

# ESTRUCTURA TERMOSALINA DE LA CAPA ACTIVA OCEÁNICA EN LOS MARES CERCANOS A CUBA Y SU INFLUENCIA EN LA FORMACION DE LOS CICLONES TROPICALES

**Autores:** IDA MITRANI ARENAL, OSCAR DIAZ RODRIGUEZ

Centro de Física de la Atmósfera, Instituto de Meteorología

---

## **Resumen:**

*Se presentan una caracterización general de la estructura termosalina de la capa activa oceánica, a partir de los datos hidrometeorológicos recopilados en 37 cruceros realizados en los mares cercanos a Cuba desde 1967 hasta 1994, por especialistas del Centro de Investigaciones Pesqueras y del Instituto de Meteorología, a distancias de hasta 200 Km de la línea costera. Las observaciones incluyen datos meteorológicos y oceánicos. Se incorporaron además los datos recopilados en la zona de estudio durante la expedición internacional ECAC-3 del 2001. A partir de estos datos se determinaron las siguientes características de la capa activa oceánica: a) Espesor de la capa homogénea c) Máximo de salinidad y profundidad de localización, c) Profundidad de localización de la isoterma de 26 °C, d) Frontera inferior de la capa activa e) Tipo de termoclina según su gradiente f) Distribución de las masas de agua. Se estudiaron las variaciones a corto plazo del espesor de la capa homogénea y su posible enlace con la variación de los elementos meteorológicos (velocidad del viento, presión atmosférica, temperatura del aire). Aunque se observa una buena correspondencia en el curso anual, para las oscilaciones a corto plazo las correlaciones son bajas. Además, se analiza el posible enlace entre su estructura vertical y el desarrollo de los ciclones tropicales en el área de estudio. Los resultados obtenidos se ilustran con figuras y tablas.*

## **Introducción**

Es conocida la decisiva influencia del océano como regulador del clima planetario. El aire, al deslizarse sobre el océano, genera un fuerte intercambio turbulento de calor, vapor de agua y cantidad de movimiento. La interacción se trasmite hacia otros niveles internos del aire y del mar, formándose la capa fronteriza atmosférica y la capa activa oceánica. Los procesos de interacción océano - atmósfera influyen notablemente en la evolución de la circulación atmosférica y en particular de los ciclones tropicales. El origen y desarrollo de estos eventos depende del estado térmico de la superficie marina y del espesor de la capa homogénea, contándose estos dentro del conjunto de factores decisivos en su formación.

El presente texto pretende ofrecer una visión general acerca de la estructura termosalina de la capa activa oceánica en los mares cercanos a Cuba, a partir de datos de expediciones a bordo de buques, realizadas entre 1966 y 1994, así como señalar las características de esta estructura, que influyen en el desarrollo de los ciclones tropicales en el área de estudio.

## **Información utilizada.**

Se utilizó la información proveniente de 37 cruceros realizados en los mares cercanos a Cuba entre 1967 y 1994, por especialistas del Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), del Instituto de Oceanología (IDO) y del Instituto de Meteorología (INSMET), a distancias de hasta 200 Km de la línea

costera (Figura 1). Se incluyeron datos tomados en el área de estudio, procedentes de la expedición multinacional ECAC-3 realizada a bordo del buque mexicano "Justo Sierra" en julio del 2001.

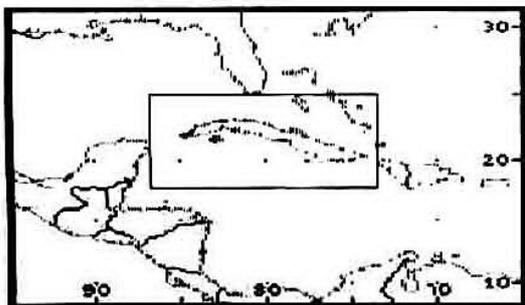


Figura 1 Zona de navegación de los cruceros oceanográficos que integran la base de datos HIDROMET

Las observaciones muestran la suficiente densidad para obtener una buena representación de las características que se pretenden analizar (Figura 2). Se incluyen datos meteorológicos: velocidad y dirección del viento, temperatura del aire, humedad y presión atmosférica y datos oceánicos: Temperatura y salinidad en horizontes estándar hasta 500 m de profundidad. Toda la información está organizada en la base de datos HIDROMET (Salas et al. 1994), del Instituto de Meteorología. A partir de estos datos se calculó la densidad convencional

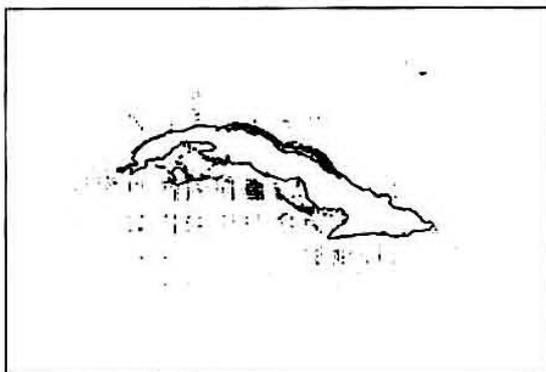


Figura 2. Observaciones hidrometeorológicas de los 37 cruceros realizados entre 1967 y 1994, con los puntos de observación de la ECAC-3, localizados dentro del área de estudio.

## Determinación de las Características Generales de la Capa Activa.

Se determinaron las características termosalinas de la capa activa oceánica: Para definir el espesor de la capa homogénea por temperatura y densidad, se utilizaron los criterios establecidos por Levitus (1982) para la elaboración del "Atlas Climatológico del Océano Mundial". Como frontera inferior de la capa isotérmica se tomó la profundidad donde la temperatura del agua es menor que la superficial en 0,5°C y para la capa isopícnica, la profundidad donde la densidad convencional es mayor en 0,125 con respecto a la superficie. También se estableció la profundidad de la isoterma de 26°C, que es la temperatura crítica que deben presentar las aguas superficiales oceánicas para favorecer el desarrollo de los ciclones tropicales (Gray, 1968; Shuleykin, 1979; WMO, 1995).

Por los datos elaborados en el presente estudio, la temperatura de la superficie marina oscila como promedio durante el año entre 25° y 30°C, con los mínimos en el mes de febrero y los máximos en el mes de septiembre. Los valores mínimos extremos se aprecian en febrero-marzo, en la zona del Golfo de México con 24°C y los máximos hasta 31°C hacia las costas Caribeñas de Cuba en septiembre-octubre. Se encontraron los máximos sobre aguas profundas en la zona del Golfo Casilda - Cazonos y sur de Isla de la Juventud, hacia el área central y norte del Caribe en correspondencia con lo señalado anteriormente por Sukhoviei et al. (1980) y con los datos de GOSTA (1990).

La estructura vertical de la capa activa presenta oscilaciones a corto plazo del orden de 6 a 12 horas. Aunque a veces este ritmo se rompe, no se aleja más de dos horas y entonces se presentan con periodos entre 4 y 10 horas. En este caso, el espesor de la capa mezclada puede presentar amplitudes muy grandes; en pocas horas la capa isotérmica puede disminuir desde 100 m hasta menos de 5 m y viceversa (Figura 3). Con el fin de buscar alguna relación particular entre el curso de los elementos meteorológicos (velocidad del viento, presión atmosférica, temperatura del aire) y el espesor de la capa isotérmica, se determinaron los coeficientes de correlación lineal. En ningún caso estos sobrepasaron el 30%. Tomando en cuenta que la capa activa oceánica es el estrato de máxima interacción con la atmósfera, como frontera inferior convencional se tomó el nivel más profundo donde la temperatura del agua permanece casi constante durante todo el año, independientemente de las oscilaciones superficiales de los elementos meteorológicos, de acuerdo con el crite-

rio planteado en Egorov (1974). Del análisis de todos los cruceros disponibles, se aprecia un estrato entre los 250 y 300 m de profundidad, cuya temperatura se mantiene casi constante en el entorno de los 17°C. Esto indica que la frontera inferior de la capa activa debe encontrarse en las cercanías de ese estrato, en correspondencia con los criterios planteados anteriormente por Mitrani et al. (1984), que sitúa esta frontera en profundidades del orden de los 250 m.

La capa isotérmica es menor en verano, con mínimos de profundidad en los meses de junio - agosto (entre 10 y 50 m como promedio). El calentamiento por radiación solar actúa durante los meses de verano e incrementa el espesor de esta capa, de manera que en septiembre - octubre se profundiza hasta 80 - 100 m. Ya en diciembre comienza la mezcla convectiva, por enfriamiento superficial con aumento en la densidad de las aguas. Por otra parte, se acelera la mezcla por turbulencia con el aumento de la intensidad del viento al paso de los frentes fríos. El máximo espesor se presenta en febrero - abril (entre 60 y 150 m), al agudizarse las condiciones invernales. En la distribución espacial, los mayores espesores de la capa isotérmica se presentan en el sur de la Isla de la Juventud, en el Estrecho de la Florida y en el Canal de Yucatán.

La capa isopícnica presenta una variabilidad parecida a la isotérmica, pero con la diferencia de que su espesor con frecuencia es menor y esta diferencia puede ser de hasta 50 m. Esto indica que la distribución vertical de la temperatura no siempre es la principal determinante en la redistribución de la densidad del agua, sino que hay gran influencia de la salinidad, la cual en este caso limita el alcance de la mezcla vertical.

La frontera superior de la haloclina (capa de fuertes gradientes de salinidad) se localiza antes que la termoclina. Esto es muy significativo, porque en general el anterior criterio solo se planteaba para altas latitudes (Defant 1961, Lamb 1984); sin embargo ya la existencia de esta particularidad ha sido demostrada para bajas latitudes del Atlántico por Sprintall y Tomczak (1990), en la zona de confluencia de las corrientes Ecuatoriales al entrar en los mares Interamericanos, las cuales evidentemente transportan esta característica hasta las costas de Cuba.

La isoterma de 26°C muestra su mínimo espesor en enero y febrero, respondiendo al curso anual de la temperatura superficial. El máximo espesor, de hasta 150 m, se ha observado en Octubre, seguido de los meses de Septiembre y Noviembre. Esto coincide con la intensificación de la ciclogénesis en esta época del año.

El perfil de salinidad con frecuencia muestra una capa isosalina de varias decenas de metros y un posterior aumento en las aguas sub-superficiales. El máximo de salinidad, con muy poca variación temporal y espacial, presenta valores de 36,7‰ a 36,8‰ y se localiza entre los 150 y 300 m de profundidad. Esporádicamente, en presencia de lluvia, la salinidad en la columna disminuye; el máximo emerge hasta 30 - 50 m con valores de 36,3‰. Esto hace que ocasionalmente el máximo absoluto de 36,9‰ se observa en la propia superficie oceánica.

Se calculó el gradiente medio de la termoclina entre la frontera inferior de la capa cuasi-uniforme y los 500 m de profundidad. Se obtuvo en el orden de los 0,03 a 0,09°C, acorde con el criterio de "termoclina débil", señalado por Shamraev y Shishkina (1988). Según la clasificación descrita por estos autores, la capa activa oceánica en los mares cercanos a Cuba responde al tipo "tropical", con la particularidad de que la capa uniforme es de mayor espesor que el promedio propuesto por estos autores.

A modo de ejemplo, en las Figuras 3 y 4 se aprecian las características antes expuestas para noviembre y febrero, en las zonas de máximo espesor registrado de la capa cuasi-uniforme.

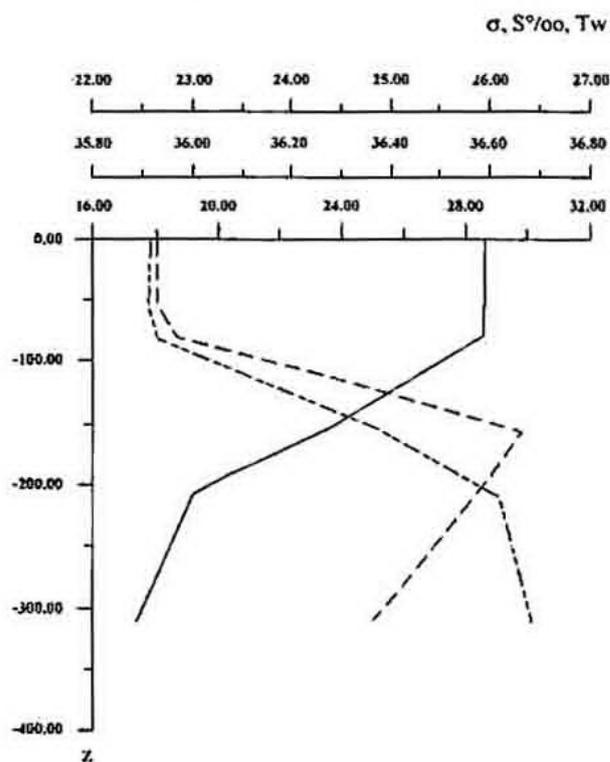


Figura 3 Distribución vertical de la temperatura del agua  $T_w$  [°C] (—), la salinidad  $S$ ‰ (— · —) y la densidad condicional  $\sigma$  (— — —) en el sur de Isla de la Juventud (Crucero "FOTON", 9/11/1971). La isoterma de 26°C se localizó en los 163 m.

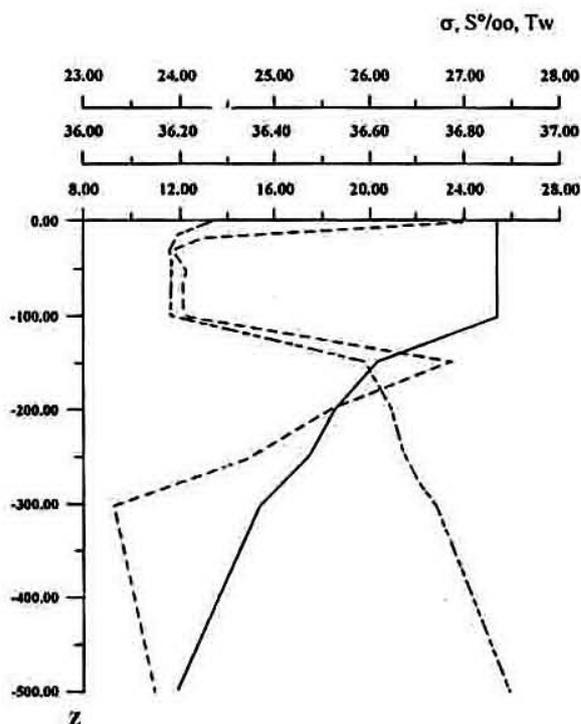


Figura 4 Distribución vertical de la temperatura del agua  $T_w$  [ $^{\circ}\text{C}$ ] (—), la salinidad  $S$  ‰ (· · ·) y la densidad condicional  $\sigma$  (—) en el sur de la Isla de la Juventud (Crucero "PETO"; 16/02/67). La profundidad de la isoterma de  $26^{\circ}\text{C}$  no se localizó.

Con la finalidad de estudiar la distribución vertical de las masas de agua en el área de estudio, en primer lugar se elaboraron las curvas TS para los puntos de observación en los cuales se cuenta con registros de más de 1000 m de profundidad, aplicando la metodología tradicional y la tabla de masas de agua, descritas por Mamaev (1970). Téngase en cuenta que estas masas de agua al transportarse desde su lugar de origen se transforman por mezcla, alterándose en alguna medida sus características originales.

El análisis incluye los cruceros del 30 al 37 (entre 1986 y 1993), con un total de 834 estaciones distribuidas en torno a todo el país y para los siguientes meses: julio del 88, octubre del 88, febrero del 89, junio del 89, agosto del 89, noviembre del 89 y abril del 93. Todas las distribuciones obtenidas son muy parecidas y esto se demuestra en la superposición de todas las curvas, según se puede observar en la Figura 5. Se aprecian como puntos notables un máximo de salinidad en el entorno de los 200 m y un mínimo en el entorno de los 800 m.

Desde la superficie y hasta una profundidad del orden de varias decenas de metros, se localizan las aguas superficiales locales, con temperaturas que generalmente se encuentran entre los 25 y  $30^{\circ}\text{C}$  con salinidad entre 36 y  $36.2$  ‰.

El máximo de salinidad sub - superficial es característico de las aguas troposféricas y es común que en la zona tropical se encuentre sumergido. Por lo general este máximo indica que el origen de la masa de agua se encuentra en las regiones oceánicas de circulación anticiclónica (Mamaev 1970, Gallegos et al 1998). En la zona de estudio, esta masa de agua sería la Subtropical del Atlántico Norte, ocupando el espesor entre los 100 y 200 m de profundidad. Presenta temperaturas entre los 25 y  $21^{\circ}\text{C}$ , y salinidades de 36.6 a  $36.9$  ‰.

Antes del mínimo de salinidad, entre los 300 y 800 m se observa un estrato con temperaturas entre 10 y  $20^{\circ}\text{C}$ , y salinidades entre los 35.2 y  $36.5$  ‰. Estas propiedades recuerdan las aguas del Atlántico Norte Central.

El mínimo de salinidad indica la presencia de aguas intermedias o de transición, que suelen ser de origen subártico o subantártico (Mamaev 1970). En este caso, el mínimo de salinidad se encuentra en los 900 m y con valores en el entorno de los 34.7 ‰ de salinidad y de 4 a  $9^{\circ}\text{C}$  de temperatura. Esta agua ocupan entre los 800 m y los 1200 m de profundidad. Con solo estos datos, es difícil definir si estas aguas proceden del hemisferio norte o del sur. Atendiendo a la salinidad, esta es inferior a la que caracteriza a las masas subárticas, mientras que las temperaturas son mayores. Pero ambas propiedades presentan valores mayores que las de las aguas subantárticas. En la bibliografía consultada, correspondiente a los experimentos Yuca I, Yuca II, Yuca III realizados en el área Caribeña, se plantea que esta masa de agua es de origen subantártico, atendiendo a su composición química (Gallegos et al. 1998).

A continuación de las aguas intermedias, se presentan las aguas estratosféricas, procedentes de las altas latitudes. Las del hemisferio Norte se caracterizan por un máximo de salinidad (Mamaev, 1970). Según Gallegos et al. (1998), en los mares Interamericanos a estas profundidades se localizan las aguas profundas del Atlántico Norte, procedentes de la zona donde confluyen las corrientes frías del Labrador y de Groenlandia. Según se muestra en la Figura 5, se presenta con temperaturas por debajo de los  $4^{\circ}\text{C}$  y salinidad del orden de  $35$  ‰. En la Tabla 1 aparece la distribución de las masas de agua y de sus propiedades.

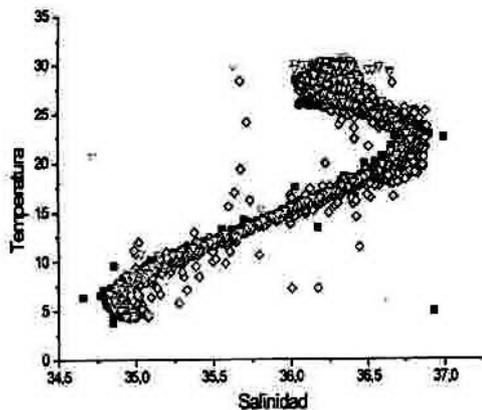


Figura 5. Curva TS que caracteriza a la distribución vertical de las masas de agua en los mares cercanos a Cuba. Del análisis realizado, se aprecia que en lo referente a la salinidad, es esta la propiedad que mejor se conserva. No ocurre lo mismo con las temperaturas, que incluso a profundidades mayores de 1200 m se mantiene sobre los 4,5°C.

Tabla 1. Distribución de las masas de agua en los mares cercanos a Cuba.

MASAS DE AGUA	TEMPERATURA [°C]	SALINIDAD [‰]	FRONTERAS DE LOCALIZACIÓN [m]
Superficiales locales	25-30	36,1-36,4	decenas de metros (espesor de la capa homogénea, y entre el límite de la capa homogénea y los 250 m)
Subtropicales del Atlántico Norte	21-24	36,7-36,8	250-500
Atlántico Norte Central	6-21	35,0-36,7	800-1200
Intermedias Subantárticas	4,5 - 8	34,8-34,9	1200
Agua Profunda de Atlántico	4-5	35-36	

## Relación de la Estructura de la Capa Activa Oceánica con la Ciclogénesis en los mares cercanos a Cuba.

Para que se origine un ciclón tropical (CT), se establece entre las condiciones necesarias que la temperatura superficial del mar sea mayor de 26°C y que la capa isotérmica ocupe una profundidad significativa (Gray, 1968; Shuleykin, 1978; WMO, 1995). No existe una opinión unánime acerca de cómo debe ser el espesor de la capa isotérmica, pero atendiendo a los criterios recopilados en WMO (1995), del análisis de los datos de expediciones utilizados en el presente trabajo, se concluye que las características térmicas de los mares cercanos a Cuba favorecen en gran medida al desarrollo de los CT.

En el área de estudio, la capa isotérmica presenta un espesor medio superior a los 30 m prácticamente todo el año, mientras que las temperaturas iguales o superiores a 28°C aparecen en la segunda

mitad del mes de mayo y se conservan en ese orden hasta noviembre, es decir, durante toda la temporada ciclónica. La óptima combinación de una capa isotérmica lo suficientemente profunda y con altas temperaturas, se alcanza en los meses de agosto, septiembre y octubre, siendo octubre el que presenta la mejor combinación pues mantiene temperaturas mayores de 26°C y espesores de más de 50 m. Con respecto a la distribución espacial, las combinaciones más favorables para la ciclogénesis se presentan en la cercanía de las provincias occidentales, sobre el estrecho de Yucatán, en la salida del Golfo de México al Estrecho de la Florida, y al sur de la Isla de la Juventud.

La información que aparece en el Libro de Trayectorias de Ciclones Tropicales del INSMET referida a la cantidad de organismos que han afectado las costas de Cuba desde 1919 a 1994, muestra que la mayor cantidad se registra en las zonas de máximo espesor de la capa isotérmica y de mayor profundidad de la isotérma de 26°C. Sin embargo, gran parte de los CT que afectan a Cuba no se forman en las cercanías de sus costas, sino que se trasladan desde la mitad oriental del Caribe, recurvando en la porción occidental. Esto se corresponde con la idea planteada por Shuleykin (1979) de que las trayectorias de los ciclones tropicales siguen en gran medida a la distribución y movimiento de las aguas más cálidas.

Debido a que la serie utilizada abarca un periodo de apenas 28 años, no se puede valorar la presencia del cambio climático previsto a escala global, pero es posible señalar algunas particularidades de enlace entre la ciclogénesis y el ENOS.

El comportamiento de los parámetros hidrometeorológicos en relación con la ocurrencia del evento ENOS y con la actividad de las temporadas ciclónicas se refleja en la Tabla 1. Aparecen los espesores máximos de la capa isotérmica (Ht) y de la temperatura superficial (Tws) en distintos periodos durante algunos años con ENOS, en que se realizaron observaciones oceánicas por varios meses.

Tabla 2. Algunos parámetros hidrometeorológicos en años con presencia de ENOS

	JULIO-AGOSTO		SEPTIEMBRE-OCTUBRE		CANTIDAD DE CT
	Ht [m]	Tws [°C]	Ht [m]	Tws [°C]	
1967	60	29,0-30,6	66	27,0-28,8	7
1975	98	29,06	-	-	8
1989	97,3	27,5-29,5	96,5	28,6-29,0	4

Obsérvese que en verano las condiciones térmicas del océano deberían favorecer un aumento en la formación de los CT; sin embargo no hubo una gran actividad ciclogénica en el Atlántico. Por el contrario, la presencia de ENOS inhibió la ciclogénesis.

En ausencia de ENOS, el estado de la superficie marina influye en gran medida en la formación y desarrollo de los ciclones tropicales. En la Tabla 2 se aprecian las temperaturas de la superficie marina los espesores de la capa isotérmica (Ht) y la profundidad de la isoterma de 26°C (H26), en correspondencia con las temporadas ciclónicas muy activas según datos de WMO (1995).

Tabla 3. Características del espesor de agua sobrecalentada en temporadas ciclónicas muy activas.

AÑO	MESES	T <sub>w</sub> [°C]	Ht [m]	H <sub>26</sub> [m]	Cantidad de CT
1969	08-10	28 - 30	70 - 98	40 - 142	18
1971	11	28 - 28.5	50 - 140	40 - 164	13
1988	07-11	29-30.5	40 - 106	40 - 156	12

De lo antes expuesto, se aprecia que el estado térmico del océano es siempre favorable a la actividad ciclónica en los mares cercanos a Cuba, por lo que al parecer este factor no influye mucho en que una temporada ciclónica sea más activa que otra.

## Conclusiones

- La interacción de la atmósfera con el océano en los mares cercanos a Cuba alcanza generalmente una profundidad de entre 250 y 300 m, con marcas características tropicales reflejadas en su estructura termosalina vertical. En esta profundidad la temperatura del agua se mantiene casi constante durante todo el año, del orden de los 17°C, por lo que se plantea que este es el espesor característico de la capa activa en la zona de estudio.

- La capa isotérmica presenta un espesor del orden de las decenas de metros y temperaturas entre 24 y 30°C. Se aprecian oscilaciones de 6 y 12 horas, que al parecer se enlazan con la variación de las corrientes de marea. La influencia del viento en la profundización de la mezcla solo se manifiesta con velocidades mayores de 7 m/s. La termoclina se presenta con gradientes de 0.04 a 0.09° C/m, por lo que se considera débil.

- La capa isosalina es de menor profundidad que la isotérmica, con salinidad media de 36.00‰ y un máximo de 36.7‰ entre los 150-200 m de profundidad. Posteriormente disminuye de forma monótona.

- La capa cuasiuniforme por densidad condicional con frecuencia es de menor espesor que la isotérmica, indicando que la distribución de la salinidad ocasionalmente actúa como limitante en el desarrollo de la mezcla vertical. Esta particularidad es muy notable, porque en general se considera que solo ocurre en latitudes medias.

-Las condiciones térmicas más favorables a la ciclogénesis se observa en la zona occidental del área de estudio, coincidiendo con las áreas de mayor afectación de los CT en las costas de Cuba.

-El estado térmico de los mares cercanos a Cuba durante los meses de temporada ciclónica en general siempre es favorable al desarrollo de los ciclones tropicales. La combinación óptima de máximas temperaturas y profundidad de la capa isotérmica coincide con los meses de máxima ciclogénesis, que son agosto, septiembre y octubre, siendo este último el más característico.

-La presencia de ENOS favorece las altas temperaturas oceánicas con profundización de la capa homogénea. Sin embargo, la formación de ciclones tropicales se inhibe en el Atlántico, al intervenir factores ajenos a la intensificación de la interacción océano-atmósfera.

## Agradecimientos

Los autores del presente trabajo agradecemos el apoyo económico y científico recibido por parte de los proyectos "Experimento Climático en las Albercas de Agua Caliente de Las Américas" y "Aplicación de modelos numéricos de alta resolución en la simulación de la circulación atmosférica a escala local y regional en áreas del Caribe", dentro del PROYECTO CRN-073 : "Variabilidad climática y su impacto en regiones de México, América Central y el Caribe" en el cual obra como Investigador Principal el Dr. Víctor Magaña Rueda, especialista de CCA/UNAM, Mexico DF.

## Bibliografía

- Defant A. (1961) "Physical Oceanography" Vol. I, Pergamon Press, London, 729 pp
- Egorov N. I. (1974) "Oceanografía Física" (en ruso) Guidrometeizdat, Leningrado, 454 pp

**Gallegos A., Victoria I., Zavala J., Fernández M., Penié I. (1998)** "Hidrología de los estrechos del Mar Caribe Noroccidental" Rev. Inv. Mar. , Vol. 19, No. 1, 1:32

**GOSTA (1990)** "Global Ocean Surface Temperature Atlas" Joint Project of Braknell Meteorological Office and Massachusetts University" U.S.A., 31 pp

**Gray W. (1979)** "Hurricanes: Their formation, structure and likely role in the tropical circulation " Meteorology over the Tropical Ocean, Edited by D. B. Shaw. Roy. Met. Soc. 231 pp

**Lamb P. J. (1984)** "On the mixed layer climatology of the North and Tropical Atlantic" Tellus No.36

**Levitus S. (1982)** "Climatological Atlas of the World Ocean" National Oceanic and Atmospheric Professional Paper No.13, Rocsvile, Md. 173 pp

**Mamaev O. I. (1970)** TS - análisis de las aguas del océano mundial. [en ruso] Leningrado, Guidrometeoizdat, 363 pp.

**Mitrani I., Moreno A., Padilla O. (1985)** "Algunos datos acerca de la capa activa oceánica en la región noroccidental del Caribe" (En ruso), Tropicheskaya Meteorologuia, Guidrometeoizdat, Leningrado, 186:191

**Moores C. N. K., Maul G. A. (1998)** Intra-Americas Sea Circulation , The Sea, Cap. 7, Vol. II, John Wiley & Sons, 183:208.

**Salas I., Dole J., Mitrani I., Hernández B (1994)** HIDROMET (Inédito) Base de Datos elaborada por especialistas del Instituto de Meteorología y del Centro de Investigaciones Pesqueras, La Habana.

**Shamraev Y. I., Shishkina L. A. (1988)** "Okeanologuia" [En ruso] Guidrometeoizdat, Leningrado, 370 pp.

**Shuleikyn V.V. (1978) [en ruso]** "Cálculo del desarrollo, movimient y amortiguamiento de los ciclones tropicales y de las ondas principales que generan los huracanes " Leningrado, Guidrometeoizdat, 95 pp

**Sprintal J., Tomczak M. (1990)** "Salinity considerations in the tropical surface mixed layer" Tropical Ocean-Atmosphere Newsletter, No. 54, 1:5

**Sukhovley V. F. Korotalev G.K., N. B. Shapiro (1980)** "Hidrología del Mar acibe y Golfo de México" [en ruso], Leningrado, Guidrometeoizdat, 181 pp

**WMO (1995)** "Global perspective on tropical cyclones" WMO/TD No. 693. Geneva, Switzerland.

#### **ABSTRACT**

*A general characterization of the oceanic active layer is presented, starting from the hydrometeorological data gathered in 37 cruises carried out around Cuba from 1967 up to 1994 at distances of until 200 Km of the coastal line. The information was collected by specialists from the Center of Fishing Researches, the institute of Meteorology and the Institute of Oceanology of Cuba. The observations include meteorological and oceanic data. The information for the study area, gathered during the international expedition ECAC-3/2001, was also incorporated to the present investigation. Starting from these data, the following characteristics of the oceanic active layer were determined: a) The homogeneous layer thickness, b) Salinity maximum depth, c) Depth of the isotherm of 26 °C, d) Lower boundary of the active layer, e) Thermocline type, according to its gradient f) Vertical distribution of the water masses. The probable relation between the variability of the homogeneous layer thickness and meteorological elements (wind speed, atmospheric pressure, air temperature) was analyzed. Although a good correspondence is observed in the annual course, the correlations are low for the short term oscillations. The possible connection between the thermohaline vertical structure and tropical cyclone development in the study area was analyzed. The obtained results are illustrated with figures and charts.*