

Influencia de los factores hidrometeorológicos en el medio marino de la zona suroccidental de Cuba.

Autores: Ida Mitrani Arenal, Oscar Onoé Díaz Rodríguez.

Centro de Física de la Atmósfera, Instituto de Meteorología. E-mail: finubes@met.inf.cu

Resumen

En el presente trabajo, se pretende mostrar la posible influencia de los factores meteorológicos en la evolución del medio marino en la zona sur-occidental de Cuba. Se ofrece una descripción general de las características físico-geográficas y estructura termohalina del área de estudio, que incluye al Golfo de Batabanó. Se añade un análisis del comportamiento de los elementos meteorológicos en la zona, con énfasis en el régimen de ocurrencia de eventos meteorológicos de alta peligrosidad, como son los ciclones tropicales y los vientos de región sur, asociados a bajas extratropicales que se desplazan por el Golfo de México, principalmente de noviembre a mayo. Se plantea a modo de conclusión, que el medio marino y costero en el área de interés es muy sensible al comportamiento de los factores hidrometeorológicos y que las condiciones locales favorecen a la influencia negativa de eventos meteorológicos peligrosos.

Palabras clave: Estructura termohalina, aguas cubanas, cambio climático.

Introducción.

La zona suroccidental del archipiélago cubano, correspondiente al tramo costero entre la península de Guanahacabibes y Cayo Ramona, se destaca por su riqueza pesquera, en particular por la presencia de la langosta. Desafortunadamente, esta región con frecuencia es agredida por eventos meteorológicos peligrosos, como son los "sures", vientos de región sur asociados a bajas extratropicales que atraviesan el Golfo de México durante la temporada invernal y los ciclones tropicales (Rodríguez y Ballester 1991; Ballester 1997; PNUD 1998). La circulación general atmosférica favorece la traslación hacia esta zona, de los ciclones tropicales que se desplazan por el Caribe, mientras que la estructura termohalina de las aguas, contribuye a la formación y desarrollo de estos eventos. (Mitrani 2001).

En la franja costera que bordea al Golfo de Batabanó, sus características físico-geográficas son favorables a las inundaciones por penetraciones del mar, con graves daños para la población y la economía, además de estar afectada por el fenómeno de retroceso de la línea de costa. No se descarta que estos eventos provoquen serias deformaciones del fondo marino. Estas particularidades, hacen de esta zona la más sensible a la sobreelevación del nivel del mar por el cambio climático previsto en aguas cubanas (Mitrani et al. 2000).

En el presente texto, se pretende exponer algunas particularidades físicas del medio marino de la zona suroccidental de Cuba (Figura 1), en lo referente a la estructura termohalina y su relación con los factores meteorológicos, así como también a las características del régimen de eventos meteorológicos peligrosos y la sensibilidad de la franja costera a las inundaciones por penetraciones del mar.

Materiales y métodos

Para el análisis del régimen de eventos meteorológicos peligrosos, que generan sobreelevación del nivel del mar con inundaciones costeras, se utilizó la información de archivo del Instituto de Meteorología y algunos testimonios recogidos por compañeros del Instituto de Planificación Física, elaborados en investigaciones anteriores (Mitrani et al. 2000).

Para el estudio de la estructura termohalina en el área de interés, se utilizaron datos obtenidos en 37 cruceros oceanográficos realizados en aguas cubanas entre 1966 y 1994, con participación de especialistas del Instituto de Meteorología, del Centro de Investigaciones Pesqueras, del Instituto de Oceanología y de otras naciones como la antigua Unión Soviética y la República de México. A estos se añade una expedición multinacional del 2001 (Mitrani y Díaz et al. 2002).

Resultados y discusión

a) Características físico - geográficas de la zona suroccidental del archipiélago Cubano.

En la zona de interés, entre las aguas profundas y la línea costera, se destaca una amplia franja de plataforma insular, ocupada por el Golfo de Batabanó. Este se localiza entre el cayo Diego Pérez y Cabo Francés. Al este limita con la barrera de coral de la banda suroccidental del Golfo de Cazonés y al sur, con los numerosos cayos del archipiélago de los Canarreos, cuyo borde exterior corre a lo largo de la plataforma insular. Un veril de arrecife bordea al archipiélago de Los Canarreos por el sur. En el centro del Golfo y próximo a la costa, son numerosos los bajos y cayos de mangle que interrumpen el aplanado fondo fangoso, con arena y arcilla en las zonas más profundas y algunas irregularidades de barreras coralinas

y cabezos. Gran parte de la línea costera constituye un frágil ecosistema de mangle y humedal, que se extiende por unos 250 Km.

En la parte este y al sur de la Península de Zapata, se encuentra el Banco de los Jardines, de 2-4 m de profundidad; limita con una barrera de coral y hacia el este aparece el veril acantilado del Golfo de Cazones. En la parte central, la profundidad varía entre 6 y 7 m. Hacia el oeste, en la parte más estrecha del Golfo, el fondo aumenta hasta 10-12 m, hasta 7.5 Km al sur de Punta Fisga. Después el fondo se eleva con suavidad, entre los cayos de San Felipe aparecen bajos de menos de 5 m y finalmente el aplacerado fondo de la Ensenada de Cortés, de 6-7 m de profundidad.

b) Características hidrometeorológicas en la zona suroccidental del archipiélago cubano.

El régimen de viento habitual es el resultado de la combinación de la circulación de brisas con los alisios. Predominan las condiciones de buen tiempo, con los vientos del segundo cuadrante y velocidad media de 3-3.5 m/s. Bajo la influencia de los frentes fríos, el viento se orienta del primero y cuarto cuadrante. Su intensidad aumenta en presencia de tormentas locales, ondas, frentes fríos, ciclones tropicales y ocurrencia de sures (Atlas Climático de Cuba, 1987).

Las corrientes marinas son de poca intensidad, dependientes del viento y de la marea. Alejada de la plataforma, desde Cayo Guano del Este al Cabo San Antonio, se observa la corriente del Caribe orientada hacia el oeste-noroeste, con velocidad media de 0,36 m/s. En los meses de octubre a diciembre se orienta más hacia el noroeste. Del Cabo San Antonio hasta Cabo Corrientes, próxima a la costa, se presenta la contracorriente en dirección este-sudeste, que alcanza hasta 1.5 m/s en presencia del viento sur. Con intensidad media de 0.25 a 0,3 m/s, se manifiesta en el borde exterior de Los Canarreos (ICH, 1989).

Las corrientes de marea se orientan al norte en el flujo y hacia el sur en el reflujo. Las mareas son semidiurnas e irregulares, poco significativas y se atenúan desde el borde de la plataforma hacia tierra firme, variando su amplitud desde 0,2 m hasta 0,1 m. En sicigia, en el área exterior del Golfo la pleamar puede llegar hasta 0,4 m. En la zona del Golfo, las oscilaciones del nivel del mar por marea astronómica son tan débiles, que prácticamente se subordinan a las oscilaciones por factores meteorológicos incluso con buen tiempo (ICH, 1989).

c) Testimonios de inundaciones del tramo costero correspondiente al Golfo de Batabanó.

Las características del Golfo de Batabanó, de ser una extensión de aguas someras con pendientes muy suaves y prácticamente encerrada entre la línea costera, los cayos y los arrecifes, favorecen las

penetraciones del mar en tierra al paso de eventos meteorológicos con intensos vientos de región sur. Estos eventos pueden ser los ciclones tropicales y los «Sures» que preceden a las bajas extratropicales en su desplazamiento por la costa sur de los Estados Unidos o sobre el Golfo de México. Los sures producen inundaciones al arrastrar el viento las masas de agua hacia la costa. Los ciclones tropicales, a su paso sobre el Golfo de Batabanó, generan surgencias por la acción combinada de los fuertes vientos, el efecto de barómetro invertido y las olas que se forman encima del nivel del mar ya alterado. Aunque estos últimos son menos frecuentes, son los causantes de las inundaciones más peligrosas. Ocasionalmente, puede ocurrir que un ciclón tropical con trayectoria sobre el sudeste del Golfo de México, cercano a la costa occidental de Cuba y rumbo hacia el nordeste, genere en su periferia un campo de viento de región sur que alcance al Golfo de Batabanó, produciendo inundaciones semejantes a las que acompañan a los eventos conocidos como "sures".

Según comunicación personal de la Lic. Fara Carreras, investigadora del Instituto de Planificación Física (IPF), por testimonios recopilados entre los pobladores, en la zona de estudio se registran inundaciones de dos a tres veces en el año y en ocasiones hasta cuatro, en dependencia de la ocurrencia de los sures o al paso de ciclones tropicales. Es frecuente la entrada de las aguas en más de 2 Km tierra adentro alcanzando la cota de 0.9 m sobre el nivel medio del mar.

Los vecinos ofrecieron testimonios propios o escuchados a sus antepasados, acerca de las inundaciones de mayor intensidad del siglo XX, en los siguientes períodos: 1909 - 1910; 1926; 1944; 1979; 1993; 1996; 1997 y 1998. Las aguas penetraron hasta 6 Km en algunos puntos y por lo que muestra la serie, esto puede ocurrir al menos una vez cada 10 años Consultando los archivos del INSMET, es posible deducir cuáles fueron los posibles eventos que dieron lugar a estos fenómenos. Esto se muestra en la Tabla 4.1 Como períodos de inundaciones algo menos intensas se señalan: 1945-1962, 1963, 1964, 1964-1978, 1982, 1983-1989. En algunos casos, coinciden la ocurrencia de sures con el paso de huracanes, por lo cual es posible registrar más de una inundación severa en un mismo año. De lo antes expuesto, es posible deducir que el promedio de ocurrencia de una inundación costera por penetración del mar de cierta significación es de al menos una vez al año. En el siglo XXI, se han generado significativas inundaciones al paso de los huracanes "Isidore" y "Lili" en el año 2002 y de los más recientes "Charles" e "Iván" del 2004.

Tabla 2. Inundaciones más intensas de los siglos XX-XXI en el tramo costero del Golfo de Batabanó, según encuesta popular realizada por el IPF y archivos del INSMET.

FECHA	EVENTO METEOROLÓGICO
10-11/10/1909	HURACÁN
20/10/1926	HURACÁN
17-18/10/1944	HURACÁN
08/09/1979	HURACÁN "FREDERIC"
03-04/06/1982	VIENTO SUR EN LA PERIFERIA DEL HURACÁN "ALBERTO"
12/03/1993	SUR (TORMENTA DEL SIGLO)
07-08/10/1996	VIENTO SUR EN LA PERIFERIA DEL HURACÁN "JOSEPHINE"
02/02/98	SUR
04/11/1998	HURACÁN "MITCH"
14/10/1999	HURACÁN "IRENE"
20/09/02	HURACÁN "ISIDORE"
01/10/02	HURACÁN "LILI"
13/08/04	HURACÁN "CHARLES"
13/09/04	HURACÁN "IVAN"

c) La estructura termohalina de las aguas profundas en la zona suroccidental del archipiélago cubano.

Con los datos elaborados por Mitrani et al (2002), se analizó el espesor de las capas isotérmica e isopícnica en las aguas profundas del área de estudio, fuera del veril; se tomó como frontera inferior de la capa isotérmica al nivel donde la temperatura del agua se diferencia en 0.5°C de la superficial; para la isopícnica, el criterio fue de 0.125, según lo recomendado para aguas tropicales por Sprintal J. y Tomczak M. (1990). 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. Se han observado valores extremos de 23°C y 31°C respectivamente.

La estructura vertical de las aguas superficiales 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 las oscilaciones se presentan con periodos entre 4 y 10 horas. En este caso, las oscilaciones del espesor de la capa mezclada pueden presentar amplitudes muy grandes; en pocas

horas la capa isotérmica puede disminuir desde 100 m hasta menos de 5 m y viceversa. En condiciones habituales no se observó una correspondencia significativa del espesor de la capa isotérmica con el viento predominante (que suele ser débil, de menos de 5 m/s) (Mitrani y Díaz, 2001). Por otra parte, existen estudios que indican que en presencia de fuertes vientos, como son los generados por los ciclones tropicales, suele observarse una profundización de la capa isotérmica por ascenso de las aguas frías desde capas inferiores, formándose la conocida «huella fría» de la tormenta; de hecho, algunos autores indican que esta "huella" puede ocupar un espesor del orden de las centenas de metros (Bortkovski, 1987) y conservarse de 20 a 50 días (Ballester y González, 1997). Se realizaron cálculos de correlación lineal de la velocidad del viento, la temperatura del aire y la presión atmosférica con el espesor de la capa isotérmica. Los valores medios de los coeficientes se reflejan en la Tabla 1. Como se puede apreciar, los valores más altos no sobrepasan el 30%, indicando que la acción del viento en condiciones habituales no es el factor fundamental en la generación de las oscilaciones a corto plazo de la capa isotérmica.

Tabla 1. Coeficientes de Correlación lineal entre el espesor de la capa isotérmica (Ht) y algunos elementos meteorológicos (Ta -temperatura del aire, Pa presión atmosférica, Va - velocidad del viento).

Elementos	Golfo Casilda - Cazones	Sur de Pinar del Río e Isla de la Juventud
Ht con Ta	11.19	30.56
Ht con Pa	13.19	22.11
Ht con Va	8.43	15.7

Es muy probable que las variaciones del orden de 6 a 12 horas del espesor de la capa isotérmica en las aguas cubanas, presenten alguna relación con las corrientes de marea, que en condiciones no perturbadas son determinantes en la circulación de las aguas costeras y cuya influencia disminuye al alejarse del litoral (ICH, 1989). Esto ha sido observado

antes en otras áreas del planeta (Kalastky 1978) y de alguna manera se confirma en los trabajos de Carrillo et al. (2000), donde se demuestra como se redistribuyen las características de las aguas en el Canal de Yucatán, en dependencia de la orientación de la marea. Téngase en cuenta que en toda la costa sur, incluyendo el Canal de Yucatán, las mareas son

semidiurnas mixtas irregulares (ICH, 1989), es decir, que aunque generalmente los puntos de cambio se presentan cada seis horas, de vez en cuando una fase de la marea se prolonga y los puntos de cambio se alejan entre sí hasta 12 horas.

La **capa isotérmica** es menor en verano, con mínimos de profundidad en los meses de junio - agosto (entre 10 y 50 m como promedio). Pero el calentamiento radiativo actúa durante estos meses de verano e incrementa el espesor de esta capa, de manera que en septiembre - octubre se profundiza hasta 80 - 100 m. Ya en el mes de diciembre comienza a aparecer la mezcla convectiva; el enfriamiento superficial produce un aumento de la densidad de las aguas, generando la mezcla por convección, con sumersión de las aguas superficiales. Además, se acelera la mezcla por turbulencia con el aumento de la intensidad del viento al paso de los sistemas frontales y esto es muy favorable a la producción de nutrientes (Melo et al. 2000). Los

datos disponibles en el presente trabajo indican que el máximo espesor se presenta en febrero, oscilando entre 60 y 150 m, al agudizarse las condiciones invernales. Se han observado los mayores espesores de la capa isotérmica en el sur de la Isla de la Juventud (alejado del borde del talud). Como caso notable se manifiesta que el mayor valor absoluto del espesor de la capa uniforme, según los datos disponibles en el presente trabajo, correspondió al 6 de diciembre de 1986, con 198 m de profundidad y temperatura media de 23°C.

En las Figuras (1.a,b) se reflejan los perfiles de temperatura y salinidad, característicos de la zona, tomando como ejemplo el bimestre Enero - Febrero para la temporada invernal, y el bimestre Septiembre-Octubre para la temporada ciclónica. En las Figuras (2.a,b) se reflejan las distribuciones espaciales de la capa isotérmica. Obsérvese que en invierno puede llegar hasta más de 140 m de profundidad.

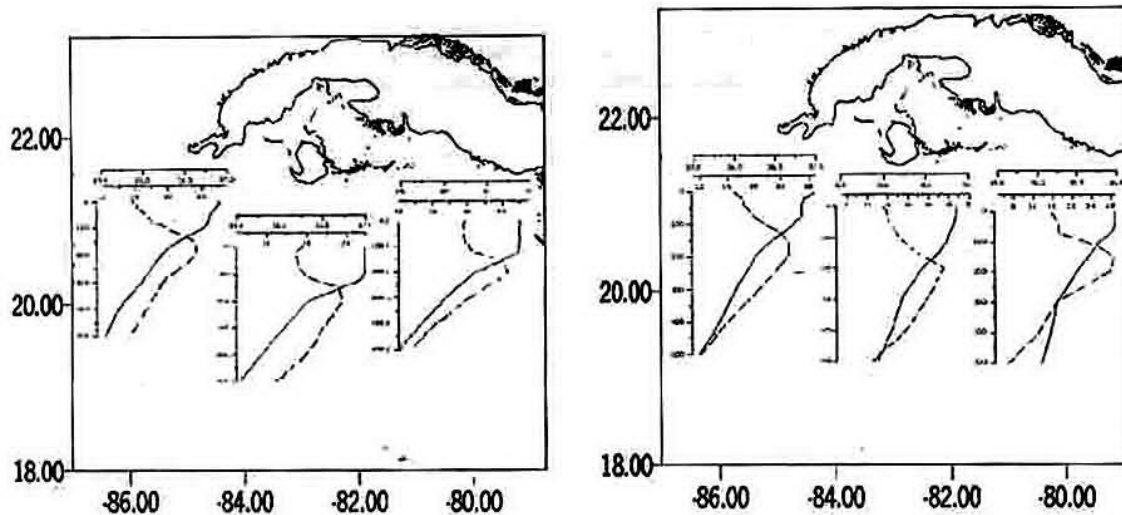


Fig. 1 Perfiles de temperatura y salinidad en los bimestres enero-febrero (a) y septiembre octubre (b), para la zona suroccidental de Cuba.

La **capa isopícnica** presenta una variabilidad parecida a la isotérmica, pero su espesor con frecuencia es menor y esta diferencia puede ser de hasta cinco decenas de metros. Esto indica que la distribución vertical de la temperatura no siempre es la principal determinante en la distribución de la densidad del agua, sino que hay gran influencia de la salinidad, la cual en este caso limita el alcance del mezclamiento vertical, al ser la capa isohalina de menor espesor que la isotérmica. Por tanto, la frontera superior de la haloclina (capa de fuertes gradientes

de salinidad) se localiza por encima de 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 detectada en las bajas latitudes del Atlántico por Sprintall y Tomczak (1990), en la zona de confluencia de las corrientes Ecuatoriales que penetran en los mares Interamericanos. Los resultados obtenidos por los autores del presente trabajo, demuestran que esta característica también se manifiesta en las costas de Cuba.

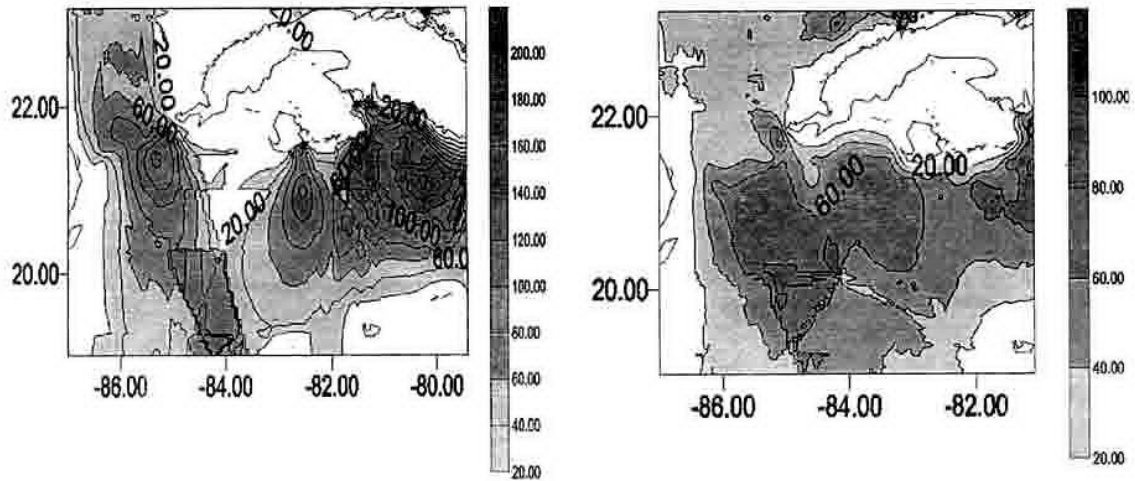


Fig. 2. Distribución espacial de la profundidad de la capa isotérmica en los bimestres enero-febrero (a) y septiembre -octubre (b).

En las Figuras (3 a,b) se puede apreciar la distribución espacial de la capa isopícnica en la temporada invernal

y en la ciclónica. Obsérvese que efectivamente el alcance de esta capa en general es menor que la isotérmica.

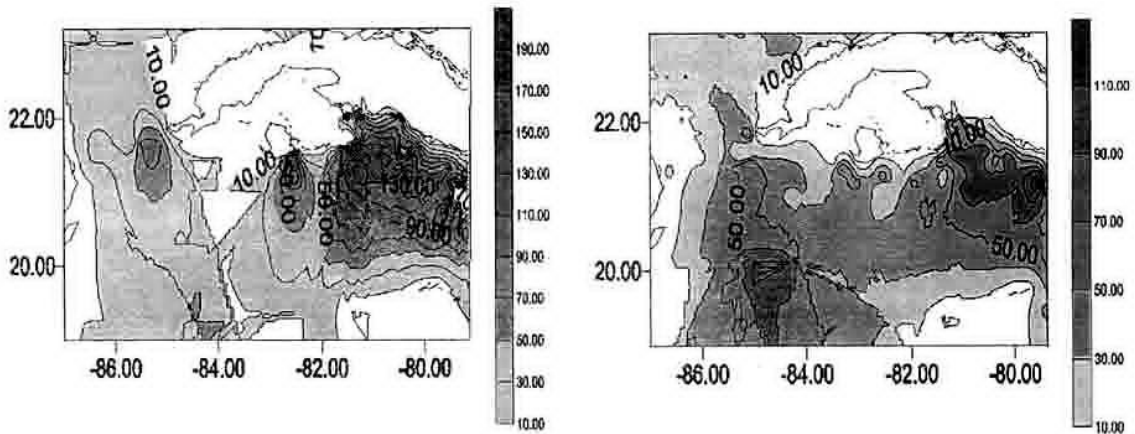


Fig. 2. Distribución espacial de la profundidad de la capa isopícnica en los bimestres enero-febrero (a) y septiembre -octubre (b).

Octubre al sur de Isla de la Juventud, seguido de los meses de Septiembre y Noviembre. Esto coincide con la intensificación de la actividad ciclónica en esta época del año.

La distribución espacial de la isoterma de 26°C en el bimestre de máxima profundidad (septiembre - octubre) se aprecia en la Figura (4).

El perfil de salinidad con frecuencia muestra una capa isohalina 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‰.

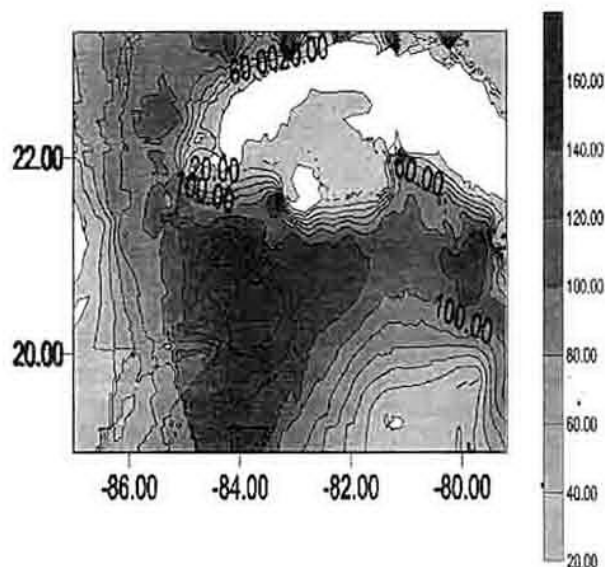


Fig. 4. Distribución espacial de la profundidad de la isoterma de 26°C en el bimestre Septiembre-October

En ocasiones, el máximo absoluto de 36,9‰ se localiza en la propia superficie oceánica. A modo de ejemplo, en la Figura (5) se presenta la distribución de la profundidad de los máximos para el bimestre septiembre – octubre.

La capa activa oceánica en los mares cercanos a Cuba responde al tipo "tropical" descrito por Shamraev y Shishkina (1988) y en correspondencia con lo observado por Victoria et al. 1990 para la Fosa de Jagua y por Gallegos et al. (1998 a y b), en las expediciones Yuca I, II, III, realizadas en torno a Cuba en mayo de 1984, noviembre de 1989 y abril de 1991. En el presente trabajo se presenta la particularidad de para la capa isotérmica se observaron mayores espesores para el área de estudio que lo señalado por otros autores en la bibliografía consultada. Téngase en cuenta que en el presente trabajo la cantidad de datos es mayor y abarca todos los meses del año.

Del análisis de todos los cruceros disponibles, se aprecia un estrato entre los 250 y 300 m de profundidad, con temperatura media de 17°C. Esto indica que en este entorno debe localizarse la **frontera inferior de la capa activa**. Este criterio se corresponde muy bien con lo planteado por García (1981), quien señala que en los primeros 200 m de las aguas cubanas se concentra la mayor parte de las especies comerciales, debido a la gran intensidad de la interacción océano – atmósfera se concentra en este estrato.

Se calculó el gradiente medio de la termoclina entre la frontera inferior de la capa cuasi- uniforme y los 500 m de profundidad, presentando el orden de 0,03 a 0,09°C, lo cual se corresponde con el concepto de "termoclina débil" de Shamraev y Shishkina (1988).

Conclusiones y recomendaciones

El área de las aguas cubanas más sensible a la influencia de peligrosos eventos meteorológicos es la correspondiente al sur y occidente de la isla de Cuba, no solo porque su zona costera es afectada con frecuencia por significativas inundaciones, sino porque también presenta una estructura termohalina vertical en los meses de mayo a noviembre, siempre favorable a la formación y desarrollo de los ciclones tropicales. En aguas profundas, la estructura termohalina vertical varía durante el año, acorde con el comportamiento del viento, de la temperatura del aire y de los eventos meteorológicos más significativos, peor a más corto plazo y en presencia de condiciones habituales, la variación del espesor de la capa isotérmica presenta una baja correlación con los elementos meteorológicos a escala local, como son la velocidad del viento, la temperatura del aire y la presión atmosférica y puede experimentar oscilaciones de gran amplitud que al parecer se corresponden con las variaciones de las corrientes marinas y en particular con las corrientes de marea.

Durante los meses de temporada ciclónica, la capa mezclada alcanza espesores significativos combinados con altas temperaturas, con la peculiaridad de que a menudo la profundidad de la mezcla está determinada por la distribución vertical de la salinidad, por lo que sería recomendable en el futuro, investigar la posible influencia de la salinidad en la actividad ciclónica de la zona.

La reiterada presencia de eventos meteorológicos peligrosos (al menos uno al año), puede causar serio deterioro del medio marino con desfavorable influencia

sobre el recurso pesquero en la zona, por lo que se recomienda emprender investigaciones acerca de la posible relación entre el comportamiento de este recurso y los factores hidrometeorológicos.

Bibliografía

Atlas Climático de Cuba (1987), Tomo I, INSMET, ACC.

Ballester M. (1997) "Los sures en la mitad occidental de Cuba: cronología actualizada, potencial de daños y tendencias" Boletín SOMETCUBA, Vol. 3, No. 2, Julio/97 (publicación electrónica: <http://www.met.inf.cu/>)

Ballester M., C. González (1997) Variaciones y Tendencias de la Ciclogénesis tropical en el Atlántico Norte. Bol. SOMETCUBA, Vol.3 No. 1, La Habana (<http://www.met.inf.cu/>)

Bortkovsky R.S. (1987) "Air-Sea interchange of heat and moisture during storms" D. Reidel Publishing Company, 194 pp.

Carrillo F., Ochoa J., Candela J., Ramírez o., González I., (2000) "Corrientes de marea en el canal de Yucatán". Memorias del V Congreso de Ciencias del Mar, MARCUBA 2000, 4-8 dic. 2000, La Habana, Cuba, soporte técnico.

Defant A. (1961) "Physical Oceanography" Vol. I, Pergamon Press, London, 729 pp

Gallegos A., Victoria I., Zavala J., Fernández M., Barberán J., Penié I., Fernández A., Marmolejo C. (1998) "Condiciones oceánicas en el Canal de Yucatán, el Estrecho de la Florida (Cayo Hueso-La Habana), el Canal Viejo de Bahamas, el Paso de los Vientos, el Estrecho de Colón y el mar del Caimán, en noviembre de 1989 y abril de 1991" Informe Final de Proyecto del ICML (UNAM, México DF) y del IDO (CITMA, La Habana) 46 pp

Gallegos A., Victoria I., Zavala J., Fernández M., Penié I. (1998) "Hidrología en los estrechos del Mar Caribe Occidental" Revista de Investigaciones Marinas (UNAM-UH), Vol. 19, No. 1, 1:37

García C. (1981 a) "Temperatura de las aguas oceánicas de Cuba" (I) Aguas Superficiales. Rev. Cub. de Inv. Pesq., Vol. 6. No. 2, 1:15

ICH (1989) "Derrotero de las costas de Cuba" Instituto Cubano de Hidrografía, Editora Científico - Técnica, La Habana

Kalatsky V. I. (1978) "Modelación de la estructura vertical de la capa activa oceánica" (En ruso), Guidrometeoizdat, Leningrado, 213 pp.

Lamb P.J. (1984) "On the Mixed Layer Climatology of the North and Tropical Atlantic" Tellus, Vol. 36A, No. 3, 292:305

Melo González N., Müller-Karger F., Cerdeira Estrada S., Pérez de los Reyes R., Victoria del Río I., Cárdenas Pérez P., Mitrani Arenal I. (2000) "Near Surface

Phytoplankton Distribution in the Western Intra American Sea. The influence of El Niño and Weather Events". Journal of Geophysical Research (Ocean), Vol. 105(06), Am. Geophys. Union, 14029:14043.

Mitrani I.; I. Salas; M. Ballester; Y. Juantorena (2000) "Penetraciones del mar en la zona costera del Golfo de Batabanó por afectación de sures, con escenario actual y previstos por posible incremento del nivel medio del mar" Boletín SOMETCUBA, Vol. 6, No. 1 Publicación Electrónica; <http://www.met.inf.cu>

Mitrani I. (2001) "Caracterización general de la capa activa oceánica en los mares cercanos a Cuba y su posible enlace con el desarrollo de los ciclones tropicales " Revista Cubana de Investigaciones Marinas, UH/UNAM, Vol. 22, No. 2, 81:92

Mitrani I., Díaz O. (2002) "Las masas de agua y la estructura termosalina vertical en los mares cercanos a Cuba" Memorias del Primer Seminario Taller Nacional "La Física en la Meteorología", La Habana (INSMET- SOMETCUBA, febrero 2002) Publicación electrónica. ISBN: 959-02-0339-6

PNUD (1998) "Desarrollo de las técnicas de predicción y las inundaciones costeras, prevención y reducción de su acción destructiva". Informe Técnico. PNUD., Defensa. Civil Provincia de La Habana, Editora del Instituto de Planificación Física, 1998, 200 pp

Rodríguez M., M. Ballester (1991) "Cronología de los Sures que han afectado a la mitad occidental de Cuba (Provincias de Pinar del Río, La Habana, Matanzas e Isla de la Juventud) desde la temporada invernal de 1916 1917 hasta la temporada 1990 1991" Reporte de Investigación, INSMET, ACC, 10 pp

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

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

Abstract

The present work intends to show the possible influence of some meteorological factors on the marine environment evolution at the Cuban southwest region. A general description of the physical-geographical characteristics and thermohaline structure at the study area, including the Gulf of Batabanó, is presented. An analysis of the meteorological elements behavior was added, with emphasis on the highly dangerous meteorological events, as tropical hurricanes and southern winds. This last one are associated to extratropical cyclones that move over the Gulf of Mexico during the winter season. The marine and coastal environment at the interest area is very sensitive to the meteorological factor behavior and the local conditions favor to the negative influence of the dangerous meteorological events.

Words Key: thermohaline structure, Cuban waters, climate change.