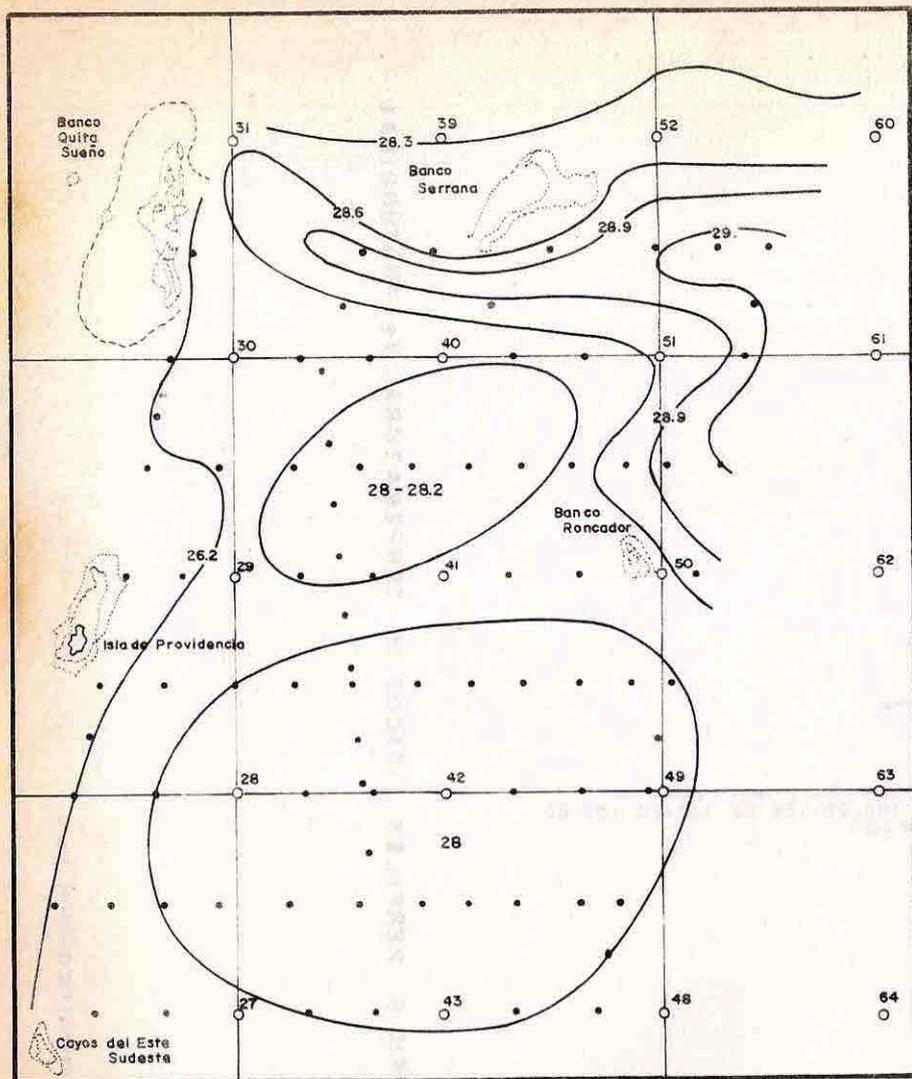


Fig. 7. DISTRIBUCION DE TEMPERATURA SUPERFICIAL TOMADA CON XBT. CRUCERO OCEANO VII.

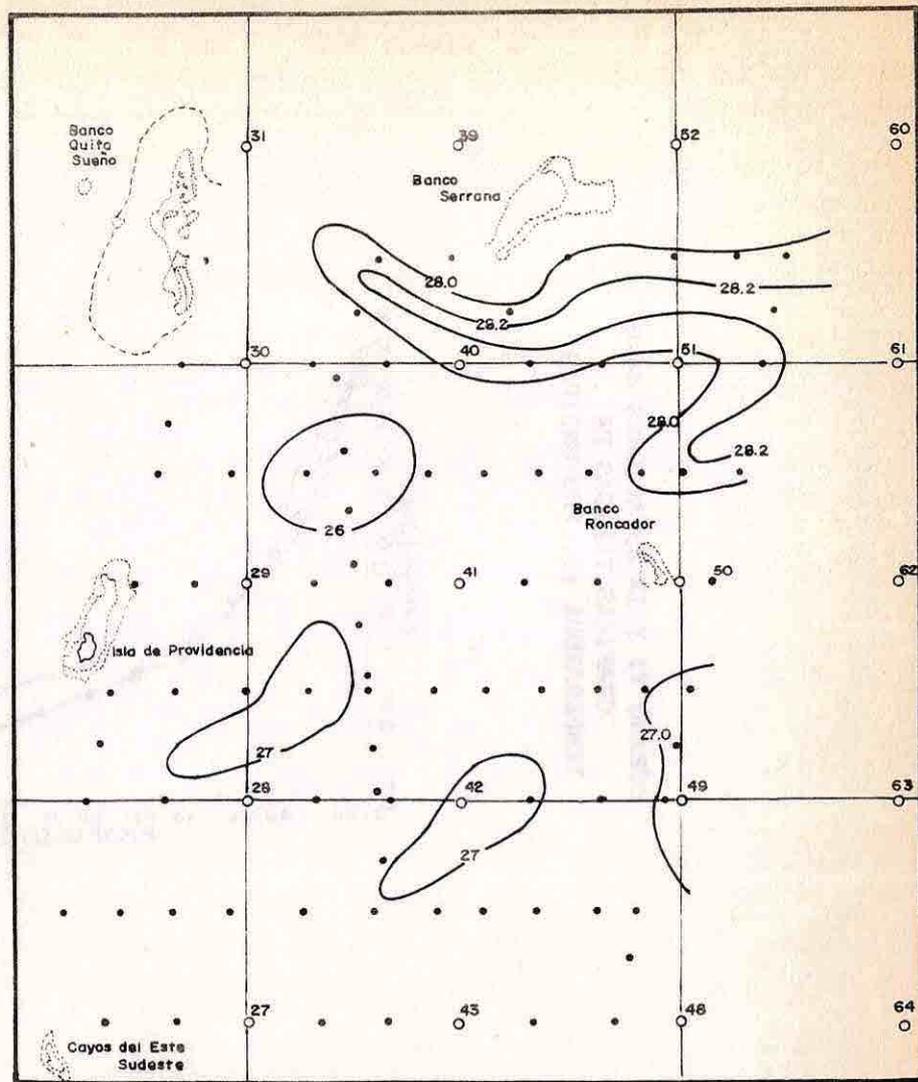


Fig. 8. DISTRIBUCION HORIZONTAL DE TEMPERATURA A 50 M. TOMADA CON XBT OCEANO VII.

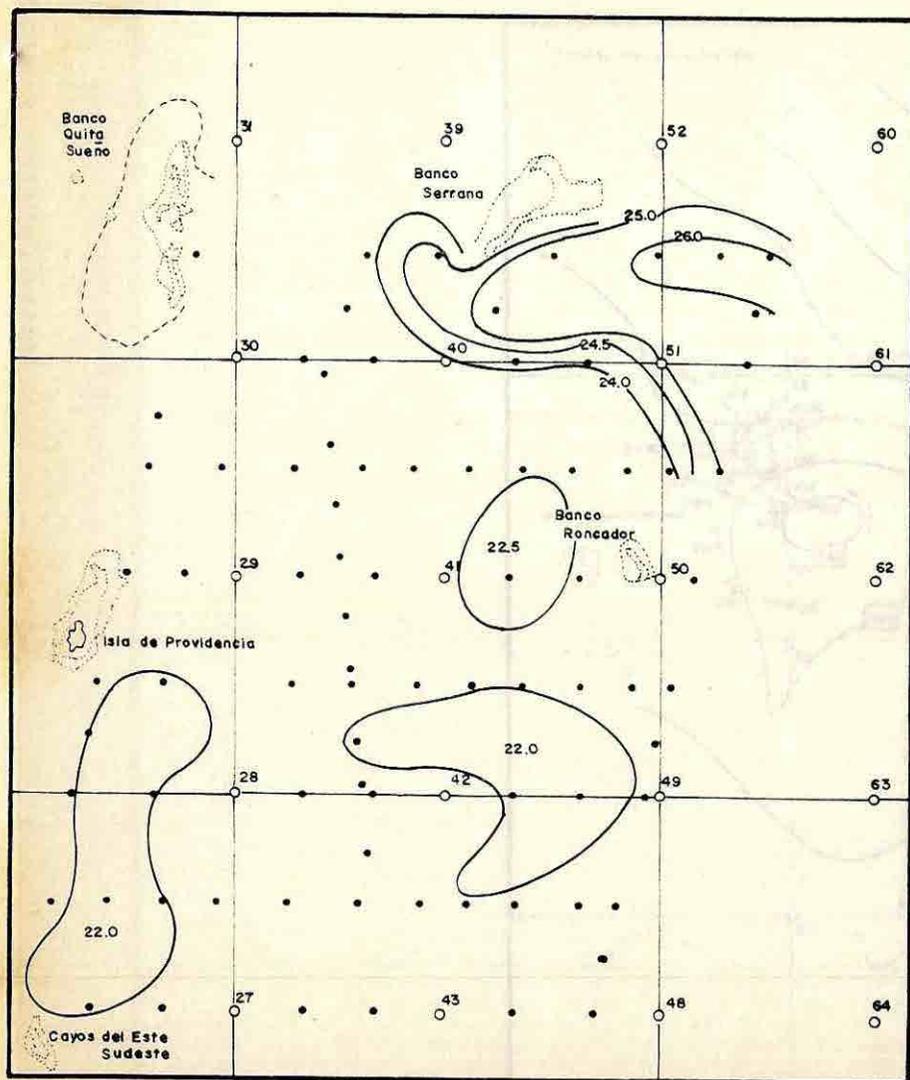


Fig.9. DISTRIBUCION HORIZONTAL DE TEMPERATURA A 100 M. TOMADA CON XBT. CRUCERO OCEANO VII

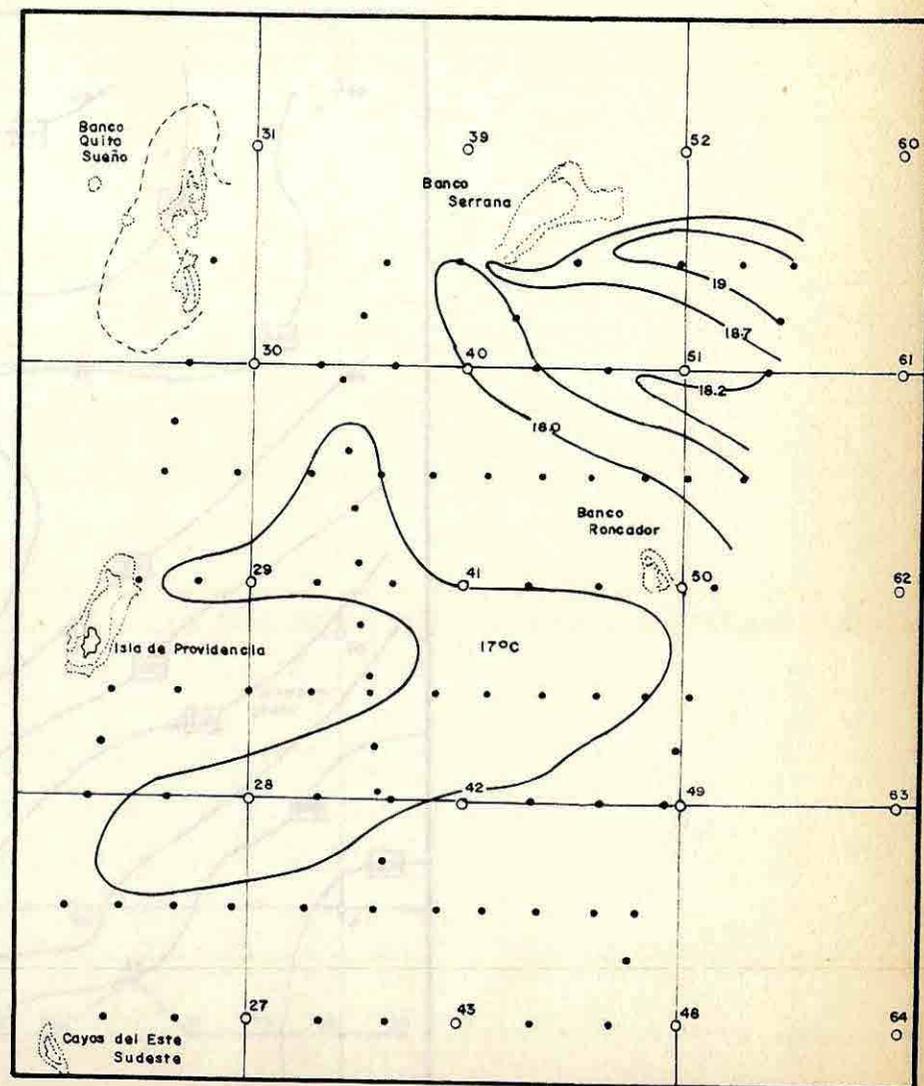


Fig.10. DISTRIBUCION HORIZONTAL DE TEMPERATURA A 200 M. TOMADA CON XBT CRUCERO OCEANO VII.

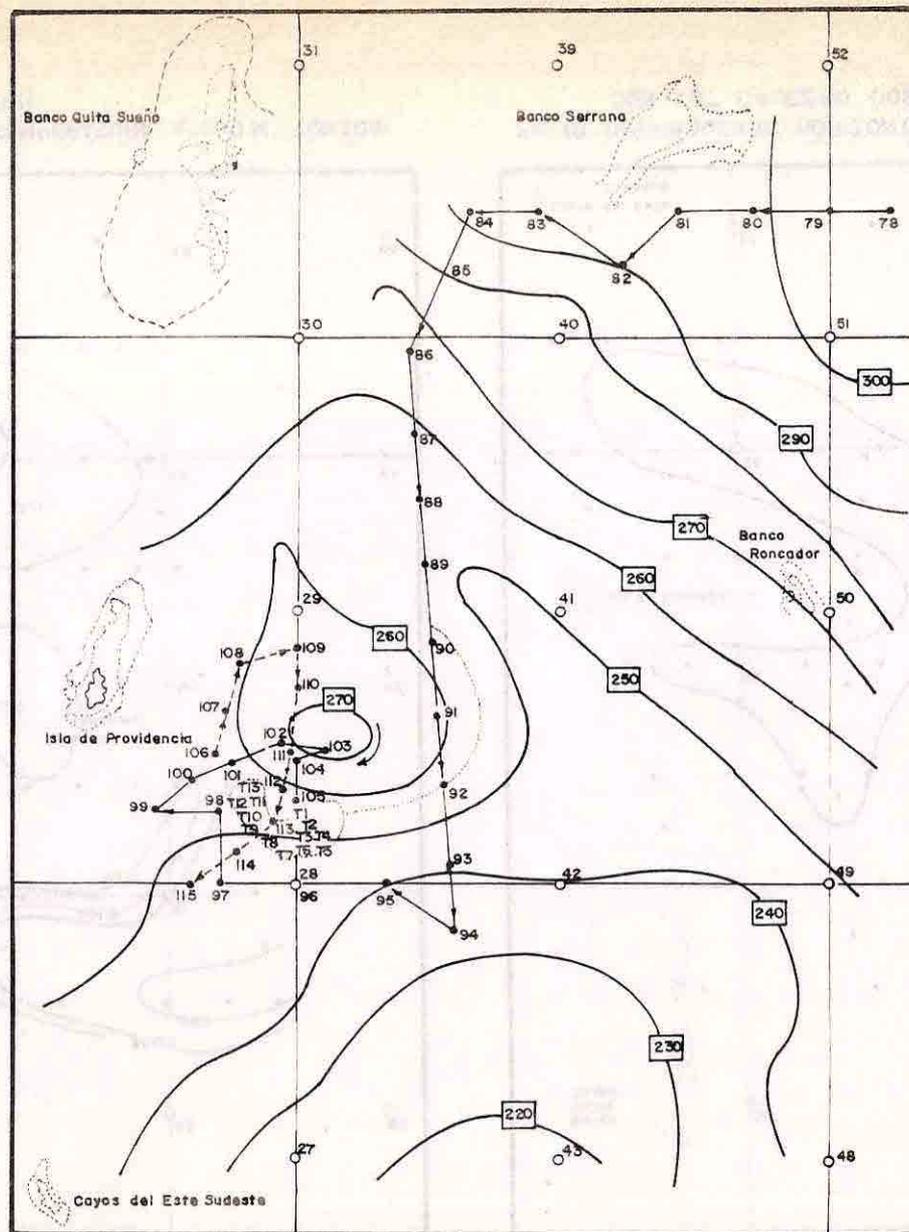


Fig. 11 SEGUIMIENTO DE LA ISOPLETA DE 15°C. OBSERVESE EL REMOLINO ( Eddie Isabel).

Las variaciones estacionales de la temperatura observadas en los cuatro cruceros tuvieron un compartimiento normal de acuerdo con Gonzalez, (1986) que muestra una diferencia de más o menos 2°C entre las épocas secas y húmedas.

#### - Salinidad

Todos los cruceros se caracterizaron por una capa superficial de baja salinidad debido a la llegada de aguas provenientes de la cuenca del Caribe tales como el Orinoco y el Magdalena o por las altas precipitaciones en el área. Wust (1964) llama a esta capa, agua superficial del Caribe, que registra salinidades menores de 35%. Molinari et al, (1982). Atwood (1977) habla del origen de esta capa, en el aporte de agua dulce de los ríos Amazonas, Orinoco y Magdalena (Fig.12). Lo anterior se basa en la alta concentración de silicatos encontrandos y que se describirán más adelante.

En la observación realizada en los cuatro cruceros, el promedio superficial de salinidad es ligeramente mayor que el registrado por Molinari et al, (1982), como se ve en la tabla 2. Sin embargo, se sigue presentando el compartimiento típico del Caribe con un mínimo de salinidad entre los 60 y 150 m.

#### - Masas de Agua

Para el área de estudio las masas de agua encontradas fueron:

Agua superficial del Caribe, con una salinidad cerca de 36‰ y temperatura de 29.1°C para el verano en el hemisferio Norte; mientras que para el invierno fué de 35.9‰ y 26.9°C considerados en general como valores normales y con un espesor aproximado de 75 metros.

Agua subtropical intermedia con un máximo de salinidad de 36.8‰ y temperatura entre 22° y 24°C localizada entre los 75 y 150 metros de profundidad.

Agua central del Atlántico tropical, caracterizada por un mínimo de oxígeno disuelto entre los 150 y los 170 metros.

Agua intermedia subantártica con un mínimo de salinidad de 35‰ y 5°C desde una profundidad de 700 metros hasta los 1.000 metros, profundidad límite del muestreo (Fig.13).

#### - Circulación

La circulación del mar Caribe ha sido estudiada de manera global por Wust (1964), Gordon (1967) y Peltroth (1971), quienes ponen en

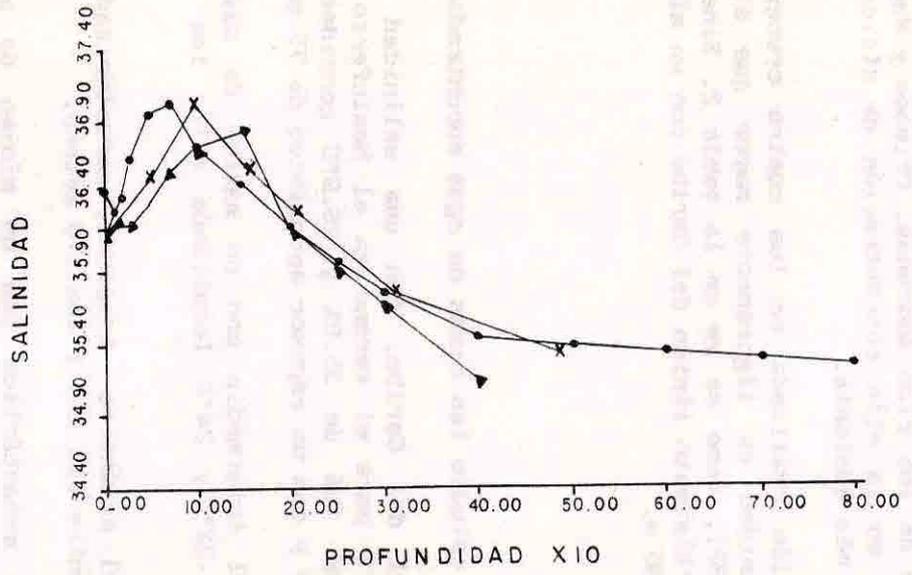


FIG. 12 PERFILES TIPOS DE SALINIDAD Vs. PROFUNDIDAD

25

TABLA 2. DISTRIBUCION DE SALINIDAD DURANTE LOS DIFERENTES CRUCEROS,  
EN SUPERFICIES MAXIMAS Y MINIMAS.

CRUCEROS	SALINIDAD SUPERFICIAL	MAXIMO DE SALINIDAD (PROF.)	MINIMO DE SALINIDAD (PROF.)
OCEANO VI	36.25 ‰	36.85 ‰ (100 m)	35.22 ‰ (520 m)
OCEANO VII	35.60 ‰	36.87 ‰ (60 m.)	
OCEANO VIII	35.90 ‰	36.72 ‰ (145 m)	34.83 ‰ (850 m)
OCEANO IX	35.85 ‰	36.9 ‰ (100 m)	35.4 ‰ (500 m)

OCEANOS RUMBO I  
ESTACIONES (25-44-48-63-67-79)  
DIAGRAMAS T-S

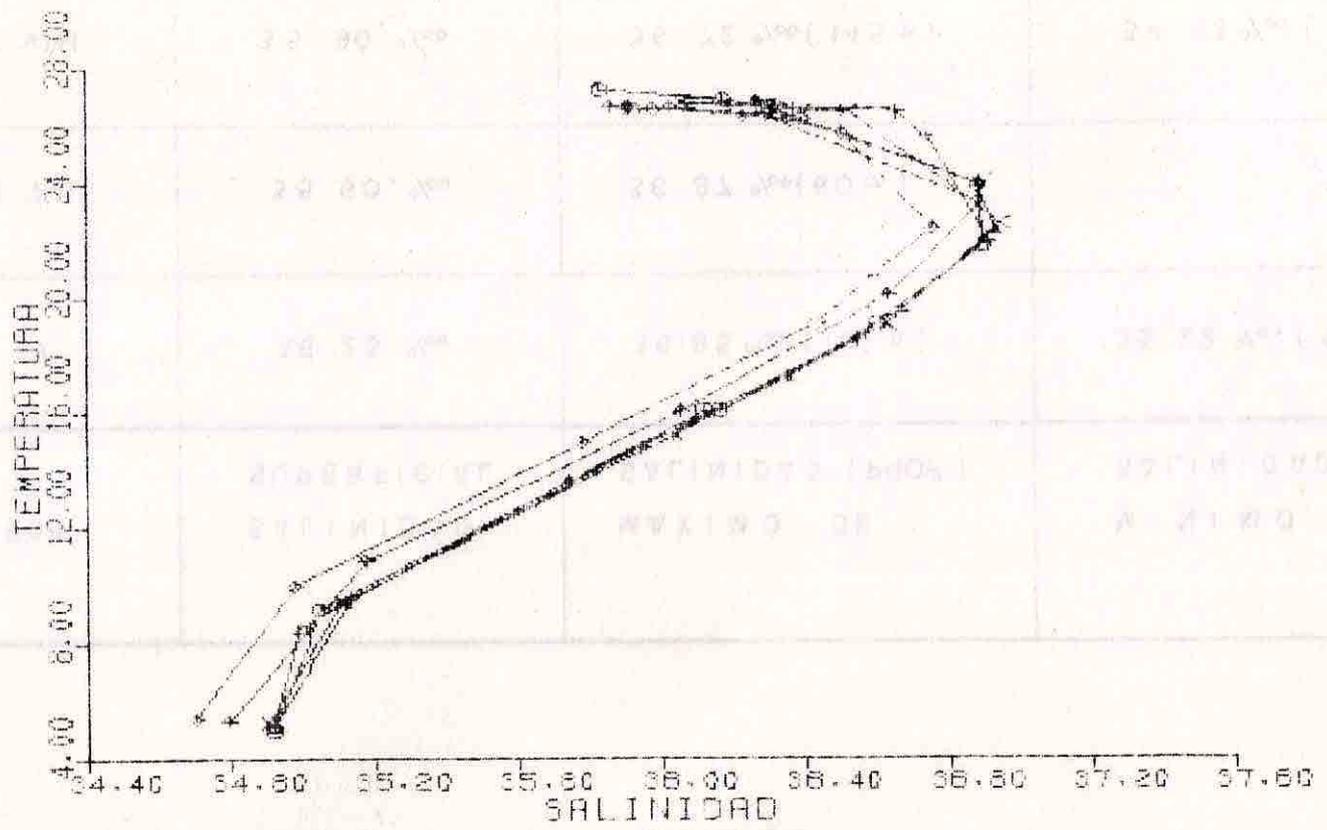


FIG. 13 DIAGRAMAS T-S TÍPICOS

evidencia el paso de la corriente del Caribe por el Archipiélago de San Andrés en su recorrido hacia el Golfo de Méjico.

Para tener una idea de la circulación a escala media, se efectuó una aproximación dinámica con referencia a los 500 m. (Fig. 14, 15, 16 y 17) de acuerdo con los cálculos hechos por Gordon (1967) para el nivel de referencia del movimiento nulo en esa zona del Caribe.

Durante junio/83 la topografía dinámica mostró una circulación compleja en el área, en ella se observó:

La corriente del Caribe pasando a través de los bancos e islas del archipiélago en dirección NW en forma de meandros.

También una corriente que se dirige hacia el SW al Sur del archipiélago.

La formación de remolinos localizados en varias partes del archipiélago, principalmente en la zona que antecede a las Islas de San Andrés y Providencia.

Para octubre/83, una circulación con menos presencia de remolinos y meandros pronunciados. En la zona Norte un flujo de corriente en dirección NW, a través de los Bancos de Serranilla, Alicia y Rosalinda.

La zona Central se caracterizó por un flujo de corriente entre los Bancos de Serrana y Cayo Roncador, que se desplaza en dirección SW, sufriendo la acción de la masa de la Isla de Providencia y formando un remolino (Eddie), continuando en dirección NW a través del paso entre la Isla de San Andrés y la de Providencia.

En la zona Sur el flujo de corriente se aproxima a la elevación del cayo Bolívar con dirección NW, sufriendo la acción de la elevación insular y cambiando de dirección al SW durante febrero/84.

En la zona Norte el flujo de corriente tiene una dirección SW, presentando una fuerte señal de movimiento anticiclónico, tomando un rumbo NW a la altura de los pasos del Banco de Serrana y Serranilla.

La corriente en la zona central a través del Banco de Serrana y Cayo Roncador en una dirección SW-W sufriendo la acción del Banco Quitasueño, se procede una fuerte señal anticiclónica y parte de ella toma una dirección NW, la otra continua a través del paso de San Andrés y Providencia tomando luego una dirección NW.

La zona Sur presenta un flujo canalizado en dirección W, para luego dirigirse hacia el Sur.

Para julio/84 la circulación en el área de estudio no muestra tantos meandros y remolinos como en épocas anteriores, pero se observa de manera clara el flujo de la corriente del Caribe a través de las elevaciones con una dirección NW.

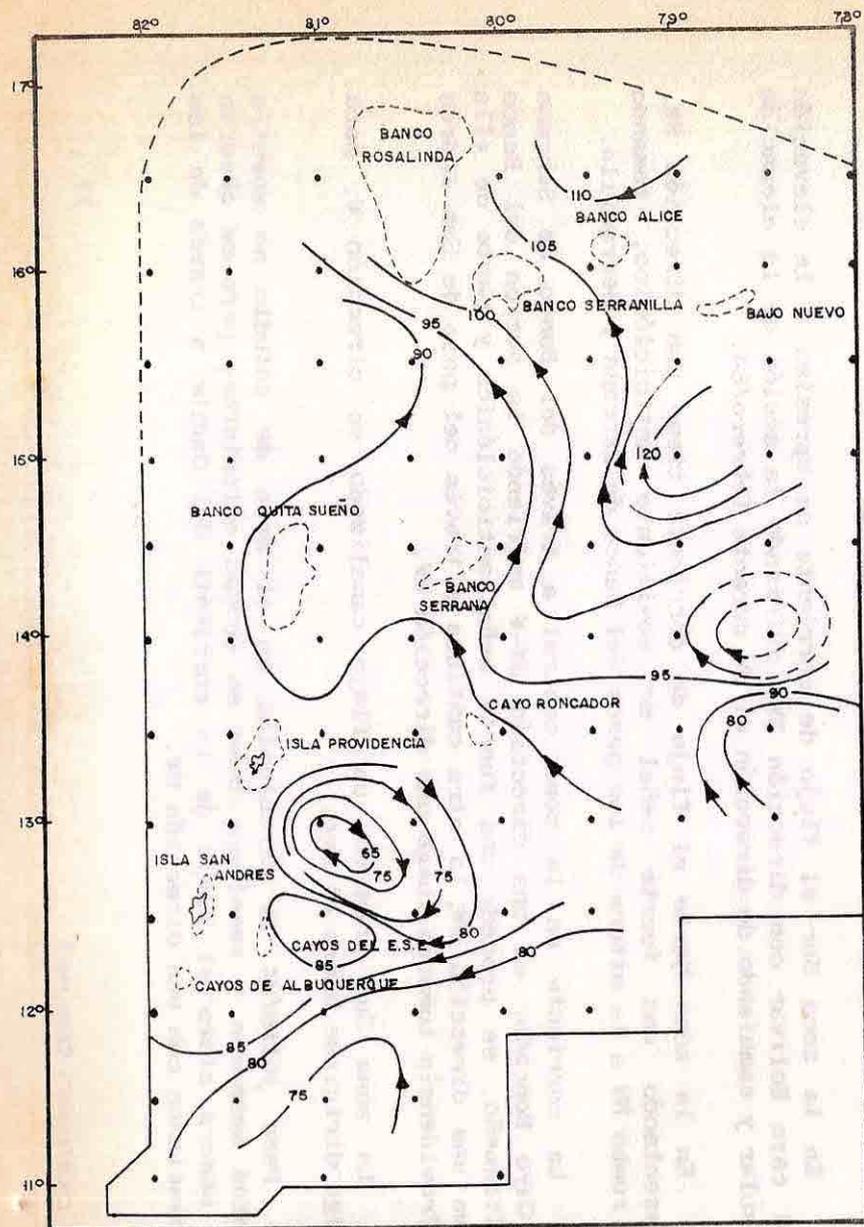


Fig.14 PROFUNDIDAD DINAMICA 500 M. CRUCERO OCEANO VI  
(Junio 1983). C.I.O.H.

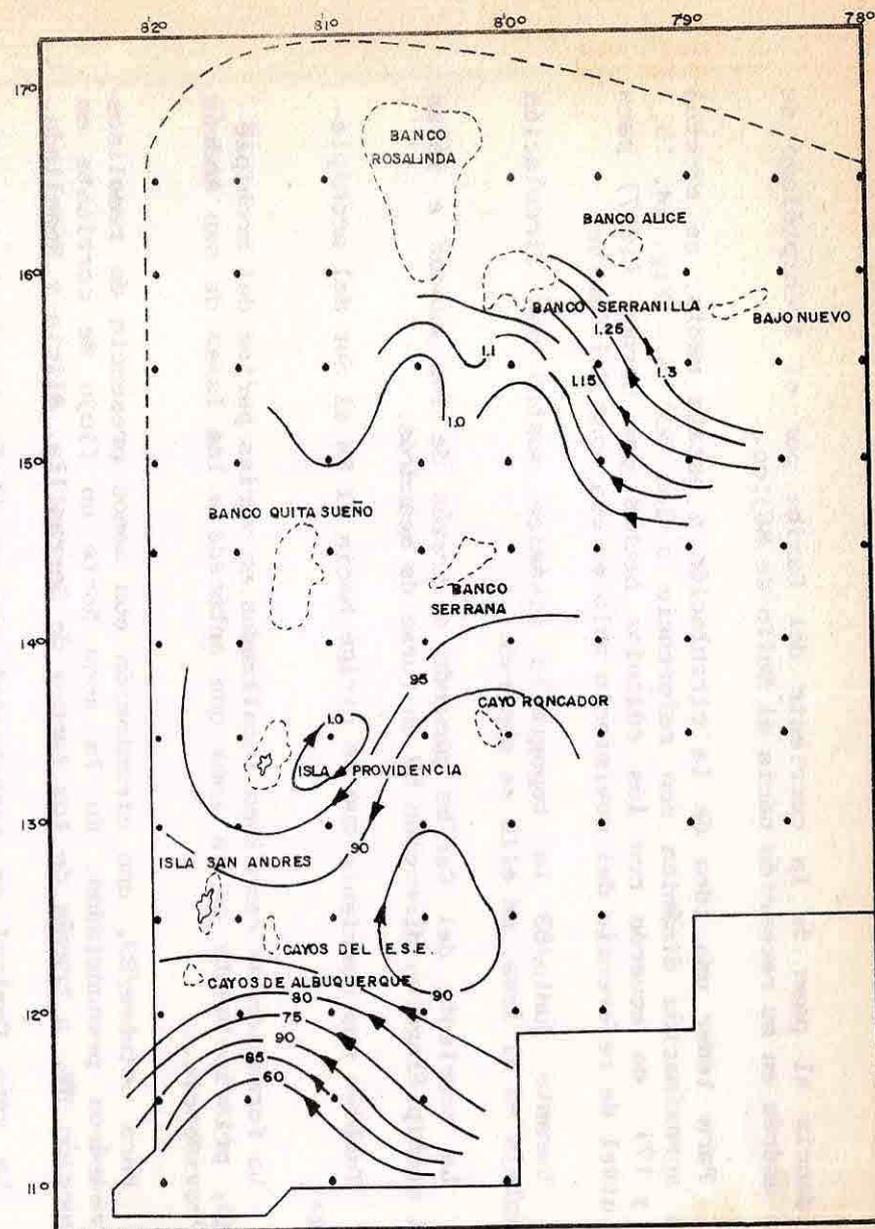


Fig. 15 PROFUNDIDAD DINAMICA 500M. CRUCERO OCEANO VII  
(Octubre 1983). C.I.O.H.

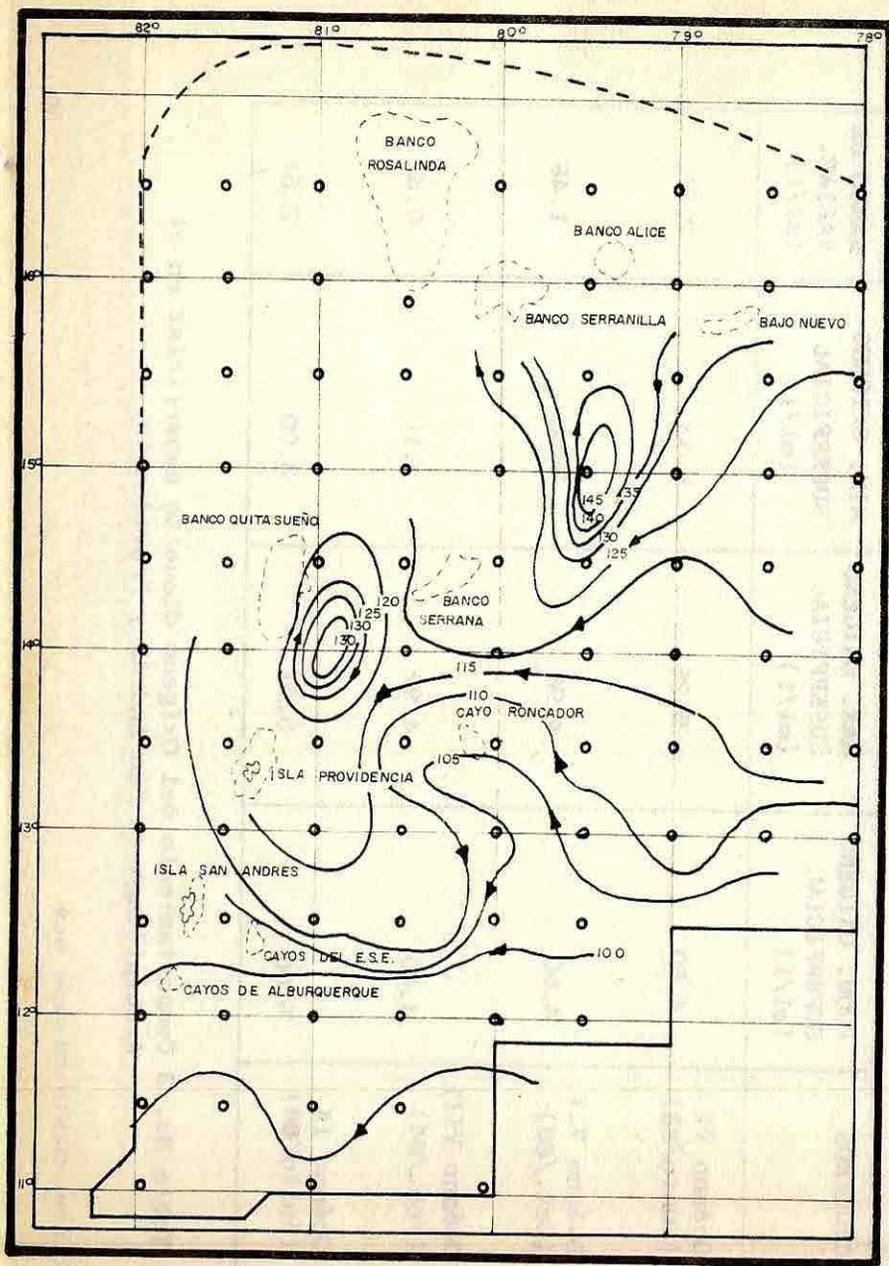


FIG. 16 PROFUNDIDAD DINAMICA 500 m. CRUCERO OCEANO VIII.  
(FEBRERO 1984). C. I. O. H.

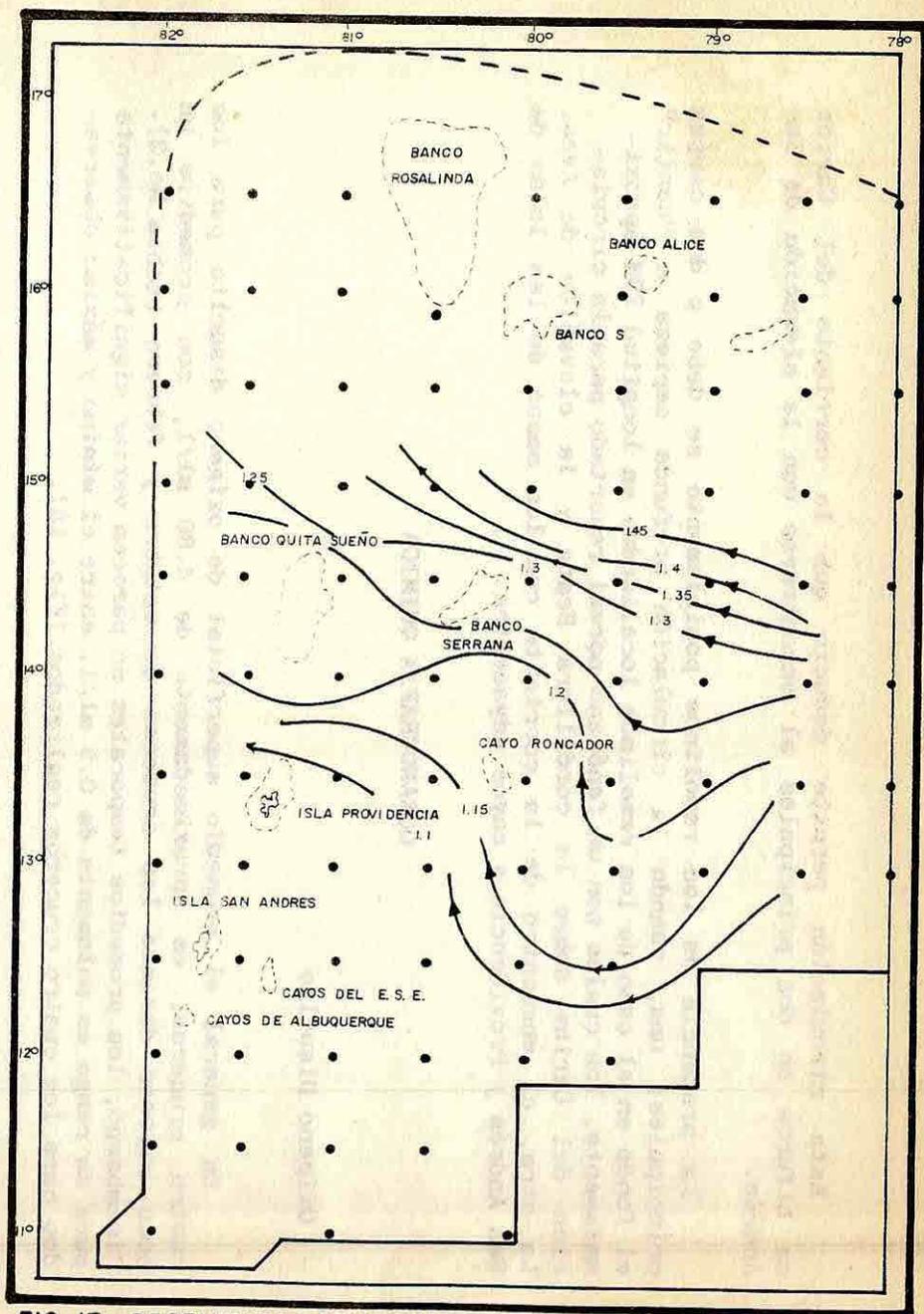


FIG. 17. PROFUNDIDAD DINAMICA 500m. CRUCERO OCEANO IX.  
(JULIO 1984). C.I.O.H.

Esta circulación permite deducir que la corriente del Caribe se bifurca en dos principales al encontrarse con la elevación de San Andrés.

La presencia de los remolinos posiblemente se debe a dos causas principales; una, cuando la circulación profunda empieza a "sentir" el fondo en el caso de los remolinos localizados en longitud 79W aproximadamente, los cuales son un fenómeno normal reportado para la circulación del Caribe sobre la cordillera Beata y la elevación de Aves. La otra, el encuentro de la corriente con las masas de las Islas de San Andrés y Providencia y cayos adyacentes.

#### OCEANOGRAFIA QUIMICA

##### - Oxígeno Disuelto

En general el promedio superficial de oxígeno disuelto para los cuatro cruceros, es aproximadamente de 4.80 ml/1, con promedios un poco mayores durante los cruceros de octubre y febrero (tabla No.3). Sin embargo, los promedios temporales no parecen variar significativamente pues su rango es solamente de 0.5 ml/1, entre el mínimo y máximo observados para los cuatro cruceros realizados (Fig. 18).

CRUCEROS	PROM. OXIGENO SUPERFICIAL (ml/1)	MAX. OXIGENO SUPERFICIAL (ml/1)	MIN. OXIGENO SUPERFICIAL (ml/1)	RANGO DE VARIAC. (ml/1)
Océano VI (Junio/83)	4.50	5.25	3.00	2.25
Océano VII (Oct./83)	4.60	4.98	3.50	1.48
Océano VIII (Feb./84)	4.60	4.92	4.10	0.82
Océano IX (Julio/84)	5.00	5.61	3.00	2.61

Tabla No. 3 Comportamiento del Oxígeno disuelto superficial en el Archipiélago de San Andrés y Providencia.

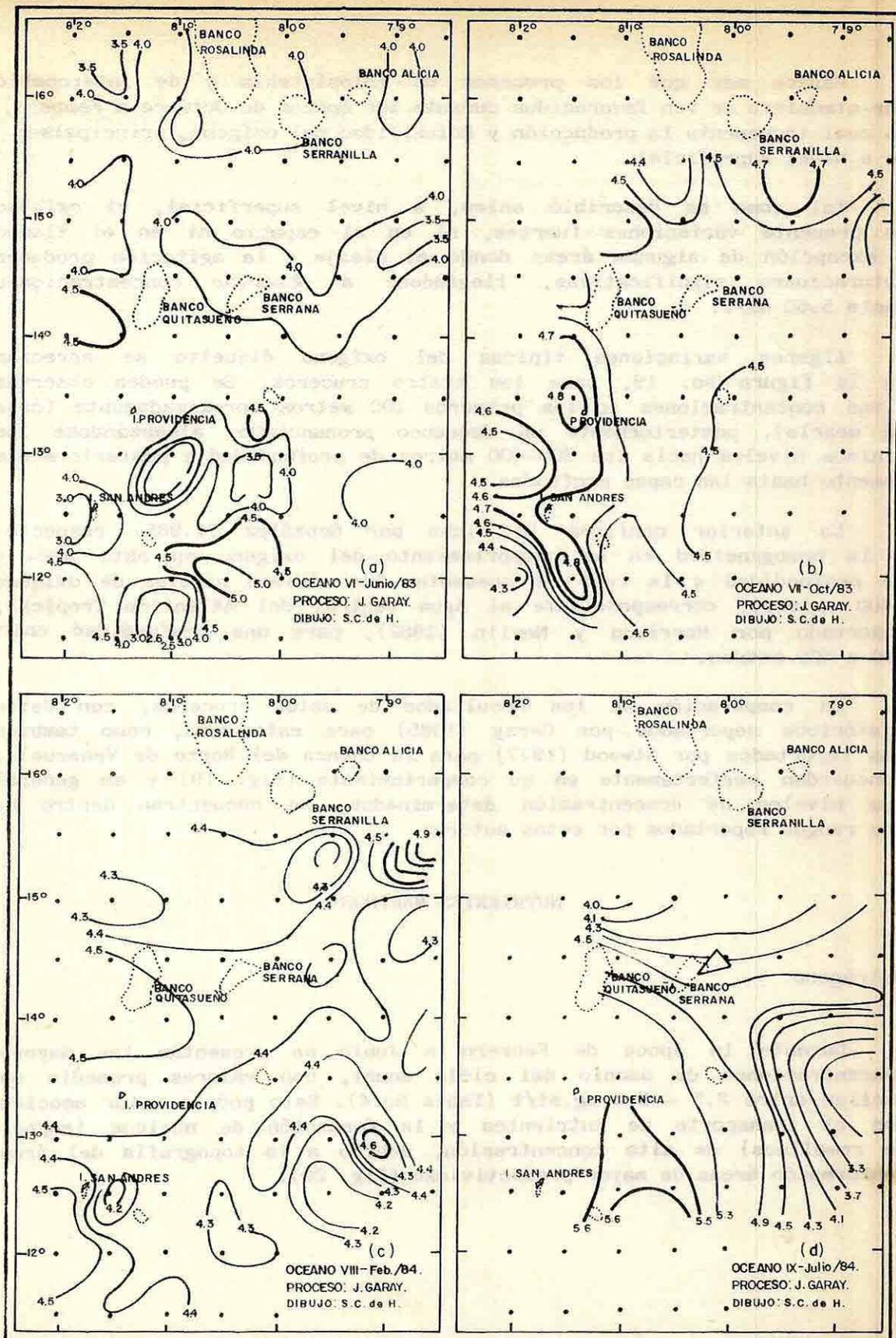


FIGURA Nº 18 ISOLINEAS SUPERFICIALES DE OXIGENO DISUELTUO (ml/L), PARA LOS CUATRO CRUCEROS.

Parece ser que los procesos de fotosíntesis y de intercambio mar-atmósfera se ven favorecidos durante las épocas de Octubre a Febrero, lo cual incrementa la producción y solubilidad del oxígeno, principalmente a nivel superficial.

Tal como se describió antes, a nivel superficial, el oxígeno no presenta variaciones fuertes, ni en el espacio ni en el tiempo, a excepción de algunas áreas donde el oleaje y la agitación producen saturaciones significativas, llegándose a observar concentraciones hasta 5.60 ml/l.

Algunas variaciones típicas del oxígeno disuelto se aprecian en la figura No. 19, para los cuatro cruceros. Se pueden observar altas concentraciones en los primeros 100 metros aproximadamente (capa de mezcla), posteriormente un descenso pronunciado, alcanzándose los mínimos niveles hacia los 300-400 metros de profundidad y posteriormente aumento hasta las capas profundas.

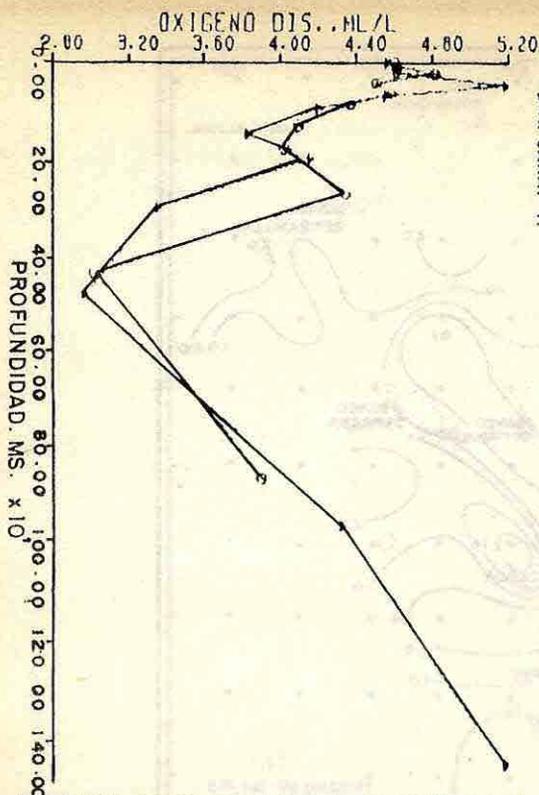
Lo anterior confirma lo dicho por González (1.985) respecto a la homogeneidad en el comportamiento del oxígeno en esta área y la profundidad a la cual se presentan los mínimos niveles de oxígeno (400 metros), correspondiente al Agua Central del Atlántico Tropical, reportado por Morrison y Nowlin (1982), para una profundidad entre 200 a 400 metros.

La comparación de los resultados de estos cruceros, con datos históricos reportados por Garay (1985) para esta zona, como también los reportados por Atwood (1977) para la Cuenca del Norte de Venezuela, concuerdan perfectamente en su comportamiento (Fig. 19) y en general los niveles de concentración determinados, se encuentran dentro de los rangos reportados por estos autores.

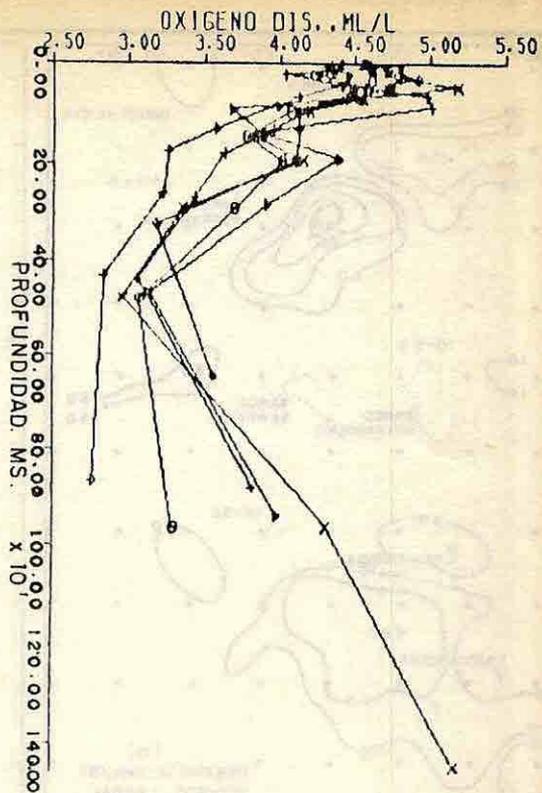
## NUTRIENTES MARINOS

### Nitrógeno

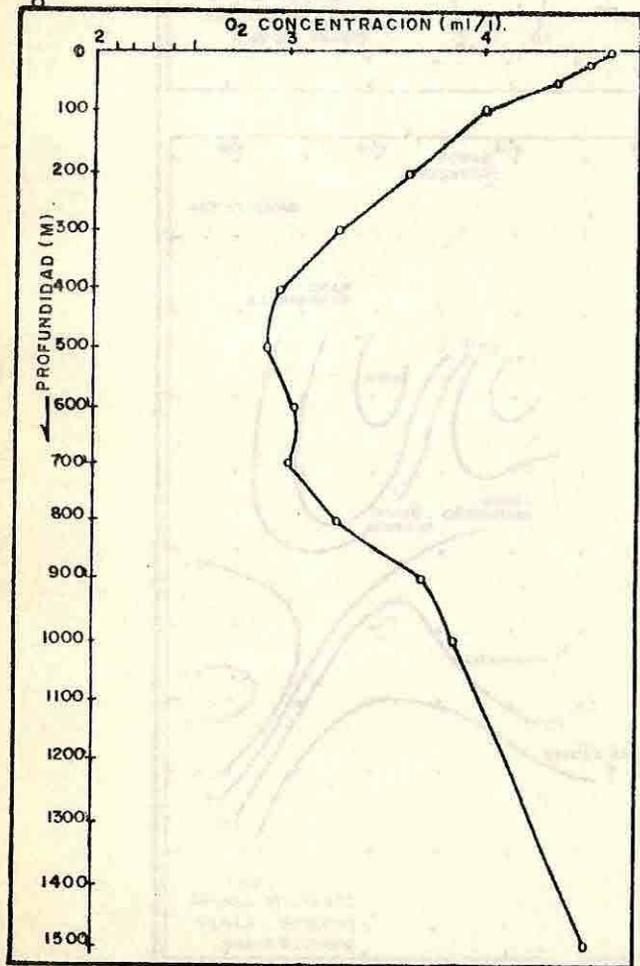
Durante la época de Febrero a Junio se presentan las mayores concentraciones de amonio del ciclo anual, con valores promedio que oscilan entre 2,5 - 3.0 ug.at/1 (Tabla No.4). Esto podría estar asociado con el transporte de nutrientes y la formación de núcleos (especie de remolinos) de alta concentración, debido a la topografía del área, conformando áreas de mayor productividad (Fig. 20).



GRAF. OXIGENO DIS. VS PROF.  
CRUCERO OC. VIII  
PERFIL C



GRAF. OXIGENO VS PROF.  
CRUCERO O.C. VIII  
PERFIL I



VARIACION VERTICAL PROMEDIO O<sub>2</sub> DISUELTO

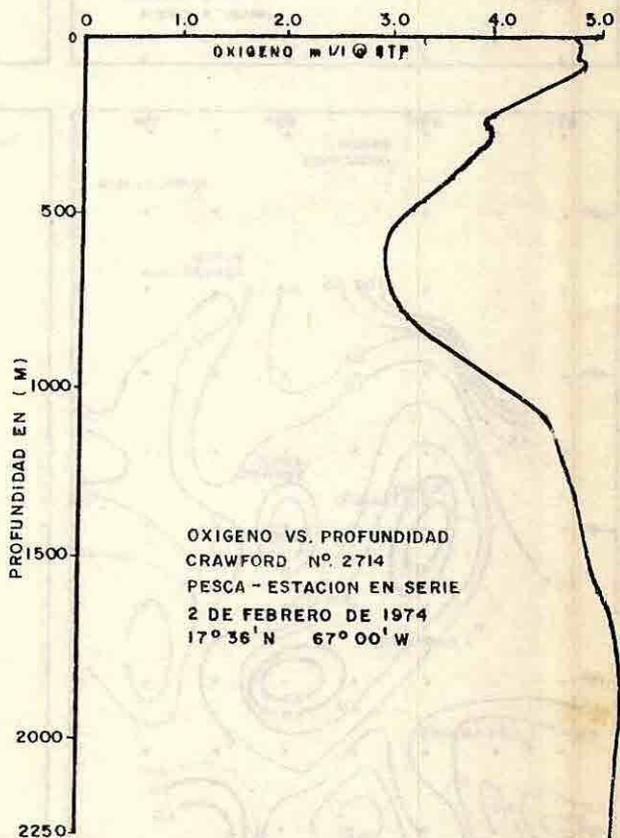


FIGURA N°19: COMPARACION DE LOS PERFILES TÍPICOS ENCONTRADOS PARA ESTE ESTUDIO CON DATOS HISTÓRICOS REPORTADOS POR GARAY (1985) Y ATWOOD (1974)

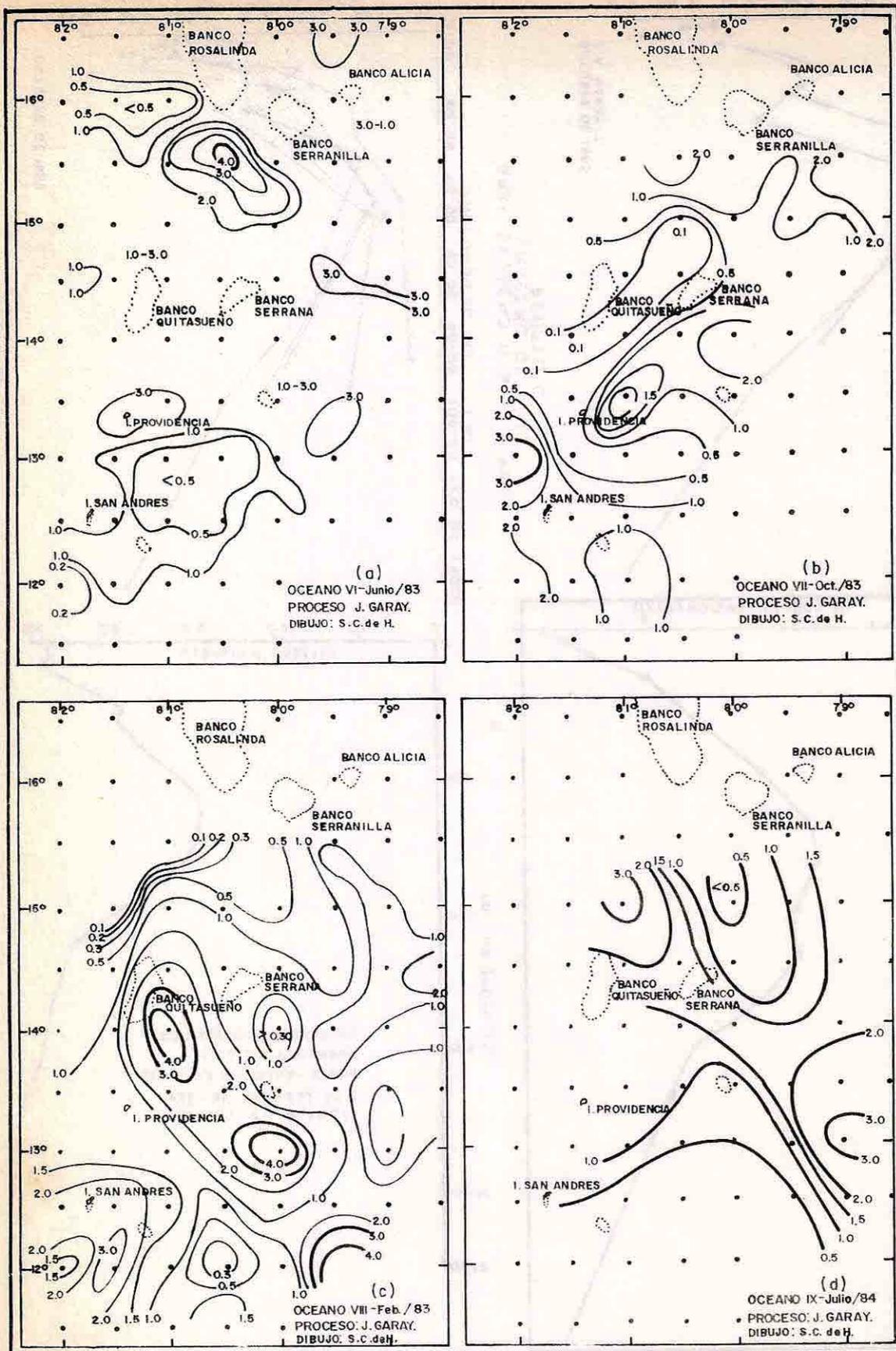


FIGURA N° 20. ISOLINEAS SUPERFICIALES DE AMONIO ( $\mu\text{g.at/L.}$ ) PARA LOS CUATRO CRUCEROS.

CRUCEROS	AMONIO (ug.at/1)		NITRATOS (ug.at/1)	
	PROMEDIO SUPERFICIAL	MAXIMO SUPERF.	PROMEDIO SUPERF.	MAXIMO SUPERF.
OCEANO VI (Junio/83)	2.0	5.0	0.05	3.9
OCEANO VII (Octubre/83)	1.0	3.7	0.05	3.0
OCEANO VIII (Febrero/84)	2.5	5.0	0.05	3.2
OCEANO IX (Julio/84)	1.0	3.0	0.05	0.7

Tabla No. 4 Comportamiento del Amonio y Nitratos superficiales en el área de San Andrés y Providencia.

La distribución a nivel superficial de nitratos, la especie más oxidada del ciclo del nitrógeno, sigue un comportamiento similar al amonio y los nitritos (Tabla No.4) Durante el crucero de Junio se presenta un núcleo de mayor concentración entre 2-3.9 ug.at/1 (Figura No.21 ). Sin embargo, el promedio de la mayor parte del área es alrededor de 0.05 ug.at/1.

A pesar de las bajas concentraciones que se presentan durante todo el año a nivel superficial, especialmente nitritos y nitratos, se pueden definir dos épocas: la de mayor concentración que abarca los meses de Febrero a Junio y la que va de Julio a Octubre, caracterizada por presentar bajas concentraciones de los nutrientes del nitrógeno a través del ciclo anual (Fig. No. 20 y 21).

Analizando el comportamiento de estos parámetros a nivel vertical, en la capa de los primeros 50 a 100 metros de profundidad, el amonio presenta las mayores concentraciones, contrastando con los nitratos, los cuales presentan en promedio los mínimos valores a través de los cuatro cruceros.

Sin embargo, hacia las capas más profundas, el comportamiento de los tres compuestos varía sustancialmente (Fig. No. 22 y 23). Mientras los nitratos tienden a aumentar con la profundidad, hasta alcanzar máximos hacia los 400 metros (8-12 ug.at/1), el amonio tiene comportamiento opuesto.

Si se correlacionan los resultados para el oxígeno disuelto, con los obtenidos para el nitrógeno, se observa una concordancia muy

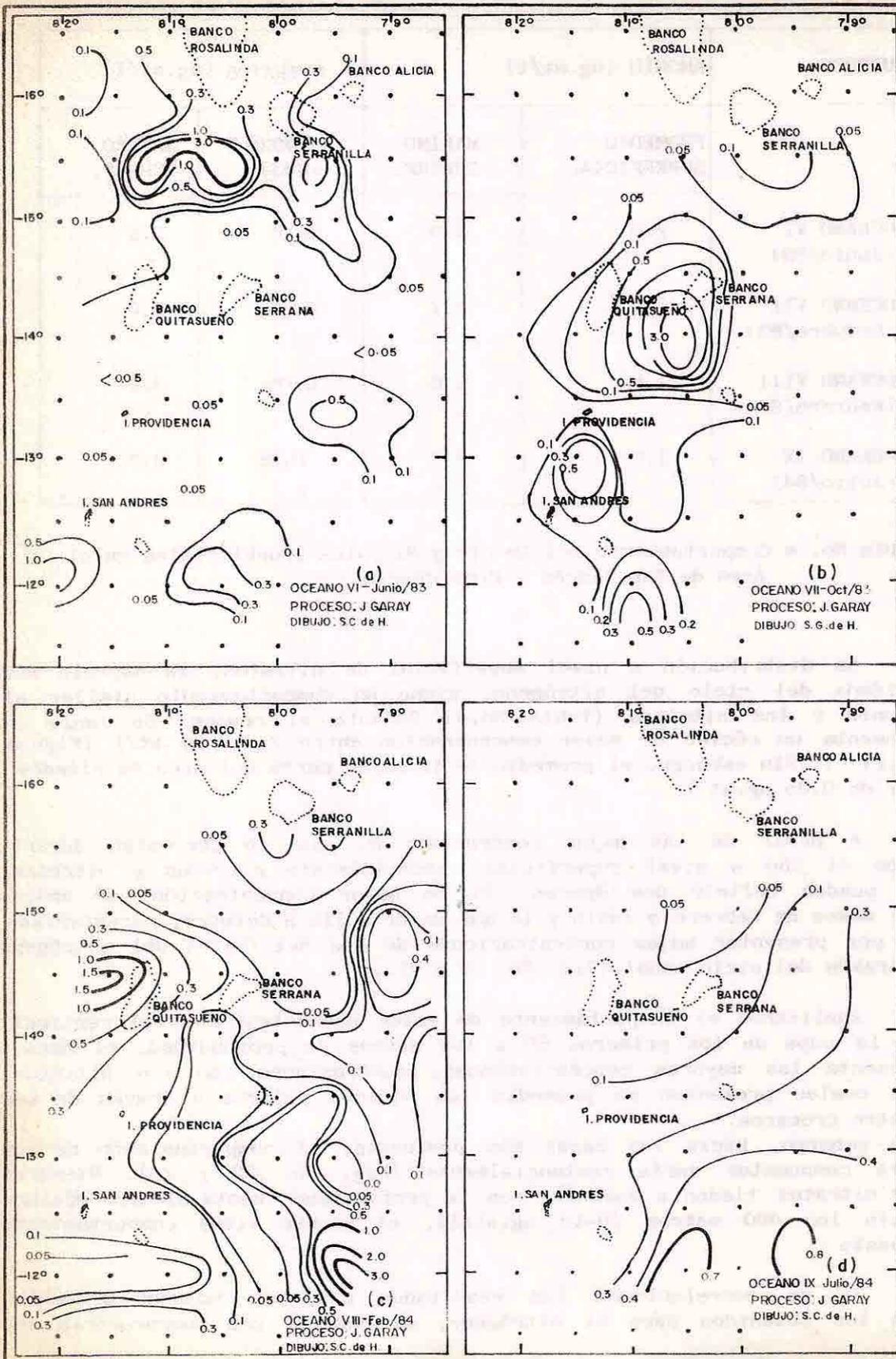
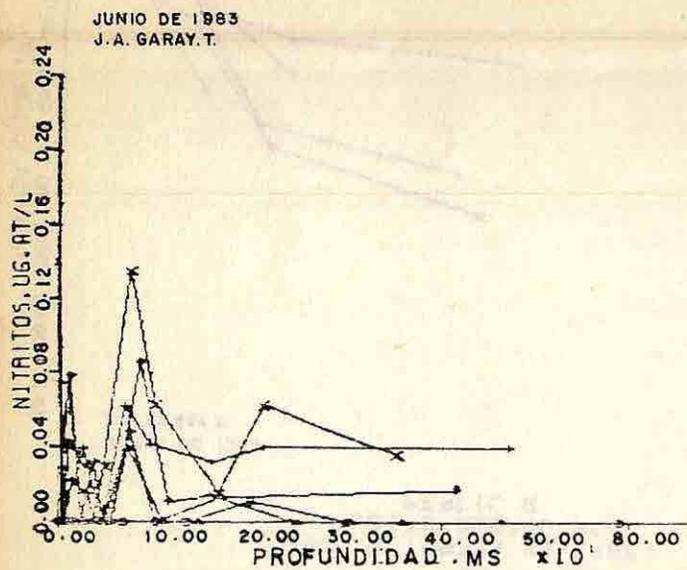
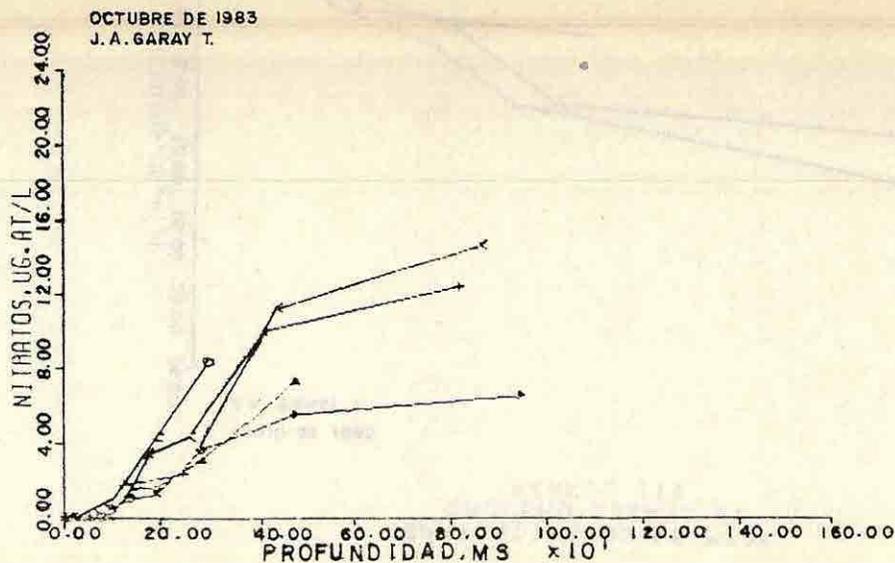


FIGURA N.º 21. ISOLINEAS SUPERFICIALES DE NITRATOS ( $\mu\text{g. at/L}$ ) PARA LOS CUATRO CRUCEROS.

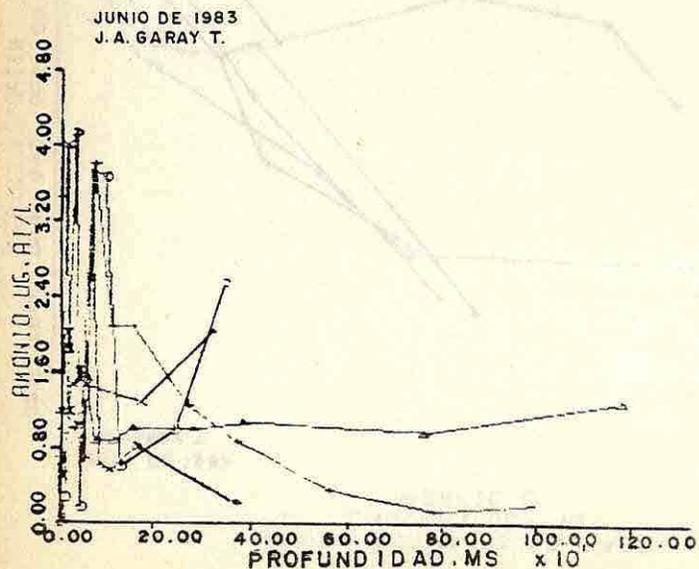
GRAF. NITRITOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VI  
PERFIL II



GRAF. NITRATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VII  
PERFIL A



GRAF. AMONIO VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VI  
PERFIL B



GRAFICA DE AMONIO VS PROF.  
CRUCERO OCE. VI  
PERFIL I

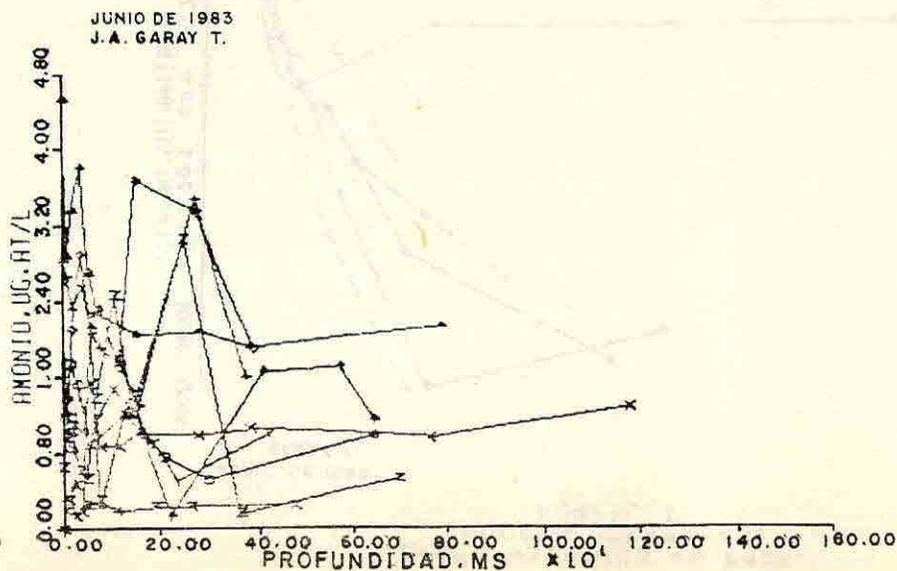
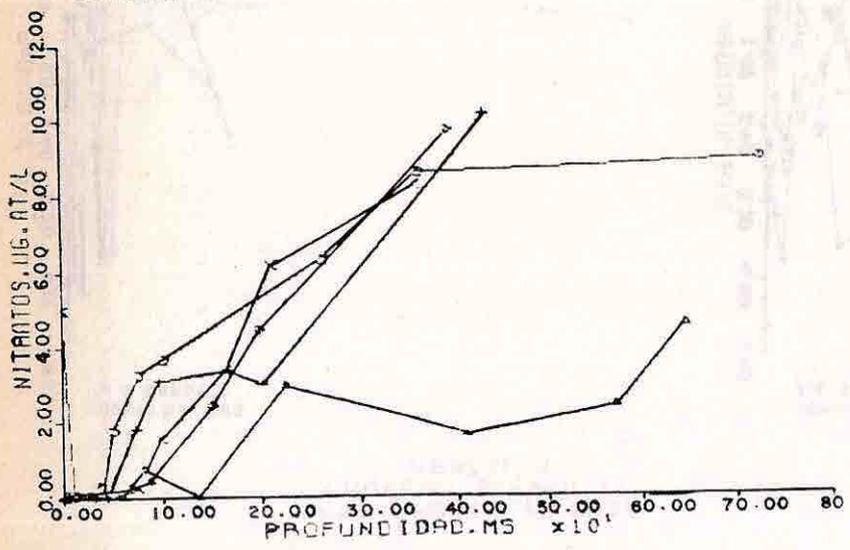


FIGURA N° 22 COMPARACION DE ALGUNOS PERFILES TÍPICOS DE LOS NUTRIENTES DEL NITROGENO.

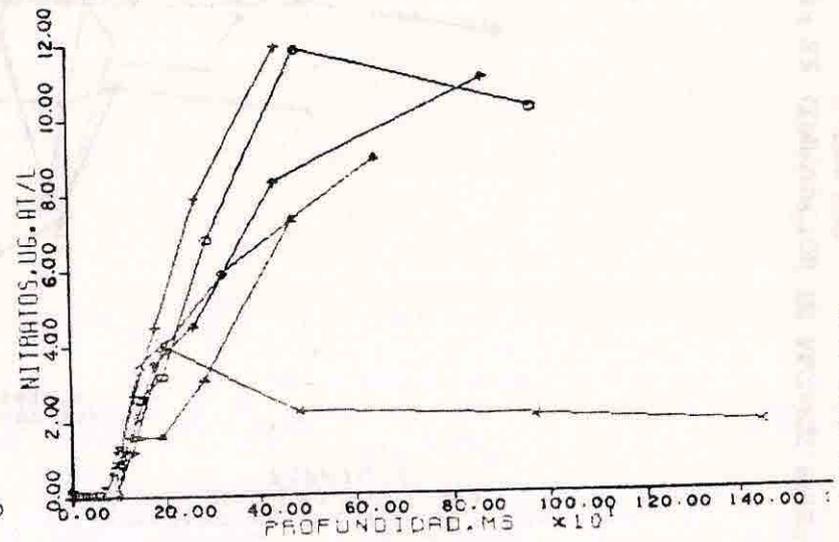
GRAF. NITRATOS VS PROF.  
CRUCERO OC. VI  
PERFIL C

JUNIO DE 1983  
J.A. GARAY T.



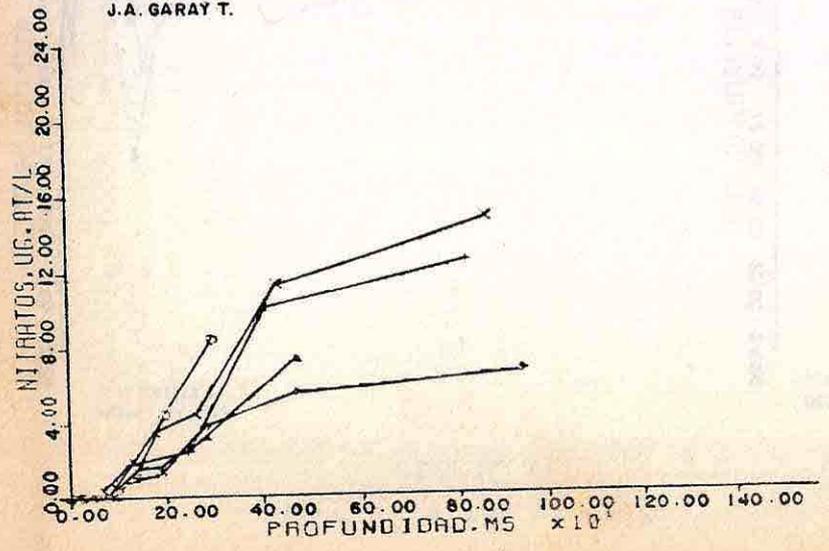
GRAF. NITRATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VII  
PERFIL I

JUNIO DE 1983  
J.A. GARAY T.



GRAF. NITRATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VII  
PERFIL A

JUNIO DE 1983  
J.A. GARAY T.



GRAF. NITRATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VI  
PERFIL III

JUNIO DE 1983  
J.A. GARAY T.

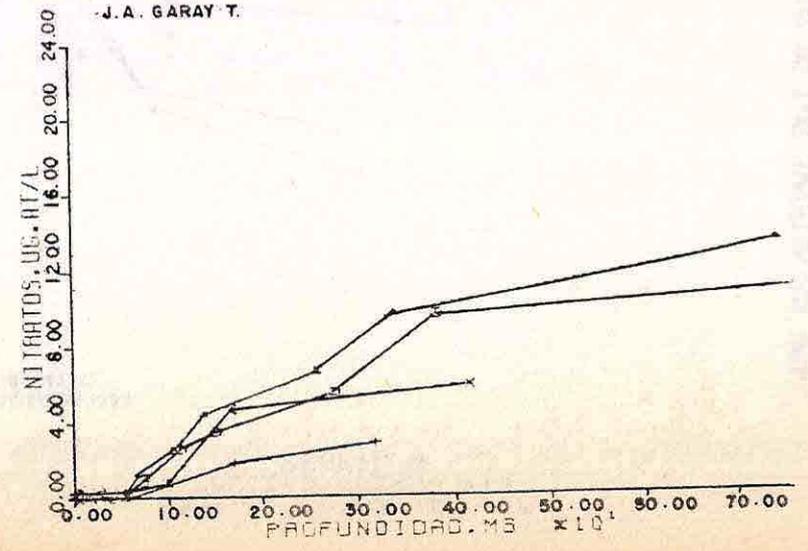


FIGURA N° 23 ALGUNOS PERFILES TÍPICOS PARA LOS NITRATOS

aproximada con respecto a la profundidad a la cual el oxígeno presenta las mínimas concentraciones (200-400 m) y en la que los nitratos alcanzan sus máximas valores (Fig. No. 24). Este comportamiento tiene relación con el hecho de que parte del gasto de oxígeno en la columna de agua se debe a la oxidación del amonio hasta nitratos, reacción que posiblemente sea más intensa a estas profundidades.

#### FOSFATOS Y SILICATOS

Para la mayor parte del área de estudio, las concentraciones de fosfatos a nivel superficial son relativamente bajas, con promedios durante los cuatro cruceros, entre 0.1-0.3 ug.at/1 (Tabla No. 5). Con excepción de algunos núcleos de 0.5 a 1.5 ug.at/1, principalmente durante el crucero de Junio (Fig. No. 25).

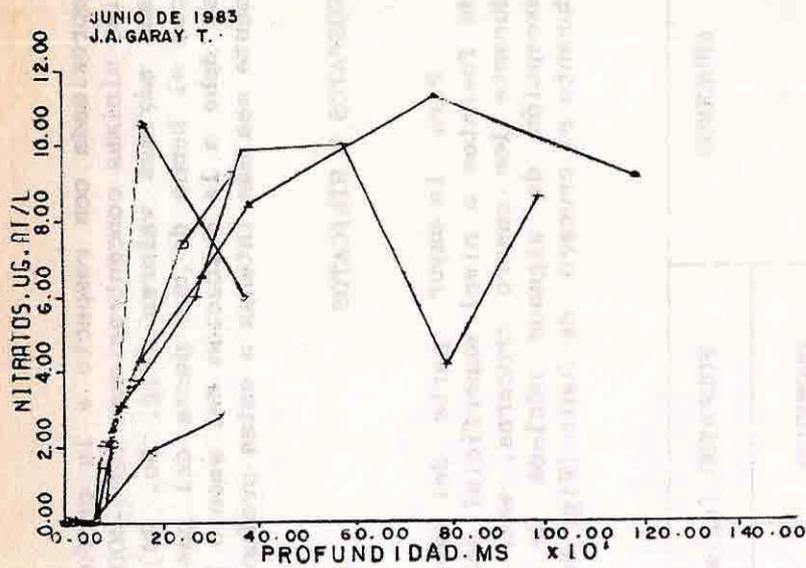
CRUCEROS	FOSFATOS (ug.at/1)		SILICATOS (ug.at/1)	
	PROMEDIO SUPERF.	MAXIMO SUPERF.	PROMEDIO SUPERF.	MAXIMO SUPERF.
OCEANO VI	0.3	1.5	3.0	15.0
OCEANO VII	0.3	1.5	1.0	4.5
OCEANO VIII	0.2	0.8	5.0	12.0
OCEANO IX	0.1	0.3	2.0	5.5

Tabla No. 5 Comportamiento de los Fosfatos y Silicatos superficiales en el área de San Andrés y Providencia.

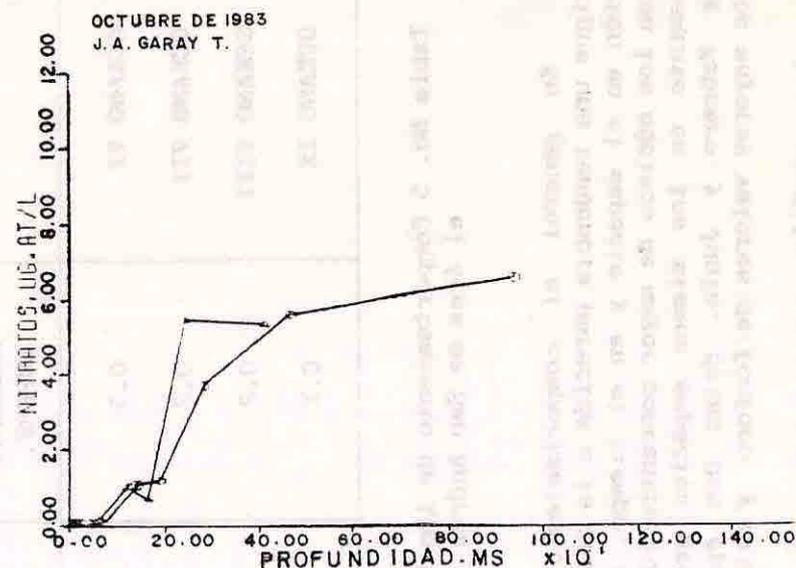
En general el comportamiento del fósforo a nivel superficial sigue una tendencia parecida a la del nitrógeno, en cuanto a su distribución en el espacio y en el tiempo, especialmente en lo que hace relación con los núcleos de mayor concentración, los cuales se presentan aproximadamente en los mismos espacios geográficos y para las mismas épocas de Febrero y Junio. Estas dos épocas se caracterizan por presentar los mayores valores de fósforo y nitrógeno a través de todo el año.

Los perfiles verticales muestran una distribución de fosfatos con tendencia al aumento con la profundidad (Fig. No. 26), notándose los mínimos en las capas superiores y los máximos hacia los 400 metros de profundidad aproximadamente (Valores entre 1.5-2.0 ug.at/1). Estos, al igual que los nitratos, tienen un comportamiento similar, en relación

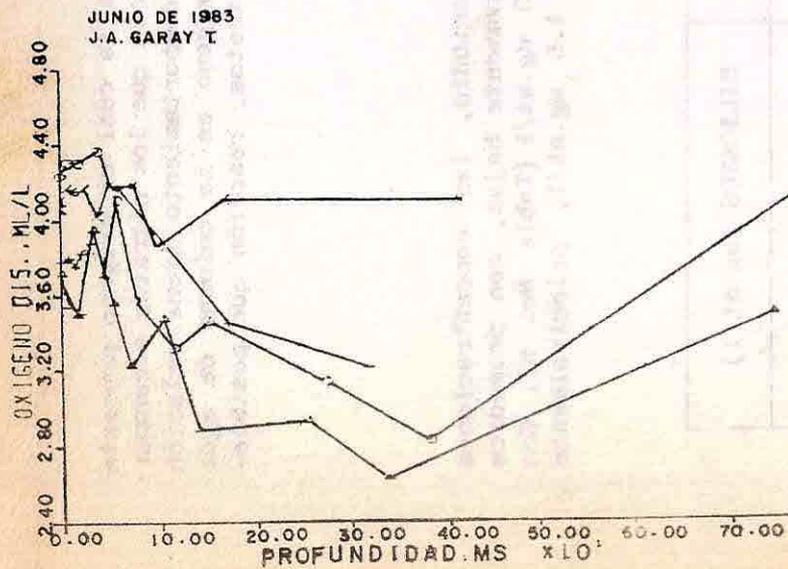
GRAF. NITRATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VI  
PERFIL B



GRAF. NITRATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VII  
PERFIL IV



GRAF. OXIGENO DIS. VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VI  
PERFIL III



GRAF. AMONIO VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VII  
PERFIL I

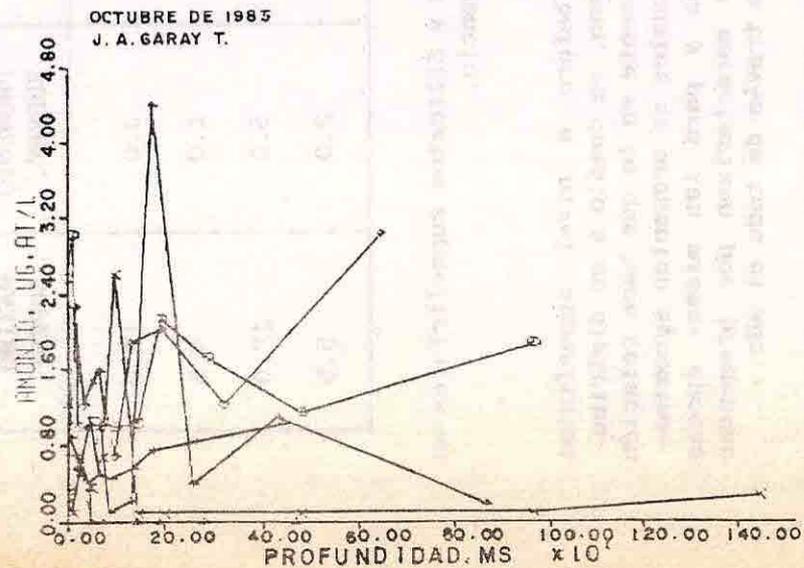


FIGURA N° 24 COMPARACION DE LOS PERFILES TIPICOS DEL OXIGENO CON LOS DE NITRATOS Y AMONIO.

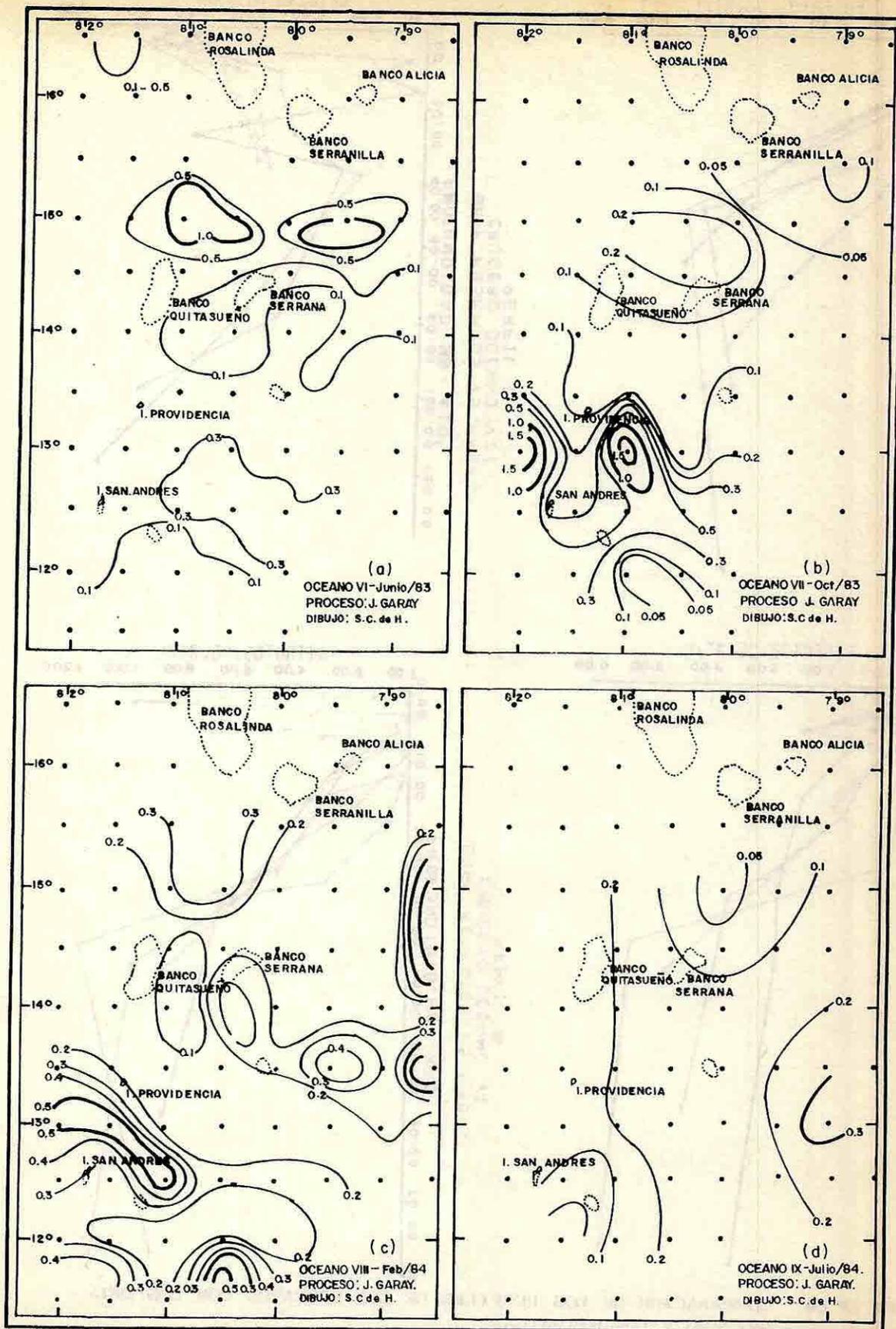
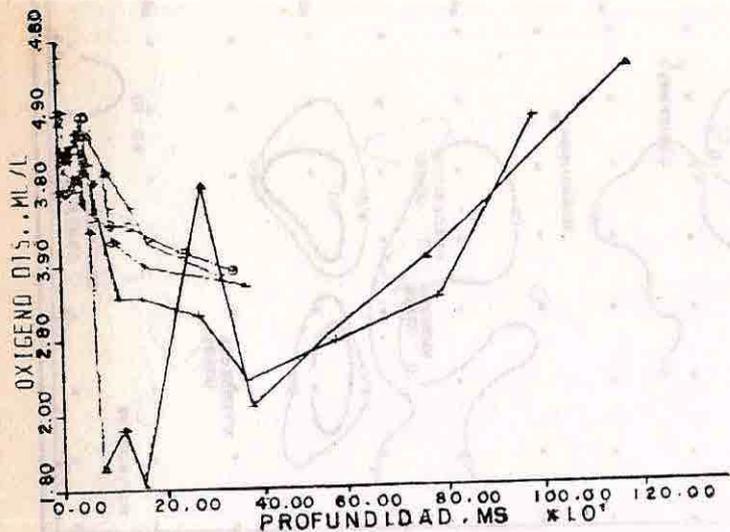
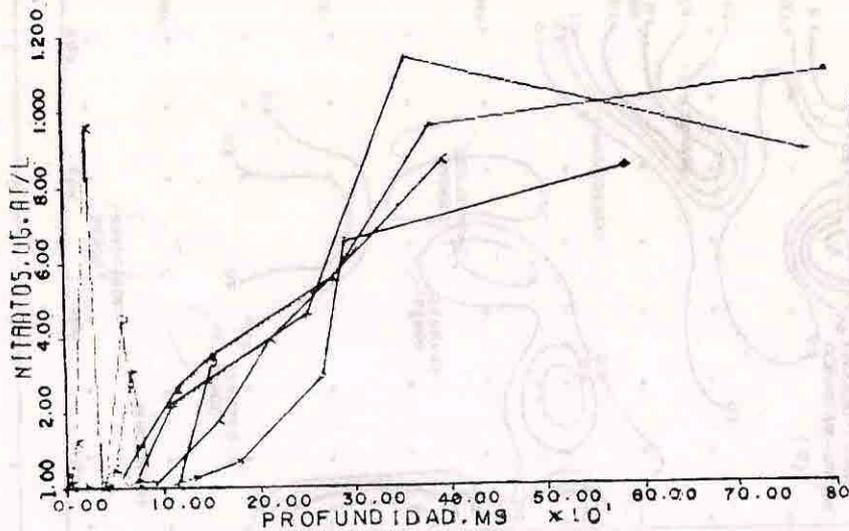


FIGURA N° 25 ISOLINEAS SUPERFICIALES DE FOSFATOS ( $\mu\text{g.at/L}$ ) PARA LOS CUATRO CRUCEROS.

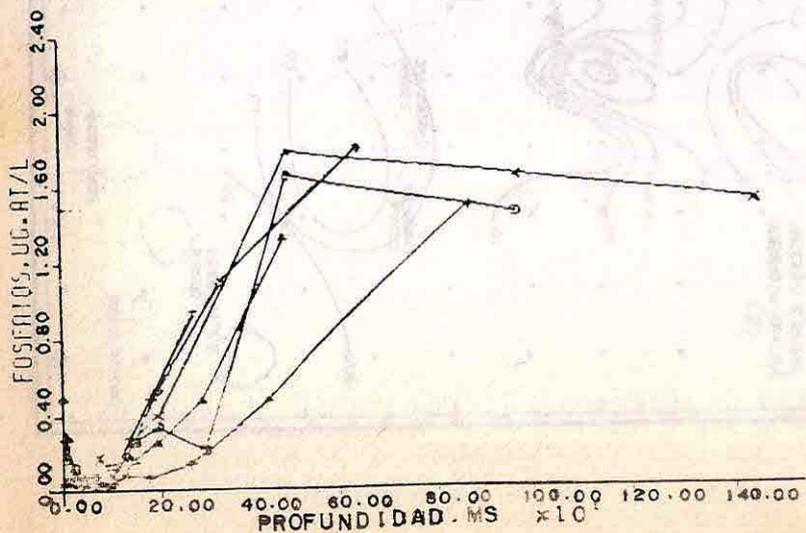
GRAF. OXIGENO DIS. VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VI  
PERFIL B



GRAF. NITRATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VI  
PERFIL A



GRAF. FOSFATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VII  
PERFIL I



GRAF. FOSFATOS VS PROF.  
CRUCERO OCEANO VI  
PERFIL A

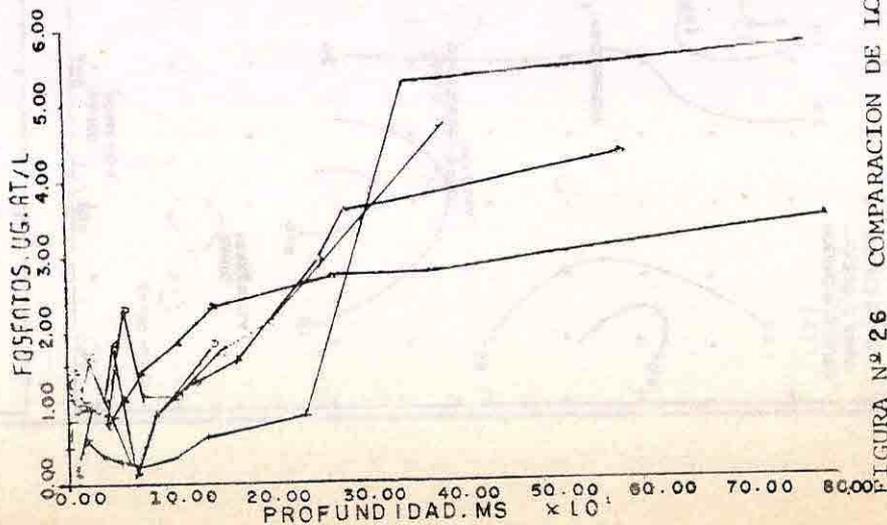


FIGURA N° 26 COMPARACION DE LOS PERFILES DE LOS FOSFATOS CON LOS DEL  
OXIGENO Y LOS NITRATOS.

Con las profundidades a las cuales se presentan los mayores valores, además de ser la profundidad donde se obtienen los mínimos de oxígeno disuelto (400 mts). Atribuyéndose este comportamiento inverso, a la estrecha relación que mantienen estos parámetros con los ciclos biogeoquímicos y la producción del mar (Tait, 1972).

La concentración de silicatos a nivel superficial, presenta variaciones significativas, tanto en el espacio como en el tiempo (Tabla No.3), principalmente durante los cruceros de febrero y Junio, época en donde se presentan los mayores valores a lo largo del año (15.0 ug.at/1), teniendo la misma tendencia que el comportamiento del nitrógeno y el fósforo (Fig.No.27).

Según ATWOOD, quien reporta datos de la cuenca del Norte de Venezuela, las máximas concentraciones de silicatos se presentan en esta zona durante los meses de Octubre y Noviembre, concordando exactamente con la época de más baja salinidad para el área. Según el autor, este comportamiento es consecuencia de la influencia de las aguas fluviales provenientes de los ríos Amazonas y Orinoco.

Según González (1985), las menores salinidades en el área de San Andrés y Providencia, se presentan durante los meses de Julio a Diciembre. Sin embargo es la época en que también se presentan las concentraciones más bajas de silicatos. Por tanto, es probable que durante esta época del año exista mayor influencia de las precipitaciones de Centroamérica y el Caribe, las cuales producen disminuciones significativas en la salinidad de la capa superficial, pero no aporta silicatos al medio.

Posiblemente, la mayor influencia de las aguas fluviales provenientes de los grandes ríos de Suramérica, sobre el área de San Andrés y Providencia, se presenta aproximadamente a partir del mes de Enero, en vista de la alta concentración de silicatos encontrada en el mes de Febrero y posteriormente en Junio, aproximadamente entre 10-15 ug.at/1. Además porque es la época en que los vientos Alisios del Noroeste soplan más intensamente y pueden empujar las masas de agua superficiales de la corriente del caribe, rica en silicatos, hacia el área de san Andrés.

Lo anterior permite confirmar las teorías de ATWOOD y otros autores, sobre la circulación aproximada del Caribe y el aporte importante de silicatos del Caribe. Solo que en el área de San Andrés y Providencia, se manifiesta alrededor de dos meses después, en relación con la cuenca del Norte de Venezuela, pues es el tiempo aproximado que necesitan las masas de agua superficiales, para transporte desde esa área, hasta la zona de estudio.

#### OCEANOGRAFIA BIOLOGICA (Plancton-Bentos)

##### Fitoplancton

Indudablemente el componente fitoplanctónico de mayor importan-

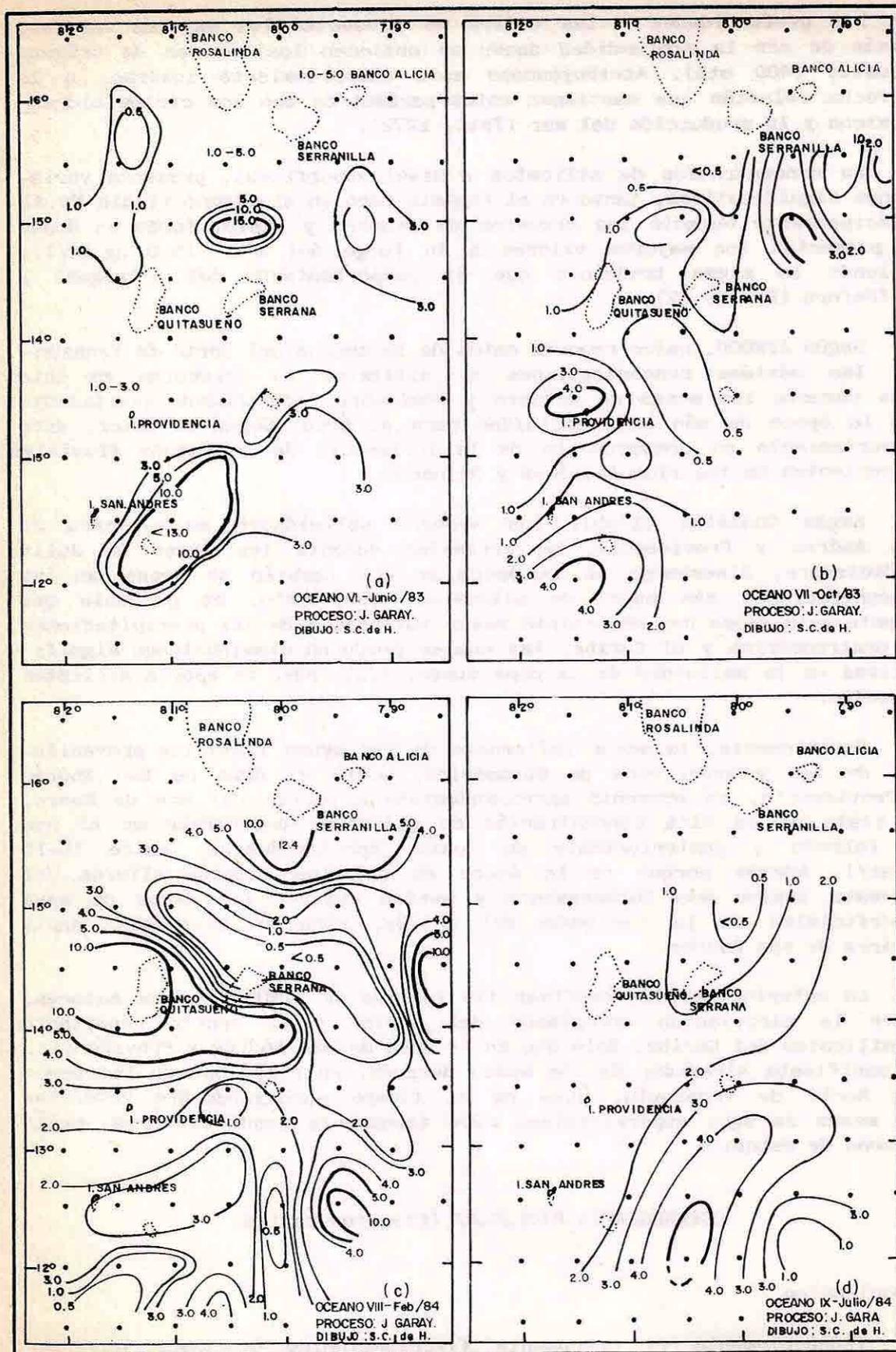


FIGURA N° 27. ISOLINEAS SUPERFICIALES DE SILICATOS ( $\mu\text{g.at/L}$ ) PARA LOS CUATRO CRUCEROS.

cia en el sistema pelágico del Caribe es la cianofícea colonial del género *Oscillatoria*, quizá porque presenta las mejores estrategias de adaptación tales como: poseer vesículas de gas que la mantienen en la superficie, evitan su hundimiento y sirven para almacenar gases como el  $N_2$  (WALSBY, 1975); tener la capacidad de aprovechar formas alternas de nutrientes como el Nitrógeno molecular y posteriormente suministrar a la capa eufótica nitrógeno combinado, que es el componente limitante más probable en el ecosistema en estudio y en general de los pelágicos según MARGALEF (1972); *Oscillatoria* también contribuye a reciclar rápidamente los nutrientes como el fósforo orgánico por medio de la fosfatasa alcalina (CARPENTER Y McCARTHY, 1976 en TELLEZ 1985) y por último es un componente importante porque por su tamaño y el mucílago de polisacáridos que excreta ha establecido relaciones con otros grupos de organismos (BORSTAD y BORDSTAD, 1976) sirviéndoles de hospedero, incrementando su dependencia frente a la cianofícea pero asegurándoles el aporte de ciertas sustancias orgánicas y protección contra los depredadores (Fig. 28).

¿Por que es tan importante la fijación de  $N_2$  por parte de *Oscillatoria* en la capa eufótica? Es esta la característica principal que determina la dominancia de ella por su eficiencia en el ecosistema pelágico del Mar Caribe?

Cuando se presenta permanente estratificación y baja turbulencia no hay mezcla vertical de agua, así los nutrientes acumulados en las capas profundas no retornan a las capas superficiales donde son requeridos por el fitoplancton; por lo tanto, la entrada de  $N_2$  por la fijación de las cianofíceas, que proveen cerca del 20% del nitrógeno combinado requerido en la zona eufótica, balancea la pérdida de N en biomasa hacia las capas profundas por el efecto de sedimentación estableciéndose así una estrecha relación entre el N atmosférico fijado por las cianofíceas con la asimilación de formas de nitrógeno combinado.

Si en el medio se encuentran altas concentraciones relativas de N combinado posiblemente estas no son utilizadas por *Oscillatoria*, porque la principal fuente de N para la cianofícea es  $N_2$  atmosférico.

En resumen, la fijación de N por parte de las cianofíceas es un paso importante en el ciclo del nitrógeno del Mar Caribe (CARPENTER Y PRICE 1977) y un mecanismo, creado por las mismas comunidades, de aporte de energía auxiliar al sistema, reflejando así el grado de organización y por lo tanto de utilización de la energía disponible.

Por otra parte parece que el factor limitante para el incremento en la abundancia de *Oscillatoria* es el fósforo (CARPENTER Y PRICE, 1977). En el caso de la región estudiada, las zonas que presentan las mayores concentraciones de este nutriente en forma inorgánica también presentan las mayores abundancias de *Oscillatoria*. Aunque ésta tienen poca afinidad por el fosfato inorgánico seguramente utiliza el fósforo orgánico producido por excreción o liberado

OSCILLATORIA

ESTRATEGIA DE  
ADAPTACION  
MORFOLOGICA

COLONIAS-TRICOMAS

MUSCILAGO

VESICULAS DE GAS

Fisiológica

Evitar el hundimiento  
Reciclar el P orgánico  
a partir de excrementos  
o material en descompo-  
sición por la fosfatasa  
alcalina.  
Otros nutrientes?

Mantenerse flotando  
Almacenar gases: N<sub>2</sub>  
Fijar N<sub>2</sub> por la nitro-  
genosa y aportar al  
medio N, combinado,  
enriqueciéndolo.

Ecológica

Relaciones de Asociación  
con: bacterias, hongos,  
protozoos, dinoflagelados,  
diatomeas, hidroides y crus-  
táceos.  
Les proporciona:  
- Alimento  
- Protección contra depre-  
dadores.

Es consumido por  
herbívoros?

FIGURA 28. - Diagrama que muestra la importancia de Oscillatoria, en el ecosistema pelágico del Mar Caribe.

por descomposición del plancton, fácilmente asimilado por la fosfatasa alcalina de *Oscillatoria* que de esta manera contribuye a reciclar los nutrientes de la capa eufótica evitando la sedimentación y pérdida del mecanismo importante para conservar nutrientes en ecosistemas sometidos a explotación natural. (Tellez 1988).

Las dos estrategias anteriormente nombradas determinan el establecimiento de las relaciones entre *Oscillatoria* y otras especies. Por ejemplo en el centro del Remolino Isabel se observaron áreas con numerosas hileras de Sargassum y unidas a éste grandes concentraciones de colonias de *Oscillatoria* que formaban una masa densa. Un tema de trabajo para el Caribe sería determinar si suelen presentarse estas relaciones, conocer a qué nivel se dan, bajo qué circunstancias y su importancia para incrementar la productividad y organización en el ecosistema pelágico. Como ya se expresó el mucílago de polisacáridos que excreta es matriz favorable para el crecimiento y desarrollo de varias especies de bacterias, hongos, diatomeas, dinoflagelados, protozoos e hidroides.

Por último, no se conocen para el Caribe herbívoros que se alimenten de *Oscillatoria*, aunque por ejemplo para el Océano Indico RAMAMURTHY (1971) en CARPENTER Y PRICE (1977) observó que en dos peces, *Hisla Kanagurta* y *Rastreguiller Kanagurta*, del 57% al 90% de su contenido estomacal era *Oscillatoria*. Otra posibilidad de trabajo que se plantea es conocer si la cianoficea es consumida preferencialmente por algunos herbívoros y cuáles son:

En síntesis, la importancia de *Oscillatoria Thiebautii*, *O. erythraea* y *O. contorta* en el Mar Caribe, morfológicamente se interpreta por su forma colonial con tricomas que se entrelazan y por poseer vesículas de gas que les permite mantenerse a flote y almacenar  $N_2$  y otros gases; funcionalmente, por la fijación de  $N_2$  y por el reciclaje de los compuestos de fósforo orgánico en la capa eufótica y ecológicamente por las relaciones que mantiene con numerosas especies de diversos grupos taxonómicos (Fig. 28) Se convierte así *Oscillatoria* en el género más importante como aportador de nutrientes que enriquece el medio favoreciendo a todas las comunidades del ecosistema pelágico del Mar Caribe.

Respecto al segundo grupo fitoplanctónico en importancia, los dinoflagelados, su amplia gama de especies y distribución en el área reflejan su adaptación a las condiciones del mar abierto. Comparadas con las especies de diatomeas características de mares tropicales, aguas afuera, los primeros parecen presentar mejores estrategias para contrarrestar las condiciones oceanográficas imperantes; su ventaja radica en poseer flagelos que les permiten desplazamientos o migraciones a cambio de la mayoría de las especies de diatomeas que son solitarias de tamaños grandes o muy pequeñas y epífitas del Sargassum o de *Oscillatoria*.

En ambos grupos es característico presentar gran variedad de especies cada una con un número bajo de individuos y gran congeneridad p.e. géneros como *Ornithocercus*, *Ceratium*, *Gonyaulax* y *Protopteridinium* por parte de los dinoflagelados y *Rhizosolenia*, *Nitzschia* y *Mastogloia* en las diatomeas, lo cual se explica como una estrategia de adaptación

para eliminar la competencia pues mantienen numerosos nichos. Cabría preguntarse si la separación de nichos dentro de un mismo género es real y forzosa (como lo supone la teoría de la competencia) o si podría no haber tal separación y no obstante no haber eliminación por competencia bien porque la presión selectiva no sea tan fuerte o porque no ha habido tiempo (evolutivo) para tal eliminación.

Interpretación de las diferentes formas de vida, tipos biológicos de los grupos fitoplanctónicos reportados.

Los diferentes tipos de vida observadas en la composición de especies del fitoplancton del Mar Caribe se pueden interpretar funcionalmente como adaptaciones para sobrevivir en un medio que caracteriza por permanecer estratificado y sometido a explotación natural por efecto de sedimentación; por lo tanto, aunque la capa eufótica alcance altas profundidades el contenido de nutrientes en ella es bajo. Ante estas circunstancias cada especie del fitoplancton ha ido creando a lo largo de la evolución formas de adaptación que se reflejan en los diferentes tipos biológicos de los grupos fitoplanctónicos presentes. Las estrategias adaptativas de estas formas de vida suelen presentarse en sistemas con alto grado de organización de sus comunidades por lo que aseguran un buen uso de la energía que le entra al sistema.

Como se expresó anteriormente parece ser *Oscillatoria* el género que muestra las mejores estrategias de adaptación al mar cálido porque mantiene una forma de vida que no sólo es importante para cada especie en sí, sino para todas las comunidades del ecosistema pelágico.

Los dinoflagelados presentan estrategias de adaptación en cuanto a sus formas se refiere; algunas con prolongaciones como los cuernos en *Ceratium*, las aletas en *Ornithocercus* y *Ceratocorys*. Estos junto con los tamaños grandes que presentan, aseguran una mayor superficie de absorción, disminuyen la velocidad de caída y crean dificultad para su consumo por parte del Zooplancton. Es de resaltar también en este grupo la congeneridad que presentan: *Ceratium*, *Protoperidinium*, *Ornithocercus* y *Gonyaulax* que refleja la especialización en numerosos nichos por lo que eliminan los niveles de competencia; este mecanismo es importante en condiciones de oligotrofia (MARGALEF, 1978).

En cuanto a las diatomeas se presentan dos grupos que divergen en sus estrategias de adaptación. El primero típico de áreas oceánicas formado por especies de tamaños relativamente grandes que se distribuyen en toda el área, tanto a nivel superficial como en la columna de agua, cuyas formas generalmente son cilíndricas como las especies de los géneros *Rhizosolenia* y *Hemiaulus*, o formas casi rectangulares o en aguja como *Nitzschia bicapitata*, *Navícula directa* y *Spermatogonia* sp. Dentro de este grupo también se incluyen las epífitas del *Sargassum*, las cuales suelen ser pennales y muy pequeñas (15-30), como las especies de los géneros *Mastogloia* y *Amphora*.

Para explicar la permanencia en el sistema de diatomeas grandes que pueden llegar a alcanzar 1mm de long. o más y cuyo tamaño y grado de silificación de los frústulos aumenta la velocidad de caída, se

ha establecido que los jugos celulares conservan una densidad parecida a la del medio, poseen una capacidad alta de almacenar nutrientes, como sucede en *Rhizosolenia* y *Coscinodiscus* (MARGALEF Y VIVES, 1972) y pueden mantener la célula en la superficie por ser hidrófugas (MARGALEF 1982). Un caso de interés es la asociación *Rhizosolenia* - *Richelia*; la última posee mecanismos de flotación para poder tomar el  $N_2$  y así le puede colaborar a la diatomea evitando su hundimiento y aportándole sustancias nitrogenadas.

El segundo grupo de diatomeas es el característico de las estaciones donde se presenta efecto de masa de isla, al sur de los Cayos de Albuquerque y Este Sudeste y del cayo Roncador. Las especies presentes allí son de pequeños tamaños y mantienen altas tasas reproductivas por lo que la abundancia es alta. A este grupo pertenecen algunas de las especies de los géneros *Chaetoceros*, *Bacteriastrium*, *Nitzschia*, algunas *Rhizosolenias* y *Leptocylindrus*; la mayoría presenta formas coloniales unidas por superposición parcial de cuerpos o por prolongaciones como setas, estrategias que disminuyen su hundimiento el cual también es de importancia en estas zonas. La separación de los dos grupos de diatomeas concuerda con la clasificación hecha con base en el análisis de similaridad de las muestras y especies.

En conclusión, las diatomeas típicas de zonas oceánicas presentan grandes tamaños, mantienen alta superficie relativa de absorción por su forma cilíndrica, almacenan nutrientes asegurando la supervivencia y mantienen tasas reproductivas y abundancia bajas. Las más pequeñas se adhieren y mantienen relaciones con algas macroscópicas como *Oscillatoria* y *Sargassum*. Para variaciones locales en el patrón general de circulación usualmente promovidos por bruscos cambios en la topografía y por efectos de masa de isla se presentan especies pequeñas con altas tasas reproductivas, manteniéndose agregadas evitando así la predación por el zooplancton pastoreador. Estos factores determinan la heterogeneidad en la distribución y abundancia del fitoplancton en el área.

En general se puede concluir que las diatomeas al igual que las dinoflagelados y especialmente las cianofíceas en sus tipos biológicos reflejan adaptaciones a las condiciones oceanográficas generales y locales que presentan los mares cálidos.

#### COMPOSICION CUANTITATIVA DEL FITOPLANCTON

El componente fitoplanctónico más abundante y que mayor bio-volumen presenta es *Oscillatoria*, la cual según CARPENTER y PRICE (1977) contribuye con cerca del 60% de la clorofila y con un 20% de la productividad total en los primeros cincuenta metros de la columna de agua en el Caribe Oriental.

Respecto a la relación entre la abundancia de *Oscillatoria* y la concentración de nutrientes se observa que hacia la zona sur de influencia del Remolino Isabel están las mayores concentraciones de fosfatos, amonios, nitratos y nitritos. El fósforo inorgánico no es utilizado por la cianofícea como ya se explicó y las sustancias nitroge-

nada tampoco las utiliza (CARPENTER Y PRINCE, 1977) pues su única fuente de nitrógeno es el N atmosférico. En la zona de hundimiento de aguas del remolino Isabel, *Oscillatoria* se mantiene en la superficie acumulándose, por lo tanto es la más abundante; en cambio los dinoflagelados y las diatomeas se ven disminuídos considerablemente por efectos de sedimentación, por lo tanto los nutrientes aportados por las cianofíceas no pueden ser ampliamente utilizados por estos grupos y se mantienen en el medio.

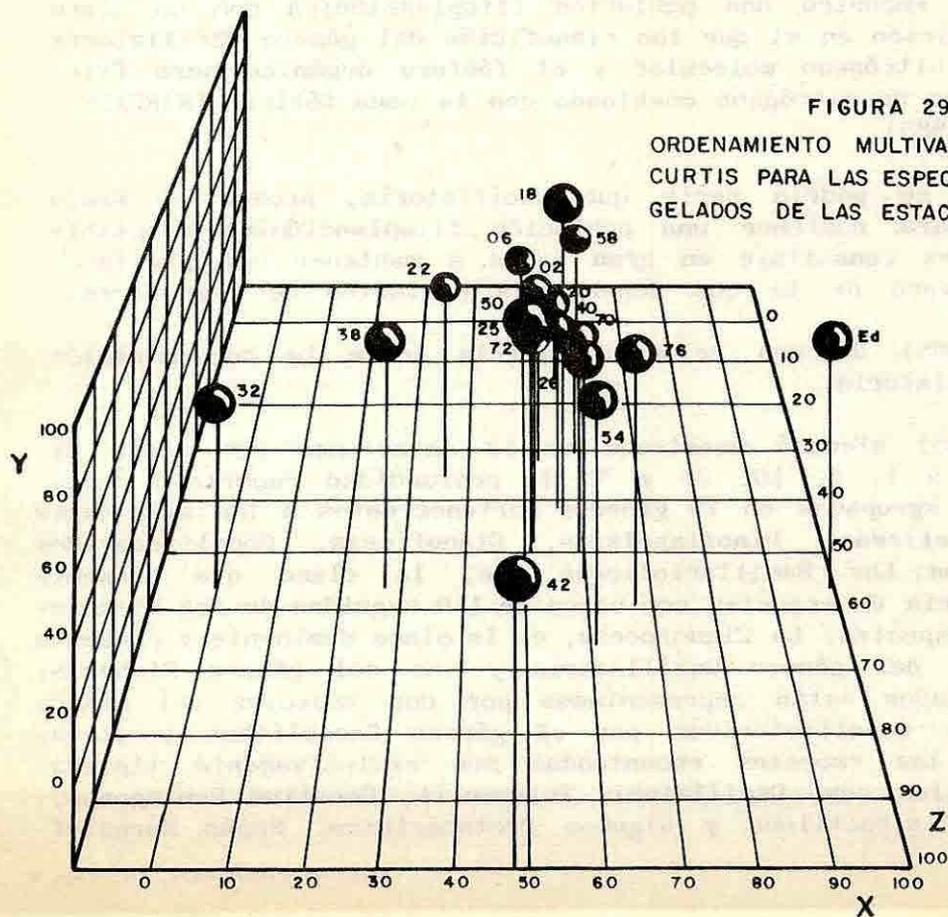
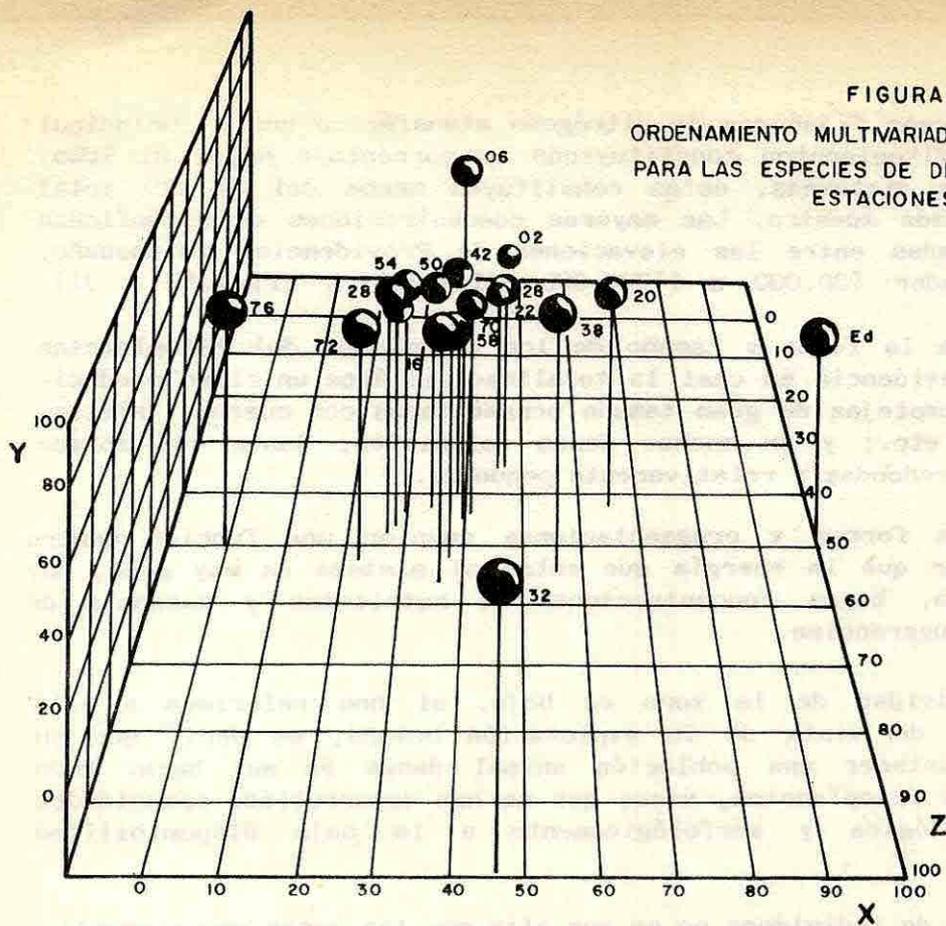
Las mayores abundancias y bio-volúmenes que presentan los dinoflagelados se encuentran en las zonas donde la concentración de nutrientes es muy baja, lo que concuerda con la clasificación de las estaciones por el método del grupo promedio; éstas son, por un lado las de la zona más norteña (estaciones 76, 72, 70, 58 y 54) donde las concentraciones de fosfatos y nitratos tan sólo alcanzan el 0.1µg-at/L y los nitritos de 0.03 µg-at NO<sub>2</sub> N/L; únicamente los de amonio alcanzan valores de 2.5µg-at NH<sub>4</sub>/L determinados seguramente por la excreción del zooplancton y/o el aporte de *Oscillatoria*.

En cuanto a las diatomeas la mayor abundancia se presenta en la mancha de fitoplancton ubicada entre las estaciones 26, 22 y 02 al sur de los Cayos Albuquerque y Este Sudeste; como se ha explicado esta se debe a la fertilización de aguas superficiales provocado por el efecto de masa de isla o por que es zona de influencia del Remolino Isabel. Allí las concentraciones son 0.04µg-atNO<sub>2</sub> N/L, 0.5µg-atNO<sub>3</sub> N/L, 2.0µg-atNH<sub>4</sub> /L, 0.3µg-atPO<sub>4</sub> P/L y 4.0µg-atSiO<sub>3</sub> /S/L; los valores son bajos por que ya han sido consumidos por el fitoplancton, lo cual coincide con su abundancia; solo la concentración de amonio mayor puede ser debida a la excreción de pastoreadores que deben setar aprovechando el fitoplancton abundante.

Al aplicar el ordenamiento multidimensional de BRAY Y CURTIS, tanto a los dinoflagelados como diatomeas, (Fig 29A-B), se tiene que en el caso de los primeros, las estaciones parecen mostrar menor similitud, lo que posiblemente se deba a la amplia distribución que tienen; en cambio las diatomeas, típicas oceánicas, y aguas enriquecidas, son claramente diferentes en cuanto a composición de especies y abundancia de ellas.

Es importante observar como las estaciones 28 y 42, que geográficamente están muy cerca, son muy disímiles, lo cual corrobora la tendencia de distribución heterógena de las especies en el área.

Para el balance general, se tiene que las cianofíceas están representadas por varias especies de *Oscillatoria* y por el endosimbionte *Richelia Intracelularia*. Dentro de las diatomeas encontramos numerosas especies de *Rhizosolenia*, *Chaetoceros*, *Bacterioastrum*, *Nitzschia*, *Spermatogonia*, *Hamiaulus* y gran cantidad de diatomeas penales microplañctónicas. Los dinoflagelados estan representados por gran variedad de *Ceratium*, *Ornithocercus*, *Orniocercus*, *Pyrocistys*, *Proteperidinium* y pequeñas formas esfericas no identificadas; pertenecientes a los silicoflagelados se encontraron varias especies del género *Dyctyocha*. En cuanto a los Cocolitóforidos se encontraron varias especies del género *Coccolithus*.



Las cianofíceas fijadoras de nitrógeno atmosférico son el principal componente del fitoplancton constituyendo un porcentaje mayor al 90%. En cuanto a las diatomeas, éstas constituyen menos del 2% del total de células de cada muestra. Las mayores concentraciones de cianofíceas estuvieron ubicadas entre las elevaciones de Providencia, Quitasueño, Serrana y Roncador (30.000 a 1'700.000 célula/m<sup>3</sup>) (Figs.30 y 31).

En cuanto a la forma y tamaño de los organismos del fitoplancton en general, se evidencia en casi la totalidad del área un claro predominio de formas complejas de gran tamaño ornamentadas con cuernos, aletas, placas, setas, etc.; y en muchos casos coloniales, junto con formas aproximadamente redondas y relativamente pequeñas.

Todas estas formas y ornamentaciones cumplen una función dentro de este medio en que la energía que entra al sistema es muy poca, hay baja turbulencia, bajas concentraciones de nutrientes y ausencia de afloramiento o sugerencias.

La productividad de la zona es baja, si nos referimos a ella desde el punto de vista de la explotación humana, es decir que su capacidad de mantener una población animal densa es muy baja. Pero si analizamos el fitoplancton, vemos que se han desarrollado comunidades adaptadas fisiológica y morfológicamente a la baja disponibilidad de nutrientes.

La densidad de individuos no es muy alta con las zonas muy productivas, pero es capaz de soportar ciertas poblaciones de consumidores. Es así como se encontró una población fitoplanctónica con un claro patrón de composición en el que las cianofíceas del género *Oscillatoria* utilizan en el nitrógeno molecular y el fósforo orgánico para fijar grandes cantidades de nitrógeno combinado con la zona fótica. (MARGALEF, 1983 en Tellez, 1985).

En general se podría decir que *Oscillatoria*, provee al medio los elementos para sostener una población fitoplanctónica aceptable la cual a su vez constituye en gran parte a mantener una provisión adecuada de fósforo de la que depende la población de cianofíceas.

Tellez, (1985) da una relación directa entre la concentración de amonio y *Oscillatoria*.

Herrera, (1985) efectuó muestreos en 18 estaciones por medio de botellas Niskin a 1, 5, 10, 20 y 30 de profundidad reportado cerca de 190 especies agrupadas en 79 géneros pertenecientes a las siguientes taxa: Bacillariofíceas, Dinoflagelados, Cianofíceas, Cocolitoforidos y Silicoflagelados. Las Bacillariofíceas son, la clase que presenta la mayor abundancia de especies con cerca de 110 seguidas de los Dinoflagelados con 65 especies. La Cianofíceas, es la clase dominante y presenta sólo 3 especies del género *Oscillatoria* y una del género *Richelia*; los Silicoflagelados están representados por dos especies del género *Dyctyocha* y los Cocolitoforidos por el género *Coccolithus* y otros.

Muchas de las especies encontradas son exclusivamente típicas de mares tropicales como *Oscillatoria Thiebautii*, *Ceratium Pentagonum*, *C.furca*, *Pirocystis Noctiluca* y algunos *Protoperidium*. Según Margalef

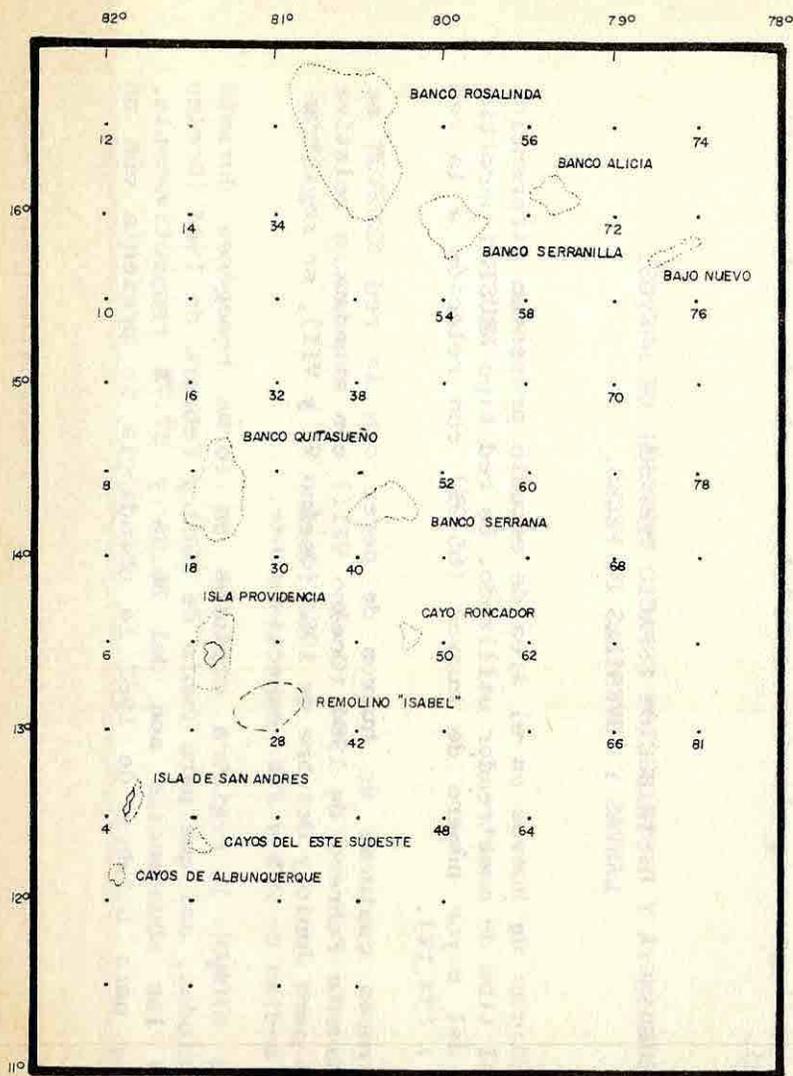


FIG. 30 ESTACIONES DE MUESTREO Y UBICACION DEL REMOLINO "ISABEL". LAS ESTACIONES NUMERADAS CORRESPONDEN A AQUELLAS EN QUE SE COLECTO FITOPLANCTON. CRUCERO OCEANO VI - JUNIO 1983.

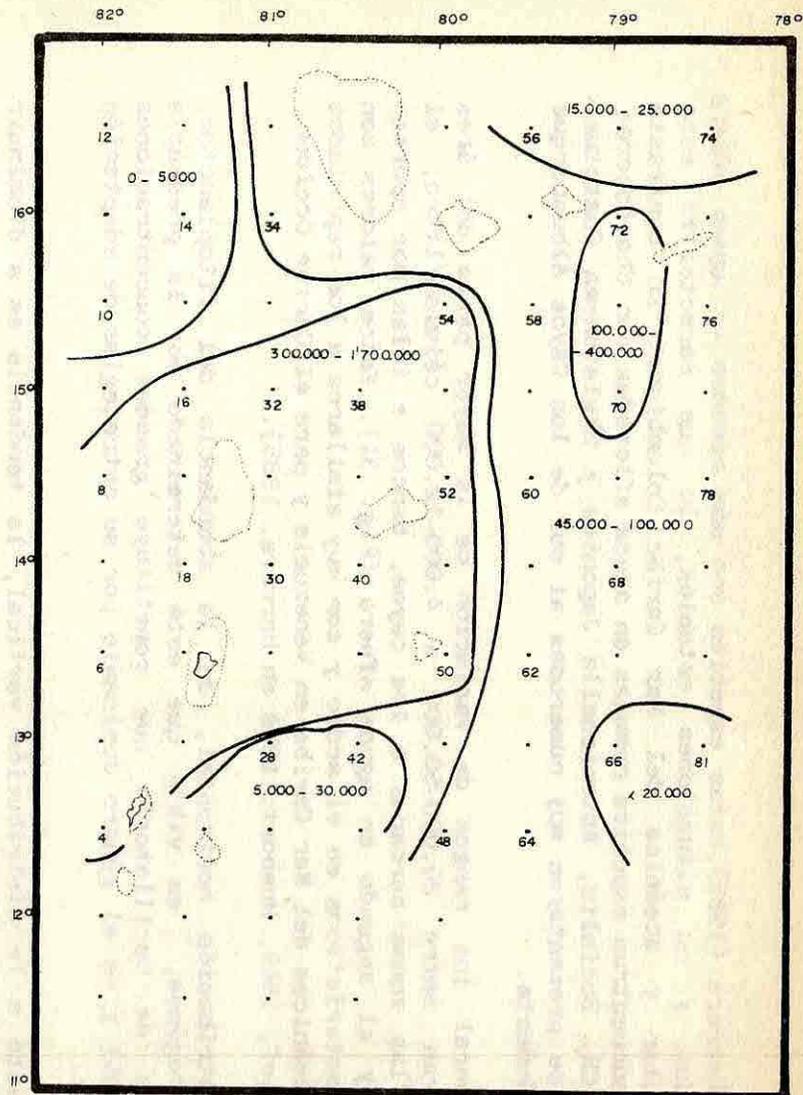


FIG. 31 DISTRIBUCION SUPERFICIAL ABUNDANCIA TOTAL DE CIANOFICEAS ( $\text{cells}/\text{m}^3$ ). CADA COLONIA TIENE APROXIMADAMENTE 20.000 CELULAS. CRUCERO OCEANO VI - JUNIO 1983.

(1971), en Herrera (1985), estas especies son más comunes en aguas afuera estratificadas y en situaciones estables, lo que caracteriza esta región insular y aceánica del Mar Caribe Colombiano. En contraste también se encuentran especies comunes en aguas afloradas con *Chaetoceros Curvisetus* CH. *Socialis*, *Asterionella Japonica* y *Skeletonema Costatum*, las cuales se presentaron muy numerosas al sur de los Cayos Albuquerque y del Este Sudeste.

En general los rangos de variación de la mayor parte del área de encuentran entre 20.000-50.000 a 4.000-12.000 células/litro; el primero de las zonas cercanas a los cayos, bancos e islas por aportes terrígeno y el segundo en aguas afuera (Fig. 31). Estos valores son bajos y característicos en el medio y son muy similares a los reportados para área oceánicas del Mar Caribe en Venezuela y para el Caribe Occidental. (Margalef, 1969, Humbort, 1968 en Herrera, 1985).

La distribución horizontal, de la abundancia del fitoplancton, es muy heterogénea, en vista que está determinado por la presencia de colonias de *Oscillatoria* que constituye grandes concentraciones (Herrera, 1985) y es el género dominante por su estrategias de adaptación en el Caribe.

En cuanto a la distribución vertical, la tendencia es a disminuir de la superficie hacia el fondo, presumiblemente en respuesta al factor limitante a profundidad, que es la luz. Como se observa en los perfiles de distribución de abundancia en las diferente estaciones (Fig. 32-A), las máximas se presentan hacia la superficie a 1 m. determinados por la presencia de *Oscillatoria*; luego a 5 m. se encuentran las menores abundancias y a partir de esta va aumentando paulatinamente hasta que en los 30 metros de profundidad, se presenta un nuevo pico de abundancia sin llegar a igualar las cantidades encontradas en la superficie. (Fig. 33).

#### ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION ESPACIO TEMPORAL DE HUEVOS, LARVAS Y JUVENILES DE PECES.

Las capturas de huevos en el área de estudio presentan diferencias de acuerdo al tipo de muestreador utilizado. La red tipo NEUSTON permitió la captura del mayor número de huevos (65,9%) con relación a la red tipo BIOMAR I (34,1%).

Las mayores capturas de huevos de peces con la red NEUSTON se registran durante Febrero de 1984 (Oceáno VIII) con abundancia relativa media de 48% para Junio y Octubre de 1983 (Oceáno VI y VII), se registran abundancias medias de 27% y 25% respectivamente.

La red BIOMAR I registra capturas en forma homogénea durante los tres períodos, así que para Junio de 1983 y Febrero de 1984 (Oceáno VI y VIII) las abundancias son del 36.6% y 37.7% respectivamente, mientras que para Octubre de 1983 la abundancia se presenta con un 25.7%.

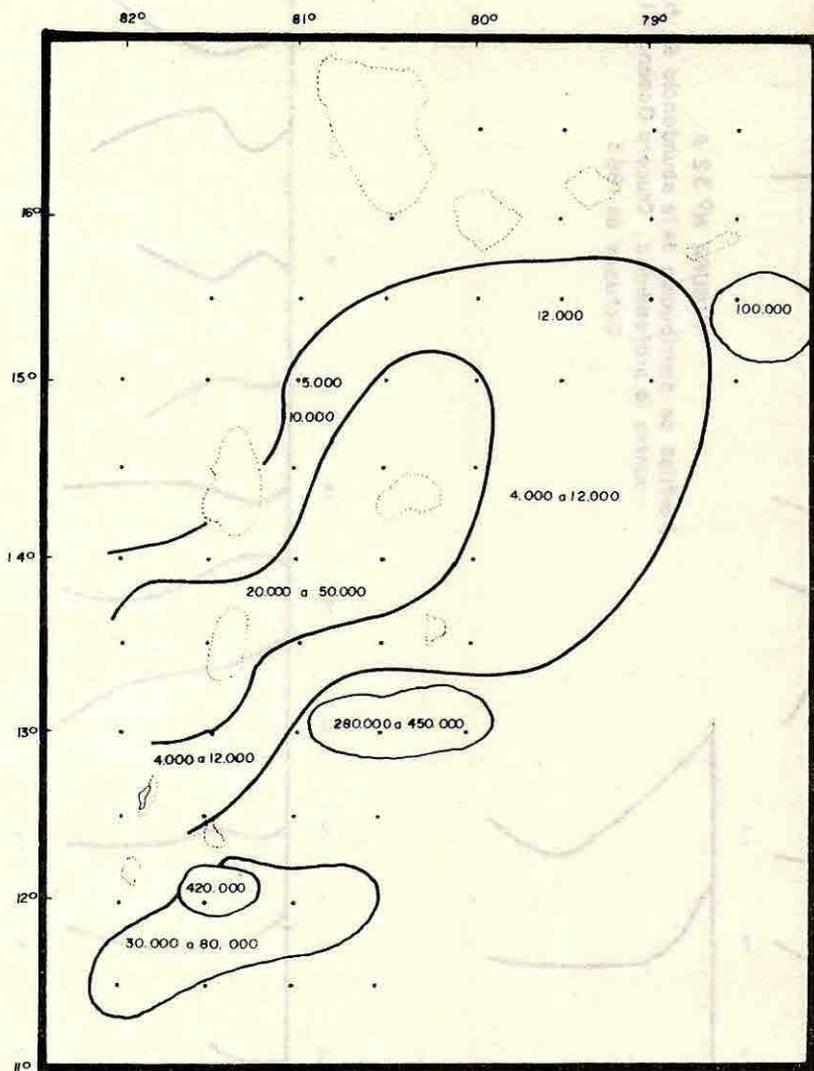
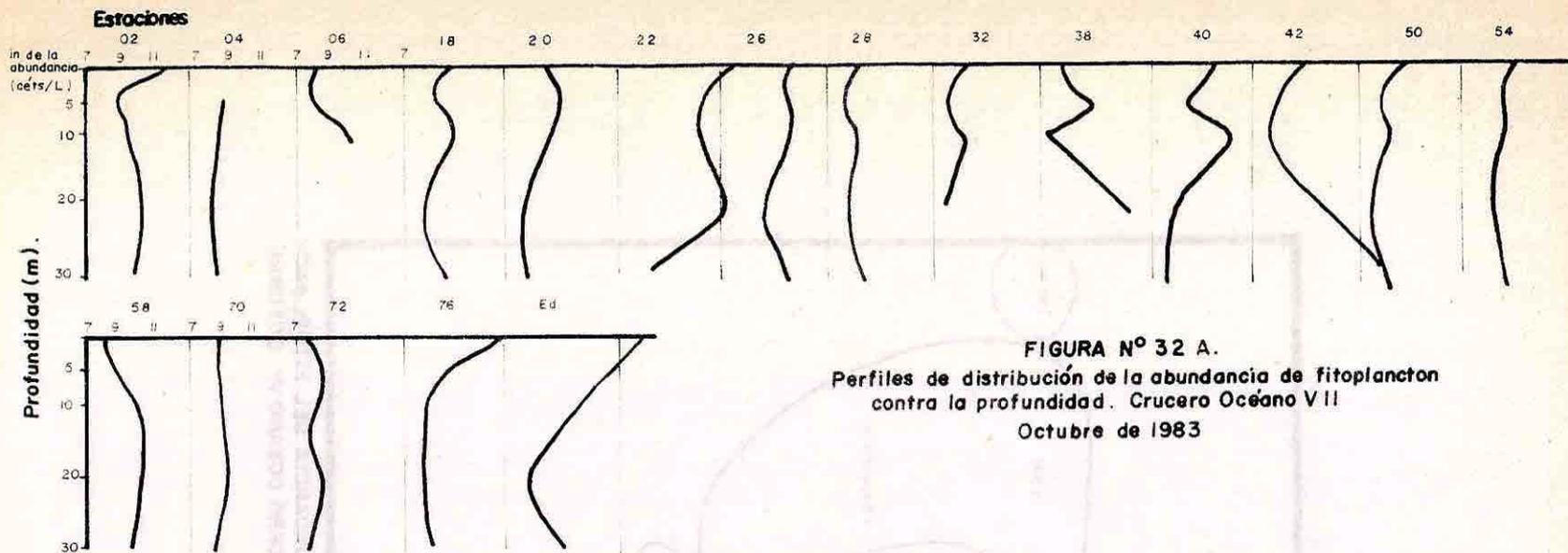
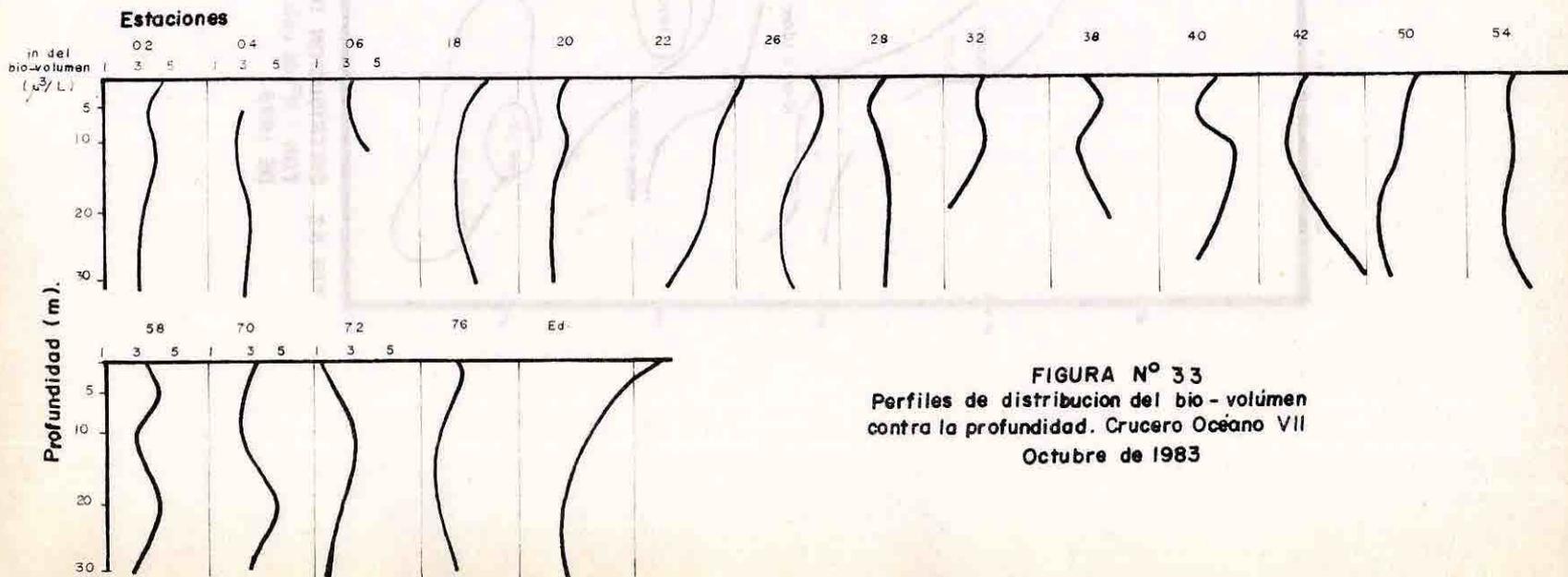


FIG. 32 DISTRIBUCION DE LA ABUNDANCIA DEL FITOPLANC-  
TON ( N° de cels/L). CRUCERO OCEANO VII · OCTUBRE  
DE 1983.



**FIGURA N° 32 A.**  
Perfiles de distribución de la abundancia de fitoplancton  
contra la profundidad. Crucero Océano VII  
Octubre de 1983



**FIGURA N° 33**  
Perfiles de distribución del bio-volumen  
contra la profundidad. Crucero Océano VII  
Octubre de 1983

Con respecto a la distribución espacio temporal de los huevos capturados por la red NEUSTON, se observa que el núcleo de mayor concentración se desplaza en sentido Este Oeste en la misma dirección de la corriente, pero circunscrito al área comprendida entre los bancos Serrana, Quitasueño y Roncador. Se presenta también otro núcleo ubicado entre los cayos Este-Sudeste, Albuquerque y la Isla de San Andrés, con igual concentración al anterior, pero que se desplaza en dirección Noroeste (Fig.34).

La distribución espacio-temporal de las mayores concentraciones de huevos capturados con la red BIOMAR I. no presenta un patrón de desplazamiento marcado, sino que se detectan manchas de concentraciones altas ubicadas hacia la periferia de la zona; se detecta la presencia de una alta concentración de huevos que parece ingresar al área por el Norte durante el mes de Octubre (Fig.35).

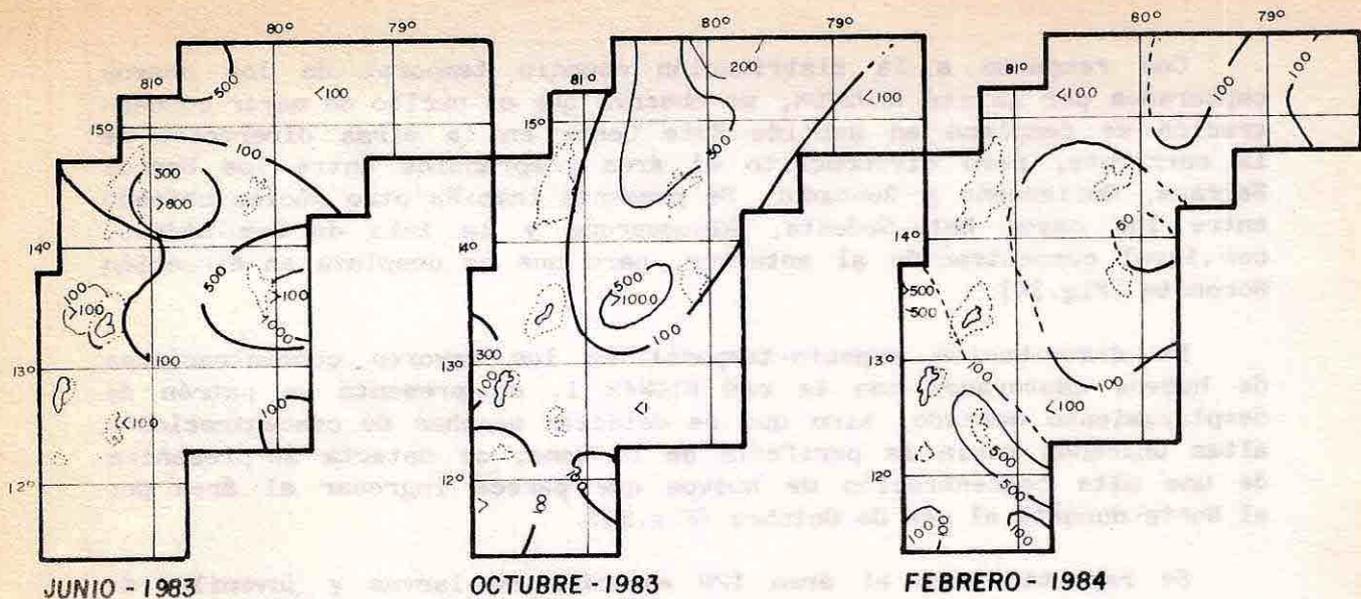
Se reportan para el área 129 especies de larvas y juveniles de peces capturados durante los tres cruceros oceanográficos, las cuales pertenecen a un total de 58 familias.

La distribución espacio-temporal de las larvas y juveniles de peces capturados con la red NEUSTON está constituida por núcleos de concentración que pueden conformar zonas de comportamiento característico. Las concentraciones registradas para el Sur de los bancos Rosalinda, Serranilla, Alicia y Bajo Nuevo, tienen un desplazamiento en sentido Este-Noroeste, al mismo tiempo que se registra un aumento de la cobertura de los núcleos de alta abundancia ubicados entre los bancos de Quitasueño y Serrana. Las concentraciones registradas entre los cayos Albuquerque, isla de San Andrés y Providencia y banco de Roncador, se incrementan tanto en cobertura, como en concentración en sentido Suroeste Noroeste (Fig.36).

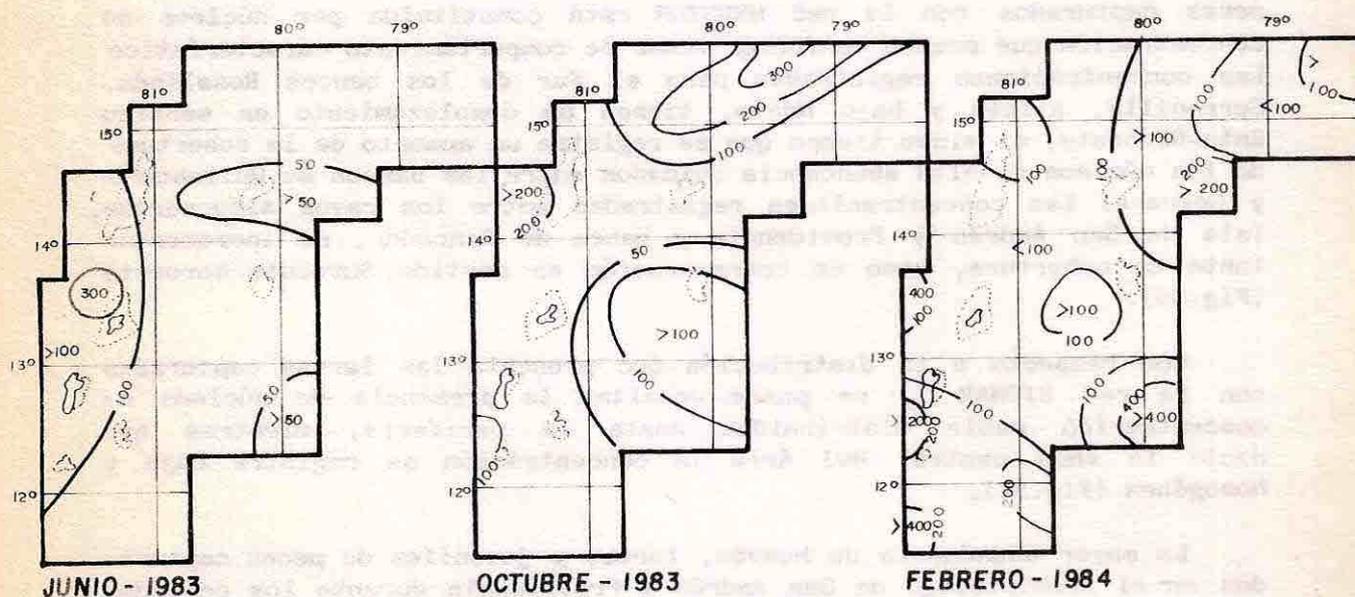
Con respecto a la distribución que presenta las larvas capturadas con la red BIOMAR I, se puede resaltar la presencia de núcleos de concentración media distribuidos hasta la periferia, mientras que hacia la zona central del área la concentración se registra baja y homogénea (Fig.37).

La mayor abundancia de huevos, larvas y juveniles de peces capturados en el archipiélago de San Andrés y Providencia durante los períodos de muestreo se relaciona con la dinámica del sistema, especialmente con la ocurrencia de remolinos que en escala de 100 a 500 Km afectan los procesos biológicos, ya que actúan directamente sobre las condiciones de las aguas superficiales (Kinder, 1983).

La distribución espacio temporal de las capturas de huevos, larvas y juveniles de peces registradas, se ajustan a los modelos de circulación superficial propuestos para el área de modo que durante el mes de Febrero, cuando la contracorriente tiene su eje desplazado hacia el Sur, las mayores concentraciones, tanto de huevos como de larvas y juveniles de peces, están sujetas únicamente a los efectos de la corriente del Caribe y por lo tanto su distribución es más homogénea.



**Figura. 34**

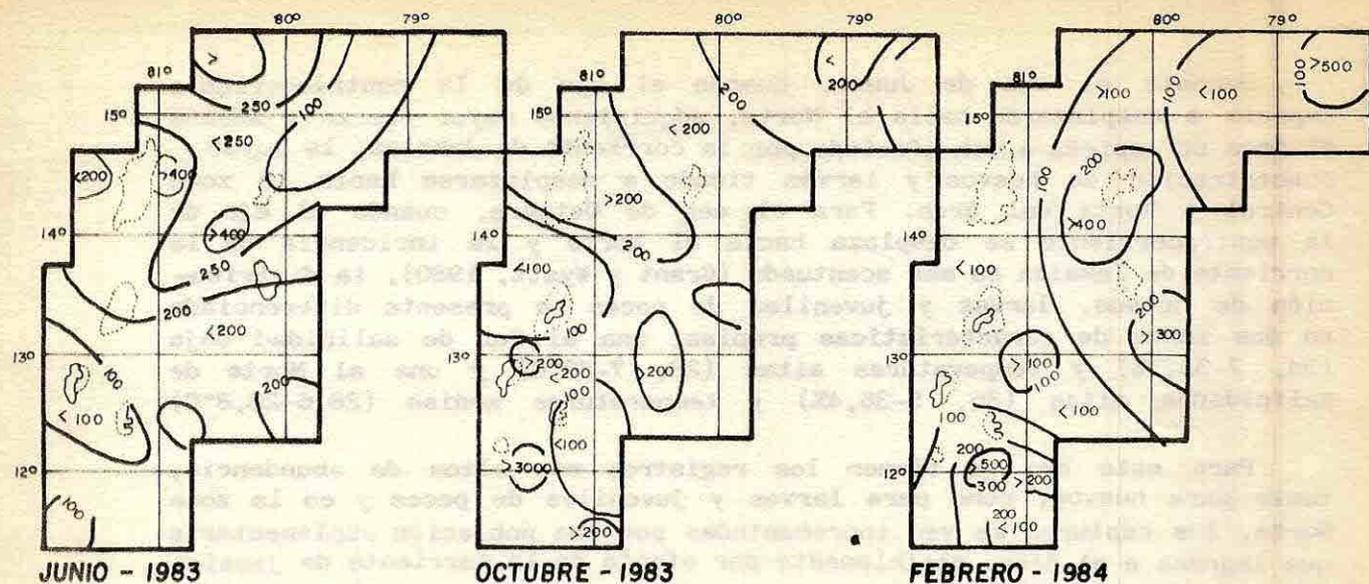


**Figura. 35**

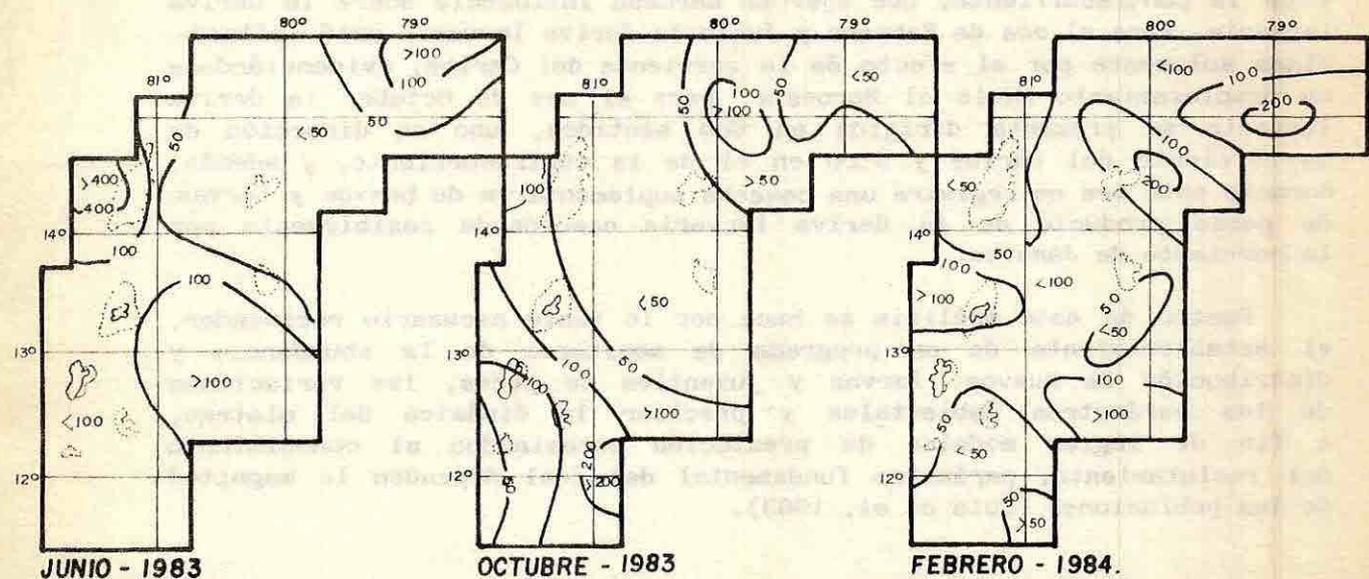
DISTRIBUCION DE ABUNDANCIA (Nº Ind/1000m) ESPACIO TEMPORAL DE HUEVOS DE PECES.  
 CRUCEROS OCEANO VI - VII - VIII - ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES Y PROVIDENCIA.  
 FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA U.J.T.L.

**Figura. 34** CAPTURADOS CON LA RED NEUSTON.

**Figura. 35** CAPTURADOS CON LA RED BIOMAR - I



**Figura. 36**



**Figura.37**

DISTRIBUCION DE ABUNDANCIA (N° Ind/1000m ) ESPACIO TEMPORAL DE LARVAS Y JUVENILES DE PECES.  
 CRUCEROS OCEANO VI·VII· VIII - ARCHIPELAGO DE SAN ANDRES Y PROVIDENCIA.  
 FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA U. J. T. L.

**Figura. 36**

CAPTURAS RED NEUSTON

**Figura. 37**

CAPTURAS RED BIOMAR·I

Durante el mes de Junio, cuando el eje de la contracorriente empieza a desplazarse hacia el Norte, adquiriendo mayor fuerza y además el área se empieza a ver afectada por la corriente de Jamaica, la mayor concentración de huevos y larvas tiende a desplazarse hacia la zona Central y Norte del área. Para el mes de Octubre, cuando el eje de la contracorriente se desplaza hacia el Norte y la incidencia de la corriente de Jamaica es más acentuada (Grant y Wyatt, 1980), la distribución de huevos, larvas y juveniles de peces se presenta diferenciada en dos zonas de características propias, una al Sur de salinidad baja (34, 7-35,7%) y temperaturas altas (28, 7-29°C) y una al Norte de salinidades altas (35, 5-36,4%) y temperaturas medias (28,6-28,8°C).

Para este mes se tienen los registros más altos de abundancia, tanto para huevos, como para larvas y juveniles de peces y en la zona Norte, las capturas se ven incrementadas por una población suplementaria que ingresa a el área, posiblemente por efecto de la corriente de Jamaica (Grant y Wyatt, 1980).

El desplazamiento de huevos, larvas y juveniles de peces está dado, para cada período por el sentido de la corriente del Caribe y de la contracorriente, que ejercen marcada influencia sobre la deriva larvaria. Para el mes de Febrero y Junio la deriva larvaria está influenciada solamente por el efecto de la corriente del Caribe, evidenciándose un desplazamiento hacia el Noroeste; para el mes de Octubre la deriva larvaria se presenta dirigida en dos sentidos, uno en dirección de la corriente del Caribe y otro en el de la contracorriente, y además, durante este mes se registra una cosecha suplementaria de huevos y larvas de peces producto de la deriva larvaria ocasionada posiblemente por la corriente de Jamaica.

Dentro de este análisis se hace por lo tanto necesario recomendar, el establecimiento de un programa de monitoreo de la abundancia y distribución de huevos, larvas y juveniles de peces, las variaciones de los parámetros ambientales y precisar la dinámica del sistema, a fin de lograr modelos de predicción encaminados al conocimiento del reclutamiento, parámetro fundamental del cual dependen la magnitud de las poblaciones (Zuta et al, 1983).

#### ANALISIS SOBRE LA EFICIENCIA DE LOS MUESTREADORES.

La principal particularidad del presente estudio es que se utilizaron dos tipos distintos de muestreadores para lograr una mayor cobertura de muestreo y de análisis. Los resultados presentan variaciones evidentes a la diversidad de especies aportadas por cada una de las redes, observándose que el mayor número de especies se registran para la red BIOMAR I sugiriendo que muchas de las especies presentan una distribución estratificada en la columna de agua y solo pueden ser capturadas por la red NEUSTON aquellas especies que durante migraciones verticales alcanzan la superficie (Loeb y Nichols, 1984). Los estudios enfocados hacia la detección y evaluación de recursos pesqueros, propuestos a partir de prospecciones de ictioplancton como una contribución al

conocimiento de las variaciones a largo plazo de la composición y abundancia del recurso, deben realizarse mediante arrastres oblicuos, con muestreadores diseñados de tal forma que la boca de la red del frente a la línea de arrastre para la cual debe estar equipada sobre un mismo eje de anillos giradores que separen la línea de arrastre del lastre de la red, modelo adoptado en este estudio bajo el nombre de red BIOMAR I.

Los arrastres realizados con la red BIOMAR I se consideran como lo más representativos, los que menos impacto ofrecen a las larvas, los que presentan menos sesgos a las variaciones nictimerales de las especies y los que logran capturar la mayor concentración de individuos en estados larvales, mientras que los arrastres realizados con la red NEUSTON son los que registran las mayores abundancias, los que presentan las menores diversidades, lo que por el mismo diseño de la red ejercen un mayor impacto en la condición de las larvas, los que presentan mayor sesgos a las variaciones nictimerales y que capturan el mayor número de individuos en estado juvenil.

Sin embargo deben ser considerados como muestreadores complementarios y que por lo tanto deben ser operados preferiblemente en forma simultánea.

#### REGISTRO DE ESPECIES DE INTERES COMERCIAL

Aunque se obtiene con ambos muestreadores toda clase de huevos, larvas y juveniles de peces el interés de Colombia está orientado prioritariamente hacia el estudio de las especies con interés comercial, la mayoría de las cuales puede darse apenas una reseña de pesca en el área de estudio de modo que solo puede adelantarse una evaluación preliminar del censo regional.

Del total de especies capturadas durante los tres cruceros y con los dos tipos de muestreadores, solamente 24 son consideradas de interés comercial (Cervigón y Fischer, 1979; Fischer (Ed), 1978).

Con la red BIOMAR I se registraron 16 especies comerciales con rangos de tallas más pequeños que en las 20 especies registradas con la red NEUSTON.

Con respecto a la abundancia de individuos por especie de interés comercial, la red NEUSTON colectó durante el crucero Océano VIII las más altas proporciones (43.08%), mientras que para el Crucero Océano VI, las más baja (24,5%); las capturadas de la red BIOMAR I fueron altas durante el crucero Océano VII (66%) y bajas las logradas durante el crucero Océano VIII (11,1%).

## DISTRIBUCION DE LA FRECUENCIA DE ABUNDANCIA DE HUEVOS, LARVAS Y JUVENILES DE PECES Y SU RELACION CON LA TEMPERATURA Y LA SALINIDAD.

La distribución del rango de abundancia de huevos de peces con respecto a la frecuencia con que aparecen en las distintas estaciones se presenta similar para los dos tipos de redes, ya que la mayoría de las estaciones registran concentraciones bajas de huevos (Fig.38 y 39)

Las capturas logradas con la red NEUSTON presentan en particular un mayor número de individuos distribuidos en pocas estaciones.

Lo anterior confirma el parchamiento para el área, destacando zonas de máximas abundancia de huevos. Para las larvas y juveniles de peces la distribución del rango de abundancia con respecto a la frecuencia por estaciones es parchada para la red BIOMAR I, mientras que para la red NEUSTON la distribución de abundancia tiende a ser homogénea hasta los rangos medios en un elevado número de estaciones y en los rangos altos en un mínimo de estaciones (Fig.10).

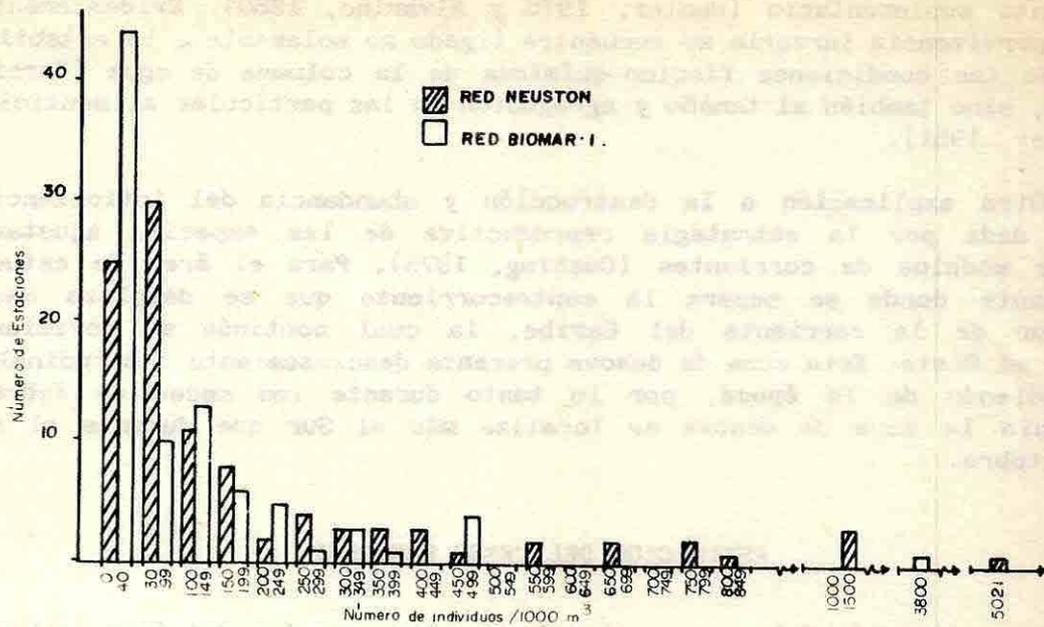
Los valores obtenidos mediante la aplicación de error estandar y coeficiente de variación para el total de larvas y juveniles de peces, son menores a los obtenidos para huevos de peces, sugiriendo esto que la distribución de las larvas y juveniles se presenta más homogénea en el área que para los huevos.

De la aplicación del coeficiente de correlación simple entre huevos y larvas de peces capturados en cada una de las redes se determina que el grado de relación es muy bajo (0,032 a 0,338) y la dirección de la relación en el 66% de las correlaciones es inverso (negativo).

Del análisis del coeficiente de correlación simple para huevos y larvas de peces capturados con los dos tipos de redes, con relación a la salinidad y temperatura, se presentan valores relativamente altos de relación inversa para las larvas capturadas con la red NEUSTON y la salinidad (0,67) y para los huevos capturados con la red NEUSTON y la salinidad (0,75). En general, el 54% de las correlaciones son inversas (negativas), siendo más frecuentes con las larvas.

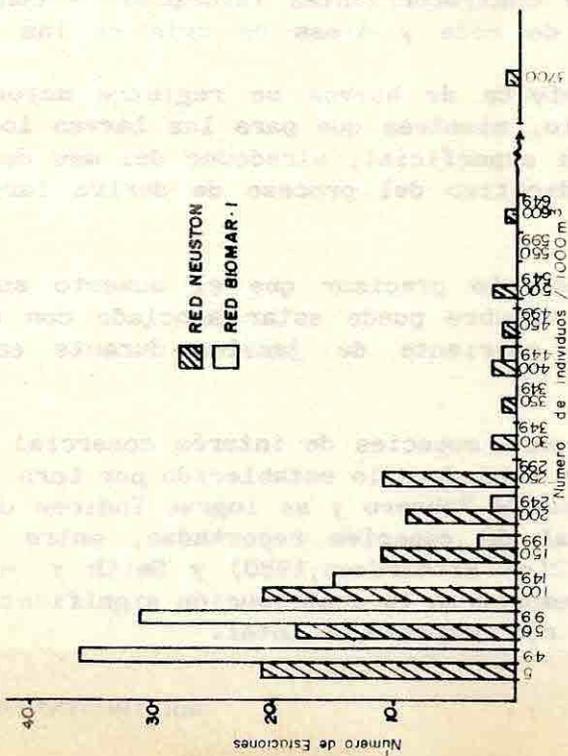
La distribución de huevos en general, larvas y juveniles de peces de interés comercial, está determinada por las variaciones estrechas de salinidad, parámetro este que se ha considerado como un factor limitante; lo anterior se confirma por la alta correlación que existe entre la mayor concentración de individuos y los registros de salinidades más bajas.

Por el contrario, la abundancia relativa de las especies no muestra una relación directa con respecto a la temperatura, de modo que la distribución de las especies para cada período de muestreo está influenciada probablemente, por factores diferentes a este parámetro, lo cual lo desvirtúa como un probable factor limitante. Existen otros factores que son importantes de considerar como son las relaciones dinámico-funcionales con los predadores potenciales y la oferta de



**Figura.38**

DISTRIBUCION DE LA FRECUENCIA DE ABUNDANCIA (Nº ind./1000m<sup>3</sup>) DE HUEVOS DE PECES COLECTADOS CON LOS DOS TIPOS DE REDES DURANTE LA CAMPAÑA OCEANO VI-VII-VIII (Junio 1983, Octubre 1983 y Febrero 1984.) ARCHIPIELAGO SAN ANDRES Y PROVIDENCIA. PROYECTO ICTIOPLANCTON FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA U. J. T. L.



**FIGURA. 39**

DISTRIBUCION DE LA FRECUENCIA DE ABUNDANCIA (Nº ind./1000m<sup>3</sup>) DE LARVAS DE PECES COLECTADOS CON LOS DOS TIPOS DE REDES DURANTE LA CAMPAÑA OCEANO VI - VII - VIII (Junio 1983, Octubre 1983 y Febrero 1984.) ARCHIPIELAGO SAN ANDRES Y PROVIDENCIA. PROYECTO ICTIOPLANCTON FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA U. J. T. L.

alimento suplementario (Hunter, 1976 y Alvaríño, 1980). Evidentemente, la supervivencia larvaria se encuentra ligada no solamente a la estabilidad de las condiciones físico-químicas de la columna de agua (García, 1983), sino también al tamaño y agregación de las partículas alimenticias (Hunter, 1981).

Otra explicación a la destrucción y abundancia del ictioplancton está dada por la estrategia reproductiva de las especies ajustadas a los modelos de corrientes (Cushing, 1975). Para el área de estudio cambiante donde se separa la contracorriente que se desplaza hacia el Sur de la corriente del Caribe, la cual continúa su movimiento hacia el Oeste. Esta zona de desove presenta desplazamiento latitudinales dependiendo de la época, por lo tanto durante los meses de Febrero y junio la zona de desove se localiza más al Sur que durante el mes de Octubre.

#### ESTIMACION DEL CENSO REGIONAL

La estimación del censo regional para las especies del área, calculado con base en el área en el índice larval propuesto por Smith y Richardson (1979), muestra valores semejantes para huevos y larvas, tanto por período de tiempo como para toda la campaña (Tabla 6).

Los valores obtenidos son relativamente altos con respecto a los registros por Guitart (1978) y Richardson (1980), lo cual indica que condiciones que se presentaron en la zona durante 1983 y 1984 resultaron favorables para el desove y cría de las especies.

En realidad, este hecho contribuye a confirmar la teoría postulada por Cushing (1975) y Santander y Del Castillo (1979), según la cual, las zonas de afloramiento y contracorrientes favorecen la conformación de áreas de desove, áreas de ceba y áreas de cría de las especies.

La estimación de la oferta de huevos se registra mayor durante los meses de Febrero y Junio, mientras que para las larvas los valores más altos se ubican, a nivel superficial, alrededor del mes de Octubre, lo cual de hecho es un indicativo del proceso de deriva larvaria que regula la cosecha.

Adicionalmente, es necesario precisar que el aumento substancial de larvas hacia el mes de Octubre puede estar asociado con el aporte suplementario que hace la corriente de jamaica durante esta época (Grantt y Wyatt, 1980).

El estimativo realizado para especies de interés comercial demuestra que la mayor contribución, de acuerdo a lo establecido por Lara y Cabra (1984), ocurre durante el mes de Febrero y se logran índices de proporción, con respecto al total de especies reportadas, entre el 46% y 61% (Índices de Smith, 1972(en Richardson,1980) y Smith y Richardson, 1979, respectivamente) que demuestran la contribución significativa de las especies valor comercial con respecto al total.

TABLA. 6

ESTIMACION DEL CENSO REGIONAL DEL NUMERO DE HUEVOS Y LARVAS CAPTURADOS DURANTE LOS CRUCEROS OCEANOGRAFICOS OCEANO VI, VII, Y VIII. ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES Y PROVIDENCIA. PROYECTO ICTIOPLANCTON. FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA. UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO.

TIPO DE RED	Océano VI (Junio 1983)		Océano VII (Octubre 1983)		Océano VIII (Febrero 1984)		T O T A L	
	Huevos ( $\times 10^{10}$ )	Larvas ( $\times 10^{10}$ )	Huevos ( $\times 10^{10}$ )	Larvas ( $\times 10^{10}$ )	Huevos ( $\times 10^{10}$ )	Larvas ( $\times 10^{10}$ )	Huevos ( $\times 10^{10}$ )	Larvas ( $\times 10^{10}$ )
RED NEUSTON	1452.61	1196.99	1317.16	1870.81	2493.84	1140.07	5263.61	4207.8
RED BIOMAR-I	136311	48226.9	78028.2	49510.6	118891	74323.4	333230.2	172060.0

Las fluctuaciones de la abundancia de recursos tanto pelágicas como neríticas empiezan a conocerse a partir del reconocimiento y evaluación de huevos y larvas, como método indirecto para establecer un indicativo del tamaño del recurso disponible.

Siendo lo mas exacto posible el número de huevos calculados, puede llegar a saberse el total de peces desovantes en el área si tiene información completa sobre la historia de vida de las especies y sobre su pesquería.

Si en la captura llega a establecerse la composición por edades, podrá estimarse, además, la abundancia de los activos desovantes y de juveniles, con lo cual se establece la noción de magnitud del reclutamiento potencial de cada cosecha. Quedando establecido que el reclutamiento es el parámetro fundamental del cual depende la magnitud de las poblaciones aprovechables, es absolutamente necesario establecer programas de monitoreo que permitan evaluar la oferta de huevos y larvas a fin de establecer un adecuado ordenamiento pesquero para aquellos recursos con alta presión de pesca.

## BENTOS

El estudio del bento como descripción de comunidad en el país se restringe hasta el momento las regiones costeras debido a la facilidad de acceso a estas áreas, y a la disponibilidad de equipo apropiado por lo que se buscó con la realización de los cruceros Océano VI y Océano VIII, comparar la facilidad de manejo y efectividad de dos tipos de muestreadores en sustratos coralinos en áreas insulares así como evaluar la abundancia y distribución de los organismos bentónicos relacionados con factores sedimentológicos (Fig. 40) (De la Pava y Arevalo, 1985).

Se registraron 23 especies de foraminíferos, con el suborden Rotalina de mayor representación (35%). Para los porifera se identificaron 26 especies correspondientes a 16 familiares, los géneros con mayor frecuencia son *Spirastrella* y *Plakortis*, estaciones localizadas al este del Banco Rosalinda que registraron el mayor porcentaje y variedad de especies.

En cuanto a los polychoeta se registran 8 ordenes, Phyllodocida (68.02%), Eumicida 816.74%), Capitellida (5.59%), Terebellidae (4.03%), Spionida (3%), Ctenodrillida (2.29%) (Fig. 41).

El Phylum Mollusca tiene representantes en las clases Gastrópodos, Escafopoda y Pelecypoda. Respecto al número de especies, Gastrópodos se destaca aportando 73 especies, correspondientes al 60% de las especies totales de Moluscas, le siguen Pelecypoda con 24 especies (23%) y Escafopoda con 8 especies (8%) (Fig. 42).

Los crustáceos se encuentran representados por una gran variedad de abundancia; según los porcentajes de abundancia se destaca los siguientes órdenes: Amphipoda (54%), Isopoda (23%) y en general Decápoda

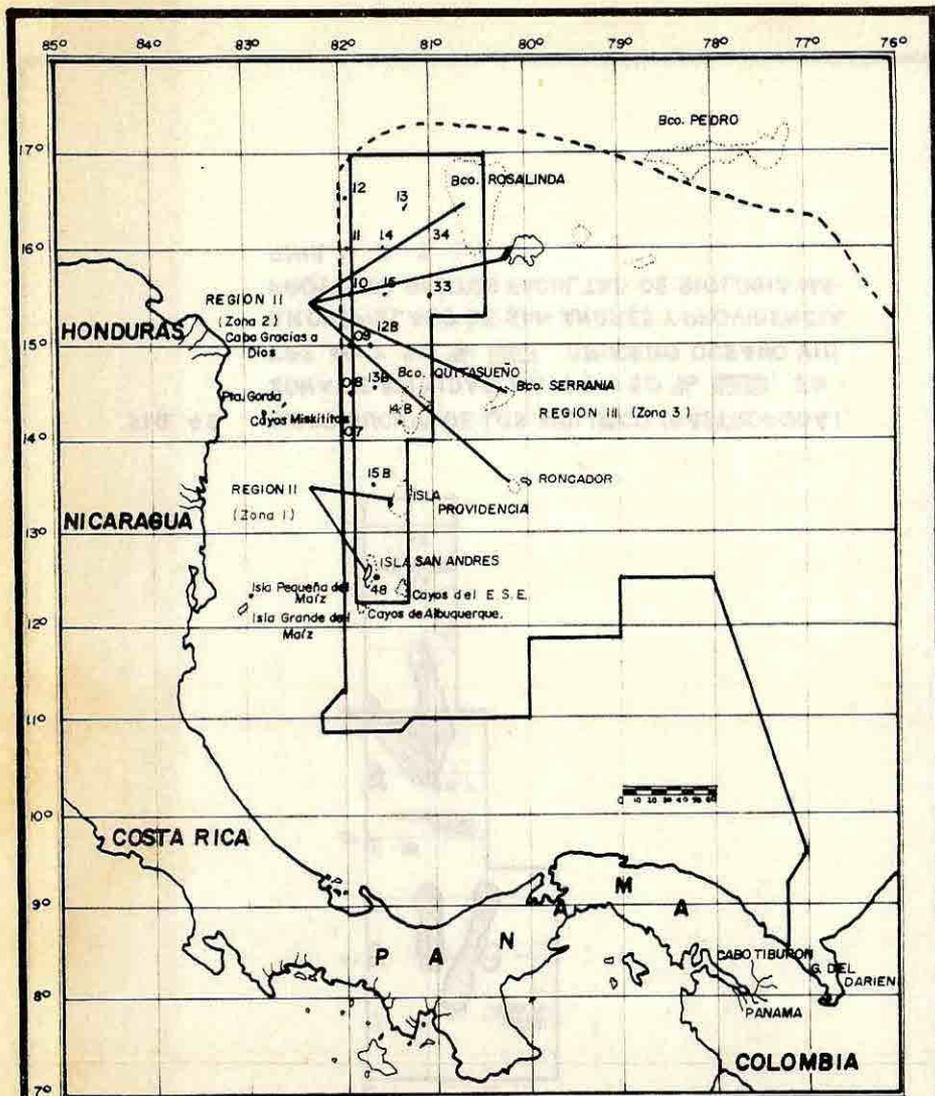


FIG. 40 UBICACION DE LAS ESTACIONES MUESTREADAS EN LOS CRUCEROS OCEANO VI Y OCEANO VIII EN JUNIO DE 1983 Y FEBRERO DE 1984. PROYECTO BENTOS DEL CARIBE FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA U. J. T. L.

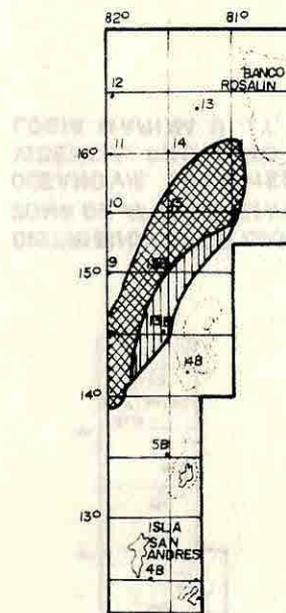


FIG. 41

DISTRIBUCION DE LOS POLYCHAETA, ZONA DE AFINIDAD MAYOR 50 % , ENTRE 40 Y 50 % , CRUCERO OCEANO VIII. ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES Y PROVIDENCIA. PROYECTO BENTOS FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA U. J. T. L.



FIG. 42 DISTRIBUCION DE LOS MOLUSCO (GASTROPODA), ZONA DE AFINIDAD MAYOR A 50 % , ENTRE 40 Y 50 % . CRUCERO OCEANO VIII. ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES Y PROVIDENCIA. PROYECTO BENTOS FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA U. J. T. L.

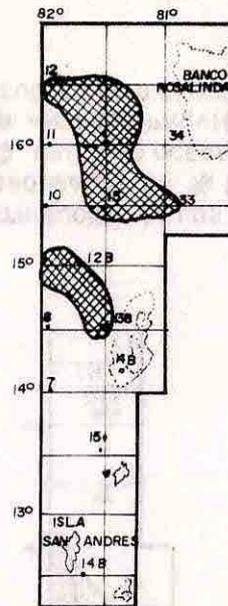


FIG. 43 DISTRIBUCION DE LOS ARTROPODA (CRUSTACEA), ZONA DE AFINIDAD MAYOR A 60 % , ENTRE 40 Y 50 % . CRUCERO OCEANO VIII. ARCHIPIELAGO DE SAN ANDRES Y PROVIDENCIA. PROYECTO BENTOS. FACULTAD DE BIOLOGIA MARINA U. J. T. L.

(13%). Para el área muestreada se observan 2 zonas con una afinidad mayor a 60%. La primera localizada al Suroeste del Banco Rosalinda y la segunda ubicada al Noroeste del Banco Quitasueño (Fig.43).

Como resultado de los análisis sedimentológicos se registra para la zona un mayor porcentaje de arenas seguido por grava y sin representación significativa del limo más arcilla, a su vez la fracción de arena muestra tendencia notoria hacia grano grueso.

La variación de los sedimentos gruesos y los fenómenos fuertes de no depositación se hallan asociados con accidentes topográficos como montañas, lomas, bordes y elevaciones y son atribuidas al encauzamiento y aceleración de las masas de agua cuando pasan a través de los accidentes topográficos, razón por la cual la elevación de San Andrés, obstruye la penetración o circulación de masas de agua a la cuenca de Colombia causando una remoción de partículas finas cerca de la cordillera.

Los análisis morfológicos y la calcimetría muestran que los elementos constituyentes del sustrato principalmente restos coralinos más foraminíferos y esporádicamente aporte mínimo de minerales, reflejan la poca influencia debido a lo lejos que se encuentra de fuentes terrígenas importantes y a la situación que presenta sobre la zona de transporte del fondo.

En cuanto a las características de la comunidad bentónica para el área insular del Archipiélago de San Andrés se tiene que para los porífera, se encuentran numerosos representantes caracterizandola como una zona de arrecifes coralinos con baja turbidez y una alta disponibilidad de alimentos.

En cuanto a caracteres morfológicos observados, las porífera de las Clase Demospongia, presentan espículas de tipo silíceo mucho más pequeñas que las encontradas en las mismas especies en otros lugares cercanos a la región continental. (Este fenómeno se atribuye a la localización del área muestreada, lejos de la desembocadura de los ríos que aportan gran cantidad de silicatos, corroborándose una vez más la baja influencia terrígena sobre la zona estudiada).

Los polychaeta no parecen presentar preferencia por un tipo de grano de sedimento en especial. En las muestras analizadas su distribución es homogénea.

En los muestreos de Junio de 1983 (Draga Shipek) aparecen los siliados con el mayor número de representantes, fenómeno que no se repite en Febrero/84 (Draga Van Veen) con un número de individuos menores para todas las estaciones y donde las familias se distribuyen más uniformemente .

Este comportamiento puede ser debido a la efectividad de los muestreadores utilizados ya que la draga Van Veen (0-2 m<sup>2</sup>) tiene mayor área de capacitación que la Shipek, (0-04 m<sup>2</sup>) o a las fluctuaciones espacio temperatura de las especies.

En los muestreos se observa la presencia de una amplia variedad de individuos estando mejor distribuidos respecto de las 16 estaciones de muestreo los poliquetos de los órdenes Phyllodocida y Eunicida dando tal vez una idea de la estabilidad de las condiciones medioambientales.

El alto porcentaje de  $\text{CaCO}_2$  en el sustrato y las condiciones medioambientales hacen propicio el desarrollo de los representantes del grupo Mollusca. Al analizar los resultados de los cruceros se observa que aunque predominan ciertos géneros, se trata de conservar la proporción en el número de individuos por especie en los restantes.

La presencia de moluscos planctónicos como Cavolina y Creseis en el sustrato, abundantes en el estación cercana a San Andrés (Océano VI) y Suroeste del Banco Rosalinda (Océano VIII) con profundidades entre 35 y 40 metros, con tendencia a arenas medias puede sugerir una zona de poco movimiento que permita la depositación y concentración de estas especies.

Las condiciones del lugar, permiten la variedad de géneros e inclusive la heterogeneidad de especies. Los géneros Caecum y Cerithiopsis presentan 7 a 4 especies respectivamente.

Los crustáceos se destacan además de su elevado número por la gran variedad a nivel de formas en cada uno de los órdenes. Los crustáceos se constituyen invariablemente en los organismos más apetecidos por especies de otros niveles tróficos (Ej. peces) desempeñado un papel fundamental dentro de la cadena trófica. Considerando las condiciones del lugar y basándose en el criterio de que un ambiente natural no perturbado sustenta una alta diversidad trófica alimentaria (Bellan, 1980) podría presentarse en las zonas demarcadas de mayor afinidad de los crustáceos, Sur y Oeste del Banco Rosalinda y Noroeste del Banco Quitasueño pueden sugerirse como fuentes de alimentación para especies con hábitos bentónicos entre los que se cuentan Pargo, Caracol y Langosta.

EL importante papel del bentos en recibir y dispersar energía directa o indirectamente de productores primarios, es indispensable para el mantenimiento y explotación de un área. Por lo tanto en el momento de este estudio, esa "fuente alimenticia", conformada por la gran variedad de especies y números de individuos registrados hace evidente la existencia de un enorme pero no inagotable recurso.

## CONCLUSIONES

La dinámica del sistema de San Andrés y Providencia se caracteriza por la presencia de la corriente del Caribe que por efecto de masa con los bancos e islas del Archipiélago originan remolinos temporales de naturaleza convergente que afectan la distribución y concentración del plancton y de los nutrientes asociados.

El área de San Andrés y Providencia es un sistema inestable en sí mismo y en general de baja productividad, que recibe su potencial productivo de la corriente del Caribe y se enriquece con las concentraciones que están ligadas al efecto de los remolinos (Eddies).

El área del Archipiélago colombiano de San Andrés y Providencia se caracteriza, por presentar altos niveles de concentración de oxígeno disuelto a nivel superficial (5ml/l como promedio), principalmente, en las áreas cercanas a las Islas de San Andrés y Providencia, donde la actividad fitoplanctónica es más intensa.

Los mínimos de oxígeno disuelto detectados en el área durante los cuatro cruceros a profundidades entre 300-400 metros, permiten identificar el agua Central del Atlántico Tropical, reportado por Morrison y Nowlin (1982) para una profundidad de 400 metros.

De los tres compuestos del nitrógeno (amonio, nitritos y nitratos), a nivel superficial el amonio presenta las concentraciones promedio más altas durante todo el ciclo anual, y especialmente durante los cruceros de Febrero y Junio, en que alcanzan las máximas concentraciones.

De la distribución de silicatos y salinidad a nivel superficial, se puede deducir que el origen de la capa superficial del área de estudio tiene una influencia notoria de las precipitaciones de Centroamérica y el Caribe, principalmente durante la época de Julio a Noviembre, cuando se presentan las más bajas salinidades y también las más bajas concentraciones de silicatos. Para la época de Febrero a Junio, hay mayor influencia de las aguas fluviales provenientes de los ríos Amazonas y Orinoco, pues es la época en que se presenta la mayor concentración de silicatos, que son de origen eminentemente fluvial.

El ecosistema pelágico del Mar Caribe se caracteriza por su tendencia a lograr madurez y estabilidad, que se refleja en el grado de organización y adaptación de las comunidades y organismos al medio y en la pluridad de usos posibles de la energía que le entra al sistema.

La comparación de los datos obtenidos para los parámetros Físico Térmicas y los nutrientes entre los cruceros OCEANO VI (Junio de 1983) y OCEANO VII (Octubre de 1983) en la Región III, zona 3 del Mar Caribe Colombiano, deja de ver que se presentan leves variaciones estacionales determinadas por las condiciones de clima oceánico y por los efectos de la relación interfase aire-agua.

El patrón de heterogeneidad de la concentración de nutrientes y de

la distribución, composición y abundancia del fitoplancton está determinado por variación en la topografía y por influencia de las condiciones atmosféricas que modifican la dinámica del agua y producen remolinos donde hay hundimiento de aguas o bien zonas con efecto de masa de islas, bancos o cayos, donde se presenta enriquecimiento y turbulencia en la capa eufótica.

Los dinoflagelados y las diatomeas, especialmente los primeros, presentan estrategias de adaptación, que favorecen su presencia, como la diversidad de tipos biológicos y la congeneridad.

Los cocolitofóridos y los silicoflagelados están ampliamente distribuidos pero no son abundantes en el área, por esta razón no son determinantes en la productividad de la zona.

Las zonas cercanas a los Cayos Albuquerque, Este Sudeste y Roncador así como la zona de influencia del Remolino Isabel por su contenido de nutrientes y abundancia del fitoplancton pueden ser de interés pesquero.

El ictioplancton está representado por especies tanto pelágicas como demersales en densidades importantes, lo cual sugiere la posibilidad de que el área sea propicia para el desove y cria de peces con importancia comercial. Su distribución en el área está ligada al punto de bifurcación de la corriente del Caribe y registra desplazamientos latitudinales de acuerdo con la época.

El estudio del bentos demuestra un potencial alimenticio particularmente representado por los crustáceos y poliquetos el cual garantiza una oferta suficiente para las especies demersales con importancia comercial. En el área de San Andrés, el Banco Rosalinda y la plataforma continental sobre el meridiano 81°30'W evidencian grandes potenciales para recursos demersales.

## BIBLIOGRAFIA

### ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA

Sinopsis de los peces marinos de Cuba. La Habana: Instituto de Oceanografía.--Tomo IV:609-881.--1978

### ARMADA NACIONAL DE COLOMBIA

Resultados preliminares Crucero Océano I/ARC.--Bogotá: Publicación DO-I,1970

### ATWOOD, D.K.

La oceanografía regional con respecto a los problemas actuales y futuros de la contaminación y de los recursos vivos- Informe de reuniones de trabajo, No. 11.

### BALECH, E.

Introducción al Fitoplancton marino.--Manuales EUDEBA.--Buenos Aires: 1977

### CARPENTER, E.J.

Nitrogen fixation and uptake of combined nitrogenous nutrients by *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) *Thiebautii* in the western sargasso Sca./E.J.Carpenter and J.J. McCarthy.--Limnol. Oceanogr.--20 (13): 389-401, 1975.

### CARPENTER, E.J.

Nitrogen fixation, distribution and production of *Oscillatoria* (*Trichodesmium*) Spp in the western Sargasso and Caribbean Seas/E.J.Carpenter y C.C.Price.--Limnol. Oceanogr. 22(1):60-72.

### CERVIGON, F.

Catálogo de especies marinas de interés económico actual o potencial para América Latina. Parte 1- Atlántico Centro y Suroccidental/F.Cervigon y W. Fischer.-- Infopesca.--Rome, FAO/UNDP, 1979.-- 372p.

### CUSHING, D.H.

Ecoología Marina y Pesquerías/D.H.Cushing.--España: Ed. Acribia Zaragoza 1975.--252 p.

### CHYTTY, V.

Seasonal Abundance and Distribution of zooplankton, Fish eggs, and fish larvae in the Eastern Gulf of Mexico/V.Chitty y otro.-- NOAA Technical Report,: 1-18.-- 1972-74.

DAVIES, D.

Determination of dissolved oxygen/ D. Davies Chemistry.— 1975, 48(2)  
25-8.

DEFENSE MAPPING AGENCY HYDROGRAPHIC CENTER

Pilot Charts Atlantic Ocean.— Washington, DC; 1982

ECOLOGIA

Barcelona: Ediciones Omega, S.A.— 951 R, 1982.

FISCHER, W.

FAO species identification sheets for fishery purposes. Western  
central Atlantic (Fishing Area 31) / W.Fisher.—Rome, FAO.— 1-7 Vols.

FUNDACION LA SALLE DE CIENCIAS NATURALES

El ecosistema pelágico del Mar Caribe.—Caracas: 1969.— Contribución  
No. 32.— p.p. 36.

GARAY, J. A.

Contribución al estudio oceanográfico químico de la bahía de Cartagena/  
J.A.Garay y E.A. Jurado.— Bogotá: Tesis de grado Universidad Nacional,  
1981.

GARAY J.A.

Manual de Técnicas para análisis de parámetros fisicoquímicos y  
contaminantes marinos/J.A. Garay.— 2<sup>a</sup> ed.—Cartagena: 1982.

GARAY, J.A.

En: boletín científico del Centro de Investigaciones Oceanográficas  
e hidrográficas, CIOH.— J.A.Garay y H. Gutierrez.— Cartagena.—  
1985, No. 5

GONZALEZ, E.

En: boletín científico del Centro de Investigaciones Oceanográficas  
e Hidrográficas, CIOH.— Cartagena.— 1987, No.7; p.73

GUITTAT, D.J.

Un nuevo sistema para armar redes de Ictioplancton. Coloquio sobre  
investigaciones y recursos del Mar Caribe y regiones adyacentes/  
D.J.Guittat.—UNESCO: 448-459.—1971.

GRANT, C.J.

Surface Currents in the Eastern Cayman and Western Caribbean Seas. Bull/C.J.Grant y J.R. WYATT.— Mar. Sci. , 30 (3): 613-622.— 1980.

HERRERA, M.

Estudios en la abundancia del fitoplancton y su distribución geográfica durante el crucero océano VII-área I archipiélago de San Andrés y Providencia.— Bogotá: Tesis de grado Universidad Nacional, 1985.

KINDER, T.H.

Shallow currents in the Caribbean Sea and Gulf of Mexico as observed With satellite tracked drifters. Bull. Mar. Sci/T.H. Kinder.— 33(2): 239-246.

LOEB, V.I.

Distribución vertical y composición de las agrupaciones de Ictioplancton de Invertebrados en el Pacífico Tropical oriental Biología Pesquera/V.I.Loeb y L.A. Nichols.— 1984.—13:39-66.

MARGALEF, R.

Fitoplancton de las Costas de Puerto Rico.—Inv. Pesq.—1957.— Tomo VI:39-52.

MARGALEF, R.

Hydrografía y fitoplancton de un área marina de la costa meridional de Puerto Rico.— Inv. Pesq.—1961.— Tomo XVIII: 33-96.

MARGALEF, R.

Las áreas oceánicas más productivas. Investigación y Ciencia/R.Margalef y M. Estrada.— Ed. Español, No. 49.—1980.

MARGALEF, R.

Composición y distribución del fitoplancton. Estudios sobre el ecosistema pelágico del N.E. de Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat.—La salle: 25(70-71-72).

MARGALEF, R.

La vida suspendida en las aguas/R.Margalef.— Caracas: Castellvi, J. Ecología Marina.— Fundación la Salle de Ciencias Naturales, capítulo 14:493-662.

MORRISON, J.M.

En: Journal of geophysical research.-- Vol.87, No. C6.

OCEANOL

Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment.--Acta 1, 4, 493-509.--1978.

ODUM, E.P.

Ecología/E.P.Odum.--Mexico: 2<sup>a</sup> ed.-- editorial Interamericana S.A, 1974.

PESPECTIVAS EN TEORIA ECOLOGICA

El ecosistema cibernético.--Barcelona: Editorial Blume, 1978.

RILEY, J.P.

Chemical oceanography, academy press London and New York/J.P.Riley y G. Stirrow.--2<sup>a</sup> ed.--1975.

STRICKLAN, J.D.H.

A practical handbook of seawater analysis, fisheries board of Canada/J.D.H.Stricklan y T.R.Parsons.--1<sup>a</sup> ed.--Ottawa, 1972.

SMITH, P.E.

Técnicas estándar para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos/P.E.Smith y S.L.Richardson.-- FAO. Doc.Tec.Pesca.--175:1-107.

TAIT, R.V.

Elementos de Ecología Marina/R.V.Tait.--Madrid: Editorial Acribia, 1971.

TELLEZ, R.C

Estudios en el fitoplancton coleccionado durante el crucero océano VI, área I en el Caribe colombiano.-- Tesis de grado, Universidad Nacional, 1985.

VOLLENWEIDER, R.A.

A manual on methods for measuring Primary Production in Aquatic Environments/R.A.Vollenweider.--IBP Handbook No. 12, 1969.

WALSBY, A.

Gas vesicles. Annual Review of plant physiology/A.Walsby.--Vol.26, 1975.--427-439.