

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
BOLETIN

VOLUMEN 2

NUMERO 8

TEMPERATURA PROMEDIO DE LA
SUPERFICIE DEL MAR FRENTE
A LA COSTA PERUANA,
PERIODO 1928-1969

por

SALVADOR ZUTA y WILFREDO URQUIZO
(Texto revisado, Agosto de 1971)



CHUCUITO, CALLAO, PERU
1972

Temperatura Promedio de la Superficie del Mar Frente a la Costa Peruana, Período 1928-1969

por

SALVADOR ZUTA y WILFREDO URQUIZO

(Cuadros 1-5 — Figuras 1-34)

C O N T E N I D O

	Pág.
EXTRACTO	462
1. INTRODUCCION	462
2. LOS DATOS Y SU TRATAMIENTO	463
3. DISTRIBUCION PROMEDIO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR	465
4. VARIACION PROMEDIO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR	467
5. OCURRENCIA DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS	468
6. CONDICIONES ANOMALAS	469
7. RESUMEN Y CONCLUSIONES	470
8. SUMMARY AND CONCLUSIONS	473
9. REFERENCIAS	475
10. LISTAS DE LAS FUENTES DE DATOS	478
A) Lista de la fuente de datos de cruceros nacionales	478
B) Lista de la fuente de datos de cruceros o expediciones extranjeras	479
11. CUADROS DE DATOS PROMEDIOS	480
Cuadro N° 1.—Temperaturas mensuales promedio (°C) de la superficie del mar por cuadros de 1° Marsden	480
Cuadro N° 2.—Temperaturas mensuales de la superficie del mar para el cuadrado Marsden 308-51	481
Cuadro N° 3.—Temperaturas mensuales de la superficie del mar para el cuadrado Marsden 307-98	482
Cuadro N° 4.—Temperaturas mensuales de la superficie del mar para el cuadrado Marsden 343-36	483
Cuadro N° 5.—Temperaturas mensuales de la superficie del mar para el cuadrado Marsden 343-72	484
12. LISTA DE FIGURAS	485
13. GRAFICOS	486

EXTRACTO

Se presenta cartas de promedio mensual, estacional y anual de la temperatura superficial del mar, así como cartas de variación promedio de mes a mes y anual, y también de ocurrencia de temperaturas máximas y mínimas absolutas en la costa peruana. Han sido preparadas con todos los datos disponibles de cruceros o expediciones oceanográficas realizados en el período 1928-1969 en el área frente al Perú. Para el intervalo 1939-1956 se han incluido los datos de los "Mapas Mensuales del Litoral Peruano" publicados por la Compañía Administradora del Guano. Como parte complementaria se presenta gráficos de variación estacional en áreas costeras, así como el Cuadro N° 1 de datos promedios más representativos y los Cuadros Nos. 2 al 5 de datos anuales correspondientes a cuatro puntos de la costa peruana.

Se discute brevemente los aspectos más importantes de la distribución y variación de la temperatura promedio de la superficie del mar, con un ligero comentario de los años anómalos que ocurrieron en el período considerado. Son aspectos destacados de la distribución el gran paralelismo de las isotermas con la línea costera, desde las postrimerías de la primavera hasta fines del otoño, y la gran irregularidad de las mismas en el invierno, principalmente en agosto y setiembre. No menos destacadas son las dos lenguas cálidas oceánicas, una orientada principalmente hacia el sureste y otra principalmente zonal (con el eje entre los 9°-11° S), que aparecen de noviembre a junio la primera, y de julio a octubre la segunda. Además son aspectos notables las dos lenguas frías, una frente a Paita y otra frente a Punta Doña María, que se destacan mejor en el invierno. En cuanto a variaciones, los afloramientos costeros influyen enormemente en el ciclo anual; pero también desempeña un papel importante la advección de aguas oceánicas, particularmente de origen subtropical, en gran parte de la costa peruana. Al norte de los 5° S, desempeña un papel preponderante el frente ecuatorial que se destaca con 4 a 9 isotermas en una franja cuyo ancho varía entre las 70 y 130 millas.

1. INTRODUCCION

El conocimiento de las características de la superficie del mar es sumamente importante, porque a través de este límite natural se realiza la interacción entre el océano y la atmósfera. Dentro de tales características, la temperatura es un parámetro muy importante y uno de los más fáciles de medir. Las variaciones de la temperatura superficial están relacionadas fundamentalmente con la absorción de la radiación solar, la circulación atmosférica, las corrientes superficiales, los afloramientos costeros, los hundimientos y los movimientos advectivos. Estos complicados factores oceanográfico-meteorológicos han sido tratados específicamente por Rodewald (1948, 1954), Neumann y Pandolfo (1958), Lamb y Johnson (1959), Namias (1959, 1963), entre otros, y también tomados muy en cuenta por Bjerknes (1961), Muromtsev (1963), Wyrтки (1965), Neumann y Pierson (1966), etc. Los ríos de la costa peruana que desembocan en el Pacífico,

tienen una influencia pequeña o nula en el mar, debido al poco caudal de sus aguas, entre los que más destacan, de norte a sur, los ríos Tumbes, Chira, Santa, Pativilca, Cañete y Majes.

El conocimiento de la temperatura superficial y sus variaciones contribuye al estudio y predicción de las condiciones del ambiente marino y, en particular, de fenómenos como el afloramiento y "El Niño", que revisten un carácter especial frente al Perú. Las predicciones a corto y largo plazo de las condiciones térmicas del mar son una valiosa ayuda en diversas actividades humanas, de manera especial en el aprovechamiento de los recursos vivos del mar, ya que la temperatura es uno de los factores que influyen en la vida y el comportamiento de los peces y otros animales marinos. Para hacer predicciones se requiere el conocimiento de las condiciones promedio o condiciones normales, como un sistema básico de referencia. En el presente trabajo se establecen dichas condiciones, con ciertas limitaciones dadas principalmente por el reducido número de datos en áreas alejadas de la costa; pero muy representativas para las áreas netamente costeras y de gran productividad marina.

Para las aguas costeras del Perú, hasta el momento sólo contamos con los "Mapas Mensuales del Litoral Peruano" (1939-1956) elaborados por la Compañía Administradora del Guano y las cartas estacionales publicadas en el trabajo de Zuta y Guillén (1970), ambas de promedios relativamente buenos, pero con muchos vacíos. Para un área un poco más amplia y periodo comprendido entre el verano de 1964 y el verano de 1966, contamos con el "Atlas Marino" de Stevenson et al (1970). Para el área del Pacífico Tropical Oriental (30° N-40° S y entre la costa y los 140° W) tenemos las cartas estacionales publicadas en el trabajo de Bjerknes (1961) y las cartas mensuales del trabajo de Wyrтки (1964). Además, parte de la costa peruana (desde los 10° S hacia el norte) es abarcada por las cartas mensuales promedio de Laviolette y Seim (1969). No está demás mencionar también que para el futuro nos será muy útil el Atlas de Eastropac que constará de 11 volúmenes y ya ha comenzado a publicarse con el volumen 4 (Love, 1970).

Agradecemos las sugerencias de los señores R. Jordán, A. Ch. de Vildoso, E. Avila y O. Guillén, en la revisión del texto original. Igualmente nuestro reconocimiento a J. Rohrhersch, de la Oficina de Investigación y Desarrollo de la Marina, por su paciente cooperación en la redacción en inglés del título octavo del texto.

2. LOS DATOS Y SU TRATAMIENTO

Se colectaron todos los datos disponibles de temperatura superficial del mar, pertenecientes a diferentes cruceros oceanográficos nacionales y extranjeros para el área bajo estudio, comprendida entre las latitudes de 1° S y 20° S y entre la costa y la longitud de 86° W. La relación completa de las fuentes de datos usadas se da en las listas A y B del título 10. También

fueron incluidos los datos de los "Mapas Mensuales del Litoral Peruano" (1939-1956) de la Compañía Administradora del Guano, correspondientes mayormente a la franja costera comprendida dentro de las 60 millas, y que, según manifiesta Schweigger (1951), fueron tomados por barcos mercantes y de la Armada, y también, según comunicación personal de R. Jordán, por barcos de la referida compañía.

En la Fig 1 se da la distribución de los cuadros de 10° y 1° Marsden para el área frente al Perú, de acuerdo al sistema internacional. El sistema seguido en los promedios por cuadrados de 1° Marsden consistió en encontrar primero el promedio diario, luego de este promedio pasar al promedio mensual y del mensual al promedio anual. Así se llegó a obtener promedios mensuales para cada año y para cada cuadrado de 1° Marsden, y a partir de estos promedios se obtuvo el promedio mensual patrón de cada cuadrado para el período 1928-1969. Del promedio mensual patrón se pasó al promedio estacional y al promedio anual. El término estacional se refiere a las estaciones anuales del Hemisferio Sur, es decir: enero a marzo para el verano; abril a junio para el otoño; julio a setiembre para el invierno, y octubre a diciembre para la primavera.

Consideramos que los promedios más representativos son los correspondientes a observaciones de 10 ó más años, pudiendo bajar a 4 y 5 años lejos de la costa, en áreas de régimen propiamente oceánico. En el Cuadro N° 1 se dan los datos promedio más confiables, correspondientes a los cuadrados que aparecen sombreados en la Fig. 1, los cuales servirán para encontrar anomalías o desviaciones en un determinado año, etc. Estos cuadrados cuentan con observaciones de 4 a 23 años, y el total de observaciones por cuadrado pasa de 8,000 en algunos casos. A continuación se puede ver la distribución de frecuencia de los 360 datos promedio del Cuadro N° 1 con respecto al número de años observados (intervalo) en los doce meses del año en el período 1928-1969:

Intervalo (años) :	4-7	8-11	12-15	16-19	20-23
Frecuencia :	16	59	112	127	46

Como complemento del Cuadro N° 1 se presentan los cuadrados N° 2 al 5, correspondientes a los 4 cuadrados doblemente sombreados de la Fig. 1 (308-51, 307-98, 343-36 y 343-72, respectivamente), en los cuales se puede ver los años de calentamiento y enfriamiento anómalos comentados brevemente más adelante (Ver título 6). De las cartas mensuales, las más representativas son las correspondientes a las Figs. 3, 5, 10 y 12 de los meses de febrero, abril, setiembre y noviembre, respectivamente.

Los datos de los "Mapas Mensuales del Litoral Peruano" (MMLP) son realmente numerosos y un 50% de ellos corresponden a observaciones de 1 a 8 años y los otros 50% a observaciones de 9 a 15 años. Y para tener una idea de la validez de los mismos conviene aclarar que previamente se preparó con fines de uso interno cartas mensuales con datos exclusivamente de los

MMLP, e igualmente con datos exclusivamente de los cruceros oceanográficos del IMARPE (incluido los del IREMAR), sin haber encontrado apreciables discrepancias entre ellas. Desde luego que fueron descartados del promedio los datos obviamente erróneos. A continuación damos algunas cifras tomadas de dichas cartas, correspondientes a cinco cuadrados de 1° Marsden (entre paréntesis se señala el total de años y de observaciones, respectivamente), 2 de la parte norte, 2 de la parte central y 1 de la parte sur:

C.M	Mes	IMARPE	MMLP	Dif.
308 — 41	Agosto	17.8 (4,22)	17.3 (15, 247)	+ 0.5
308 — 51	Febrero	22.0 (6,30)	22.1 (14, 552)	— 0.1
343 — 18	Diciembre	19.7 (5,16)	18.9 (10, 79)	+ 0.8
343 — 27	Junio	16.9 (4,31)	16.9 (14, 267)	0.0
343 — 71	Setiembre	15.5 (3,6)	16.2 (10, 113)	— 0.7

Al preparar las cartas de variaciones promedio de mes a mes (Fig. 19 a la 30) se descartaron los datos correspondientes a áreas con muy poca densidad de observaciones. Para la carta de variación anual promedio (Fig. 31) se trabajó con los máximos y mínimos del cuadrado respectivo, lo que nos permitió incluir la mayoría de los datos promedio de los cuadrados. En la elaboración de las cartas de ocurrencias de máximos y mínimos (Fig. 32 y 33), para eliminar datos tomamos en cuenta principalmente el número de meses con observaciones en los períodos de calentamiento y enfriamiento máximos.

3. DISTRIBUCION PROMEDIO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

Las Figs. 2-18 presentan la distribución promedio de la temperatura superficial del mar, tanto mensual (Figs. 2-13), estacional (Figs. 14-17) y anual (Fig. 18).

Desde las postrimerías de la primavera (diciembre) hasta fines del otoño (junio), la temperatura aumenta lejos de la costa y las isoterms muestran una tendencia predominantemente paralela a la línea costera entre las latitudes de 5° -19° S y hasta 100 millas de la costa. Esta característica sufre modificaciones notables en el invierno, especialmente en agosto y setiembre, en que la distribución térmica es muy irregular, debido a advecciones de aguas frías hacia el mar abierto y de aguas calientes hacia la costa, principalmente alrededor de los 10° S estas últimas y alrededor de los 15° S las primeras. Más allá de las 100 millas, una lengua de agua caliente, orientada principalmente hacia el sureste, aparece en los meses de noviembre a junio y es muy marcada en los meses de enero a abril. Esta es la lengua caliente mencionada por Bjerknes (1961) y Wyrтки (1964), quienes sugieren como

causas posibles los fenómenos de advección y calentamiento in situ, y que a nosotros nos parece que la advección de aguas calientes de la zona norte (parte situada al norte de los 6° S) juega el papel principal en su formación. En los meses de julio a octubre es una característica notable la lengua caliente predominantemente zonal, con el eje desplazándose entre los 9°-11° S, que destaca aún más en los meses de agosto a setiembre (ver también Fig. 6 de Bjerknes, 1961), época en que logra aproximarse más a la costa, con desviaciones en dirección sureste que afectan principalmente la parte costera frente a Cerro Azul, una de las áreas más importantes en la pesquería de anchoveta. Esta lengua zonal arrastra aguas de relativamente alta salinidad (ver Fig. 61 de Zuta y Guillén, 1970) y parece proceder del oeste, con una posible conexión con la Contracorriente Surecuatorial de Reid (1961).

Otro aspecto notable de la distribución térmica es la presencia de dos lenguas de agua fría durante gran parte del año, una frente a Paita y otra frente a Punta Doña María, principalmente en los meses de invierno y particularmente en setiembre (Figs. 8-10 y 16). Parece que la primera tiene mucha relación con el afloramiento entre las Islas Galápagos y el Continente, de las aguas del ramal sur de la extensión de la Corriente Cromwell. La otra lengua es resultado del afloramiento intenso que se desarrolla alrededor de los 15° S, cuyas características son dadas por Zuta y Guillén (1970).

Para aplicaciones prácticas, podemos tomar como borde exterior de la franja netamente costera la isoterma de 22° C en el verano, la de 20° C en el otoño y la de 17° C en el invierno (aunque en agosto y setiembre esta identificación se vuelve un tanto impropia al sur de los 12° S). En la primavera es necesario tomar tres isotermas: La de 17° C en octubre (condición invernal), la de 18° C en noviembre y la de 19° C en diciembre.

Las temperaturas más bajas de la parte costera se presentan entre los 14°-16° S durante todo el año. En julio se extienden entre los 14°-17° S. En octubre aparecen además en otras áreas más al norte: Entre los 11°-14° S y entre los 7°-9° S. Estas áreas más frías, que están relacionadas con el afloramiento costero, aparecen con temperaturas menores de 19° C en el verano, menores de 18° C en abril, menores de 17° C en mayo y diciembre, menores de 16° C en junio, julio, octubre y noviembre, y menores de 15° C en agosto y setiembre. Es decir, que entre los 14°-16° S las aguas de afloramiento aparecen en el curso del año con temperaturas entre 19 y 14° C. Estos valores extremos varían hacia el norte, como por ejemplo frente a Paita, donde las aguas de afloramiento se presentan con temperaturas entre 22 y 16° C durante el año, con la máxima en verano (febrero y marzo) y la mínima en agosto y octubre.

En las cartas estacionales (Figs. 14-17) y la anual (Fig. 18) se destacan mejor la lengua fría frente a Paita, la lengua caliente del norte y los bolzones calientes frente a Ilo, bolzones que parecen surgir de la interrupción de dicha lengua. Es también conveniente notar las similitudes entre las Figs. 14, 15 y 18 por un lado y entre las Figs. 16 y 17 por otro lado. Las Figs. 14 y 16 presentan las diferencias más notables. Además, las Figs. 14 a la 17 son bastante similares a las estacionales de Zuta y Guillén (1970).

Al norte de los 5° S se presenta el gran contraste térmico del frente ecuatorial, con 4 a 9 isotermas dentro de una franja cuyo ancho varía entre 70 y 130 millas (más angosta en el verano y más ancha en el invierno). El contraste es mayor en agosto, setiembre y diciembre, y es menor en los meses de verano, especialmente en febrero y marzo. El gradiente máximo es de 0.6° C/10 mn en los meses de verano, y de 0.7 C/10 mn en los meses de invierno.

4. VARIACION PROMEDIO DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR

Las variaciones de la temperatura superficial, tanto estacionales como de períodos mayores, son en general más complejas y de mayor importancia para las poblaciones de peces y otros organismos, a lo largo de la plataforma continental. Conviene subrayar que la variación en un determinado punto se refiere no a una porción particular de agua, sino a una porción que está cambiando continuamente (Defant, 1960), y es la variación en una masa de agua individual la que resulta importante para los organismos planctónicos que son arrastrados por el agua (Pickard, 1963). La variación diurna de la temperatura superficial del mar es en general pequeña en la parte oceánica (raras veces excede los 0.3° C) y mayor en aguas de poco fondo cercanas a la costa (puede llegar a 2 y 3° C). Para las aguas costeras del Perú, Zuta y Guillén (1970) y Schweigger (1951) encontraron que la variación diurna es del orden de 1° C en gran parte de la costa, aunque el último autor encontró, además, valores de 2 y 3° C para la Bahía de Sechura (al norte de Punta Aguja).

Las Figs. 19-30 presentan las variaciones promedio de mes a mes y la Fig. 31 la variación anual promedio, a las que complementan las Figs. 32, 33 y 34 de ocurrencias de máximas, de mínimas y de variación estacional, respectivamente. Un calentamiento general del área de estudio sólo se observa en las Figs. 28, 29 y 30, o sea entre los meses de octubre y enero. El enfriamiento general del área aparece en las Figs. 22, 23 y 25, o sea entre abril y agosto, exceptuando la Fig. 24 (de junio a julio). Los procesos combinados de áreas de calentamiento (C) y áreas de enfriamiento (E) se dan en las Figs. 19, 20, 21, 24, 26 y 27, con la relación $C > E$ en las Figs. 19, 21, 24 y 27, y la relación $C = E$ en las Figs. 20 y 26. Es decir que hay 5 meses con predominio del área de calentamiento (de octubre a febrero), 5 meses con predominio del área de enfriamiento (abril a agosto) y 2 meses con un equilibrio entre las áreas de calentamiento y enfriamiento (marzo y setiembre). La etapa principal de calentamiento general va de octubre a enero, y la de enfriamiento general de abril a junio. Para los períodos típicos tanto de calentamiento como de enfriamiento, el valor absoluto de las isoanómalas aumenta en general lejos de la costa.

En la Fig. 31 se ve que las variaciones anuales promedio son generalmente de 3 a 7° C dentro de las 100 millas de la costa, y menores de 5° C hasta 30 millas de la costa. Más allá de las 100 millas, en el área de la lengua caliente

que aparece de noviembre a junio, se sitúa la franja de máxima variación anual, variación que en partes excede los 10° C. Por otro lado, en la Fig. 8 de Bjerknes (1961) y la Fig. 26 de Wyrтки (1964), la orientación del eje de dicha franja parece estar relacionada con la Corriente Costera Peruana y la convergencia subtropical (ver Fig. 3 de Wyrтки, 1967).

La Fig. 34 y el Cuadro N° 1 indican que los máximos absolutos aparecen en verano, los mínimos absolutos en invierno (excepto algunos casos que se presentan en octubre) y los máximos y mínimos secundarios en las diferentes estaciones del año. El período de enfriamiento dura de 4 a 8 meses (ver 343-63), siendo más frecuente de 6 a 7 meses (ver 307-98). El afloramiento costero influye enormemente en el ciclo anual, introduciendo lapsos de 4 a 6 meses de enfriamiento aproximadamente uniforme o estacionario (ver 343-36), como también reduciendo la amplitud anual (ver 343-45). La influencia de aguas oceánicas, principalmente de aguas subtropicales superficiales, se traduce en los cambios bruscos y las amplitudes máximas, como se puede ver en la Fig. 34(a). También conviene observar en el Cuadro N° 1, que como efecto de la influencia de aguas superficiales ecuatoriales y subtropicales, se presentan cuatro áreas de temperaturas más altas entre las siguientes latitudes meridionales: 3-4 (308-30), 8-9 (308-80), 11-12 (343-18), y 17-18 (343-72). Asimismo, la acción del afloramiento costero da lugar a que tres áreas intercaladas entre las anteriores: 308-60, 343-07 y 343-45, presentan las temperaturas generalmente más bajas, principalmente la última.

En la Fig. 34 podemos tomar como curvas más o menos típicas: La del área 308-31 para las aguas de la zona norte, la del área 343-73 para las del régimen subtropical y la del área 343-63 para las de afloramiento costero. Además, podemos distinguir tres regímenes de variaciones, con las características dadas a continuación:

- Régimen A, de dos fases continuas: Una de enfriamiento y otra de calentamiento. Como ejemplo tenemos el área 307-98 (Fig. 34c).
- Régimen B, de tres fases: la 1ª de enfriamiento continuo; la 2ª de enfriamiento estacionario, y la 3ª de calentamiento continuo. Ejemplo el área 343-63 (Fig. 34e).
- Régimen C, de tres fases: La 1ª de enfriamiento continuo; la 2ª de lapsos cortos de calentamiento y enfriamiento consecutivos, y la 3ª de calentamiento continuo. Como ejemplo tenemos el área 308-71 (Fig. 34b).

Las fases 2ª de B y 2ª de C ocurren entre junio y octubre, aunque la de B más comúnmente entre julio y octubre.

5. OCURRENCIA DE TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS

En la Fig. 32 podemos ver que las máximas absolutas de temperatura se producen en un lapso de 4 meses, de enero a abril (verano y comienzos del

otoño), generalmente más temprano en la parte costera, especialmente frente a San Juan-Ilo, y más tarde en la parte oceánica y hacia el norte. La Fig. 33 muestra que las mínimas absolutas ocurren también en un lapso de 4 meses, de julio a octubre (invierno y comienzos de la primavera), más temprano principalmente alrededor de Cabo Blanco, frente a Callao-Punta Doña María y frente a San Juan-Ilo, y más tarde en varias porciones frente a Punta Aguja-Supe. Los meses principales para las máximas son febrero y marzo, y para las mínimas son agosto y setiembre, principalmente este último. Las discrepancias notables con las Figs. 27 y 28 de Wyrтки (1964) parecen deberse principalmente a las áreas tomadas para el promedio por dicho autor (ver Fig. 76).

6. CONDICIONES ANOMALAS

Dentro de los fenómenos anormales que ocurren frente a la costa peruana y tienen consecuencias negativas en la pesquería nacional, la industria del guano, etc., tenemos el conocido fenómeno "El Niño", cuyas características ya han sido tratadas por varios autores, como Schott (1931), Schweigger (1942, 1961, 1964), Wooster (1960), Bjerknes (1961, 1967), Zuta y Guillén (1970), entre otros. Nosotros sólo queremos recalcar que en el período 1928-1969 han ocurrido tres fenómenos "El Niño" de gran magnitud (Aunque no tan espectaculares como los de 1891 y 1925, descritos por Schott en 1931): Los de 1941, 1957 y 1965, como se puede ver en los cuadros Nos. 2 al 5, correspondientes a las áreas que aparecen doblemente sombreadas en la Fig. 1 y convenientemente ubicadas a lo largo de la costa peruana. En la década del sesenta, que tuvo el invierno más frío en 1964 (Zuta y Guillén, 1970), las observaciones fueron escasas y esporádicas, por lo que en los cuadros aludidos sólo se ha incluido por conveniencia los años 1965 y 1969. Se puede agregar que el fenómeno "El Niño" de 1941 fue entre noviembre 1940 y mayo 1941; el de 1957 entre noviembre 1956 y mayo 1957, y el de 1965 entre noviembre 1964 y abril 1965.

En cuanto a la magnitud de los enfriamientos, la década del cincuenta sobresalió con los años más fríos de 1950, 1954 y 1955. Además, Bennett (1963) notó que el año 1955 fue excepcionalmente frío en el Pacífico Tropical Oriental. Para formarnos una mejor idea de estos años anómalos damos el siguiente cuadro de anomalías (° C) para los meses de verano (SD significa: sin datos):

	<u>Años Muy Calientes</u>		<u>Años Muy Fríos</u>		
	1941	1957	1950	1954	1955
	<u>Area 308-51 (Paita-Pta. Falsa):</u>				
Ene.	+ 4.2	SD	- 2.9	- 1.0	+ 2.3
Feb.	+ 3.7	SD	- 3.3	- 1.7	SD
Mar.	+ 3.5	SD	- 2.3	SD	- 3.1

	<u>Años Muy Calientes</u>		<u>Años Muy Fríos</u>		
	1941	1957	1950	1954	1955
<u>Area 307-98 (Chimbote-Huarmey):</u>					
Ene.	+ 5.1	+ 0.7	— 3.2	— 1.2	+ 1.2
Feb.	+ 1.6	+ 2.7	— 3.5	— 1.5	— 0.9
Mar.	+ 2.1	+ 3.5	— 3.0	— 1.5	— 2.5
<u>Area 343-36 (Pisco):</u>					
Ene.	+ 2.2	+ 4.1	— 2.0	— 0.9	+ 3.2
Feb.	+ 2.5	+ 4.7	— 2.3	— 1.1	0.0
Mar.	+ 2.2	+ 4.5	— 3.2	— 2.3	— 4.3
<u>Area 343-72 (Mollendo-Ilo):</u>					
Ene.	+ 0.7	SD	+ 0.5	+ 0.9	SD
Feb.	+ 1.9	SD	— 1.6	— 0.1	SD
Mar.	+ 2.7	SD	— 1.2	— 0.1	— 3.7

7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El área considerada en el presente estudio es una pequeña porción costera del Pacífico Tropical Oriental, que se extiende entre las latitudes de 1° S-20° S y entre la costa y la longitud de 86° W. En la descripción empleamos el término de zona norte para referirnos a la parte situada al norte de los 6° S. Cuando decimos aguas oceánicas nos referimos a las aguas del océano abierto. Cuando hablamos de estaciones del año nos referimos a las estaciones del Hemisferio Sur.

Las temperaturas promedio de la superficie del mar corresponden a observaciones realizadas en el período 1928-1969 (que viene a representar algo más de 4 décadas), y, por la densidad de las observaciones, son más representativas dentro de las 50 millas de la costa. En este sentido, las cartas más representativas de las 4 estaciones del año pertenecen a: febrero, abril, setiembre y noviembre.

En cuanto a la distribución y variación promedio de la temperatura superficial del mar, podemos señalar los siguientes aspectos principales:

- a) Las isotermas muestran una tendencia predominantemente paralela a la línea costera desde fines de la primavera hasta fines del otoño. Esta

- característica sufre modificaciones notables en el invierno, muy especialmente en agosto y setiembre, debido principalmente a advecciones de aguas calientes hacia la costa y de aguas frías hacia fuera de ella, particularmente notables alrededor de las latitudes de 10° S y 15° S, respectivamente.
- b) Una lengua caliente oceánica, orientada principalmente hacia el sureste, se hace presente frente a toda o gran parte de la costa durante 8 meses, de noviembre a junio, y se destaca mejor de enero a abril. Parece que en la formación de esta lengua juega un papel principal la advección de aguas calientes de la zona norte, sin dejar de ser importante también, aunque en un segundo orden, el calentamiento "in situ".
 - c) Una lengua caliente, predominantemente zonal y con el eje fluctuando entre los 9° S- 11° S, representa una característica notable de julio a octubre, y se destaca mejor en agosto y setiembre, meses en que logra una mayor aproximación a la costa, con desviaciones que afectan el área costera frente a Cerro Azul, una de las más importantes en la pesquería peruana de la anchoveta.
 - d) Dos lenguas de agua fría, una frente a Paita y otra frente a Punta Doña María, aparecen durante casi todo el año y se destacan mejor en el invierno, especialmente en setiembre.
 - e) Las temperaturas más bajas de la parte costera se presentan entre los 14° S- 16° S durante todo el año, con un rango de 19° a 14° C. Frente a Paita el rango anual varía a 22° - 16° C.
 - f) Para aplicaciones prácticas, podemos tomar como borde exterior de las aguas netamente costeras la isoterma de 22° C en el verano, la de 20° C en el otoño y parcialmente la de 17° C en el invierno. Para la primavera necesitamos tres isotermas: La de 17° C en octubre, de 18° C en noviembre y 19° C en diciembre.
 - g) El frente ecuatorial es un aspecto permanente al norte de los 5° S, con 4 a 9 isotermas en una franja de 70 a 130 millas de ancho, más ancha en el invierno. Su gradiente máximo es de 0.6° C/10 mn en los meses de verano, y de 0.7° C/10 mn en los meses de invierno (mn = millas náuticas).
 - h) Dentro de las variaciones, las más importantes son las estacionales y las geográficas, y las diurnas son prácticamente despreciables. De verano a invierno se presentan los cambios más notables. El otoño guarda mucha similitud con el verano, y las condiciones de primavera se parecen más a las del invierno.
 - i) La franja costera comprendida dentro de las 30 millas de la costa, presenta la menor variación anual, mayormente menor de 5° C. Una

- franja que se extiende a mayor distancia de la costa, coincidiendo prácticamente con la parte donde se extiende la lengua caliente de (b), presenta la mayor variación anual, variación que en partes excede los 10° C:
- j) En cuanto a variaciones de mes a mes, el calentamiento predomina de octubre a febrero y el enfriamiento predomina de abril a agosto. En marzo y setiembre hay aproximadamente un equilibrio entre las áreas de calentamiento y las de enfriamiento. Un calentamiento general se produce entre los meses de octubre a enero. Un enfriamiento general se observa entre abril-junio y entre julio-agosto.
 - k) El período de enfriamiento de la parte netamente costera dura mayormente 6 a 7 meses y en algunos casos 4 a 8 meses. El ciclo anual está enormemente influenciado por el afloramiento costero, fenómeno que introduce lapsos hasta de 4 a 6 meses de enfriamiento aproximadamente uniforme o estacionario. La influencia de aguas oceánicas se revela principalmente en los cambios bruscos y las amplitudes máximas, jugando en este caso papel principal las aguas subtropicales superficiales.
 - l) En el lado costero se destacan de norte a sur, cuatro áreas de temperaturas más altas entre las latitudes de 3-4, 8-9, 11-12 y 17-18° S, y tres áreas con temperaturas generalmente más bajas entre las latitudes de 6-7, 10-11 y 14-15° S.
 - m) En el ciclo anual de las áreas costeras podemos diferenciar tres regímenes de variaciones con las características siguientes:
 - Régimen A, de dos fases: Una de enfriamiento continuo y otra de calentamiento continuo.
 - Régimen B, de tres fases: La 1ª de enfriamiento continuo; la 2ª de enfriamiento estacionario, y la 3ª de calentamiento continuo.
 - Régimen C, de tres fases: La 1ª de enfriamiento continuo; la 2ª de lapsos cortos de calentamiento y enfriamiento consecutivos, y la 3ª de calentamiento continuo.
 - n) Las temperaturas máximas absolutas se presentan en los meses de enero a abril, más temprano en la parte costera. Las mínimas absolutas ocurren a abril, más temprano en la parte costera, especialmente frente a San Juan-Ilo. Las mínimas absolutas ocurren en los meses de julio a octubre, más temprano principalmente alrededor de Cabo Blanco, frente a Callao-Pta. Doña María y frente a San Juan-Ilo. Los meses principales son febrero y marzo para las máximas, y agosto y setiembre para las mínimas.
 - o) En los años de 1928-1969, los períodos más calientes se presentaron en 1940-41, 1957-58 y 1965, y la década del cincuenta sobresalió con los años más fríos de 1950, 1954 y 1955.

8. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The area considered in this study is a small coastal portion of the eastern Tropical Pacific Ocean, between latitude 1° S- 20° S, and between the coast and the 86° W. In the description we use the terms "northern zone" for the part located north of 6° S, "oceanic waters" for waters of the open ocean, and "seasons" for the seasons of the year of the Southern Hemisphere.

The average sea surface temperatures were obtained from observations made during 1928-1969, and according to the density of observations, they are more representative out to 50 miles from the coast. For this reason the charts of February, April, September and November have greater reliability.

On the mean distribution and variation of the sea surface temperature, we can point out the following features:

- a) The isotherms show a tendency to parallel the coastline from late spring to the end of autumn. This characteristic suffers significant modifications in winter, especially in August and September, due mainly to advections of warm water toward the coast (more pronounced at about 10° S), and of cold waters from the coast (more pronounced at about 15° S).
- b) A warm oceanic tongue, moving mainly toward the SE, appears off all or almost all the Peruvian coast during 8 months (from November to June), and is more strongly developed from January to April. It seems that the incursion of warm water from the northern zone is the principal factor in the formation of this tongue, with local heating being the other lesser factor.
- c) A warm zonal tongue is developed from July to October, with its axes fluctuating between 9° S- 11° S. During August and September, this tongue moves closer toward the coast, and deflects toward the southeast affecting the coastal area off Cerro Azul, an important zone for the Peruvian anchovy fishery.
- d) Two tongues of cold waters, one off Paita and the other one off Doña Maria Pt. appear during most of the year. These two outflows become more strongly developed in winter, especially in September.
- e) The lowest coastal temperatures appear during the entire year between 14° S- 16° S, with a range of 19° - 14° C. Off Paita, the annual variation is between 22° - 16° C.
- f) For practical purposes, isotherms can be used to delimit the cold coastal waters: the 22° C isotherm in summer, 20° C in autumn, and in some places the 17° C in October, 18° C in November, and 19° C in December.
- g) The equatorial front is a permanent feature north of 5° S, with 4 to 9

- isotherms within a band normally 70 to 130 miles wide, but slightly wider in winter. Maximum thermal gradient is in the order of $0.6^{\circ}\text{C}/10\text{ nm}$ in summer and $0.7^{\circ}\text{C}/10\text{ nm}$ in winter.
- h) The seasonal and geographic variations are the most important with the diurnal variation being negligible. The greatest changes occur from summer to winter. The autumn conditions are very similar to the summer ones and the spring conditions are more like those of winter.
 - i) The coastal band up to 30 miles from the coast presents the lowest annual temperature variation, usually less than 5°C . The greatest annual variations, in some cases greater than 10°C , take place farther offshore in a band that practically coincides with the zone of the warm tongue mentioned in (b).
 - j) In reference to changes from month to month, warming predominates from October to February and cooling from April to August. A state of equilibrium exists between areas of heating and cooling during March and September. General warming occurs only from October to January and general cooling from April to June and from July to August (June to July presents a mixture of cooling and some heating).
 - k) The period of cooling for the coastal belt generally lasts 6-7, but in some cases can be as short as 4 or as long as 8 months. The annual cycle is greatly influenced by the coastal upwelling, which can introduce intervals of up to 4 and 6 months of approximate stationary cooling. The influence of oceanic waters, mainly of subtropical source, is indicated primarily by the sharp changes and the maximum amplitudes of temperature variations.
 - l) Along the coast from north to south areas of high temperatures are located between latitudes $3-4^{\circ}$, $8-9^{\circ}$, $11-12^{\circ}$ and $17-18^{\circ}\text{S}$, and areas of generally low temperatures between latitudes $6-7^{\circ}$, $10-11^{\circ}$ and $14-15^{\circ}\text{S}$.
 - m) In the annual cycle of the coastal areas we can differentiate three regimes with the following characteristic variations:
 - Regimen A, two phases: One of continuous cooling and the other of continuous warming.
 - Regimen B, three phases: The first of continuous cooling, the second of stationary cooling, and the third of continuous warming.
 - Regimen C, three phases: The first of continuous cooling, the second of consecutive short periods of warming and cooling, and third of continuous warming.
 - n) The absolute maximum temperature can appear anytime during January through April and generally in January-February along the coast. The

absolute minimum occurs during July to October and slightly earlier off Cabo Blanco, off Callao-Doña Maria Pt., and off San Juan-Ilo. The principal periods of temperature maximum are February and March, and August and September for the minimum.

- o) During 1928-1969, the warmest periods occurred in 1940-41, 1957-58 and in 1965, and the decade of the 50' S presented the coldest periods during 1950, 1954 and 1955.

9. REFERENCIAS

- BENNETT, E. B., 1963. An Oceanographic Atlas of the Eastern Tropical Pacific Ocean, based on data from EASTROPIC Expedition, October-December 1955. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 8, Nº 2.
- BJERKNES, J., 1961. El Niño Study on analysis of ocean surface temperatures 1935-57. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. V, Nº 3.
- 1967. Survey of "El Niño" 1957-58 in its relation to tropical Pacific Meteorology. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull. 12(2), 1-42.
- COMPAÑIA ADMINISTRADORA DEL GUANO, 1956. Mapas Mensuales del Litoral Peruano 1939-1956. Enero a diciembre. Departamento de Oceanografía e Ictiología.
- DEFANT, A., 1960. Physical Oceanography, Vol. I. Pergamon Press.
- LAMB, H. H. and A. J. JOHNSON, 1959. Climatic variations and observed changes in the general circulation. Geogr. Annaler, Vol. 41, Nº 2 and 3.
- LAVIOLETTE, P. E. and S. E. SEIM, 1969. Monthly charts of Mean, Minimum, and Maximum Sea Surface Temperature of the North Pacific Ocean. Naval Oceanographic Office, SP-123, 62 pp.
- LOVE, C. M. (Editor), 1970. Eastropac Atlas., U.S. Department of Commerce, Vol. 4, Circular 330.
- MUROMTSEV, A. M., 1963. The principal hydrological features of the Pacific ocean (Translated from Russian). Israel Program for Scientific translations.
- NAMIAS, J., 1959. Recent seasonal interactions between North Pacific Waters and the overlying atmospheric circulation. J. Geophys. Res., Vol. 64, pp. 631-646.
- 1963. Large-scale air-sea interaction over the North Pacific from summer 1962 through subsequent winter. J. Geophys. Res. Vol. 68, Nº 22, pp. 6171-6186.

- NEUMANN, G. and J. PANDOLFO, 1958. Studies on the interaction between ocean and atmosphere with application to long range weather forecasting. Final Report, Contr. AF 19(604)-1284, College of Engineering, N.Y.U.
- NEUMANN, G. and W. J. PIERSON, JR., 1966. Principles of Physical Oceanography, New York: Prentice-Hall, Inc.
- PICKRAD, G. L., 1963. Descriptive Physical Oceanography. Pergamon Press.
- REID, J. L., 1961. On the geostrophic flow at the surface of the Pacific Ocean with respect to the 1000-dbs surface. *Tellus*, 13(4): 489-502.
- RODEWALD, M., 1948. *Ann. d. Meteorol.*, Vol. 1, Nos. 7, 8, pp. 199-205.
- 1954. *Ann. d. Meteorol.*, Vol. 6, Nos. 3, 4, pp. 99-106.
- SCHOTT, G., 1931. Der Peru-Sturm und seine nördlichen Nachbargebiete in normaler und abnormaler Ausbildung. *Ann. Hydrographic u. Marit. Meteorologic*. Vol. 59, pp. 161-169, 200-213, 240-257.
- SCHWEIGGER, E. H., 1942. Las irregularidades de la Corriente de Humboldt en los años 1925 a 1941, una tentativa explicación. *Bol. Soc. Adm. Guano*, 18, 27-42.
- 1951. Atlas de la Corriente Costanera Peruana. Compañía Administradora del Guano, Lima.
- 1961. Anomalías térmicas en el Océano Pacífico Oriental y su pronóstico. *Bol. Soc. Geogr. de Lima*, Tomo LXXVII, Lima.
- 1964. El litoral Peruano. *Univ. Nac. "Federico Villarreal"*, Lima, pp. 1-414.
- SERVICIO DE AGROMETEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA, 1962. Boletín de Estadística Meteorológica e Hidrológica, Nº 13.
- 1966. Boletín de Estadística Meteorológica e Hidrológica, Nº 27.
- STEVENSON, M. R., O. GUILLÉN and J. SANTORO, 1970. Marine Atlas of the Pacific Coastal Waters of South America. Univ. of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- WOOSTER, W. S., 1960. "El Niño". *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Report* 7, 43-45.
- WYRTKI, K., 1964. The thermal structure of the eastern Pacific Ocean. *Deutsches Hydrogr. Inst., Ergänzungsheft*, A(6), 84 pp.

- 1965. Surface currents of the Eastern Tropical Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. IX, N° 5, pp. 270-304.
- 1967. Circulation and Water Masses in the Eastern Equatorial Pacific Ocean. Int. J. Oceanol. & Limnol. Vol. 1, N° 2, pp. 117-147.
- ZUTA, S. y O. GULLÉN, 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Inst. Mar Perú-Callao, Bol., Vol. 2 N° 5, pp. 157-324.
- ZUTA, S. y W. URQUIZO, 1970. Cartas Mensuales de temperatura superficial del mar frente a las costas de Ecuador, Perú y Chile durante el año 1969. Inst. Mar Perú-Callao, Inf. Esp. N° IM-58, 18 pp.

10. LISTAS DE LAS FUENTES DE DATOS

A) Lista de la fuente de datos de cruceros nacionales

Año	Mes	Barco	Crucero	Inst.	Fuente	Año	Mes	Barco	Crucero	Inst.	Fuente	
1958	2, 3	BO	C. 5802	CIHB	IMARPE	1964	1, 2	EX	C. 6401	IREMAR	IMARPE	
							2, 3	UN	C. 6402	"	"	
	4, 5	BO	C. 5804	"	"		4, 5	UN	C. 6404	"	"	
	9	BO	C. 5809	"	"		5, 6, 7	UN	C. 6405	"	"	
	11	BO	C. 5811	"	"	8, 9, 10	UN	C. 6408	IMARPE	"		
						11, 12	UN	C. 6411	"	"		
1959	4	BO	C. 5903	"	"	1965	3	EX	C. 6503	"	"	
	6	BO	C. 5906	"	"		3, 4	UN	C. 6504	"	"	
1960	3, 4	BO	C. 6003	"	"		7, 8, 9	UN	C. 6507	"	"	
	5	BO	C. 6004	"	"		10, 11, 12	UN	C. 6510	"	"	
	10, 11	BO	C. 6010	"	"	1966	2	EX	C. 6602	"	"	
1961	2	BO	C. 6102	IREMAR	"		2	UN	C. 6602	"	"	
	3	BO	C. 6103	"	"		3	UN	C. 6603	"	"	
	4	BO	C. 6104	"	"		5	UN	C. 6605	"	"	
	6	BO	C. 6106	"	"		8, 9	UN	C. 6609	"	"	
	7	BO	C. 6107	"	"		11, 12	UN	C. 6611	"	"	
	8	BO	C. 6108	"	"		1967	2, 3	UN	C. 6702	"	"
	9	BO	C. 6109	"	"			5, 6	UN	C. 6705	"	"
	10	BO	C. 6110	"	"	8, 9		UN	C. 6708	"	"	
12	BO	C. 6112	"	"	11, 12	UN		C. 6711	"	"		
1962	1	BO	C. 6201	"	"	1968	2, 3	UN	C. 6802	"	"	
	2, 3	BO	C. 6202	"	"		5	UN	C. 6805	"	"	
	4	BO	C. 6204	"	"		9	UN	C. 6809	"	"	
	5	BO	C. 6205	"	"		11, 12	UN	C. 6811	"	"	
	6	BO	C. 6206	"	"	1969	1, 2	SP	C. 6901	"	"	
	7	BO	C. 6207	"	"		2, 3	SP	C. 6902	"	"	
	10, 11	BO	C. 6210	"	"		5	SP	C. 6905	"	"	
	11, 12	BO	C. 6211	"	"		6	SP	C. 6906	"	"	
1963	1, 2	BO	C. 6301	"	"		7	SP	C. 6907	"	"	
	2, 3	BO	C. 6302	"	"		8, 9	SP	C. 6908	"	"	
	4	BO	C. 6304	"	"	10	SP	C. 6910	"	"		
	8, 9	BO	C. 6308	"	"	11, 12	SP	C. 6911	"	"		
	10	BO	C. 6310	"	"							
11, 12	BO	C. 6311	"	"								

Nota: Para el período 1939-1956 se han incluido todos los datos de los "Mapas Mensuales del Litoral Peruano" publicados por la Compañía Administradora del Guano. En el intervalo 1955-1960 también se incluyó los datos publicados por el SAH en sus boletines N° 13 (1962) y N° 27 (1966).

Abreviaciones:

BO	=	B.A.P. Bondy
UN	=	B.A.P. Unanue
EX	=	Explorador
SP	=	SNP - 1
CIHB	=	Consejo de Investigaciones Hidrobiológicas
IREMAR	=	Instituto de Recursos Marinos
IMARPE	=	Instituto del Mar del Perú
SAH	=	Servicio de Agrometeorología e Hidrología
Inst.	=	Institución auspiciadora

B) Lista de la fuente de datos de cruceros o expediciones extranjeras

Año	Mes	Barco	País	Crucero o expedición	Institución	Fuente
1928	11	CN	31	Cruise VII	Carnegie Inst.	NODC
1929	1, 2	CN	31	Cruise VII	"	"
1931	6, 7, 8	WS	74		Disc. Comm.	"
1946	12	BR	31			"
1952	7	HO	31	Shellback	SIO - IATTC	"
1953	3, 4, 5	MA	31	YALE	YALE UNIVERSITY	"
1955	11	SB, HO	31	Eastropic	SIO - IATTC	"
1956	9	GL	31			"
	12	SI	31			"
1957	4	GL	31			"
	12	AT	31			"
	12	WP	31			"
1958	1	HO	31	Downwind	SIO	"
	3	BI	31			"
1960	3, 4	B	31	Chiper	USNHO	"
	9	HA	31			"
	9, 10, 11	HO	31	Step - I	SIO	"
	10	JO	31			"
	11	RH	31		USNHO	"
1961	11	AR	31	Swansong	SIO	"
1962	5	EW	31			"
	7	RO	31			"
	7	YE	20		IFOP	"
1963	7	ES	20		IHAR	"
1965	2	HU	28	Cr. 001	INPE	"
	8	CD	20	Cr. 003	IFOP	"
	10, 11, 12	AO	31	Cr. 11, 12	Mar Lab. TAMU	"
1966	2	HU	28	Cr. 001	INPE	"
	2	EX	20	Cr. 001	IFOP	"
	3, 4, 5, 6, 7	AO	31	Cr. 14, 15, 16, 17	Mar Lab. TAMU	"
	5	TI	20	Cr. 002	IFOP	"
1967	2	YE	20	Cr. MC-5	IFOP	"
	2, 3	AL	31	Cr. 67A-1	TAMU	TAMU
	3	CD	31	Cr. 506	NAVOCEANO	NODC
	8	RO	31	Cr. 47	COAST GUARD	EASTROPAC
	9	GI	31			NODC
	11	OP	31	Cr. OP-001	ESSA	EASTROPAC
1968	2	RO	31	Cr. 77	COAST GUARD	"
	9, 10, 11	AK	90			"
	12	KM	49	Esmeralda		"
1969	3, 4, 5	TT	31	Cr. TT-036	U. Wash.	U. Wash.
	6	TW	31	Piquero-7	SIO	IMR

Abreviaciones principales de instituciones:

ESSA	=	Environmental Science Service Administration, U.S. Coast & Geodetic Survey
IATTC	=	Inter-American Tropical Tuna Commission
IHAR	=	Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile
IFOP	=	Instituto de Fomento Pesquero de Chile
IMR	=	Univ. of Calif. Institute of Marine Resources
INPE	=	Instituto Nacional de Pesca del Ecuador
NODC	=	National Oceanographic Data Center
SIO	=	Scripps Institution of Oceanography
TAMU	=	Texas A & M University
USNHO, NAVOCEANO	=	U.S. Department of the Navy
U. Wash.	=	University of Washington

Nota: Los barcos y países se dan codificados, según normas internacionales.

11. CUADROS DE DATOS PROMEDIOS

CUADRO N° 1

Temperaturas mensuales promedio (° C) de la superficie del mar por cuadrados de 1° Marsden

Monthly Averages of Sea Surface Temperature (° C) by 1° Marsden Squares

C. M. M. S.	Ene. I	Feb. II	Mar. III	Abr. IV	May. V	Jun. VI	Jul. VII	Ago. VIII	Set. IX	Oct. X	Nev. XI	Dic. XII	Prom. Ave.	AA AA	Lat. (° S)
308-30 *	23.8	25.2	25.9	24.5	23.7	22.3	22.1	20.6	21.7	20.9	22.3	22.7	23.0	5.3	3-4
31 *	22.7	24.1	24.1	23.8	22.8	21.8	19.7	20.3	20.6	20.0	20.6	21.3	21.8	4.4	"
41	21.9	23.0	22.5	21.4	20.0	18.8	18.2	17.6	17.7	17.9	18.9	19.5	19.8	5.4	4-5
51	20.8	22.1	22.1	20.3	18.9	18.7	17.4	17.0	17.0	17.1	17.6	18.3	18.9	5.1	5-6
60	20.9	22.0	21.9	19.8	18.6	18.1	17.3	16.9	16.7	16.7	17.8	18.7	18.8	5.3	6-7
61	20.9	22.1	21.7	20.3	19.5	18.4	17.3	17.1	16.8	17.0	18.0	18.9	19.0	5.3	"
70	21.1	22.1	22.3	20.8	19.6	18.6	18.0	17.7	17.1	17.0	18.1	18.9	19.2	5.3	7-8
80 *	22.2	23.1	23.5	22.4	20.5	19.3	18.3	17.6	17.3	18.3	19.1	19.7	20.1	6.2	8-9
307-69 *	19.2	20.8	20.2	18.9	18.4	17.9	16.2	16.3	16.6	16.0	16.0	17.3	17.8	4.8	6-7
79	19.6	21.0	20.7	19.6	18.1	17.7	16.9	15.3	16.4	16.0	16.7	17.5	18.0	5.7	7-8
88	18.6	19.9	20.0	18.9	18.1	18.1	17.0	16.7	16.6	16.1	16.4	17.1	17.8	3.9	8-9
89	20.2	21.6	21.5	20.0	19.1	18.1	17.4	17.0	16.6	16.8	17.6	18.4	18.7	5.0	"
98	19.8	20.5	20.8	19.9	18.4	17.9	17.4	16.9	16.5	16.7	17.3	17.8	18.3	4.3	9-10
99	21.3	22.3	22.1	21.6	20.2	18.8	18.7	18.0	17.6	17.4	18.5	19.4	19.7	4.9	"
343-07	18.1	19.2	20.2	18.7	17.7	17.3	16.7	15.9	15.9	16.1	16.3	17.3	17.5	4.3	10-11
08	19.5	20.9	20.8	19.7	18.6	17.9	17.4	17.1	16.7	16.6	17.4	18.0	18.4	4.3	"
17	19.1	20.4	20.3	19.1	18.1	17.2	17.0	16.3	15.8	16.3	17.0	17.7	17.9	4.6	11-12
18	20.8	22.2	21.4	20.4	20.0	18.1	17.1	17.4	16.5	17.4	18.2	19.1	19.1	5.7	"
26	19.6	20.6	20.9	18.9	17.9	16.4	16.5	16.0	16.5	16.1	17.2	18.4	17.9	4.9	12-13
27	19.4	20.0	20.4	19.0	18.2	16.9	16.8	16.2	16.0	16.4	17.1	18.1	17.9	4.4	"
36	19.3	19.8	20.3	18.7	17.8	16.7	16.5	15.9	16.4	16.4	16.9	17.8	17.7	4.4	13-14
45	18.5	18.8	18.5	17.3	16.6	15.3	15.4	14.9	14.6	15.1	16.0	16.6	16.5	4.2	14-15
46	18.4	18.8	18.7	18.2	16.9	15.8	15.7	14.9	15.0	15.5	16.1	17.0	16.7	3.9	"
54	19.5	19.4	18.5	18.3	16.7	15.9	15.9	14.9	15.1	15.9	16.4	17.8	17.0	4.6	15-16
55	19.3	19.3	18.6	17.9	16.9	15.9	15.6	14.8	14.8	15.3	16.2	17.4	16.8	4.5	"
62	20.5	20.3	19.7	18.6	18.1	16.6	15.8	15.5	15.9	16.9	18.0	18.9	17.9	5.0	16-17
63	20.4	20.1	19.2	18.7	17.7	16.2	15.9	15.8	15.8	16.6	17.3	19.1	17.7	4.6	"
64	19.7	20.1	19.6	19.5	17.0	16.6	16.1	15.0	15.6	16.4	17.6	18.8	17.7	5.1	"
71	20.0	19.4	20.1	18.8	18.3	16.9	16.2	15.8	16.1	16.8	18.1	18.8	17.9	4.3	17-18
72	20.3	19.9	20.2	19.5	18.5	16.6	16.2	15.5	16.2	16.6	18.2	18.9	18.1	4.8	"

Nota: C.M. = Cuadrados Marsden
M.S. = Marsden Squares

AA = Amplitud Anual
AA = Annual Amplitude

Gran parte de los cuadrados indicados tienen observaciones mensuales de 8 a 23 años. Sólo en cuatro de los señalados con asterisco (*) se cuenta con observaciones de 4 y 5 años en algunos meses.

La ubicación de los cuadrados se da en la Fig. 33 (parte sombreada).

CUADRO N° 2

Temperaturas mensuales de la superficie del mar para el cuadrado Marsden 308-51

Monthly Sea Surface Temperatures for Marsden Square 308-51

Año Year	Ene. I	Feb. II	Mar. III	Abr. IV	May. V	Jun. VI	Jul. VII	Ago. VIII	Sep. IX	Oct. X	Nov. XI	Dic. XII	Prom. Aver.
39	22.6	22.5	25.5	22.3	21.3	20.7	19.1	18.0	18.9	....	....	....	21.2
1940	....	21.4	20.9	....	19.8	18.9	18.1	16.3	18.2	18.8	21.1	22.1	19.6
41	25.0	25.8	25.6	....	22.4	19.5	17.4	16.5	17.6	17.6	18.7	20.5	20.6
42	22.1	21.4	21.1	19.5	19.1	16.8	14.2	15.4	15.0	17.5	18.1	....	18.2
43	21.5	22.1	21.6	....	17.5	....	....	17.9	16.2	17.0	17.2	17.0	18.7
44	20.4	22.0	21.5	20.5	19.2	18.9	17.5	16.7	17.6	16.2	16.1	16.3	18.6
1945	17.6	21.3	21.3	21.0	17.2	17.2	17.4	17.0	16.7	18.2	16.5	17.5	18.2
46	20.4	21.9	....	....	17.9	17.5	17.5	16.6	16.1	15.8	15.0	19.9	17.9
47	20.5	21.6	20.3	18.6	18.0	17.6	16.4	16.6	....	16.1	17.5	17.6	18.3
48	....	24.3	21.0	19.8	18.8	17.8	17.1	16.8	16.3	16.3	17.7	17.1	18.5
49	20.2	22.7	24.0	22.0	18.8	....	14.6	18.6	16.1	15.5	16.9	18.4	18.9
1950	17.9	18.8	19.8	16.9	17.9	16.9	....	15.7	16.2	19.0	16.5	....	17.6
51	....	....	20.2	19.1	19.4	22.0	21.2	17.5	18.3	....	19.2	18.1	19.4
52	19.8	21.5	21.2	17.8	17.3	16.5	16.2	15.6	17.4	16.6	16.0	18.9	17.9
53	20.0	22.6	25.2	22.3	20.1	18.6	18.4	17.4	18.3	17.1	18.1	16.5	19.6
54	19.8	20.4	....	17.0	....	15.4	18.3	15.3	....	16.3	16.5	....	17.4
1955	23.1	....	19.0	19.6	18.1	....	18.8	17.2	....	16.1	17.7	17.5	18.6
56	20.3	22.5	20.3	19.8	....	19.5	....	15.3	17.2	....	....	....	19.0
57	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	21.4	21.9	....
58	....	....	24.0	....	....	....	....	....	16.6	....	....	....	....
59	....	....	....	20.9	....	....	....	....	....	....	....	....	....
1965	....	....	25.8	25.6	....	....	....	17.8	....	....	....	21.6	....
69	21.6	....	....	....	22.0	22.8	19.1	21.0	17.0	17.7	17.7	18.3	19.7

TEMPERATURA PROMEDIO DE LA SUPERFICIE DEL MAR FRENTE A LA COSTA PERUANA 481

CUADRO Nº 3

Temperaturas mensuales de la superficie del mar para el cuadrado Marsden 307-98

Monthly Sea Surface Temperatures for Marsden Square 307-98

Año Year	Ene. I	Feb. II	Mar. III	Abr. IV	May. V	Jun. VI	Jul. VII	Ago. VIII	Set. IX	Oct. X	Nov. XI	Dic. XII	Prom. Aver.
39	18.9	21.2	23.2	22.4	18.8	20.9	18.3	19.6	17.7	16.7	16.4	17.9	19.3
1940	....	20.8	20.5	....	22.1	18.6	18.5	16.5	....	19.6	19.1	22.0	19.7
41	24.9	22.1	22.9	21.9	21.6	20.2	16.8	16.9	17.8	17.6	18.5	18.8	20.0
42	22.2	21.2	20.6	18.5	16.5	15.7	16.0	15.5	15.3	15.0	16.8	16.6	17.5
43	20.1	21.2	20.4	....	17.3	....	....	17.9	16.3	16.5	16.3	17.3	18.1
44	18.4	19.1	19.2	18.9	19.3	18.4	17.3	16.8	16.1	15.3	17.3	16.4	17.7
1945	16.9	21.2	20.4	18.3	16.7	15.7	17.0	16.9	17.2	16.7	19.0	16.4	17.7
46	17.6	20.6	20.1	18.3	18.0	17.6	16.7	15.6	15.9	16.2	16.6	17.6	17.6
47	21.0	21.0	19.9	19.2	19.1	17.2	16.0	16.2	16.7	....	15.8	17.2	18.1
48	....	23.9	20.1	19.1	19.0	18.5	18.3	15.8	16.2	16.0	17.2	17.8	18.4
49	19.5	22.2	23.3	20.3	18.3	....	16.9	17.5	17.7	17.2	16.4	17.5	18.8
1950	16.6	17.0	17.8	17.2	14.6	15.2	15.3	14.4	15.3	15.3	15.7	16.7	15.9
51	18.2	17.7	19.6	19.4	21.2	21.4	19.9	19.0	17.5	17.7	19.7	19.7	19.3
52	22.3	21.2	22.4	18.9	17.0	16.4	17.7	15.1	16.3	16.7	15.6	19.8	18.3
53	20.6	22.0	23.2	22.9	20.6	18.7	18.0	17.0	16.8	17.0	17.7	18.9	19.5
54	18.6	19.0	19.3	17.1	16.3	15.5	15.1	13.5	....	14.9	16.0	18.3	16.7
1955	21.0	19.6	18.3	18.6	16.2	16.9	16.0	16.3	16.3	15.9	16.5	17.4	17.4
56	17.7	18.8	19.4	19.7	18.4	17.7	17.3	17.4	17.8	18.1	18.7	19.6	18.4
57	20.5	23.2	24.3	22.7	22.1	21.3	20.7	19.8	18.0	18.6	18.5	22.5	21.0
58	25.2	23.9	24.9	22.0	18.0	16.7	15.6	16.1	16.2	20.2	22.8	25.1	20.6
59	....	....	....	19.4	19.9	23.5	17.7	16.6	18.8	20.7	....	....	19.5
1965	....	....	21.8	24.2	....	....	....	....	18.0	....	19.2	....	....
69	19.2	17.8	18.9	19.4	20.9	19.1	18.3	19.2	16.3	16.7	17.2	17.7	18.4

CUADRO N° 4

Temperaturas mensuales de la superficie del mar para el cuadrado Marsden 343-36
 Monthly Sea Surface Temperatures for Marsden Square 343-36

Año Year	Ene. I	Feb. II	Mar. III	Abr. IV	May. V	Jun. VI	Jul. VII	Ago. VIII	Set. IX	Oct. X	Nov. XI	Dic. XII	Prom. Aver.
1939	....	....	21.2	20.0	19.6	19.5	17.5	16.0	....	....	....	....	....
1940	20.2	21.3	....	19.8	19.1	....	16.3	....	16.4	18.0	18.9	19.4	18.8
41	21.5	22.3	22.5	21.5	19.4	16.6	16.3	16.0	16.3	17.3	18.2	18.5	18.9
42	20.4	20.9	....	17.5	16.5	14.9	15.0	14.2	14.6	15.2	16.5	17.5	16.7
43	19.4	20.4	20.2	17.5	17.7	17.1	17.1	16.4	16.0	16.7	16.2	17.7	17.7
44	18.0	18.6	....	19.2	18.6	16.9	17.0	16.2	16.2	16.2	16.0	17.9	17.3
1945	18.7	18.4	19.9	17.9	17.2	16.4	16.3	16.6	16.2	17.0	16.8	16.8	17.4
46	....	20.2	21.0	18.3	16.6	16.6	16.2	15.7	15.4	15.5	16.4	17.8	17.2
47	18.2	18.9	19.2	17.8	17.3	16.9	16.0	14.7	15.5	16.2	15.8	16.9	17.0
48	17.6	20.9	22.5	19.2	18.3	17.0	16.0	14.3	15.1	16.4	16.6	17.9	17.7
49	19.9	21.0	21.6	19.0	16.5	16.7	17.4	14.8	16.3	16.0	16.6	17.8	17.8
1950	17.3	17.5	17.1	16.6	16.3	15.3	15.0	14.9	15.2	16.0	16.7	16.7	16.2
51	18.7	16.1	18.8	17.6	21.1	18.6	18.0	17.6	16.2	17.6	17.2	17.3	17.9
52	18.9	21.2	19.2	18.2	17.3	15.8	15.7	16.2	15.8	16.6	16.9	18.1	17.5
53	20.3	21.1	20.8	20.4	18.9	16.5	16.7	16.6	16.9	16.5	15.7	18.3	18.2
54	18.4	18.7	18.0	17.2	16.4	15.7	15.0	14.6	....	14.6	15.9	19.3	16.7
1955	22.5	19.8	16.0	18.1	17.3	16.1	16.0	14.7	17.1	16.4	15.9	17.7	17.3
56	16.8	18.0	18.6	17.9	16.3	16.2	15.7	15.3	19.0	19.7	20.3	23.3	18.1
57	23.4	24.5	24.8	23.7	22.9	20.5	19.7	19.6	20.3	21.5	21.8	23.3	22.2
58	24.8	25.2	21.1	23.4	18.8	21.2	....	....	....	....	17.5	....	21.7
59	21.8	22.9	23.0	....	....	16.7	....	....	....	....	....	....	....
1965	....	....	....	....	....	....	17.7	....	....	....	18.0	....	....
69	....	....	19.8	....	19.7	17.1	16.8	17.5	16.3	15.7	17.6	....	17.6

TEMPERATURA PROMEDIO DE LA SUPERFICIE DEL MAR FRENTE A LA COSTA PERUANA 463

CUADRO N° 5

Temperaturas mensuales de la superficie del mar para el cuadrado Marsden 343-72

Monthly Sea Surface Temperatures for Marsden Square 343-72

Año Year	Ene. I	Feb. II	Mar. III	Abr. IV	May. V	Jun. VI	Jul. VII	Ago. VIII	Set. IX	Oct. X	Nov. XI	Dic. XII	Prom. Aver.
39	....	....	17.0	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
1940	....	....	....	....	19.1	....	16.1	....	16.3	....	....	....	....
41	21.0	21.8	22.9	....	19.0	....	....	....	....	....	21.2	20.7	21.1
42	21.3	22.3	....	21.6	17.0	15.4	13.4	13.9	16.1	....	18.1	....	17.7
43	18.0	19.0	18.8	....	18.6	17.5	16.9	15.6	15.0	14.9	19.3	18.5	17.5
44	18.1	19.7	19.9	....	16.3	16.9	16.5	16.7	15.7	15.9	16.0	17.8	17.2
1945	19.4	18.9	20.6	19.4	17.7	16.5	16.9	16.7	15.8	19.1	17.5	19.0	18.1
46	....	19.1	18.7	....	....	16.1	16.2	16.5	16.7	16.9	16.5	18.0	17.2
47	19.7	18.0	19.4	18.3	15.7	16.1	17.0	14.8	15.2	16.3	18.8	18.1	17.3
48	....	18.9	24.2	18.7	18.6	16.5	....	14.7	15.3	....	17.4	18.3	18.1
49	23.4	22.0	19.9	18.3	....	16.4	17.6	13.3	17.3	16.0	16.5	16.8	18.0
1950	20.8	18.3	19.0	18.9	17.7	15.6	14.0	14.1	14.5	....	16.4	20.1	17.2
51	21.0	19.3	17.7	17.0	19.7	17.9	....	15.4	....	16.0	17.5	17.7	17.9
52	20.4	22.3	19.0	....	....	15.5	....	14.0	17.8	16.8	17.8	22.3	18.4
53	20.5	18.5	23.1	21.1	17.5	16.8	15.6	15.3	19.0	16.6	17.8	19.4	18.4
54	21.2	19.8	20.1	19.1	18.4	15.9	14.2	15.5	....	15.9	19.7	....	18.0
1955	....	....	16.5	16.0	17.2	17.4	14.5	15.9	....	16.5	17.3	19.4	16.7
56	19.5	20.7	21.3	....	....	....	....	15.3	....	....	....	....	....
57	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	22.9	....
58	....	....	....	19.4	21.2	....	....	....	....	....	21.1	....	....
59	....	....	....	....	....	17.9	....	....	....	....	....	....	....
1965	....	....	....	22.0	....	....	17.7	....	....	17.5	....	....	....
69	....	....	....	....	....	....	16.3	17.0	16.0	16.2	19.8	....	....

12. LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.— Ubicación de áreas de cuadrados de 10° y 1° Marsden
- Fig. 2.— Temperatura superficial del mar (° C) en ENERO
- Fig. 3.— Temperatura superficial del mar (° C) en FEBRERO
- Fig. 4.— Temperatura superficial del mar (° C) en MARZO
- Fig. 5.— Temperatura superficial del mar (° C) en ABRIL
- Fig. 6.— Temperatura superficial del mar (° C) en MAYO
- Fig. 7.— Temperatura superficial del mar (° C) en JUNIO
- Fig. 8.— Temperatura superficial del mar (° C) en JULIO
- Fig. 9.— Temperatura superficial del mar (° C) en AGOSTO
- Fig. 10.— Temperatura superficial del mar (° C) en SETIEMBRE
- Fig. 11.— Temperatura superficial del mar (° C) en OCTUBRE
- Fig. 12.— Temperatura superficial del mar (° C) en NOVIEMBRE
- Fig. 13.— Temperatura superficial del mar (° C) en DICIEMBRE
- Fig. 14.— Temperatura superficial del mar (° C) en VERANO (H. S.)
- Fig. 15.— Temperatura superficial del mar (° C) en OTOÑO (H. S.)
- Fig. 16.— Temperatura superficial del mar (° C) en INVIERNO (H. S.)
- Fig. 17.— Temperatura superficial del mar (° C) en PRIMAVERA (H. S.)
- Fig. 18.— Temperatura anual de la superficie del mar (° C)
- Fig. 19.— Variaciones de Enero a Febrero (° C)
- Fig. 20.— Variaciones de Febrero a Marzo (° C)
- Fig. 21.— Variaciones de Marzo a Abril (° C)
- Fig. 22.— Variaciones de Abril a Mayo (° C)
- Fig. 23.— Variaciones de Mayo a Junio (° C)
- Fig. 24.— Variaciones de Junio a Julio (° C)
- Fig. 25.— Variaciones de Julio a Agosto (° C)
- Fig. 26.— Variaciones de Agosto a Setiembre (° C)
- Fig. 27.— Variaciones de Setiembre a Octubre (° C)
- Fig. 28.— Variaciones de Octubre a Noviembre (° C)
- Fig. 29.— Variaciones de Noviembre a Diciembre (° C)
- Fig. 30.— Variaciones de Diciembre a Enero (° C)
- Fig. 31.— Variación anual promedio (° C)
- Fig. 32.— Ocurrencia de la temperatura máxima
- Fig. 33.— Ocurrencia de la temperatura mínima
- Fig. 34(a, b, c, d, e).— Variaciones estacionales en áreas costeras.

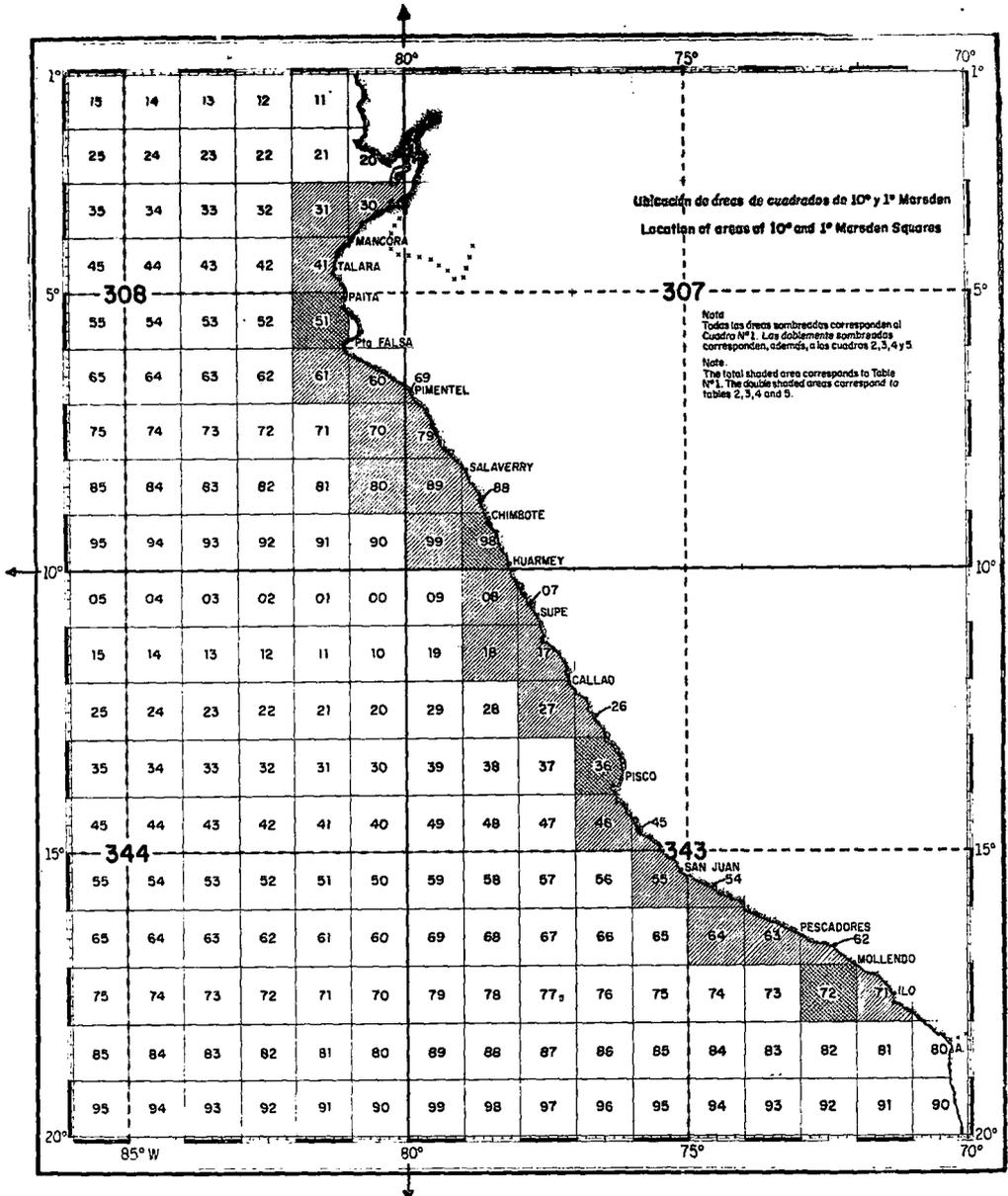


Fig. 1

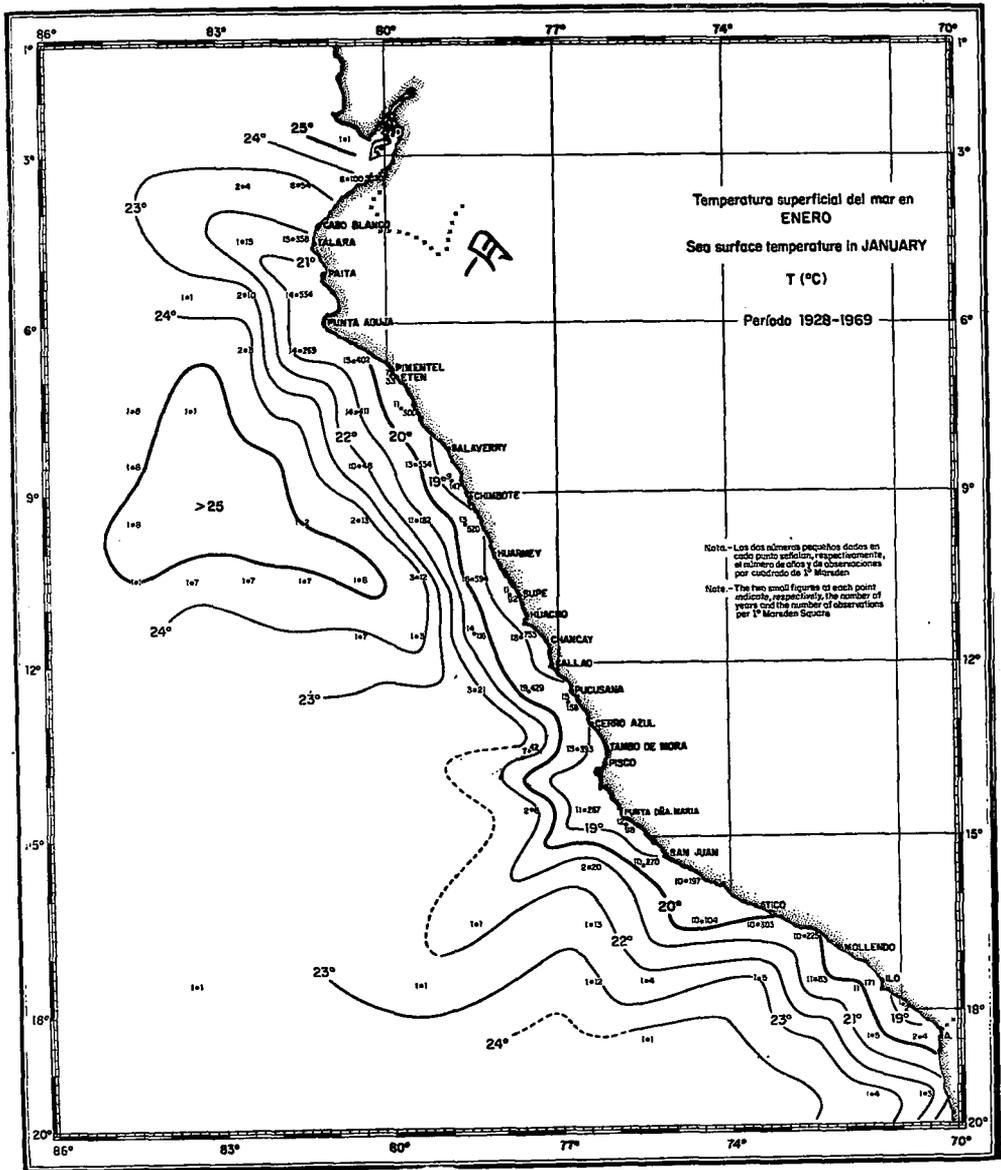


Fig. 2

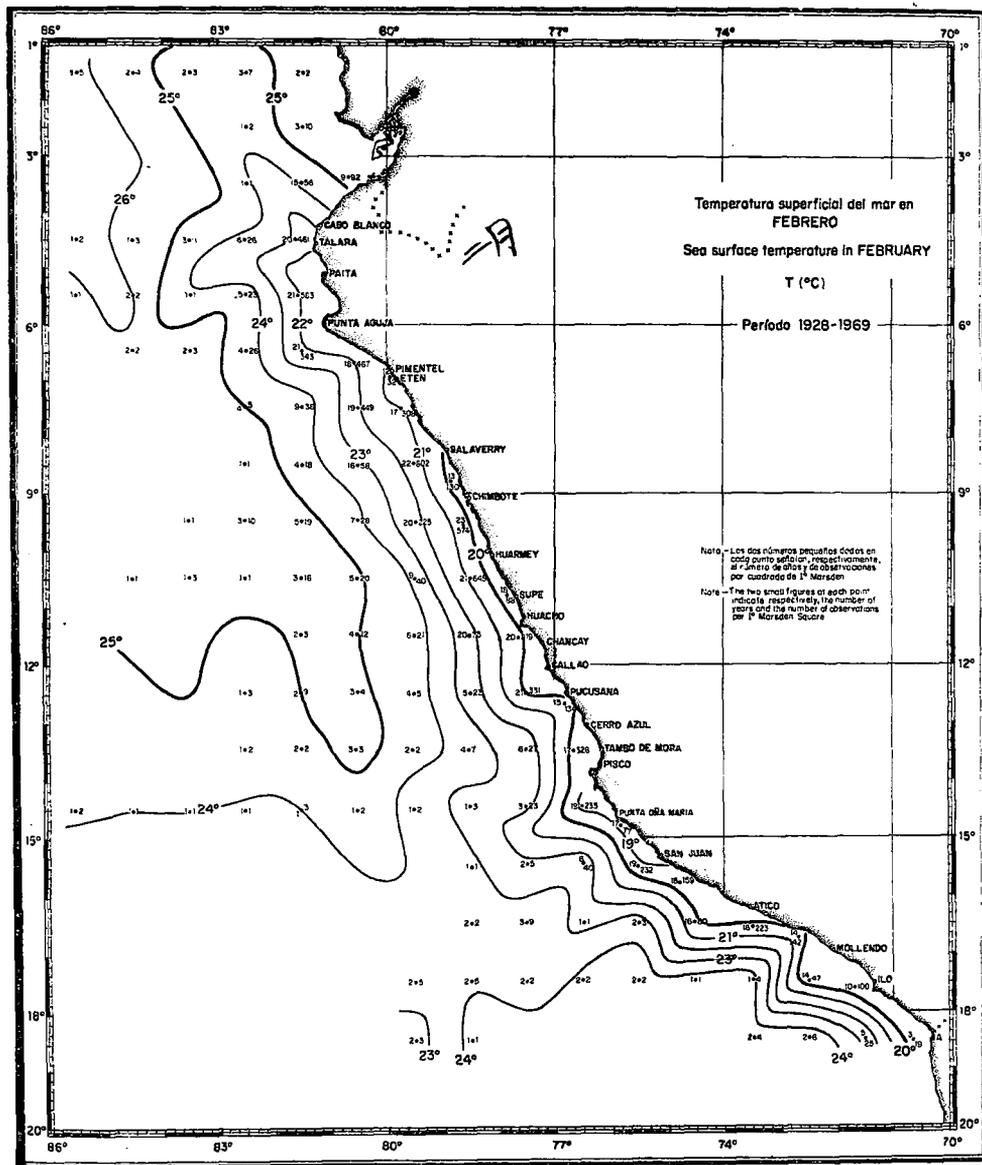


Fig. 3

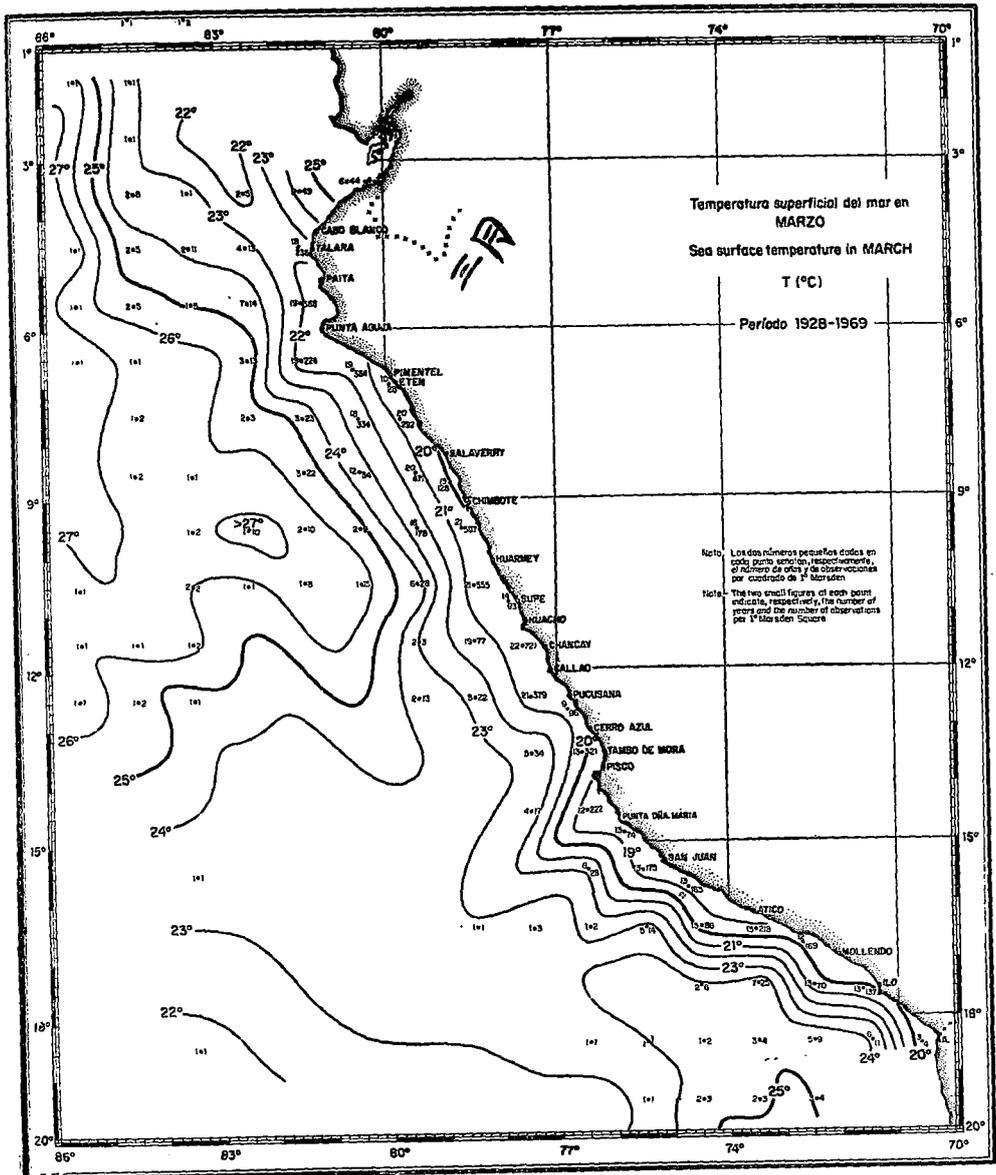


Fig. 4

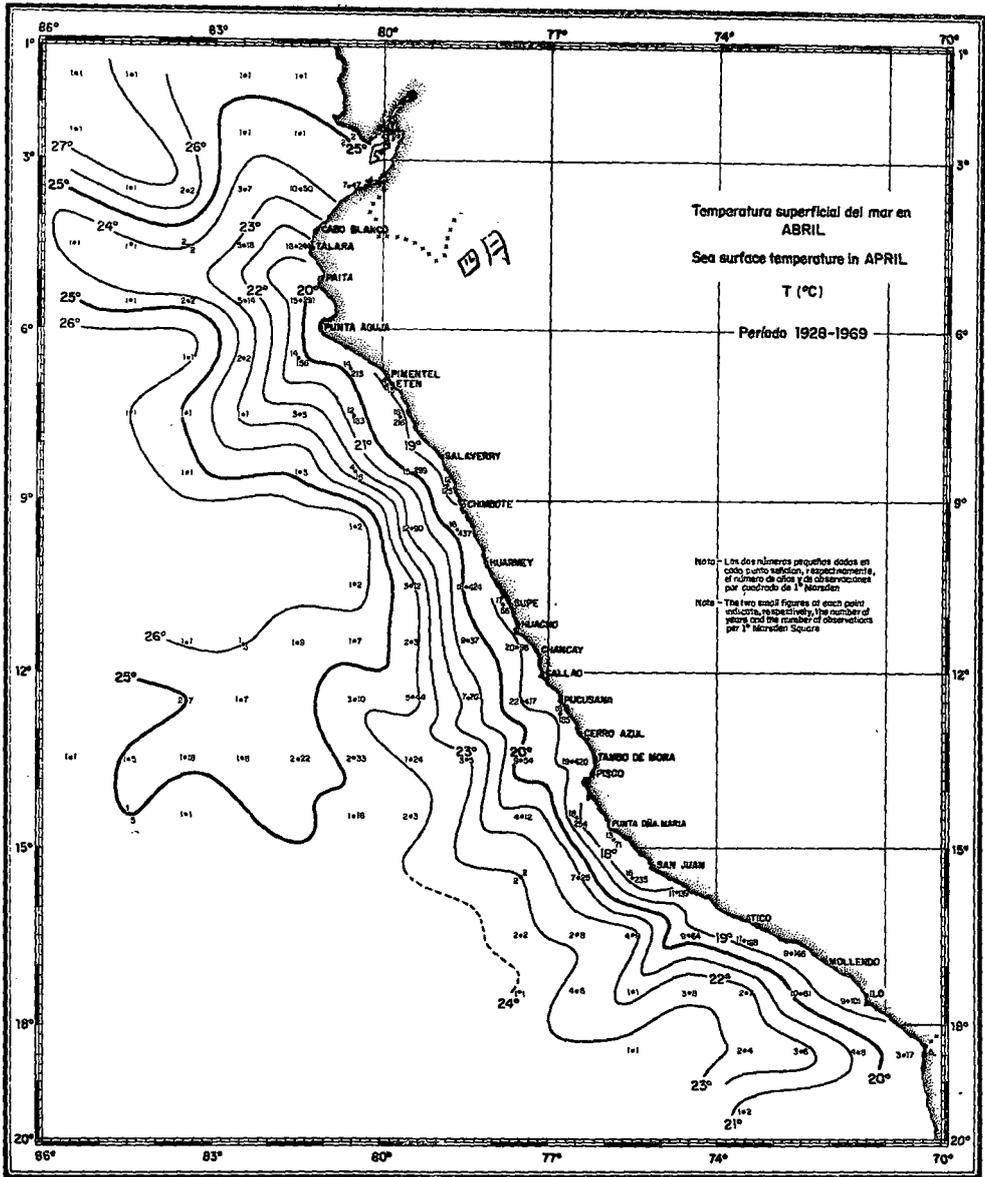


Fig. 5

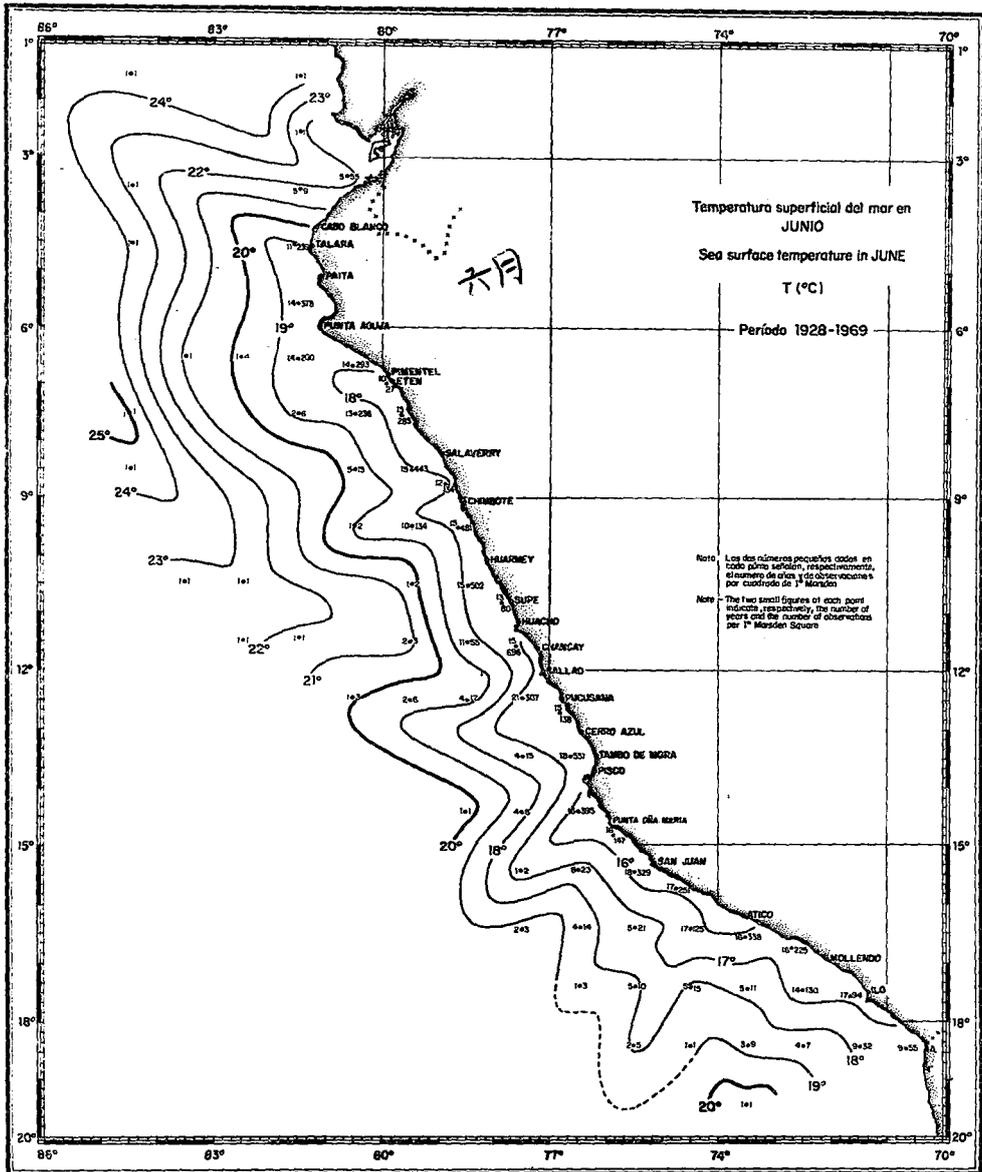


Fig. 7

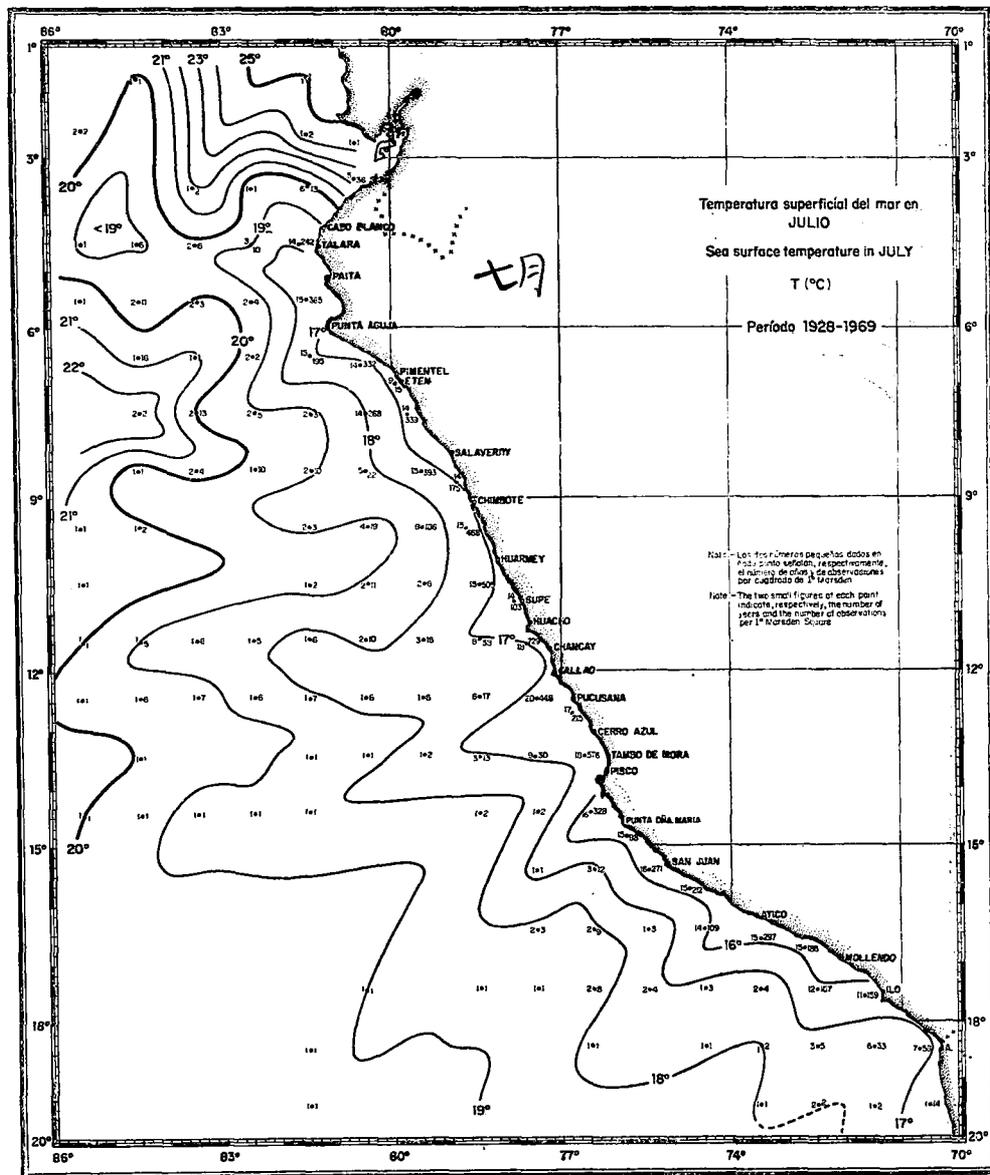


Fig. 8

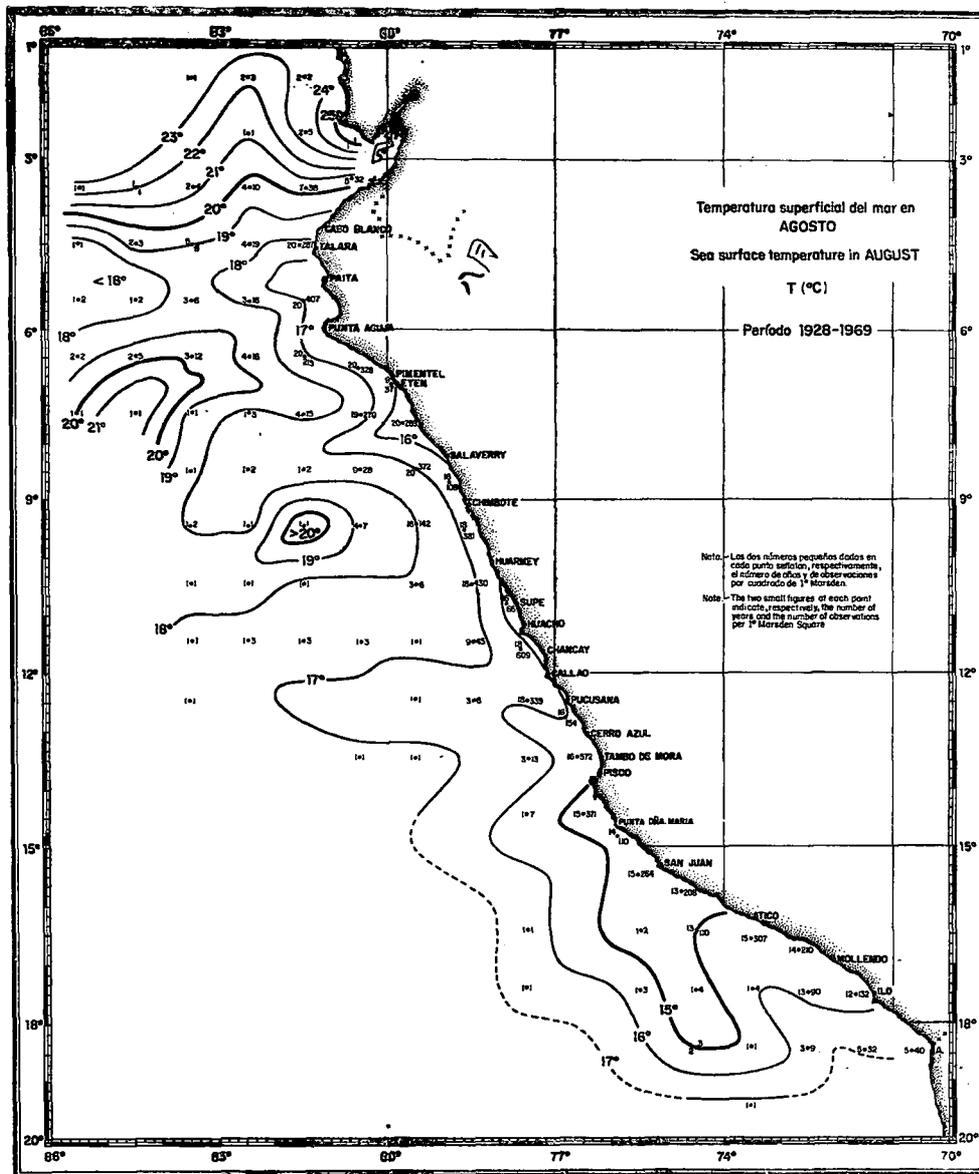


Fig. 9

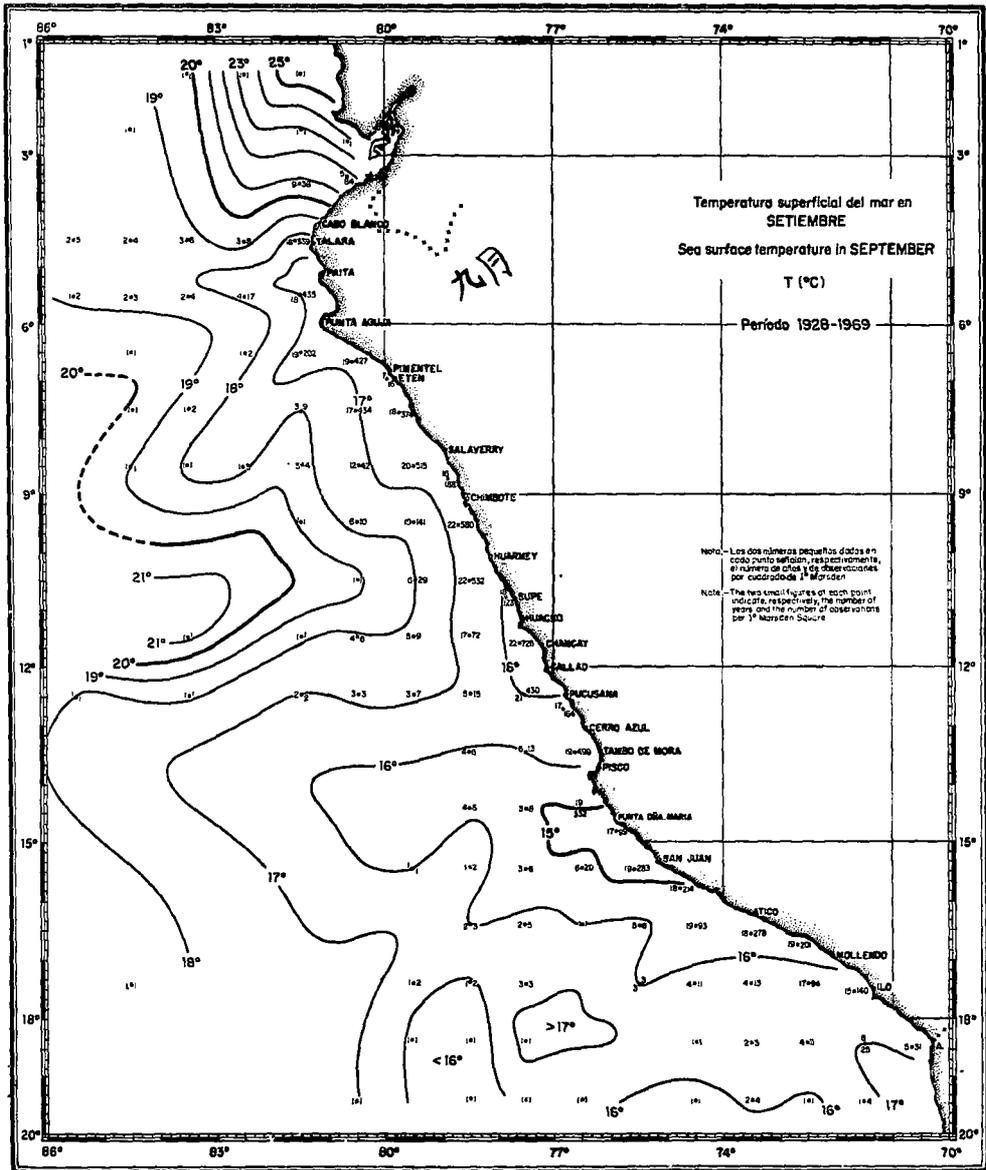


Fig. 10

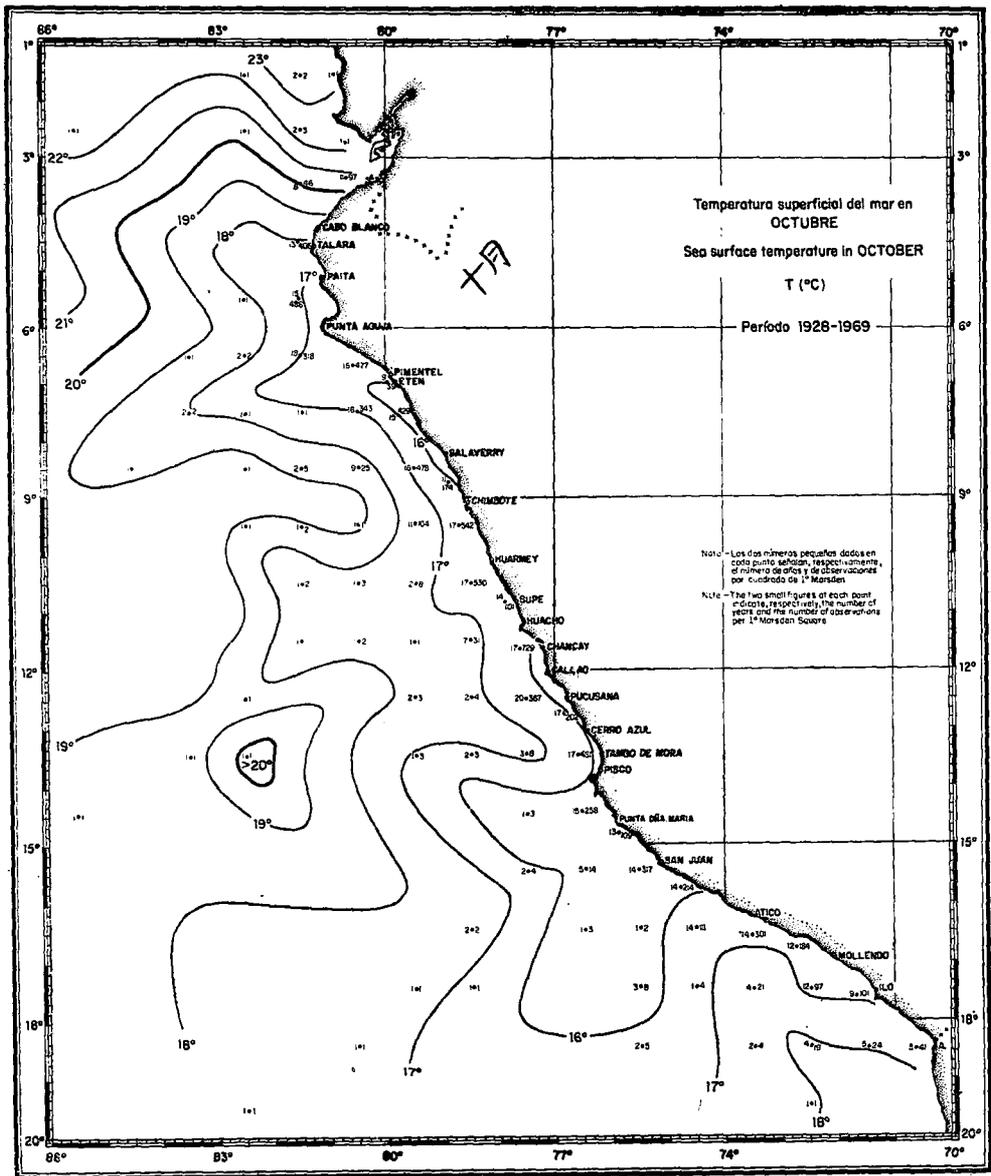


Fig. 11

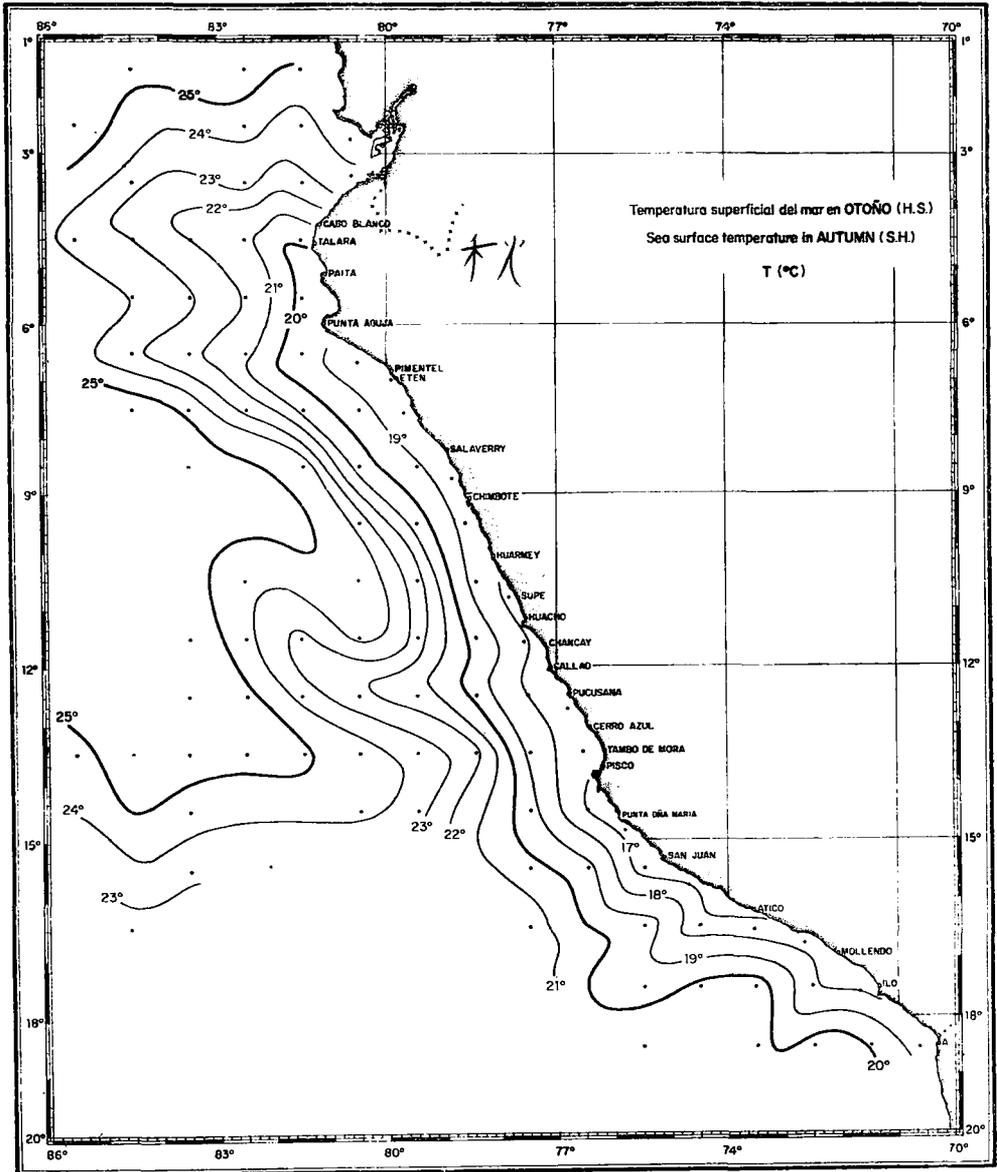


Fig. 15

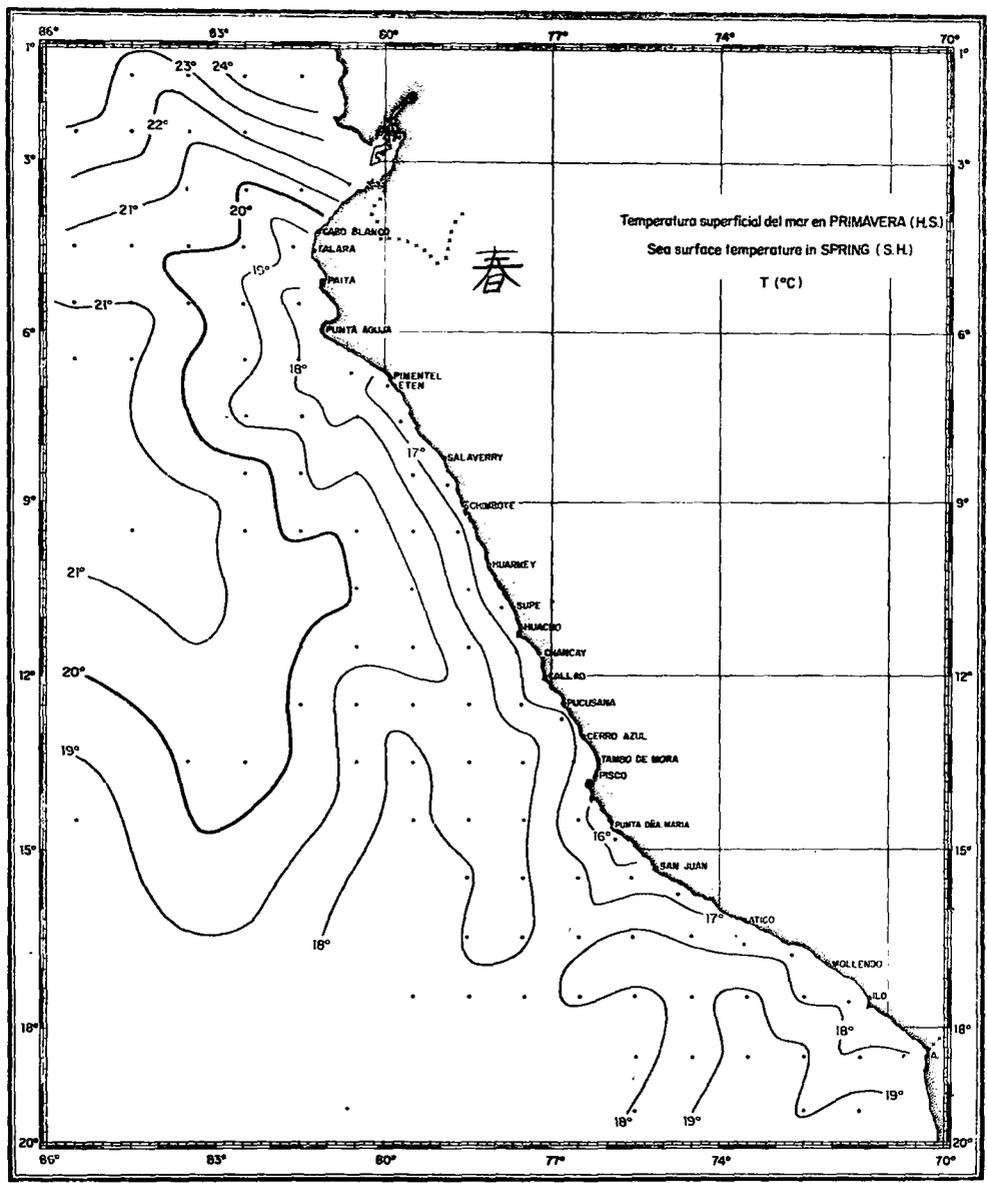


Fig. 17

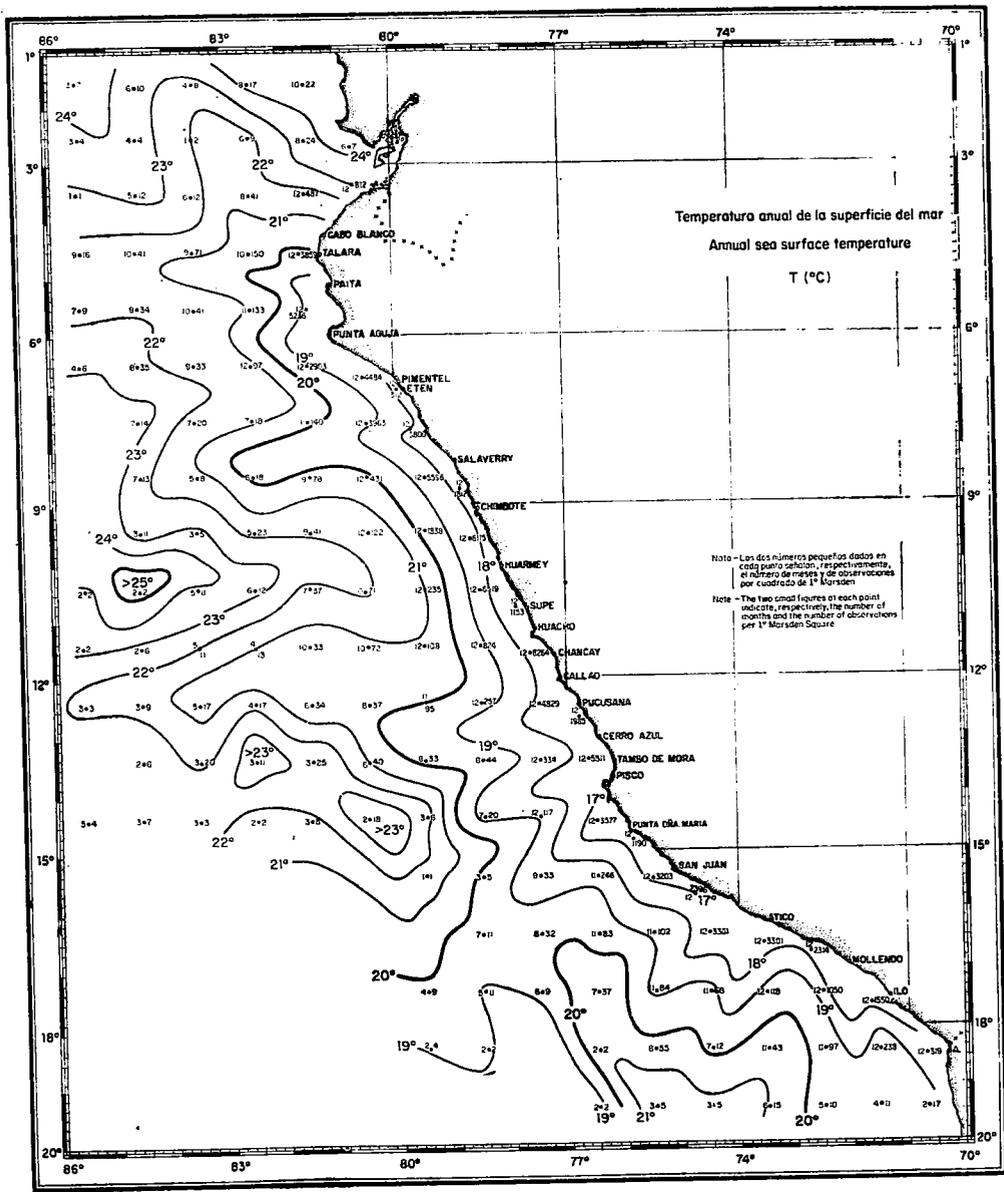


Fig. 18

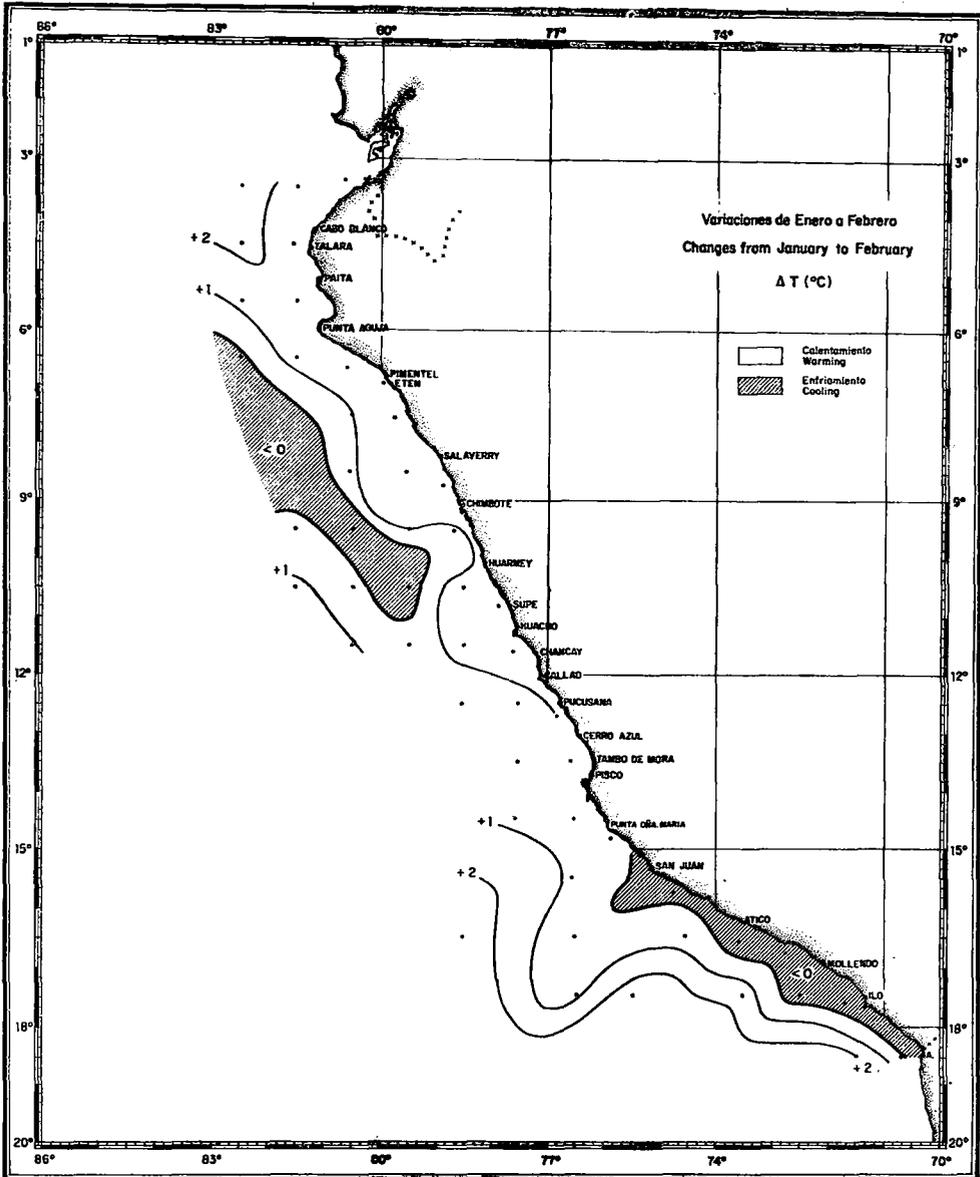


Fig. 19

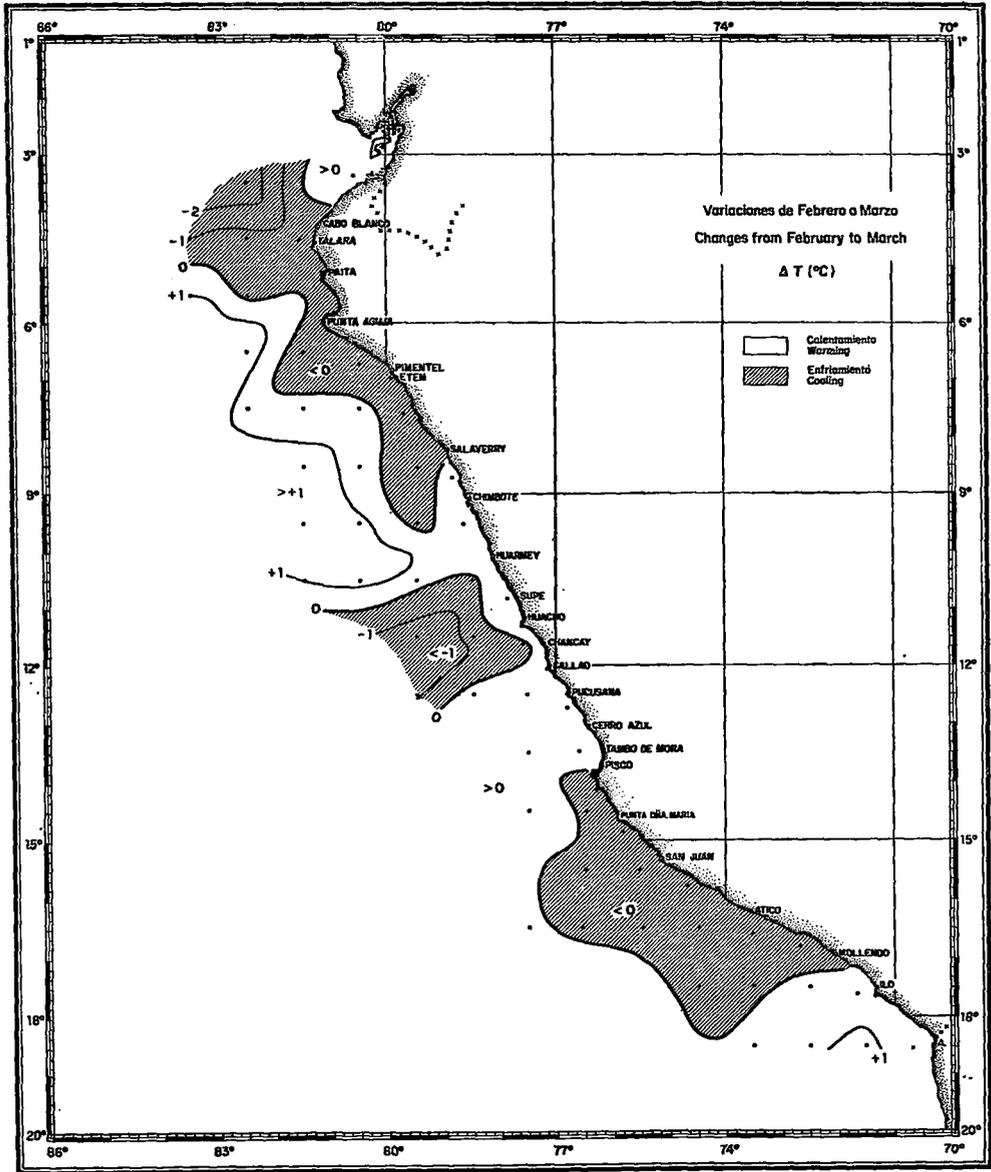


Fig. 20

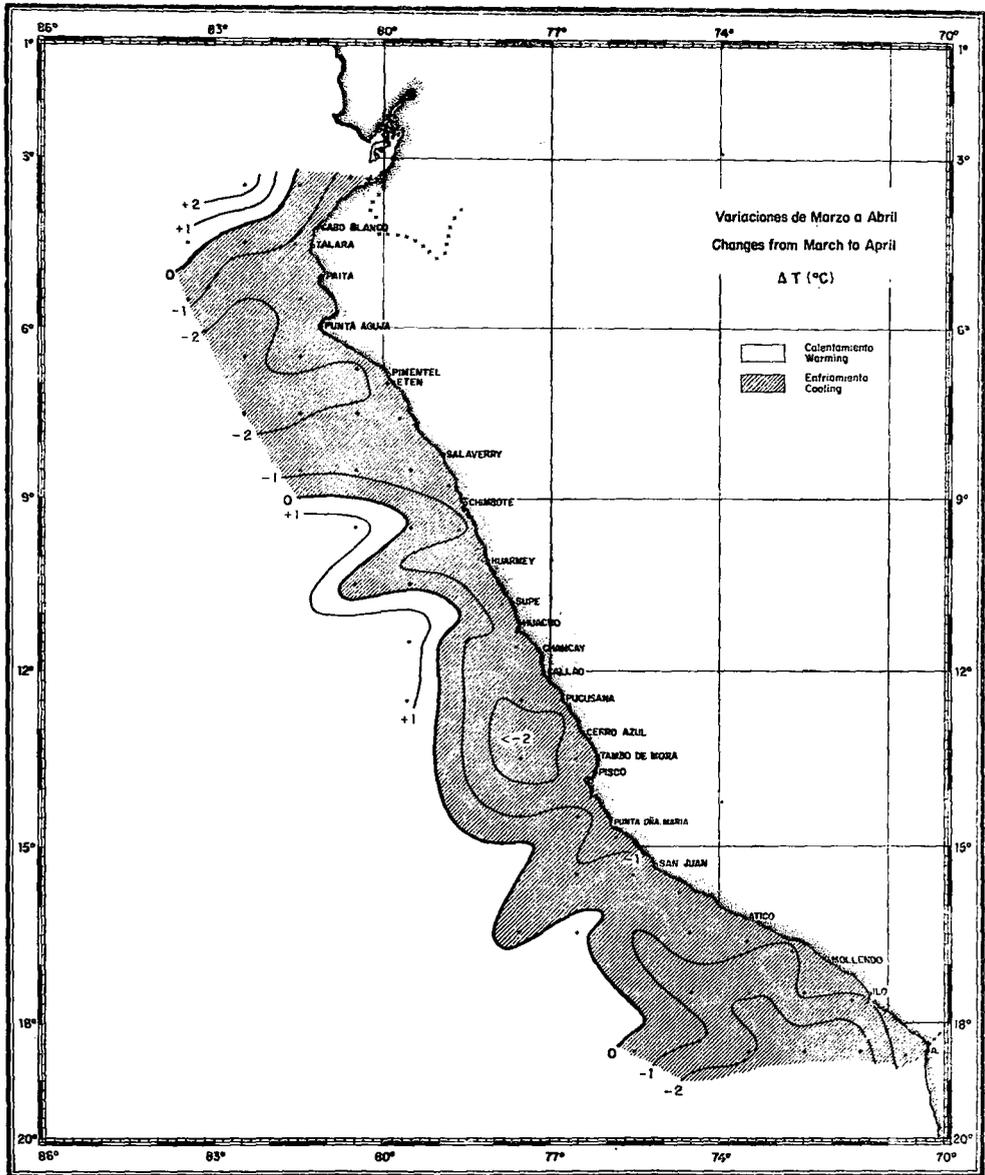


Fig. 21

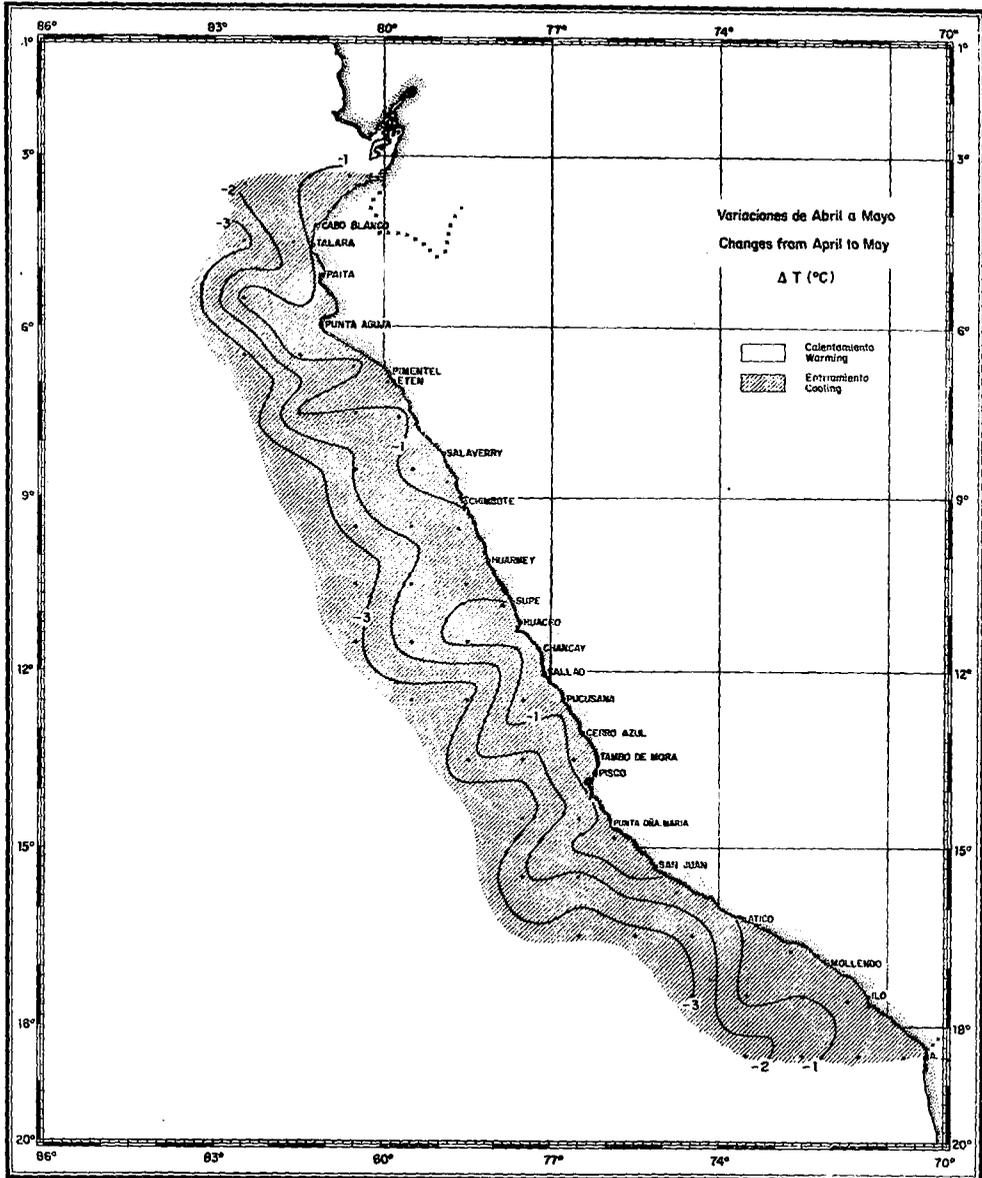


Fig. 22

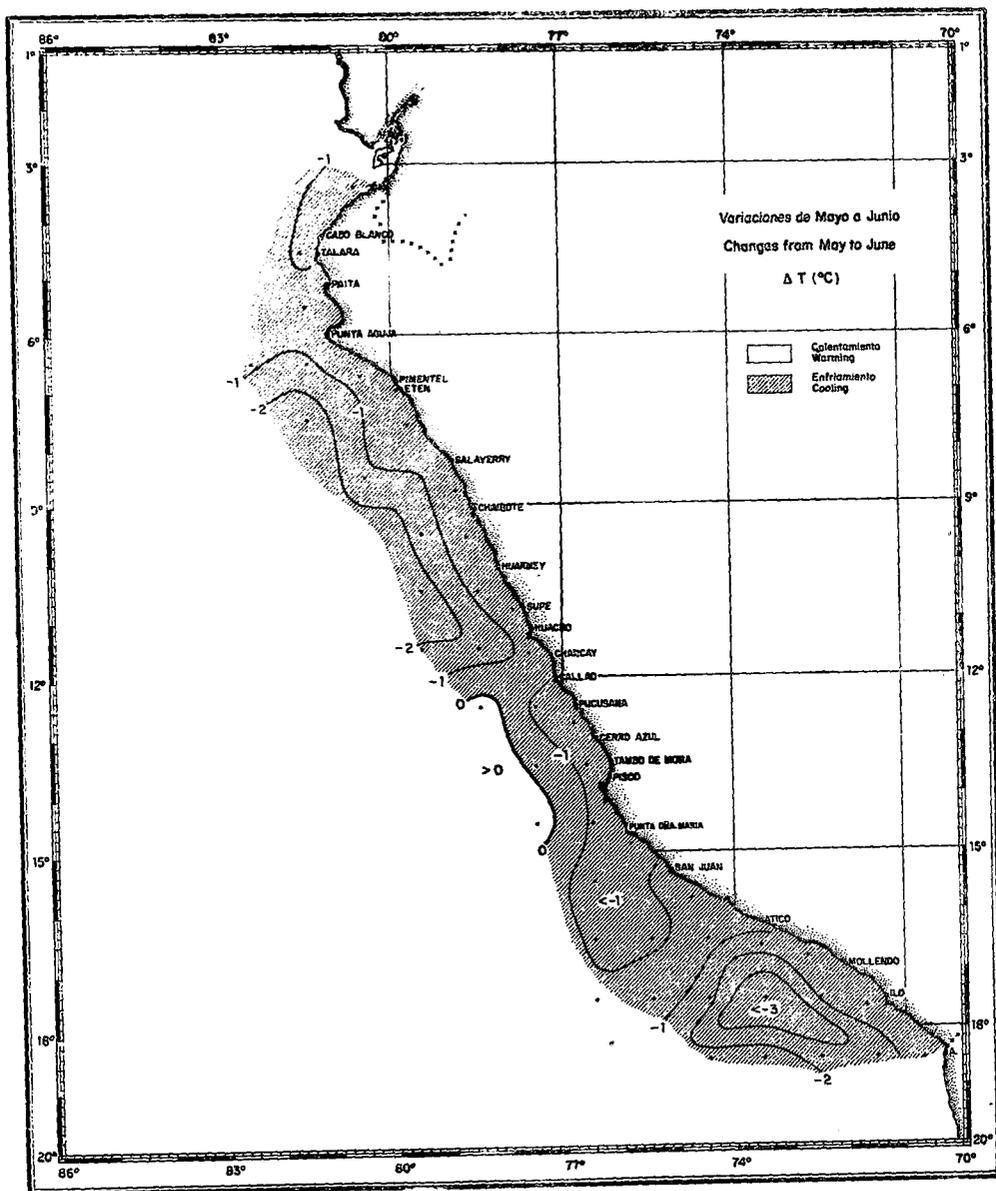


Fig. 23

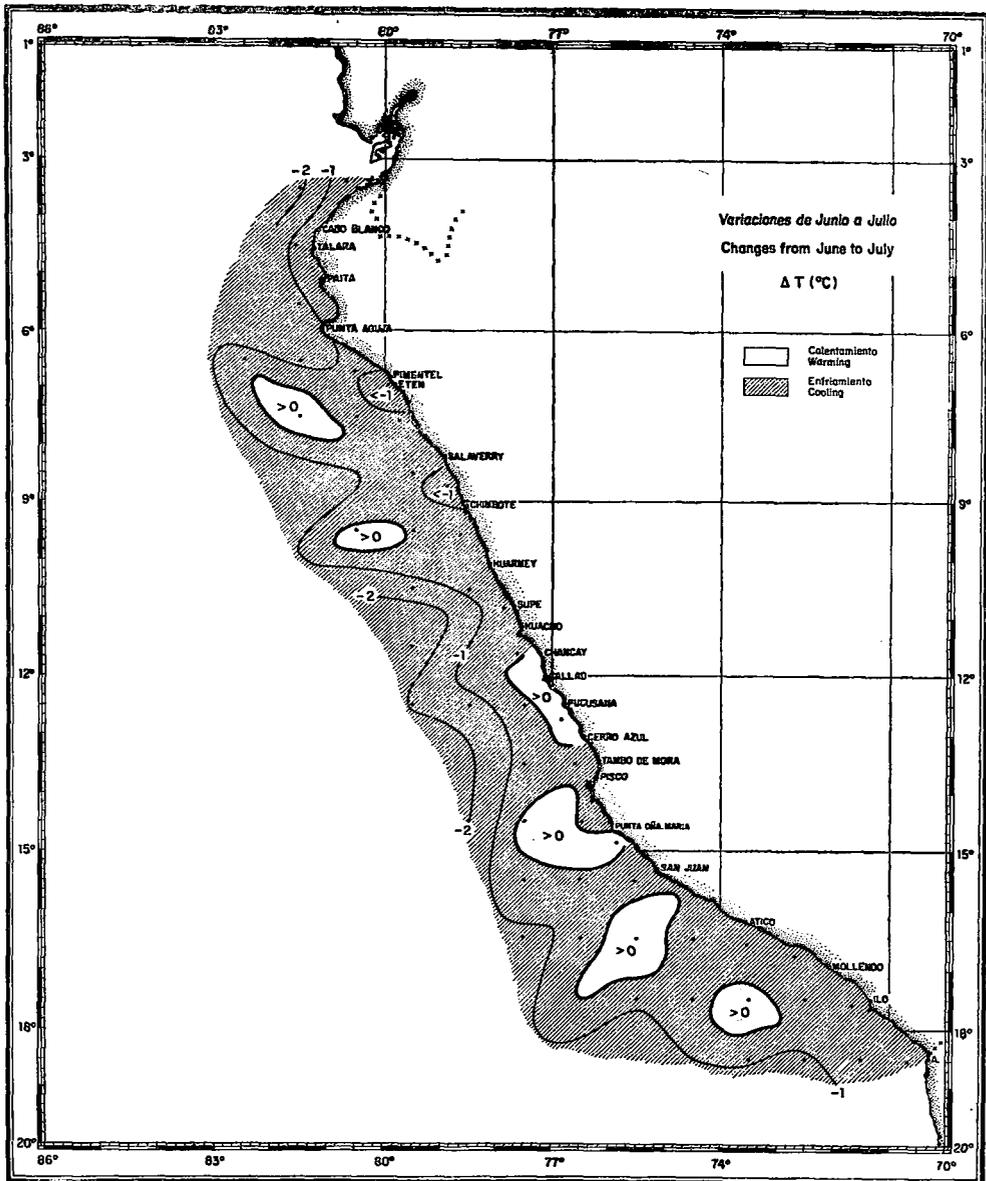


Fig. 24

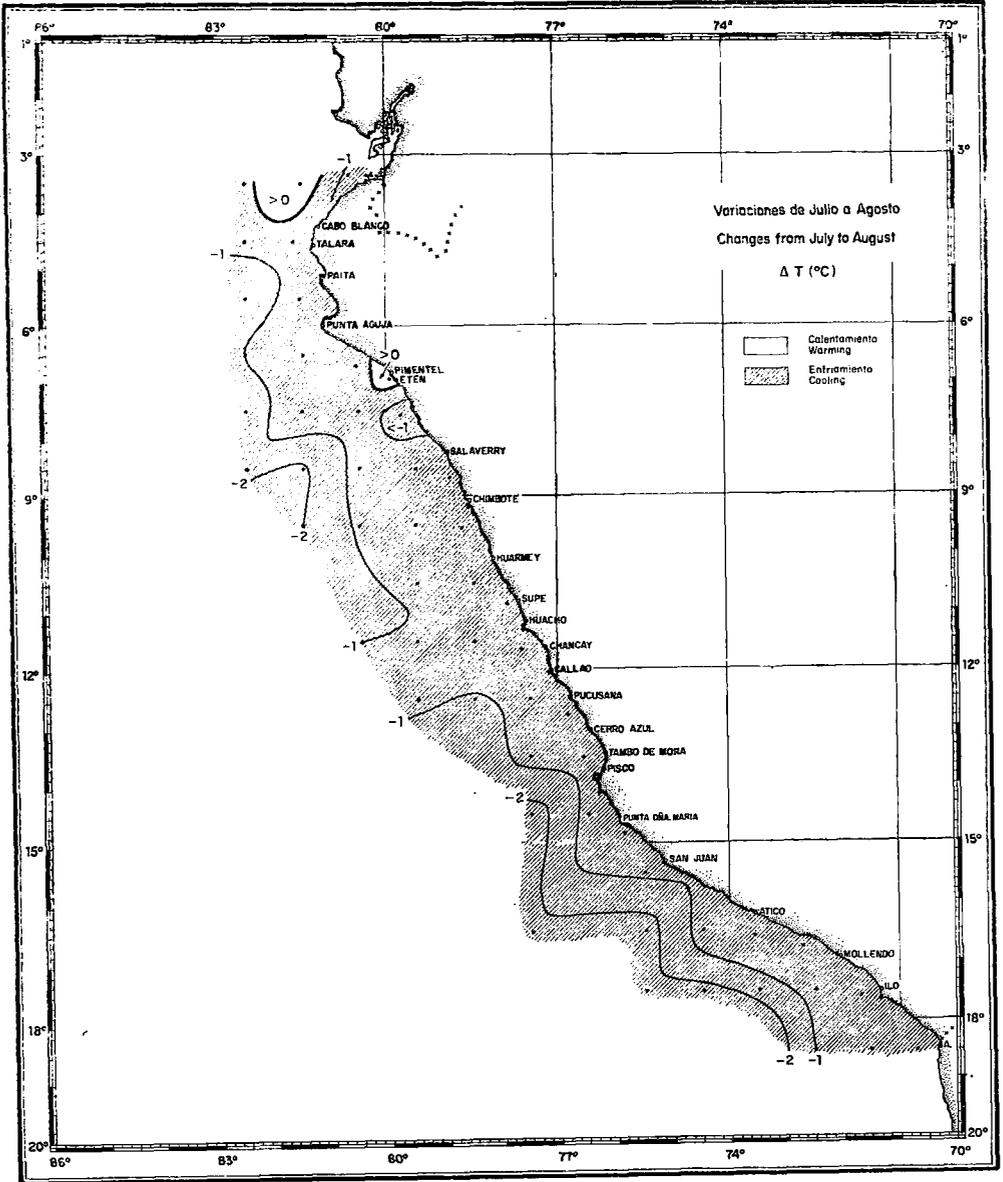


Fig. 25

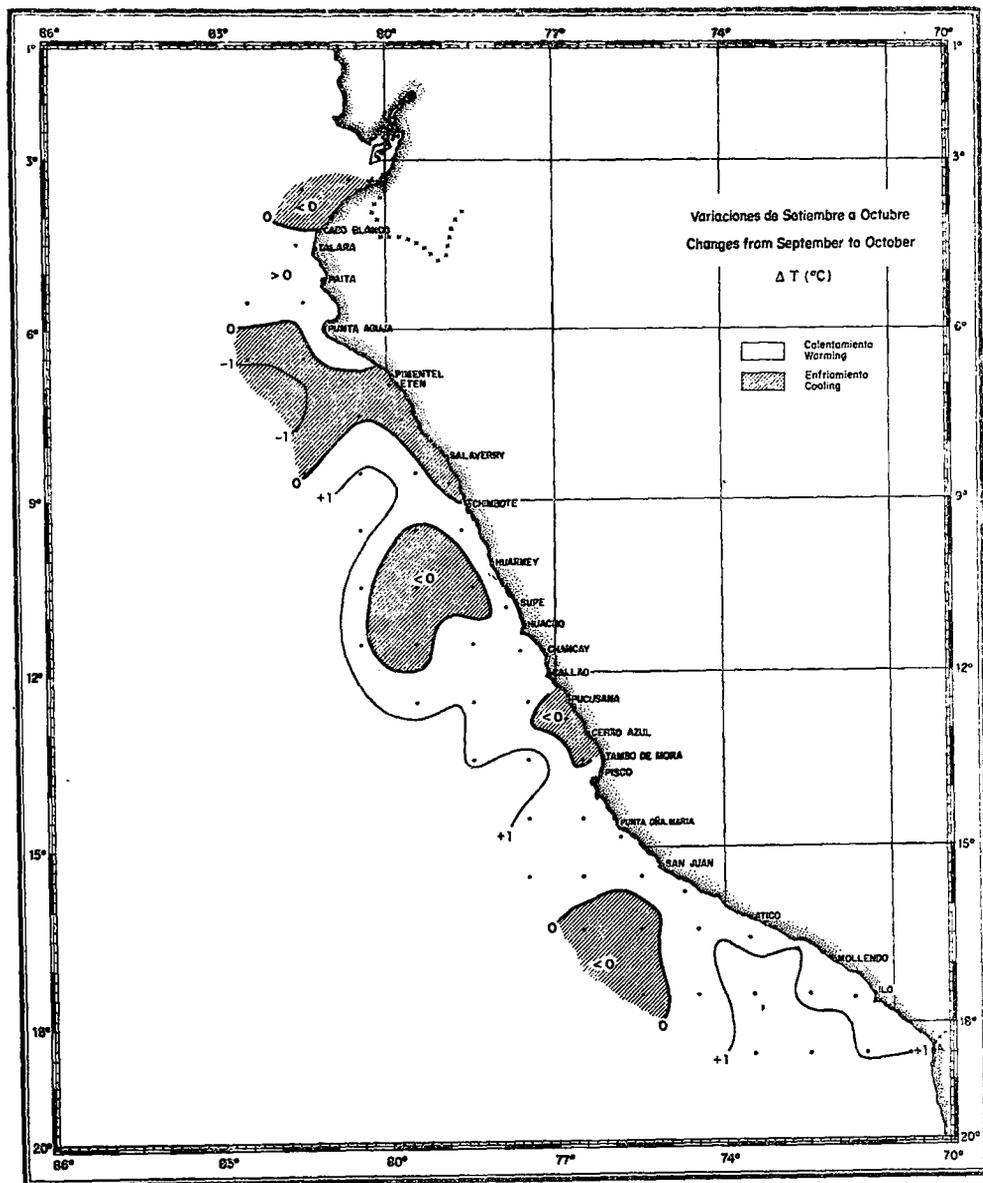


Fig. 27

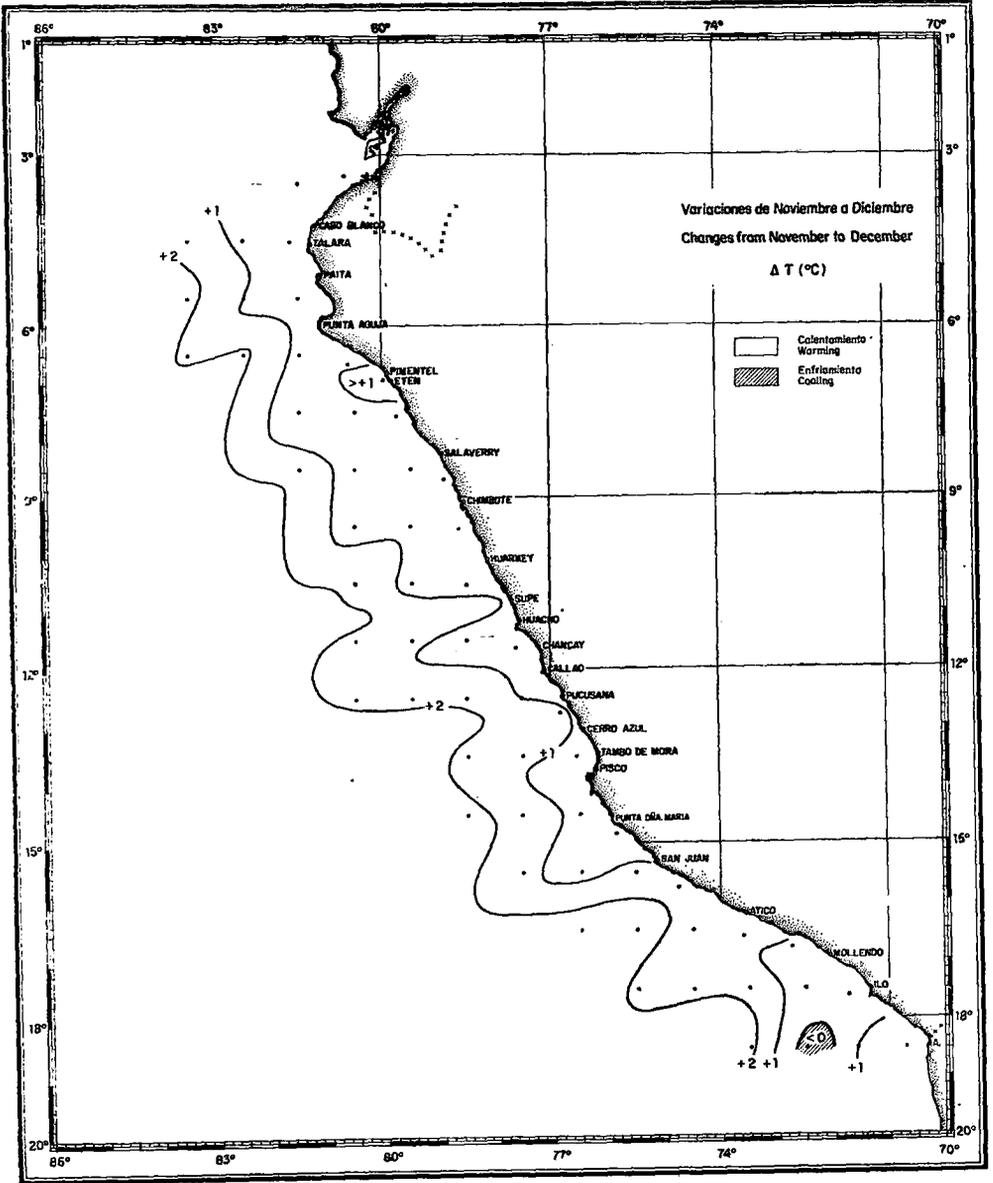


Fig. 29

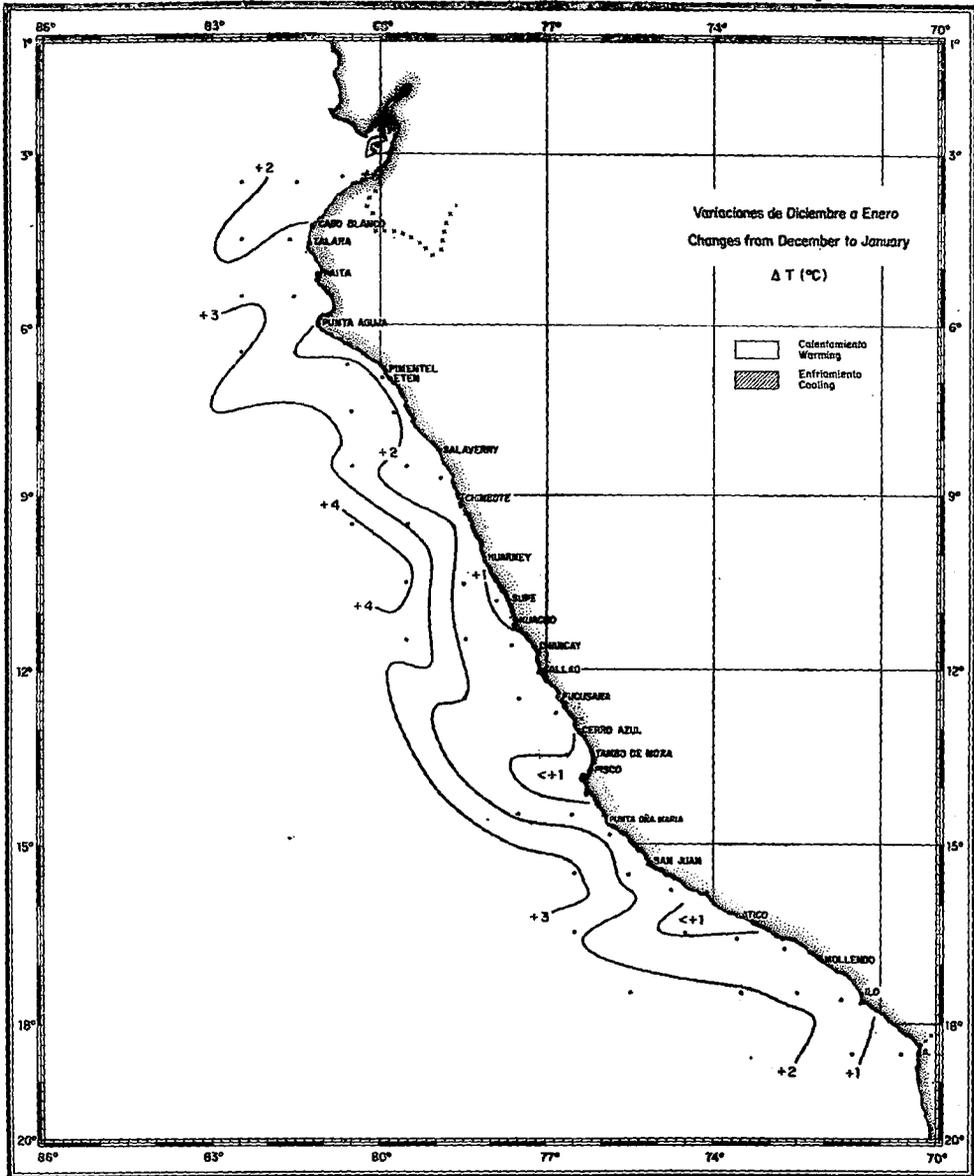


Fig. 30

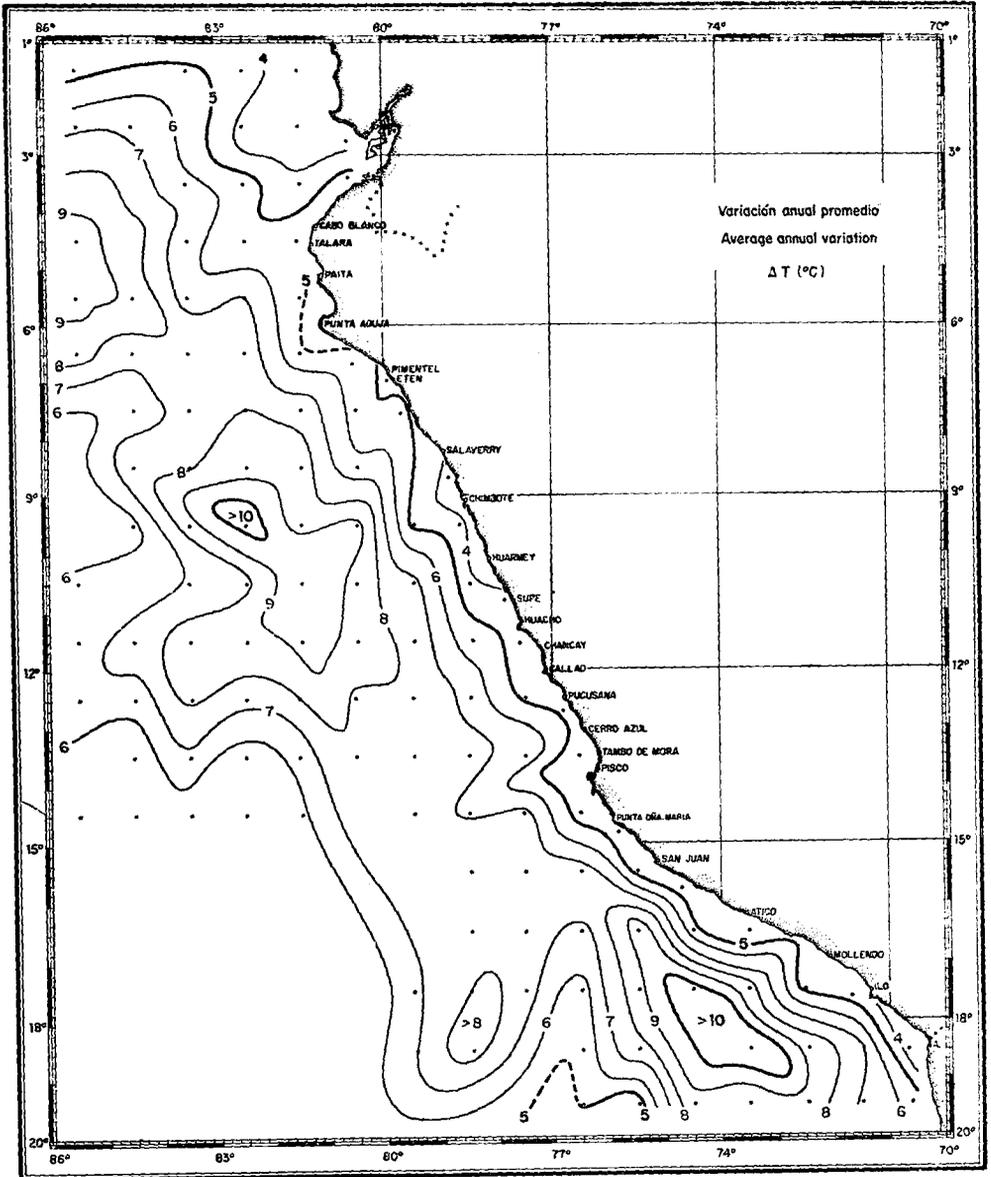


Fig. 31

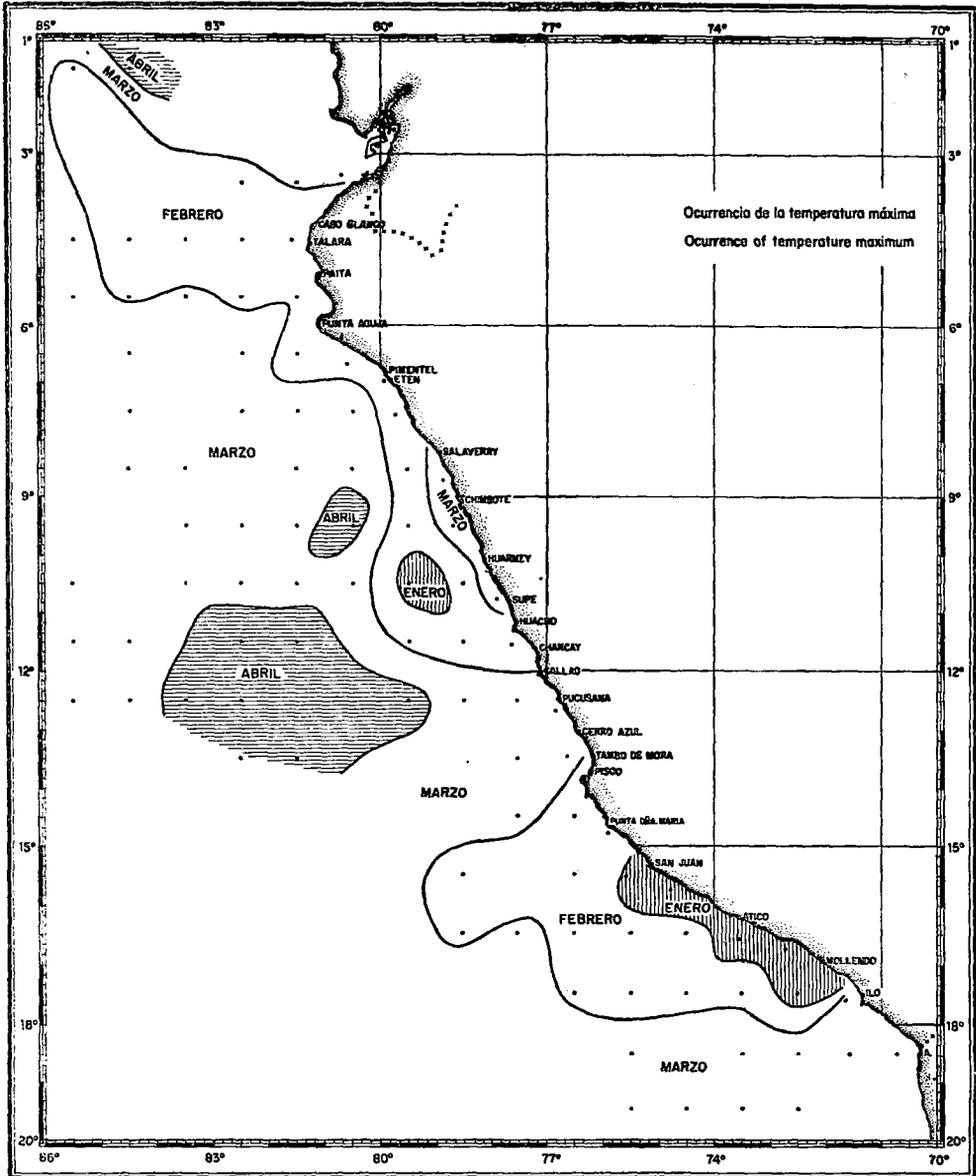


Fig. 32

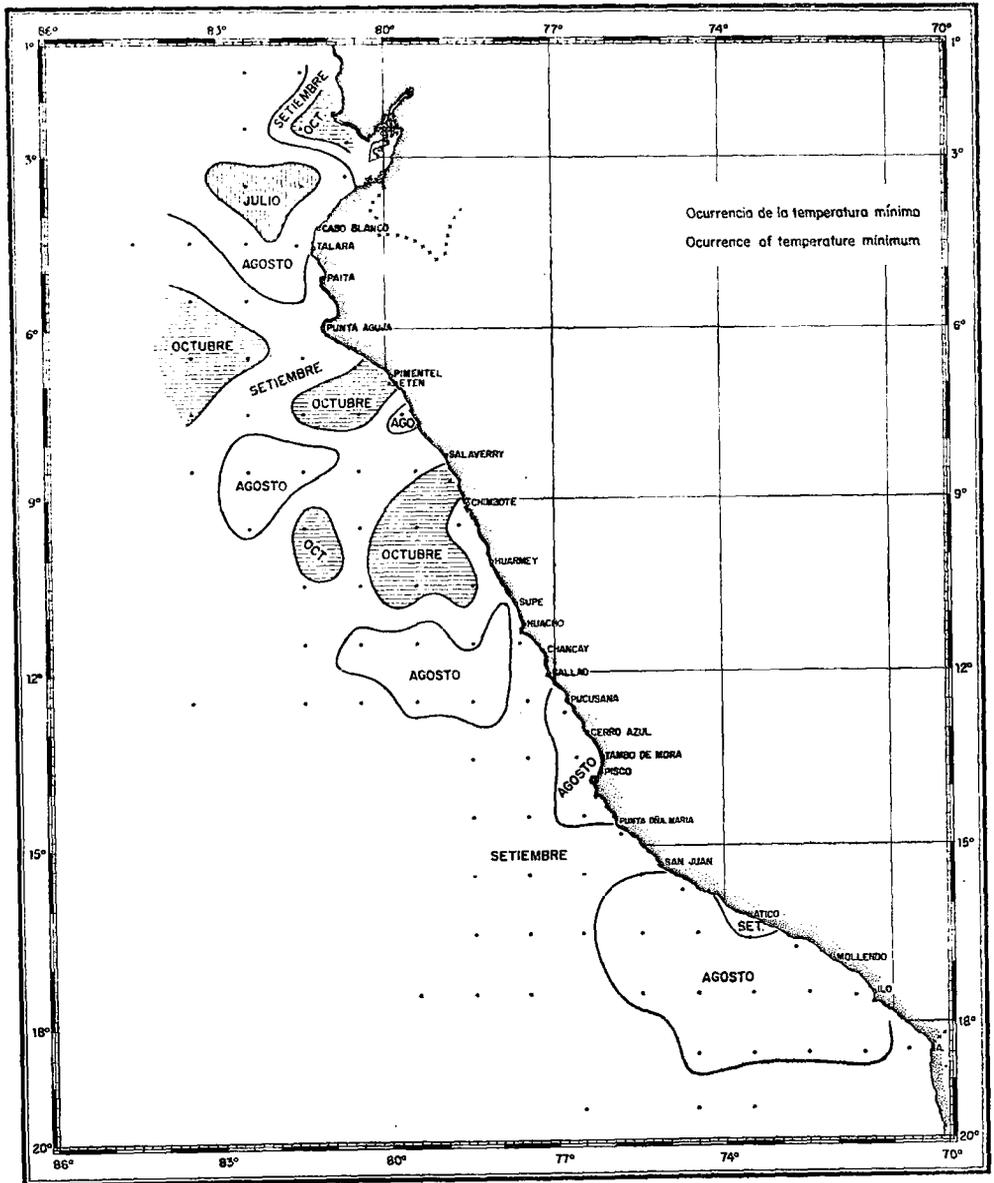


Fig. 33

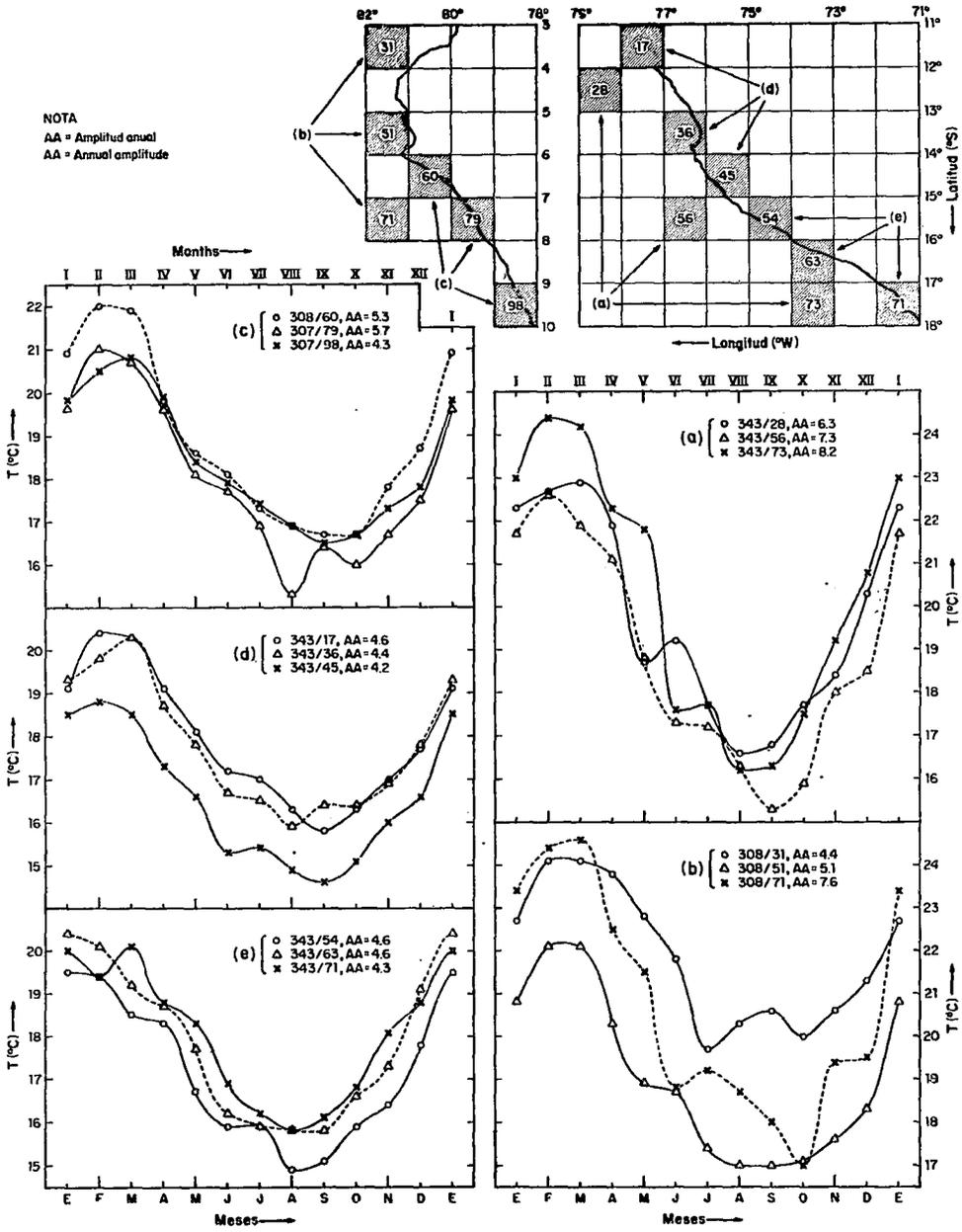


Fig. 34