

INTERACCION OCEANO – ATMOSFERA SOBRE LA ZONA COSTERA DEL ECUADOR

Por:

H.R. MOREANO (1)

SUMARIO

El análisis de temperatura y de precipitación para varias ciudades de la costa ecuatoriana proporciona una idea clara de que el clima de esta zona responde a cambios en las masas de aguas del Océano y al movimiento de la zona de convergencia Intertropical (ZICT). Bajo esta consideración se intenta buscar un mecanismo que permita pronosticar la rigurosidad de la Estación lluviosa; que resulta del acercamiento de la ZICIT a la Línea Ecuatorial y a la presencia de aguas cálidas frente a la costa. La buena correlación entre la temperatura superficial del mar en la cuenca de Panamá y del transporte de la contra corriente Norecuatorial con la temperatura del aire de la costa ecuatoriana conduce a pensar que la temperatura superficial del mar frente a Panamá podría ser índice que permita realizar un pronóstico de las características de la Estación lluviosa en esta zona.

INTRODUCCION

El clima de la zona costera del Ecuador tiene durante el año dos etapas con características propias y bien diferenciadas. La etapa de lluvias que comienza en Enero y termina en Abril está asociada a un alto índice de humedad, altas temperaturas y a una nubosidad compuesta principalmente de cúmulos, estracúmulos y cúmulos nimbus; además existe un debilitamiento de los vientos provenientes del sur y un ligero aumento en aquellos que vienen del norte. En los ocho meses restantes la temperatura disminuye apreciablemente, las lluvias desaparecen, los vientos del sur aumentan en fuerza y se forma una capa de nubes estratos que cubre la costa y que se extiende hacia el occidente sobrepasando aún las Islas Galápagos. Estas condiciones de la climatología costera son a no dudarlo un resultado de la interacción océano-atmósfera en esta parte del Pacífico Oriental Tropical y el objeto del presente trabajo no es otro que establecer el rol que juegan tanto el océano como la atmósfera en cada una de las etapas antes indicadas; además se intenta buscar un mecanismo que permita pronosticar la rigurosidad de la estación de lluvias; ya que su exceso o disminución provoca problemas serios, fundamentalmente en el sector agrícola y un pronóstico acertado permitiría tomar las precauciones que eviten el colapso de este sector tan importante en la vida económica del Ecuador.

EL ROL DEL OCEANO

A fin de establecer el rol que juega el océano en la climatología costera del Ecuador es necesario hacer un análisis en detalle de la distribución de las masas de agua en el mar frente a la costa y sobre esta base establecer la respuesta del clima a esta distribución.

Tanto la expedición EASTROPAC (Eastern Tropical Pacific) llevada a cabo en Febrero-Marzo de los años 1967 y 1968 como aquella organizada por la Universidad de Hawaii en Febrero-Marzo y Abril-Mayo de 1975 lograron establecer en detalle las condiciones de temperatura y salinidad superficial de la región comprendida entre los paralelos 5°N y 15°S y entre los meridianos 75° y 95°W.

Observando las temperaturas y salinidades superficiales para Febrero-Marzo de 1968 (fig. 1), se apre-

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. INOCAR. P.O. Box 5940. Guayaquil-Ecuador.

cia el afloramiento a lo largo de la costa del Perú, y la advección por parte de la corriente peruana de las aguas frías producto de este afloramiento hacia el noroccidente y occidente sobrepasando inclusive las Islas Galápagos. Es interesante observar el anillo de 21°C al este del Archipiélago que podría ser el resultado del afloramiento de la Corriente Cromwell, tal como aquel señalado por Jones (1969) 400 kilómetros al oeste de las Islas en Abril de 1968 y quien cree que es probable que al disminuir considerablemente el viento, de tal manera que desaparezca el flujo de la corriente sur-ecuatorial, la Corriente Cromwell aflore a la superficie. Lo mismo podría aplicarse en este caso considerando que los vientos alisios del sur-este decrecen en estos meses (Wyrski y Meyers 1976) y que la corriente está presente al este de las Galápagos (Stevenson y Talf 1971), y aún puede ser encontrada a 110 Km de las costas del Ecuador y del norte del Perú. El agua fría producto del afloramiento está rodeada por dos masas de agua caliente, estando la menos salada hacia el norte del frente ecuatorial y a la más salada hacia el sur y sureste de las Galápagos, separada por otro frente. La situación que aquí se describe es muy similar a la que se presenta cuando el afloramiento a lo largo de la costa del Perú ha logrado su mayor fuerza y consecuentemente la corriente costera ha aumentado en intensidad y esta condición conlleva a que en la atmósfera se forme una inversión estable, que se manifiesta a través de la capa de nubes estratos que cubre esta región del Pacífico Oriental mientras ella perdura; además la temperatura del aire disminuye y la lluvia desaparece.

Durante Abril-Mayo de 1975 (fig. 2), el Patrón de la corriente peruana luce un poco diferente a aquel de 1968. La corriente está abriéndose paso hacia Galápagos y es lo suficientemente ancha como para mantener a las aguas cálidas muy apartadas de la costa. Nótese además que el frente ecuatorial está bien definido y ocupa su posición normal alrededor de los 2°N . En otras palabras la circulación anticiclónica está creciendo en fuerza, después de un debilitamiento en los primeros meses de 1975. Con esta situación la temperatura del aire debe disminuir y las características de la inversión estable propias de la estación seca deben comenzar a desarrollarse.

Observando las temperaturas y salinidades para Febrero-Marzo de 1967 (fig. 3), la masa de agua fría forma un anillo que se extiende hacia el noreste, sin llegar a tocar ni a la costa del Ecuador ni a las Galápagos. El agua más fría (22°C) está en el centro del anillo y su origen podría también considerarse como producto del afloramiento de la Corriente Cromwell. En cuanto a las aguas cálidas se han juntado al oeste del anillo, de tal manera que las Galápagos en sí está rodeada de aguas con temperaturas superiores a los 25°C . Frente a la costa existen aguas cuya salinidad varía entre 31.5 y 33.5‰ y su temperatura alcanza los 26°C .

Esta situación es de alguna manera diferente de aquellas de 1968 y 1975 y que se presenta con una circulación anticiclónica más débil y con una nueva distribución de masas de agua.

En Febrero-Marzo de 1975 (fig. 4), la temperatura y salinidad superficial de esta sección del Pacífico es una vez más diferente. Toda el área está cubierta de aguas cálidas con la menos salina hacia el norte de los 3°S . El afloramiento es lo suficientemente fuerte como para mantener a las aguas cálidas apartadas de la costa peruana y el frente ecuatorial se ha desplazado hacia el sur, siendo su gradiente más fuerte cerca de la costa y debilitándose hacia el occidente. Con este panorama y con aquel del mismo período de 1967, al existir un océano más caliente y al encontrarse la ZCIT más cerca a la línea ecuatorial, la convención atmosférica debe incrementarse y este incremento debe reflejarse en la cantidad de lluvia de este período.

Frente a estas situaciones diferentes del océano, el clima de la zona costera del Ecuador, debe responder en cierta forma; así por ejemplo para Febrero-Marzo de 1968 y Abril-Mayo 1975 las temperaturas del aire estuvieron probablemente bajo el promedio y la lluvia se debió exclusivamente del movimiento ZCIT; sin embargo, para Febrero y Marzo de 1967 y 1975 se puede esperar que las temperaturas estuvieron alrededor del promedio y que la lluvia aumentó considerablemente en respuesta a una convección más acelerada como produjo el calentamiento del océano; si es así las situaciones descritas deben estar registradas en los records de temperaturas y lluvia en diferentes lugares de la costa, lo que se analizará más adelante.

EL ROL DE LA ATMOSFERA

La circulación atmosférica en el Pacífico del Norte, la maneja el Centro de Alta Presión, ubicado al-

rededor de los 35°N y 140°W. Este Centro sigue a través del año un patrón elíptico cuyo eje mayor tiene una dimensión de aproximadamente 1.700 kilómetros. El Centro está más cercano al Continente en Diciembre, más al Sur de su posición promedio en Febrero, alejado hacia el Occidente en Julio y más al Norte en Septiembre. En el Pacífico Sur la circulación atmosférica la maneja el Centro de Alta, ubicado en los 30°S y 90°W y cuya variabilidad en posición es menor que aquel del Pacífico Norte. Este Centro está más hacia el Norte en Julio, más cercano al Continente en Septiembre y más hacia el Sur Oeste en Febrero - Marzo. La distancia entre sus posiciones extremas oscila entre los 800 km.

A principios de año con el Centro de Alta del Pacífico Norte cercano al Continente y con el Centro de Alta del Pacífico Sur hacia el Sur Oeste existe una intensificación de los Vientos Alisios del Noreste y un debilitamiento de aquellos del Sureste y debido a esta diferencia en fuerza la ZCIT se desplaza hacia el Sur llegando hasta los 2°Norte. A mediados de año, la situación se invierte y la ZCIT alcanza su máxima posición Norte llegando hasta los 10°Norte; sin embargo no permanece en esta posición por mucho tiempo ya que es forzada a desplazarse hacia el Sur por acción del Centro de Alta de las Azores (Bennett 1966) y es solamente en Octubre que la ZCIT está nuevamente en su posición más al Norte.

Con estos antecedentes, la etapa de lluvias en la región costera del Ecuador coincide con la posición más al Sur de la ZCIT y si este desplazamiento coincide a su vez con la presencia de agua cálidas frente a la costa, es indudable que los índices de lluvias y de temperatura en este período aumentarán considerablemente. Por su parte el período seco coincide con el alejamiento de la ZCIT y con la intensificación de los Alisios del Sureste, lo que a su vez implica que el afloramiento a lo largo de la Costa del Perú se acelere y que aumente en fuerza la corriente de Humboldt. Esta situación conlleva a la formación de la inversión estable en la atmósfera, a las bajas temperaturas del aire y a la ausencia de lluvias.

EL ANALISIS DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y CANTIDAD DE LLUVIA

Cuando se describió las condiciones de temperatura y salinidad superficiales del mar ecuatoriano para el período Febrero - Marzo de 1968 se concluyó que dichas condiciones se reflejarían en bajas temperaturas del aire y en la disminución considerable de la cantidad de lluvia y esto es lo que precisamente se observa en los registros de temperatura y lluvia de SALINAS, BAHIA DE CARAQUEZ y ESMERALDAS ubicadas sobre la línea de Costa y de SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS ubicado a 660 mts. sobre el nivel del mar y, al pie de la cordillera de los Andes. Nótese que para ciertos lugares como Salinas la temperatura se aparta en -2°C de la normal (fig. 5).

Las condiciones para Febrero - Marzo 1967 y 1975 determinaban un aumento en la temperatura y los valores de lluvia y en efecto esto es lo que sucede pues las temperaturas se mantienen o sobrepasan a los valores normales e igual sucede con la cantidad de lluvia. Durante Abril - Mayo de 1975 (fig. 6) la circulación anticiclónica comenzó a ganar fuerza presentando condiciones diferentes, a aquellas de Febrero - Marzo del mismo año; el clima costero "sintió" este cambio con una baja de la temperatura y la ausencia de precipitaciones. Como por ejemplo las bajas temperaturas para Esmeraldas durante el segundo período de ese año.

Merece la pena destacar que tanto los valores de lluvia como las temperaturas del aire registran la presencia del fenómeno "EL NIÑO". En los años 1952-53, 1957-58, 1965, 1969, 1972-73, 1975 y 1976.

Por lo expuesto el clima de la región costera responde a cualquier cambio que exista en el Océano y más aún está estrechamente ligado a la interacción OCEANO-ATMOSFERA.

EL PRONOSTICO

Wyrtki; (1973) ha presentado las diferencias de niveles entre el Flanco Sur y Norte de la contracorriente Nor-Ecuatorial (estas diferencias tienen estrecha relación con el transporte de dicha corriente) y las anomalías de la temperatura superficial del mar frente a Panamá (fig. 7).

Las anomalías de temperaturas más grandes corresponden a grandes diferencias de nivel o aún mayor transporte, lo que a su vez es el resultado de la presencia de períodos anormales en el Océano y en la atmósfera.

Las mayores diferencias tanto en el transporte, como en la temperatura del mar y del aire coinciden con los mayores eventos de "EL NIÑO" lo que indica que el agua de la contracorriente cuando llega al lado oriental se desparrama hacia las costas de América Central y del Sur, y es posible que para el caso del Ecuador las invasiones de aguas cálidas de corta duración corresponda a una contra-corriente más débil o a pequeñas anomalías positivas; sin embargo, el promedio de la temperatura superficial del mar de la cuenca de Panamá, debe ser más alto que aquel frente al Ecuador y esto se comprueba si se observa que para Abril de 1951 la anomalía es negativa tanto para Salinas como para Esmeraldas, en Mayo llega a ser positiva, alcanzando un máximo positivo en Julio (Salinas) y en Agosto - Septiembre (Esmeraldas) sin embargo la anomalía frente a Panamá es negativa mientras Salinas y Esmeraldas tienen anomalías positivas. Esto significa que la región costera siente el calentamiento del Océano antes de que la anomalía frente a Panamá llegue a cero. En 1952 ocurre algo similar a la situación que acaba de describirse.

En los años 1954 - 1955 - 1956, parece que no tuvo lugar ninguna invasión de agua cálida que haya sido significativa, sin embargo Wooster (1969) reporta sobre el movimiento hacia el Sur del frente ecuatorial en Noviembre de 1955. Y es interesante observar que para las ciudades ubicadas en la línea de costa las temperaturas del período de lluvias para estos tres años están muy cerca de la normal, correspondiendo esto probablemente a invasiones débiles tales como las reportadas por Wooster. Lo mismo podría decirse para los años 1960-61-62-63-64, aunque Esmeraldas y Bahía de Caráquez parece que sufrieron el efecto de una contracorriente relativamente fuerte ya que ambas ciudades tienen anomalías positivas para aquellos años. Coincidiendo con las pequeñas anomalías positivas de la temperatura superficial del mar.

Conociendo las situaciones del mar ecuatoriano durante Febrero - Marzo de 1967-68 se aprecia que las mismas concuerdan con la temperatura superficial negativa en Enero de 1967, sin embargo, un mes más tarde la anomalía disminuye en 0.5°C ., y se entiende que fue este aumento en el transporte el que provocó la invasión de agua de 26°C ., a lo largo de la Costa; pero que no fue lo suficientemente fuerte como aquella de 1975, para mantener a la corriente del Perú muy cerca a la costa peruana. A comienzos de 1968 la anomalía negativa en Panamá es la más grande de todo el registro de 20 años y por supuesto no existió invasión de aguas cálidas a la costa ecuatoriana.

Cabe indicar que los valores de lluvias cuando existen invasiones de corta duración se mantienen alrededor de lo normal, son máximos cuando "EL NIÑO" está presente y mínimos cuando no ocurre ninguna invasión como el caso de 1968.

Desafortunadamente las series presentadas por Wyrski no tienen, el transporte de la contracorriente y las anomalías de temperaturas para la década de los años setenta, sin embargo, se considera que debe existir un patrón similar al ya descrito para aquellos años en que no se ha producido eventos mayores de "EL NIÑO".

Esta buena correlación entre la temperatura superficial del mar en la cuenca de Panamá y del transporte de la contracorriente Nor-ecuatorial (CCNE) con la temperatura del aire de la costa ecuatoriana conduce a pensar que la temperatura superficial del mar frente a Panamá podría ser un índice que permita realizar un pronóstico de las características de la estación lluviosa en la región costera del Ecuador.

CONCLUSION

Del análisis de las diferentes situaciones del mar ecuatoriano, de las temperaturas del aire y de los valores de precipitación se deduce que el clima de la zona costera del Ecuador está fuertemente influenciado por el Océano. En el período de lluvia, las temperaturas elevada y los valores relativamente altos de pre-

precipitación corresponden a un calentamiento del Océano, mientras que las bajas temperaturas y la disminución de lluvias corresponden a un Océano frío. La estación seca por su parte es un resultado de la intensificación de la circulación anticiclónica, lo que a su vez acelera el afloramiento, aumentando en fuerza la corriente de Humboldt y creándose de inmediato la inversión estable en la atmósfera.

Por la correlación existente entre las temperaturas de las costas y las series presentadas por Wyrski, podría ser posible pronosticar las características del período de lluvias conociendo anticipadamente las fluctuaciones en el transporte de la CCNE y las temperaturas superficiales del mar frente a Panamá; sin embargo, será necesario conocer con más detalles los procesos tanto oceánicos como atmosféricos que ocurren en el Pacífico para poder hacer un pronóstico más exacto.

BIBLIOGRAFIA

- Bennet, E.B. 1966.** Influence of the Azofes High on the sea level pressure and wind, and on precipitation in the Eastern Pacific Ocean. Bull. Inter - Amer. Trop. Tuna Comm. 12 1 - 23.
- Jones, J.H. 1969.** Surfacing of the Pacific Equatorial Undercurrent. Direct observation. Science 163 1449-1450.
- Stevenson, M.R. and Taft B.A. 1971.** New evidence of the Equatorial Undercurrent East of the Galápagos Islands. Journal of Marine Research 29 103 - 115.
- Wooster, W.S. 1969.** Equatorial Front between Peru and Galápagos Deep Sea Research 16 407 - 419.
- Wyrtki, K. 1973.** Teleconnections in the Equatorial Pacific Ocean. Science 180 66 - 68.
- Wyrtki, K. and Meyers G. 1976.** The trade Wind field over the Pacific Ocean. J. of Applied Meteorology 13 698 - 704.
- Wyrtki, K. et al., 1976.** Predicting and Observing El Niño. Science 191 343 --346.

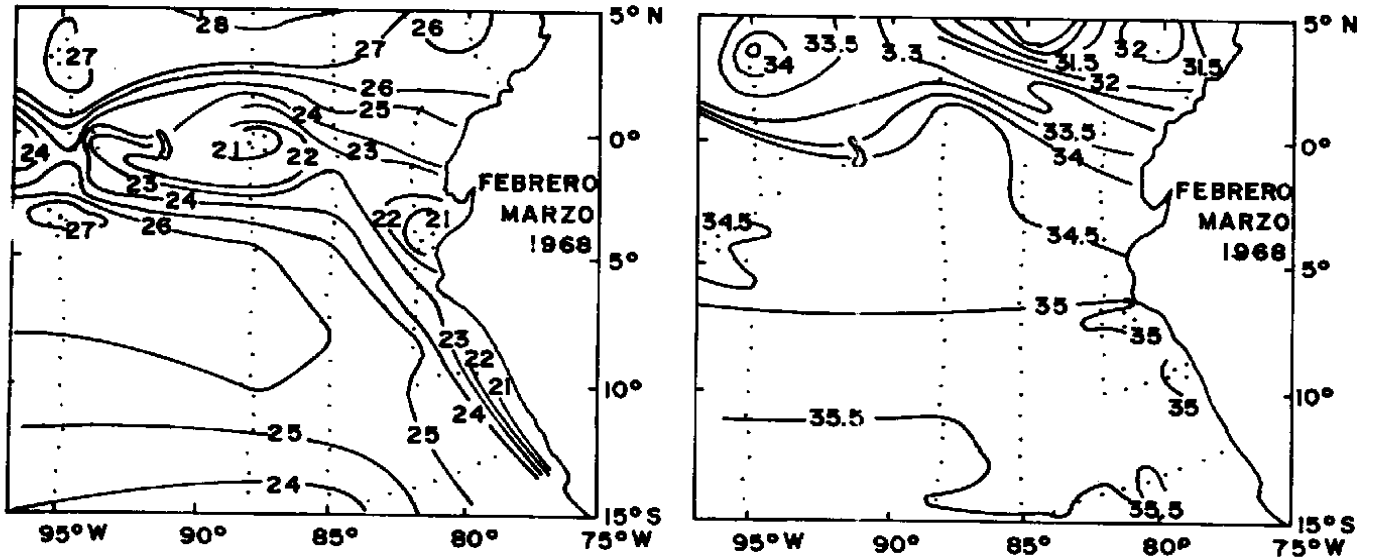


Fig. 1. Temperatura y salinidad superficial para Febrero – Marzo de 1968 (Wyrtki, 1976).

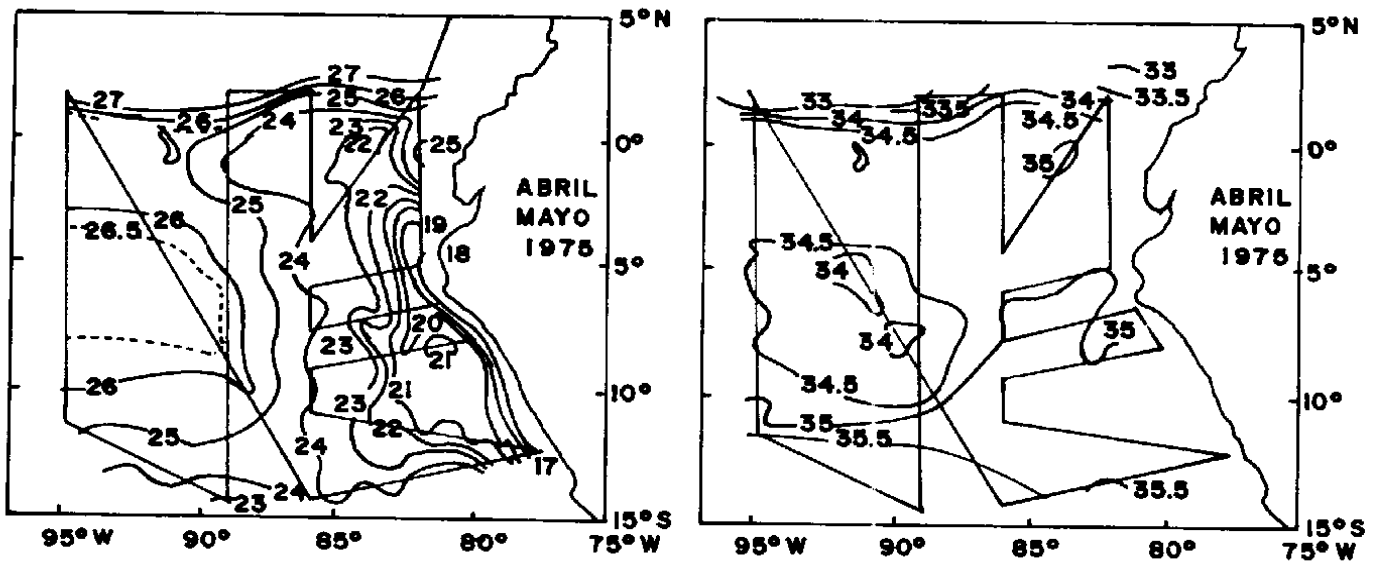


Fig. 2. Temperatura y salinidad superficial para Abril – Mayo de 1975 (Wyrtki, 1976).

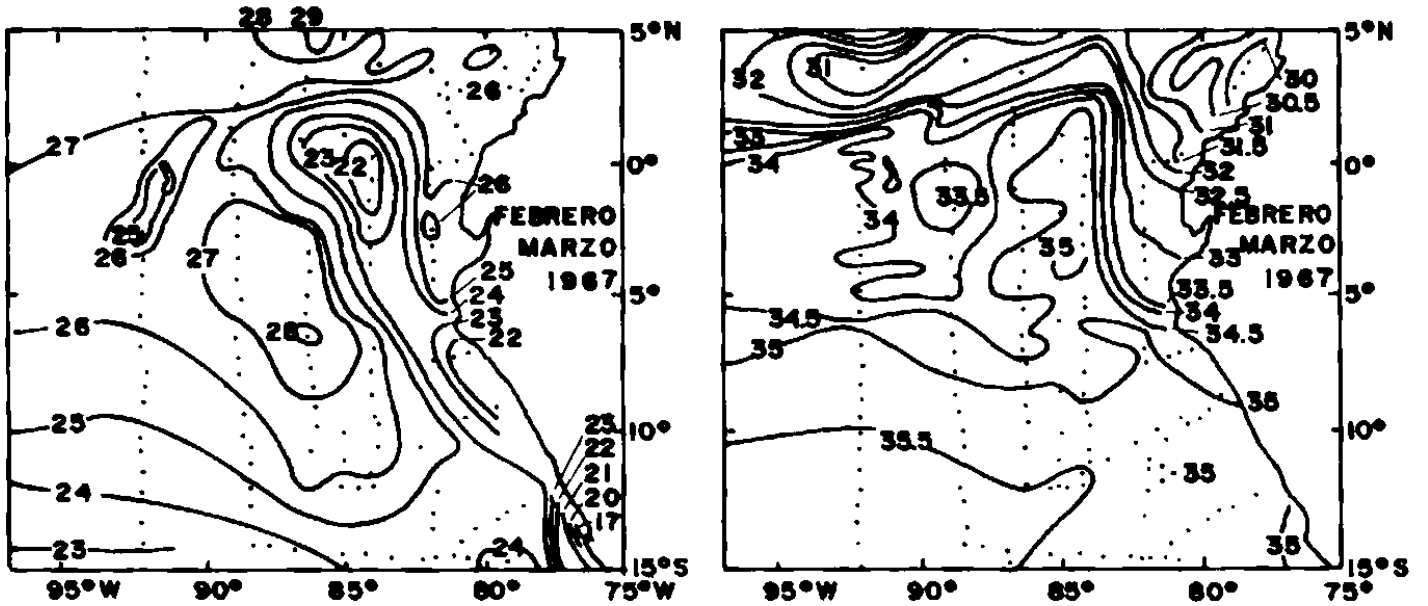


Fig. 3. Temperatura y salinidad superficial para Febrero – Marzo de 1967 (Wyrtki, 1976).

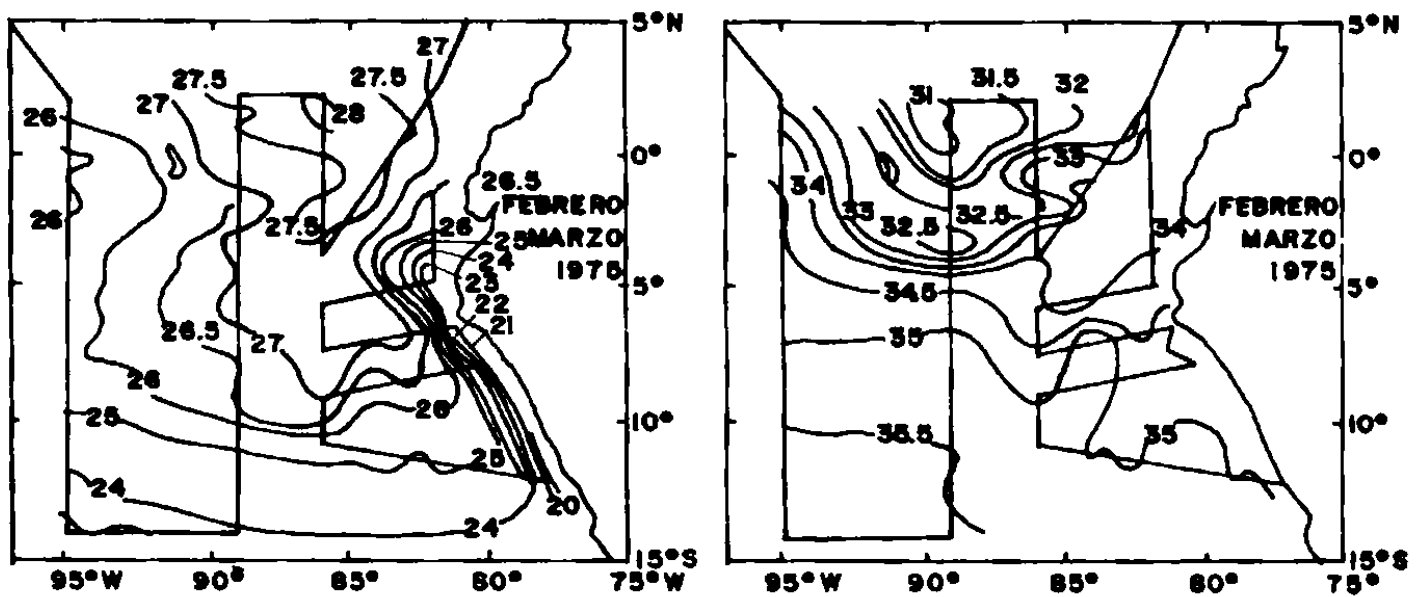


Fig. 4. Temperatura y salinidad superficial para Febrero – Marzo de 1975 (Wyrtki, 1976).

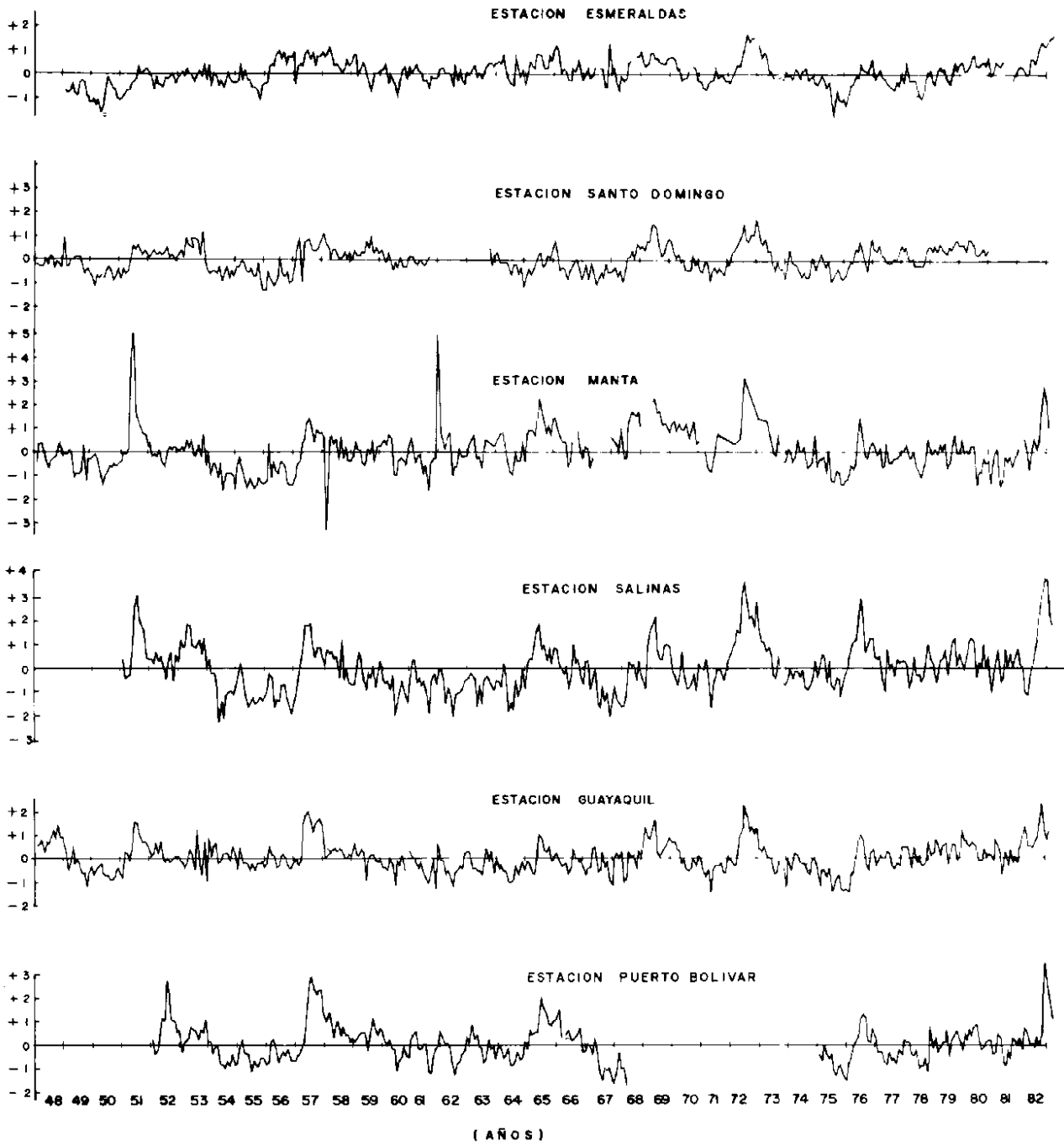


Fig. 5. Anomalías mensuales de la temperatura del aire (grados centígrados)

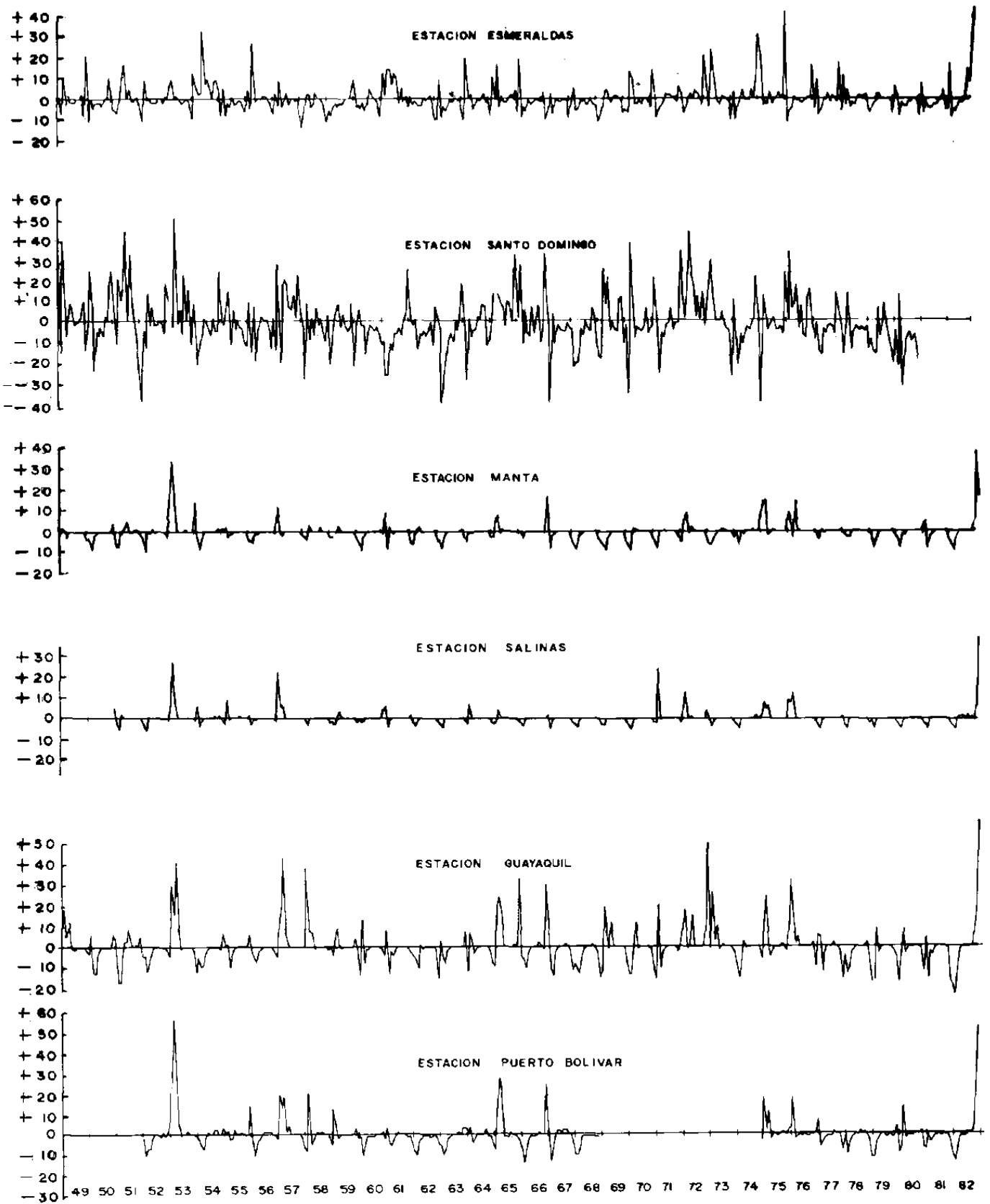


Fig. 6. Anomalías mensuales de precipitación en decenas de m. m.

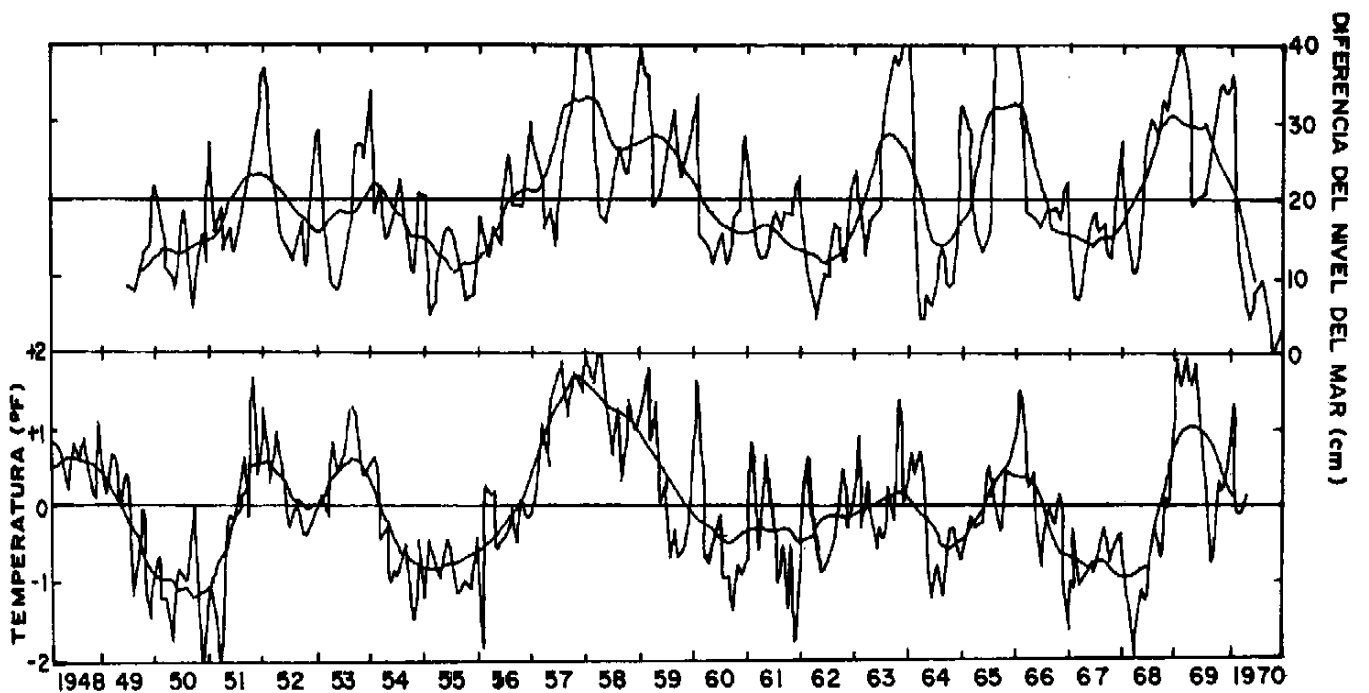


Fig. 7. Series de diferencias del nivel entre los flancos Sur y Norte de la CCNE (curva superior) y anomalías de la temperatura superficial del mar frente a Panamá (curva inferior).