

Caracterización de la temperatura superficial del mar en el Golfo de México, Mar Caribe y Atlántico cercano

*MSc. Amílcar E. Calzada Estrada, amilcar.calzada@insmet.cu,
MSc. Oscar Onoe Díaz Rodríguez, Lic. Raúl Rodríguez Bencomo,
Ing. SAD Hilario Torres Amador, Instituto de Meteorología (INSMET) Loma de
Casablanca, Regla, Ciudad de La Habana, Cuba, Tel.: 868-6632.
Lic. Jorge Caramazana Olego, Facultad de Geografía,
Universidad de La Habana, Cuba.*

Resumen

El trabajo propone un análisis espacial de la variable temperatura superficial del mar (TSM) correspondiente al Golfo de México, Mar Caribe y Atlántico cercano. Se obtuvieron los mapas mensuales del área y se ofrecieron valoraciones para caracterizarlos. Se analizó la influencia de algunos eventos meteorológicos como los sistemas frontales y los ciclones tropicales sobre los valores de la variable en puntos distribuidos alrededor del archipiélago cubano. Asimismo se evaluaron el curso diario y el medio anual con detalles interesantes. Los datos fueron extraídos de la información de las imágenes de satélites meteorológicos de los servidores IFREMER y MERSEA (disponibles en internet). Unido a ello se presentan mapas y gráficos que muestran la situación sinóptica y la variación en el tiempo de la TSM. Por último se exponen varios elementos que permiten dar continuidad al tema en Cuba y en el área lo que propicia futuras investigaciones.

Palabras claves: Temperatura superficial del mar, mares adyacentes a Cuba.

Introducción

El océano presenta calores específicos y latentes elevados, hecho que lo convierte en regulador del clima terrestre y de la existencia humana. Componentes químicos valiosos pueden ser extraídos del agua marina, y la recuperación de minerales, como los hidrocarburos, que es una industria de importancia que extiende gradualmente sus operaciones a las aguas más profundas.

Para su estudio existen programas internacionales como el Experimento de Circulación Oceánica Mundial (WOCE, por sus siglas en inglés) que se encuentra en marcha, y permite un gran incremento de los conocimientos sobre la estructura y la circulación de los océanos. También hay proyectos para el establecimiento de un Sistema de Observación del Clima Global que incluirá un Sistema de Observación Oceánica Global (GOOS, por sus siglas en inglés). Este sistema está siendo diseñado para que suministre observaciones oceánicas recogidas de forma regular durante décadas, que posibiliten seguir los cambios en la circulación oceánica.

La temperatura y la salinidad son los parámetros más importantes para ubicar las regiones origina-

les de las masas de agua. Este trabajo centrará sus objetivos en el estudio de uno de ellos: la temperatura superficial del mar (TSM).

El conocimiento de la distribución espacial de esta variable es muy útil, no sólo para ciertos trabajos prácticos como la pesca, sino también para estudios de fenómenos más complejos como la aparición de organismos tropicales peligrosos, entre otros.

En esta variable se ha trabajado en múltiples oportunidades por autores nacionales y extranjeros. En Cuba su análisis ha sido efectuado a través de cruceros, por medio de una valoración estadística y comparando las diferentes características por regiones en torno al país y por meses (Gutiérrez *et al.*, 1999; Mitrani *et al.*, 2007).

Por ejemplo, en el INSMET se alcanzó el completamiento de la aplicación del sensor AVHRR para describir imágenes mejoradas de satélite (Calzada *et al.*, 2004). En Ecuador y Perú se realizan a menudo valoraciones de la superficie y subsuperficie para obtener análisis de la presencia del evento ENOS (Comité ENFEN, 2004; Argüelles Torres, 1998).

Existen diversas formas de obtener la información térmica del mar y todas contribuyen al aporte

de datos que se complementan. En esta oportunidad se ha escogido la técnica satelital como la principal herramienta para obtener la información de la variable, y se han aprovechado las facilidades que brinda para el trabajo operativo.

Se tomó para el estudio un área de marcado interés para nuestro país y es la denominada nacionalmente como mares adyacentes. Al referirse a este sitio se habla de la unión de tres subáreas: el Mar Caribe, el Golfo de México y el Atlántico Cercano.

Características físico-geográficas del área de estudio

Mar Caribe o Mar de las Antillas: Brazo del océano Atlántico, parcialmente cerrado en el norte y al este por las islas de las Indias Occidentales, actuales Antillas, y delimitado en el sur por Sudamérica y en el oeste por América Central. Tiene aproximadamente 2 415 km de este a oeste y entre 640 y 1 450 km de norte a sur, con una extensión aproximada de 1 940 000 km². En su extremo noroccidental está conectado con el Golfo de México por el canal de Yucatán, un paso de 190 km de ancho entre Cuba y la península de Yucatán. El Paso de los Vientos, situado entre Cuba y Haití, es una importante ruta de navegación.

Con unas cuantas excepciones, toda la cuenca del Caribe tiene más de 1 830 m de profundidad; muchas zonas superan los 3 660 m y la mayor que se ha medido hasta ahora está localizada en la Fosa de Bartlett (o fosa de las Caimán) de 7 680 m de profundidad, entre Jamaica y las islas Caimán.

La principal corriente oceánica del Mar Caribe es una extensión de las corrientes ecuatoriales norte y sur, que entra en el mar por el extremo suroriental y fluye en dirección generalmente noroccidental. El Caribe, que es una popular zona turística, goza de un suave clima tropical. Especialistas mencionan a las islas caribeñas como lomos sobresalientes de los Andes en la región antillana (IGT, 1999).

Golfo de México: Brazo del océano Atlántico que limita al norte con los Estados Unidos, al este con Cuba y al sur y al oeste con México. Con un área en torno a los 1 810 000 km², se extiende unos 1 770 km de este a oeste y unos 1 300 km de norte a sur. Se une con el Atlántico por el angosto estrecho de Florida y con el Mar Caribe mediante el canal de Yucatán. Entre los principales ríos que desembocan en él se encuentran el Mississippi, el Brazos y el río Bravo o Grande del Norte. La pesca de camarones es importante en las aguas costeras poco

profundas, y hay bolsas de petróleo en la bahía de Campeche (un brazo situado al sur del golfo) y frente a las costas de Luisiana y Texas.

Atlántico cercano: Es el área comprendida entre los archipiélagos de Cuba y Bahamas. En ella existen canales de suma importancia como el de San Nicolás y el Viejo de Bahamas, utilizados para el tránsito al Atlántico.

Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda bibliográfica en trabajos que abordan el tema de la TSM en el Instituto de Meteorología, en el Instituto de Oceanología, en la Empresa de Geocuba (Estudios Marinos), en el CIMAB (grupo IT), en el Centro de Investigaciones Pesqueras y otras instituciones del ámbito extranjero. Se obtuvo una amplia información que sirvió para analizar los antecedentes y la metodología de estudio. Se analizó además la estructura de la variable, los modos de medirla, las ventajas y desventajas de las técnicas que trabajan con imágenes de satélite, entre otros detalles de utilidad (Caramazana, 2004).

Posteriormente se procedió a buscar la información de sensores IR plasmada en imágenes de la estación de satélite del INSMET, pero su población no fue suficiente como para realizar un estudio climático de la TSM. Siendo así se acudió a los servidores franceses IFREMER y MERSEA, cuyos sitios Web se encuentran actualizados con los últimos mapas del océano Atlántico, entre otras regiones (distribuidos en series trihorarias y en otras con períodos de doce horas).

Primeramente se envió la solicitud de procesar 30 años para el área escogida (latitud: de 10 ° LN hasta 36 ° LN, longitud: desde 98 ° LW hasta 58 ° LW) distribuidos por meses. El proceso demoró algunas horas y la información fue ubicada en un sitio «ftp» con un tiempo de acceso de tres días.

Una vez vencida esta primera etapa se comenzaron a bajar mapas trihorarios para el análisis puntual y detallado de la variable en estudio. Como elemento negativo en el análisis de los datos, se llegó a la conclusión de que no se contaba con una información continua. Por ello se procedió a trabajar con la serie periódica de doce horas, cuyos datos cumplieran con los requisitos necesarios para el análisis. De ese modo se descargaron las imágenes procesadas correspondientes (fotos con extensión gif). Esta serie preliminar presenta los horarios de las 00z (7:00 PM) y de las 12z (7:00 AM) del año 2004. Así se procedió para analizar la influencia de sistemas meteorológicos sobre la TSM

y las diferencias entre los valores de ambos horarios, en ausencia de estos sistemas. Cada análisis de las imágenes pudo comprobarse con la situación sinóptica existente, a través del *Digital Atmosphere* (versión del año 2000).

Luego de identificados los sistemas de mayor representatividad en las temporadas de invierno y verano se procedió a bajar la información de los días seleccionados en modo de texto, con la información de la variable en puntos de rejilla.

Para un análisis más detallado se escogieron siete puntos ubicados alrededor del archipiélago

cubano. La distribución viene en concordancia con las áreas seleccionadas por los trabajos que sirvieron de antecedentes (Gutiérrez *et al.*, 1999).

La figura 1 muestra la ubicación de los puntos en el mapa y la tabla I, los datos que los identifica. Esta distribución fue consultada y detallada en el Mapinfo (versión 8.0).

Esta tarea culminó con la selección de varios grupos de datos, pertenecientes a cada situación meteorológica específica para los siete puntos. Se procesaron en los programas Excel (versión del Microsoft del 2003) y Curve Expert (versión 1.3).

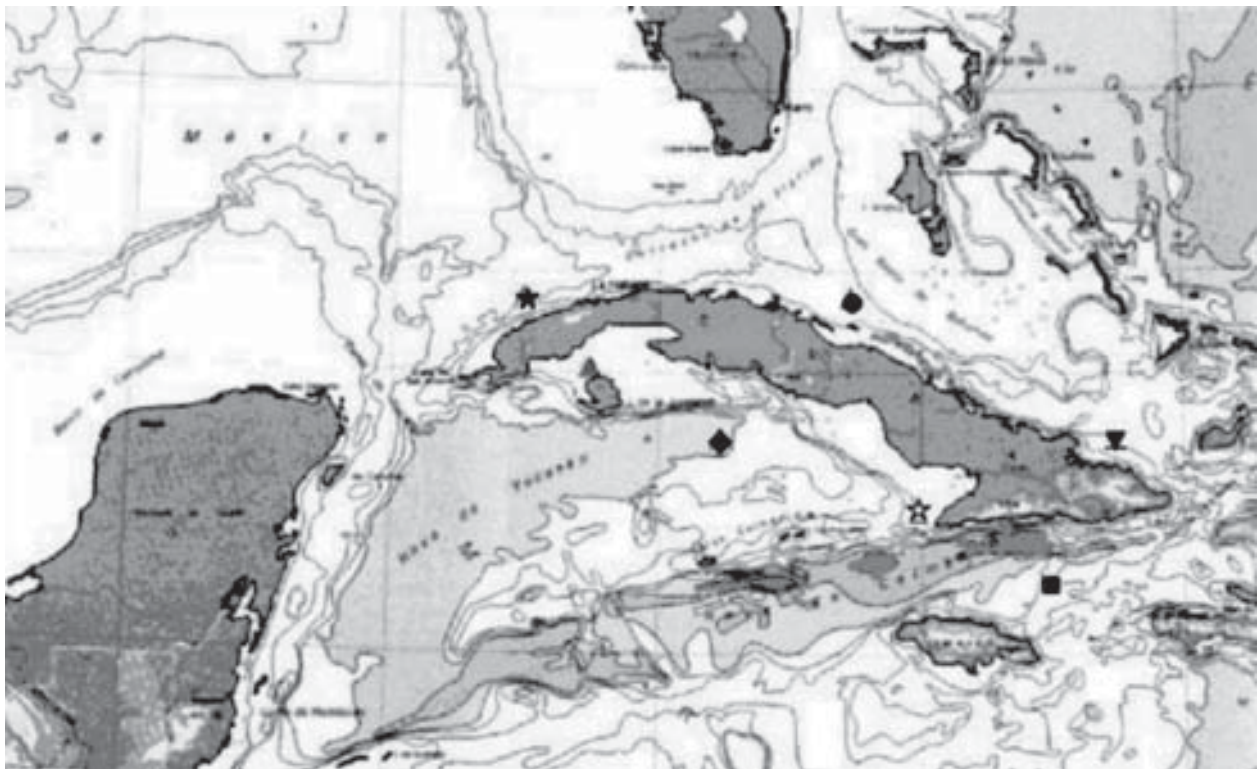


Fig. 1. Distribución de los puntos que sirvieron para el estudio.

Tabla 1. Distribución de los puntos para facilitar el trabajo

Numeración	Ubicación			Símbolo
	Zona	Latitud	Longitud	
Punto 1	Noroccidental	22,998	-84,000	★
Punto 2	Norcentral	22,998	-79,000	●
Punto 3	Nororiental	20,998	-75,000	▼
Punto 4	Suroccidental	21,998	-83,000	▲
Punto 5	Surcentral	20,998	-81,000	◆
Punto 6	Suroriental	19,998	-78,000	☆
Punto 7	Suroriental	18,998	-76,000	■

Después de realizada esta fase se procedió a encontrar la variación de la TSM diaria. Para ello fue necesario tomar un mes, en el que existieran las menores influencias de los sistemas meteorológicos sobre los valores de esta variable oceanográfica. El mes seleccionado fue mayo.

Por último se estableció una comparación entre los resultados obtenidos en este trabajo, con estudios previos de caracterización de la temperatura superficial de los mares cercanos a Cuba. Se utilizó la información recopilada en el *Atlas Oceanográfico de las Aguas Cubanas* desarrollado como parte del proyecto: «Caracterización de la interacción océano-atmósfera en aguas cubanas y su relación con algunas tendencias climáticas». La información empleada para conformar ese atlas, partió de la base de datos HIDROMET, compuesta de datos hidrometeorológicos procedentes de 53 cruceros realizados en los mares cercanos a Cuba desde 1966 hasta el 2000. Tal desempeño fue llevado a cabo por especialistas del Centro de Investigaciones Pesqueras (CIP), del Instituto de Oceanología (IDO) y del Instituto de Meteorología (INSMET).

Análisis de los resultados

En los temas oceanográficos existe gran variedad de términos que son necesarios conocer para entender los distintos fenómenos presentes en el medio marino, por ello se sugiere una lectura general sobre el tema (Caramazana, 2004 y Teacher's Guide, 2004).

Caracterización de la TSM por meses

Los mapas medios mensuales con valores en °C, se realizaron a través de mediciones de la capa de los 5 m próximos a la superficie del mar.

De la interacción con los servidores franceses resultaron los mapas que se representan en las figuras de la 2 a la 13 y de los cuales se realizaron las siguientes valoraciones mensuales:

Enero. En este mes se puede observar que los principales núcleos calientes de la región se localizan fundamentalmente al sur del área de estudio (27 °C y 27,5 °C) en el Mar Caribe. A medida que ascendemos en latitud las temperaturas van disminuyendo; los principales núcleos fríos se encuentran en el nordeste del Golfo de México y Atlántico cercano (18 °C y 18,5 °C). Existe una distribución bastante zonal de la temperatura superficial del mar. Los mayores gradientes espaciales se ubican en la porción este del golfo.

Febrero. Aquí la variable se comporta de manera muy similar al mes de enero, se evidencia una

leve disminución de los valores hasta los 26,5 °C en el caso de los núcleos cálidos y en los fríos hasta los 17,5 °C. El gradiente térmico también se asemeja bastante al mes anterior.

Marzo. Se mantiene la distribución zonal en la variable de estudio con un ligero ascenso en el golfo de Mosquito con valores de hasta 27,5 °C. Se evidencia un mayor intercambio térmico entre el Mar Caribe y el Golfo de México, fenómeno que trae como consecuencia un traslado hacia el norte de las isoterms, y se extienden a su vez los principales núcleos calientes. El golfo del Guacanayabo es la zona costera cubana que primero experimenta valores próximos a 27 °C. La corriente del Golfo comienza a provocar elevados gradientes de temperatura al este de la península de La Florida.

Abril. Aquí los valores promedios de temperatura continúan ascendiendo, se observa una tendencia al aumento del gradiente térmico al este de la Florida. Las aguas que rodean a nuestro archipiélago se encuentran sobre los 26 °C.

Mayo. La temperatura experimenta un rápido ascenso, se registran núcleos de hasta 28,4 °C al norte de Venezuela, Las Guyanas y la costa este de Costa Rica. Los valores de los gradientes espaciales de la variable aumentan considerablemente hasta el punto que logran sus máximos en este período.

Junio. Como principal característica aparece la ruptura de la dependencia zonal de la temperatura, los núcleos cálidos están más dispersos y se localizan fundamentalmente al sudeste del golfo de Mosquitos y costa suroriental de Cuba (29 °C).

Julio. Las altas temperaturas invaden todo el Golfo de México y alrededores del occidente cubano, y llegan a tomar valores de 29,4 °C en los principales núcleos calientes. Los fríos se localizan en la costa norte de Venezuela, Guyana y Costa Rica.

Agosto. En este mes persiste el ascenso de las temperaturas, se registran los mayores valores en el golfo de Batabanó (29,7 °C) y el gradiente térmico ha aumentado en todo el Mar Caribe.

Septiembre. Hay una tendencia a la homogenización térmica y con ella una disminución del gradiente, aunque se observan algunos núcleos. Los más representativos se observan alrededor de Cuba y en lo principal en su porción sur con valores de hasta 29,8 °C, precisamente en una de las zonas de menor profundidad del área de estudio.

Octubre. Ocurre un cambio en la distribución de la temperatura en el Golfo de México, aparece un núcleo frío al oeste de La Florida y los más cálidos se trasladan hacia el sur (29,4 °C).

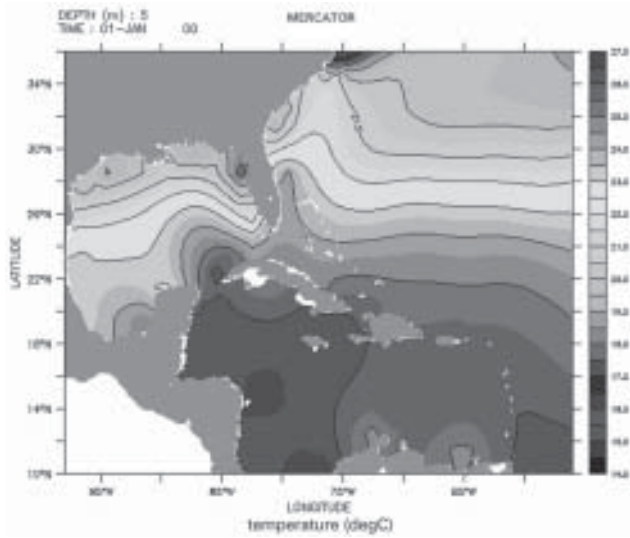


Fig. 2. Mapa promedio mensual TSM, enero.

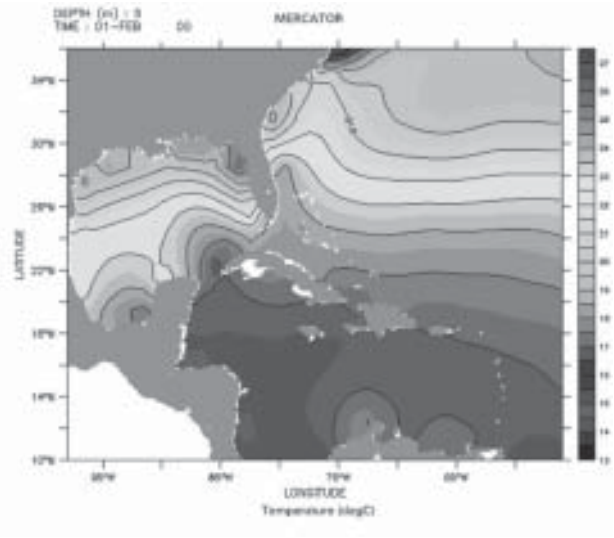


Fig. 3. Mapa promedio mensual TSM, febrero.

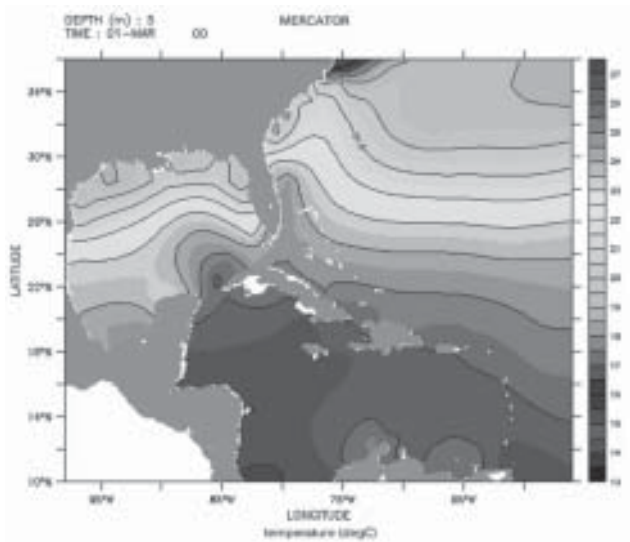


Fig. 4. Mapa promedio mensual TSM, marzo.

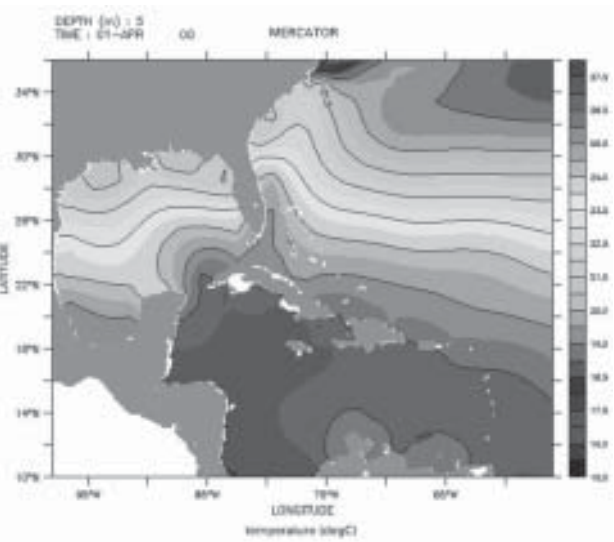


Fig. 5. Mapa promedio mensual TSM, abril.

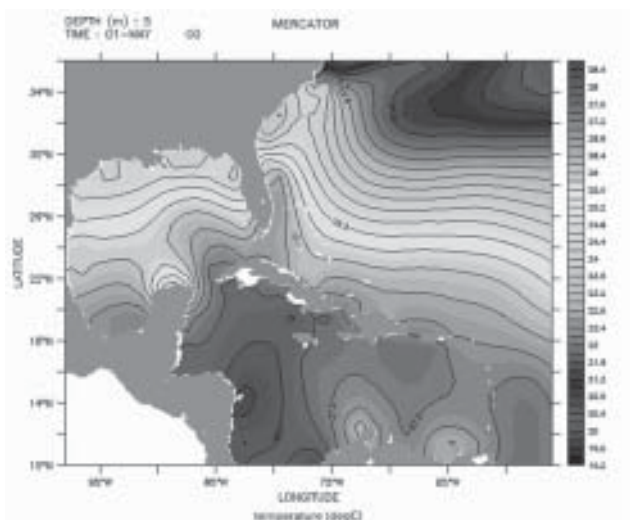


Fig. 6. Mapa promedio mensual TSM, mayo.

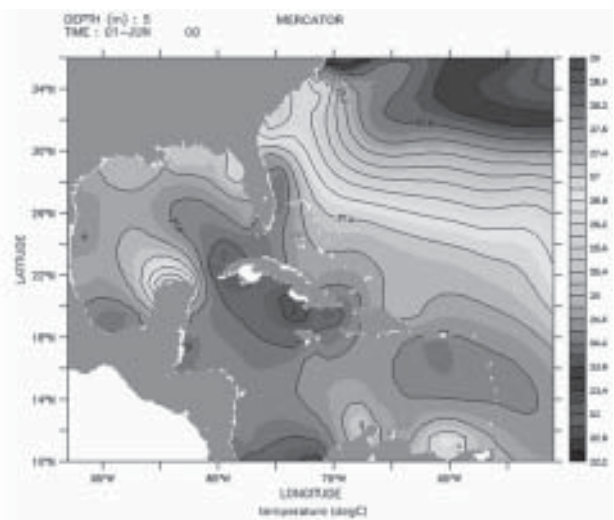


Fig. 7. Mapa promedio mensual TSM, junio.

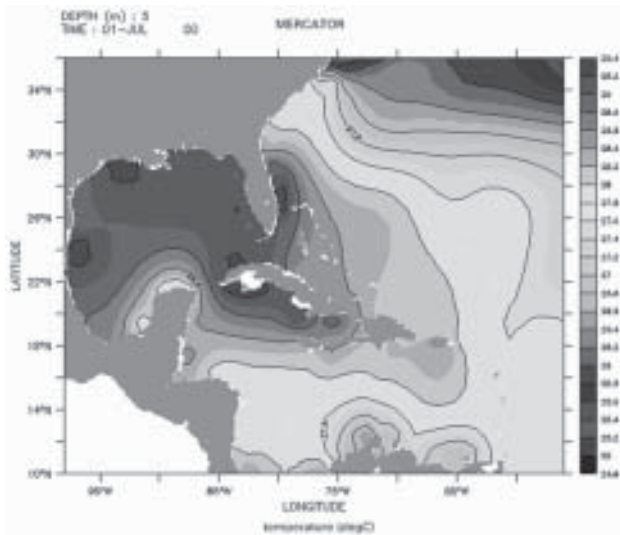


Fig. 8. Mapa promedio mensual TSM, julio.

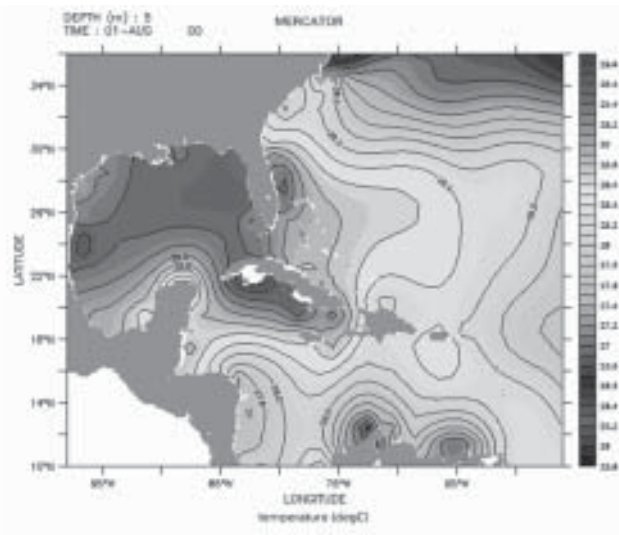


Fig. 9. Mapa promedio mensual TSM, agosto.

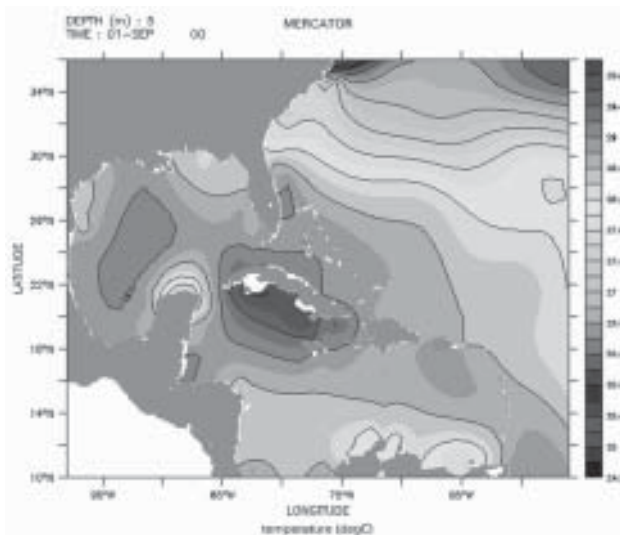


Fig. 10. Mapa promedio mensual TSM, septiembre.

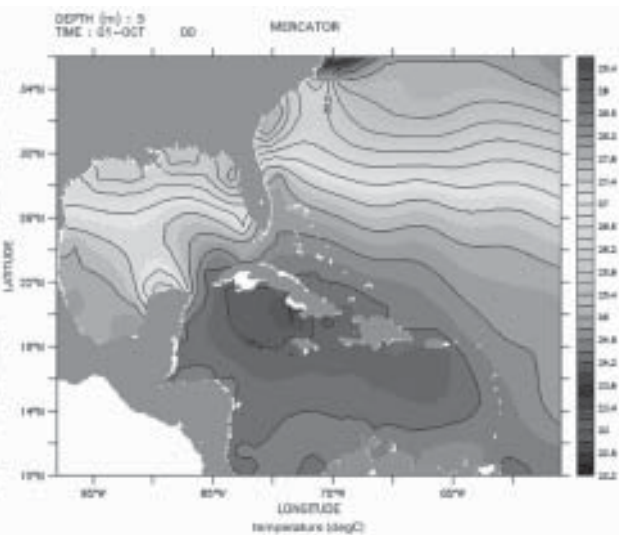


Fig. 11. Mapa promedio mensual TSM, octubre.

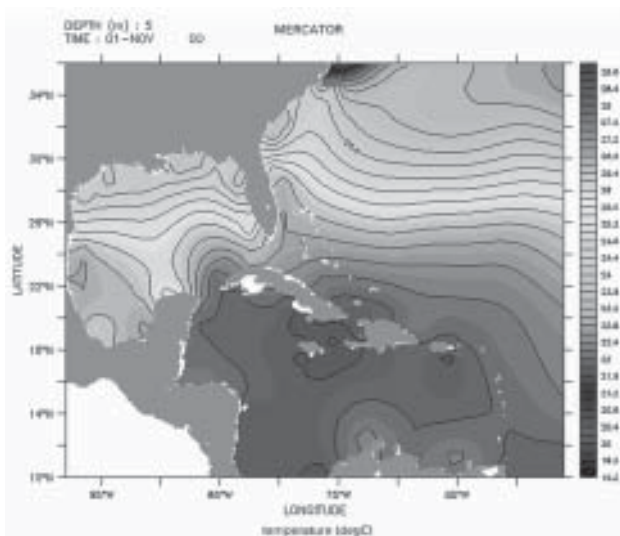


Fig. 12. Mapa promedio mensual TSM, noviembre.

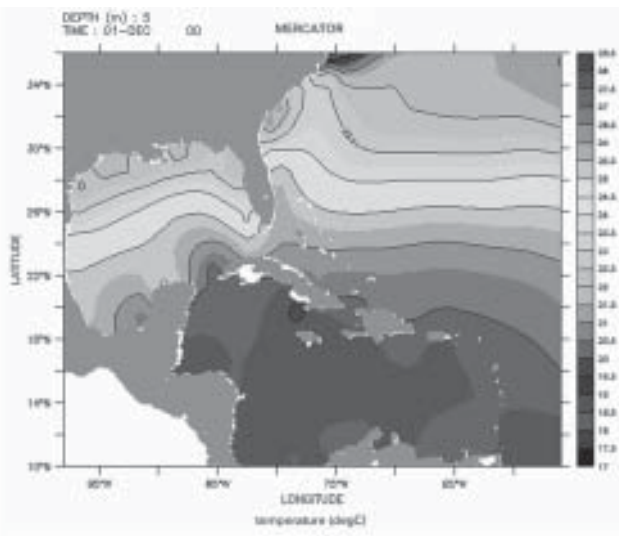


Fig. 13. Mapa promedio mensual TSM, diciembre.

Noviembre. Los núcleos más calientes continúan trasladándose hacia el sur, y se ubican entre Jamaica, Haití y las provincias orientales de Cuba con 28,4 °C.

Diciembre. Se observa una disminución del gradiente térmico, la temperatura se asemeja bastante al patrón observado en enero.

El análisis de los mapas mostró en todos los casos, una buena coincidencia con los patrones de la TSM promediada para los períodos seco y lluvioso, así como para la media anual y el curso medio anual. Es posible observar además, cómo se manifiestan estas coincidencias a partir de la siguiente descripción del curso anual que procede de la confección del *Atlas Oceanográfico de las Aguas Cubanas*.

Al inicio del año, la TSM presenta un aumento desde las cercanías de las costas de Sudamérica, aumentan de sur a norte y de este a oeste se desplaza gradualmente el patrón de máximas en esas direcciones. Las temperaturas más altas se registran de junio a octubre en el área central del Caribe, hacia las costas de Cuba, que en el verano se mantienen por encima de los 29 °C. Se observan núcleos de máxima temperatura en las cercanías hacia el norte del arco de Las Antillas y en el golfo de Honduras. Sin embargo, hacia la costa sudamericana, con el avance del período lluvioso, las temperaturas disminuyen. Esto se debe al aporte de las aguas de los grandes ríos sudamericanos como el Amazonas a la corriente Ecuatorial del sur, lo cual genera una disminución en la salinidad y en la capacidad del océano de retener el calor.

En el golfo de Campeche, las temperaturas se mantienen sobre los 28 °C, mientras que en el estrecho de la Florida son mayores de 29 °C. Se observa una lengua de agua caliente al norte de la mitad occidental de Cuba y otra zona de máximo sobre el banco de las Bahamas.

La distribución espacial de la temperatura en el Caribe continúa con el máximo hacia la zona central, pero al norte de Cuba la distribución ya es latitudinal. En Campeche, la TSM se mantiene sobre los 26 °C, aunque en las cercanías de la península de la Florida disminuye aproximadamente hasta los 22 °C, según se refleja en el Atlas.

Por los datos elaborados en el área de estudio (Mitrani y Díaz, 2001; Mitrani *et al.* 2002) 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, aunque se observaron valores mínimos extremos en la zona del Golfo de México con 24 °C y máximos de hasta 31 °C hacia las costas caribeñas de Cuba. Se encontraron los máxi-

mos sobre aguas profundas en la zona del golfo de Cazonés y sur de Isla de la Juventud, hacia el área central y norte del Caribe.

El curso medio anual de la TSM media, figura 14, presenta un curso medio anual, con el mínimo en febrero, cercano a los 25 °C y el máximo en septiembre, en el entorno de los 30 °C. Los valores extremos absolutos en los datos disponibles han tenido una $TSM_{max}=31$ °C, al sur de Isla de la Juventud y una $TSM_{min}=24$ °C, en la costa noroccidental.

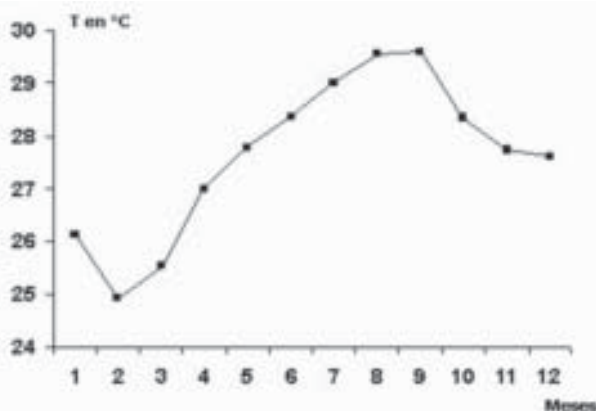


Fig. 14. Curso medio anual de TSM en aguas cubanas.

Influencia de los sistemas meteorológicos sobre la TSM

Los sistemas escogidos fueron los frentes fríos (F.F.) y los ciclones tropicales (C.T.) por ser los de mayor significación en cada una de las temporadas de invierno y de verano respectivamente. En la tabla A 1 de los anexos se pueden apreciar los distintos períodos de tránsito de cada sistema seleccionado.

Se muestra en lo adelante la imagen del satélite, el análisis que representa la situación sinóptica y previo al comentario de cada escenario, las figuras que reflejan los valores de la TSM en los siete puntos seleccionados, cuyos intervalos (en las abscisas) representan 12 horas.

Con respecto a los mapas analizados en los que se ilustran algunas características de los frentes fríos más representativos de nuestro estudio, se puede observar el patrón nuboso en cada caso. El primero de ellos muestra la banda de nublados que acompaña a ese fenómeno, extendido sobre el sudeste de los Estados Unidos, pasando sobre La Florida y llegando hasta el golfo de México (Fig. 15). La figura 16 ratifica la presencia de un sistema frontal con dos bajas acopladas incidiendo en el área para un día después. Los gráficos obtenidos (Fig. 17), presentan los puntos donde se evidenciaron las principales variaciones durante el paso del frente fueron 1, 2 y 4.

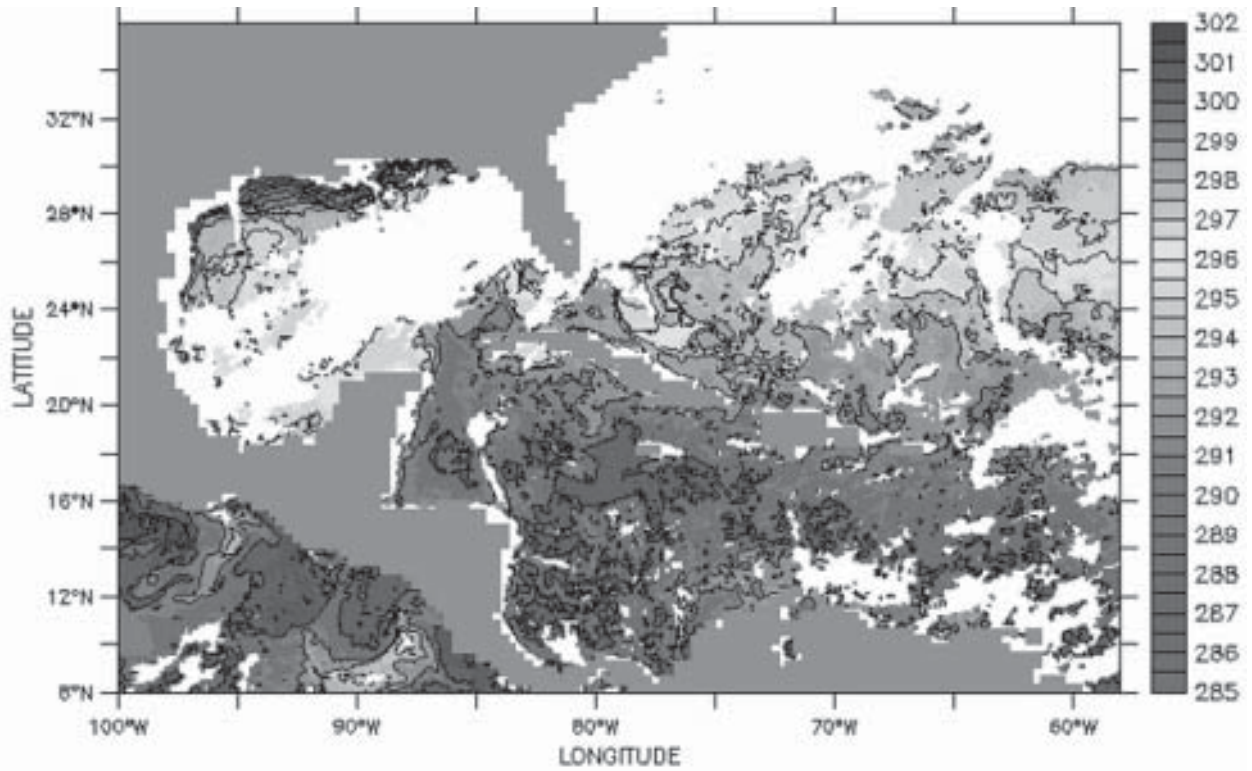


Fig. 15. Imagen procesada de satélite, 27/01/04 - 7:00 AM, con valores en grados Kelvin.

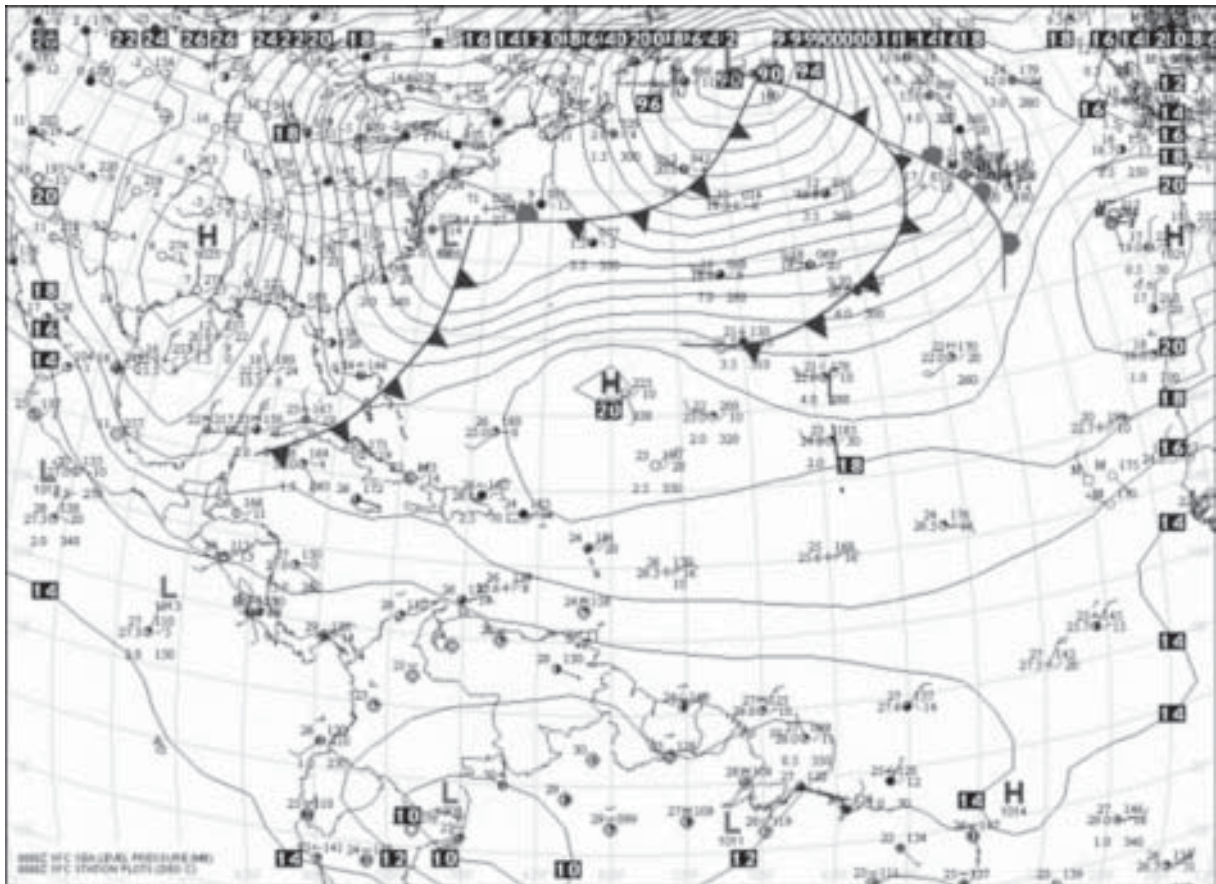


Fig. 16. Situación sinóptica 28/01/04 - 7:00 AM (F.F. No. 1).

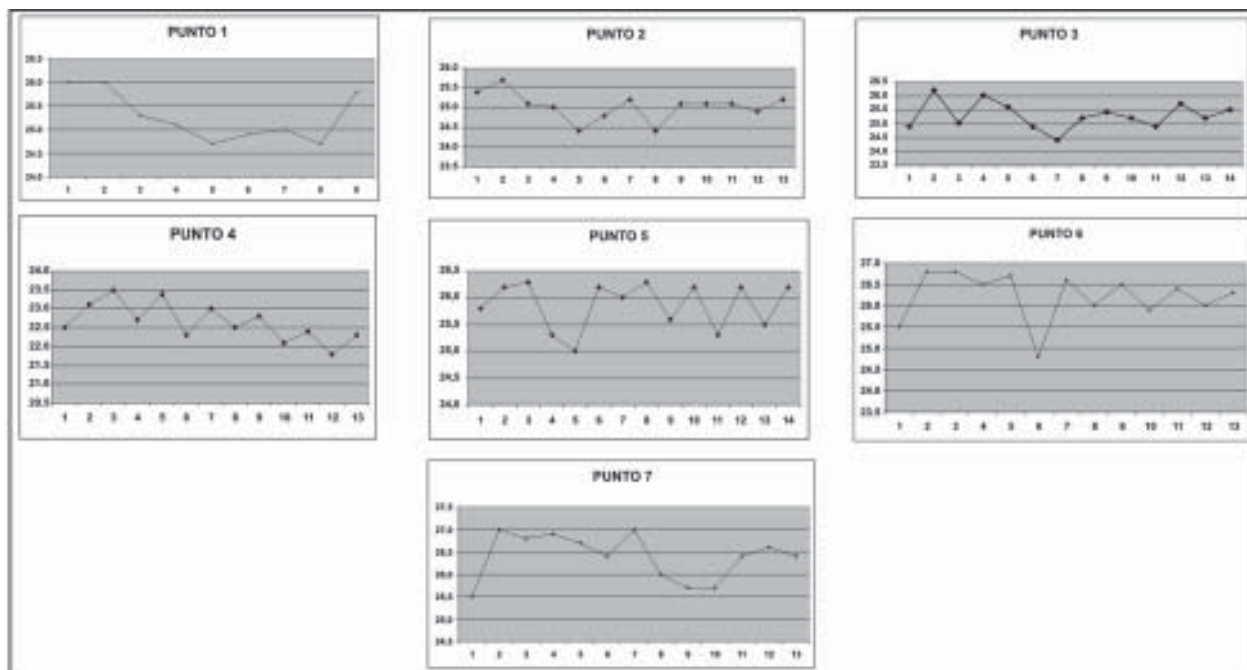


Fig. 17. Variación de la TSM en los puntos de estudio partiendo del día 27/01/04 - 7:00 AM.

En otro sistema similar se encontró el patrón nuboso sobre el Golfo de México, de igual manera perteneciente a un frente frío. Realizando un análisis de la situación sinóptica de este, se ubicó el centro de bajas presiones justamente sobre el golfo (Caramazana, 2004).

Los gráficos muestran que los puntos donde se observaron mayores fluctuaciones fueron 2, 4 y 5 (Fig. 18). Sobre el punto 1 no se mantuvo la información necesaria para realizar valoraciones. El trabajo con el resto de estos sistemas arrojó resultados similares.

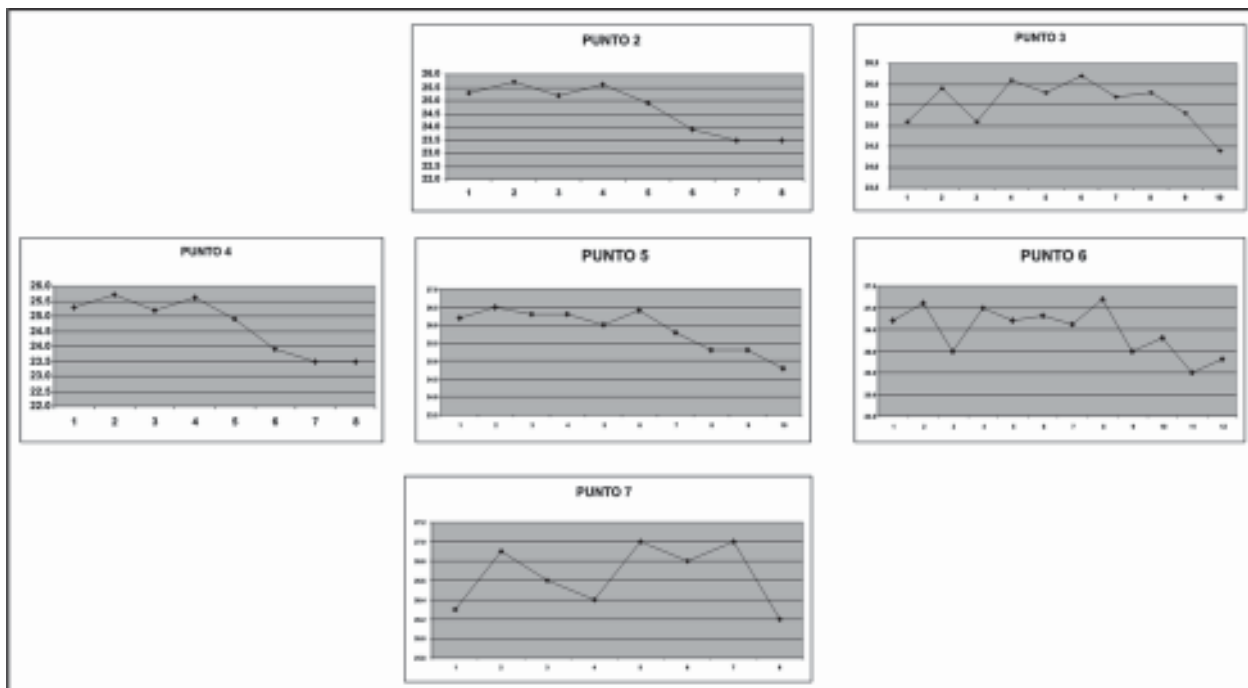


Fig. 18. Variación de la TSM en los puntos de estudio partiendo del día 25/01/04 - 7:00 AM.

Para el análisis de la influencia de los huracanes sobre la TSM se cuenta con el mapa de la figura 19, el cual muestra la llegada del huracán al área de estudio y la banda de nublados asociadas. En la figura 20 se puede ver la trayectoria seguida por Iván que fue escogido por ser uno de los más in-

tenso en los últimos años de la serie. En los gráficos reflejados en la figura 21, se aprecia que en la totalidad de los puntos existen variaciones evidentes de la TSM. La información de los puntos 6 y 7 lamentablemente no se pudo obtener por encontrarse cubiertos de nubosidad.

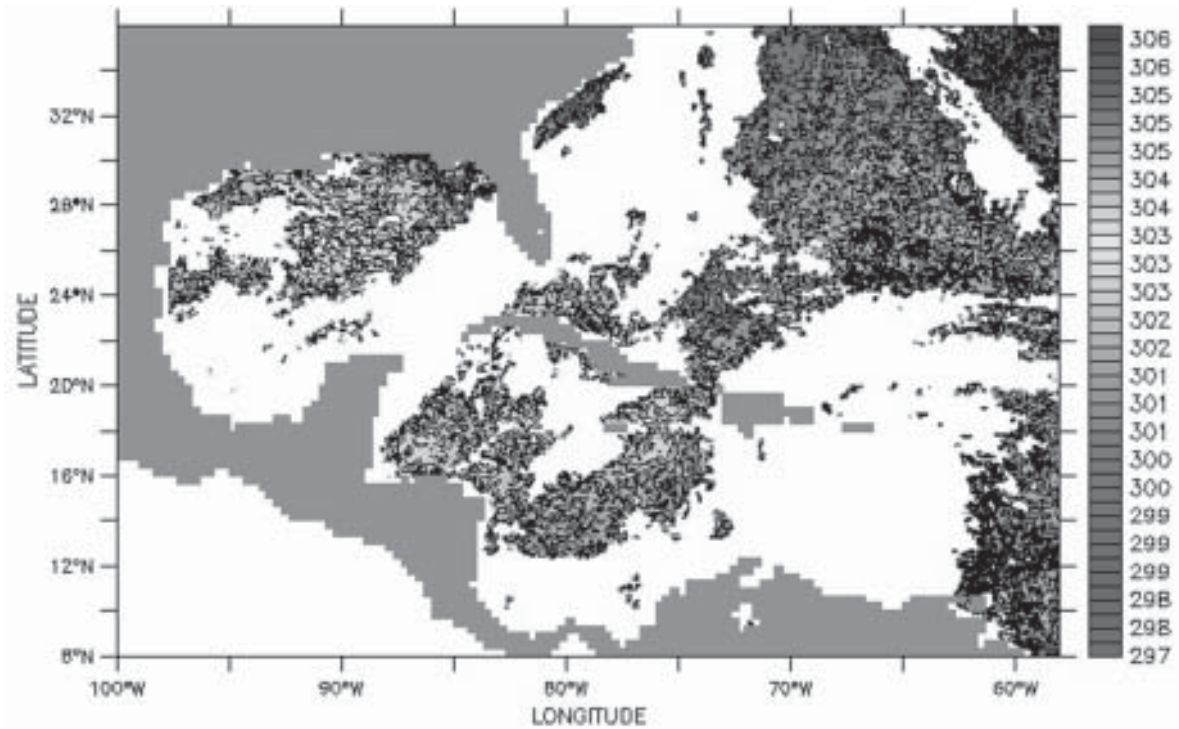


Fig. 19. Imagen procesada de satélite, 08/09/04 - 7:00 PM, con valores en grados Kelvin.

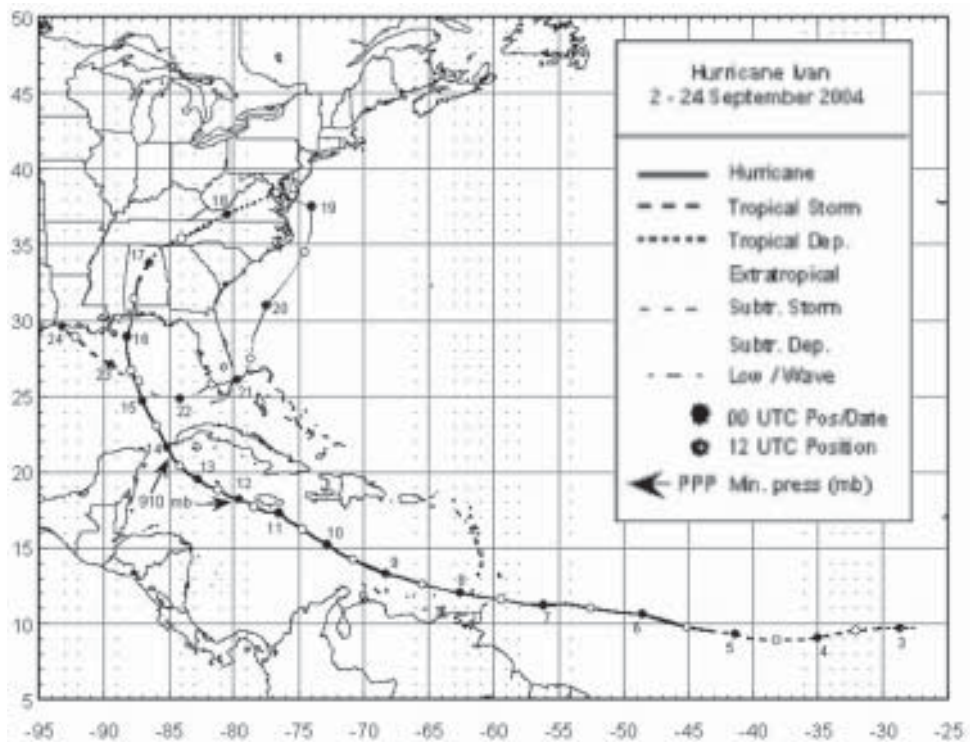


Fig. 20. Trayectoria del huracán Iván.

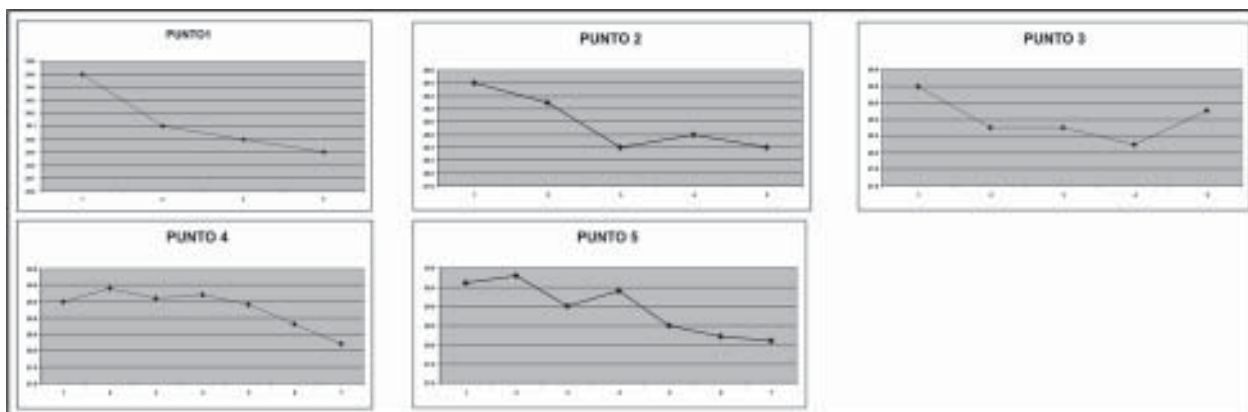


Fig. 21. Variación de la TSM en los puntos de estudio durante el paso del huracán.

Comportamiento diario de la TSM

Cualquier estudio profundo sobre el tema que a continuación se trata, tendría en su población de datos los días consecutivos en varios horarios para realizar un análisis detallado en el transcurso del tiempo, eliminando los factores no deseados con algún determinado filtro. No obstante, tratándose de un trabajo preliminar se seleccionó el mes de mayo, por tratarse de un mes típico en transición donde la influencia de frentes fríos sobre el área es bastante escasa y prácticamente nula la presencia de ciclones tropicales.

Del mismo modo que en los escenarios anteriores, se analizaron las imágenes del satélite, el diagnóstico de la situación sinóptica y las gráficas que muestran la tendencia diaria del valor de la TSM. A continuación se presentan dos casos de los analizados y en la tabla A 2 del anexo las fechas restantes escogidas.

Como se puede apreciar en las figuras 22 y 23 existe influencia anticiclónica en los días elegidos, lo que trae consigo la existencia de un tiempo regularmente despejado. De esta manera se aprecian, en buena medida, las variaciones diarias de los valores

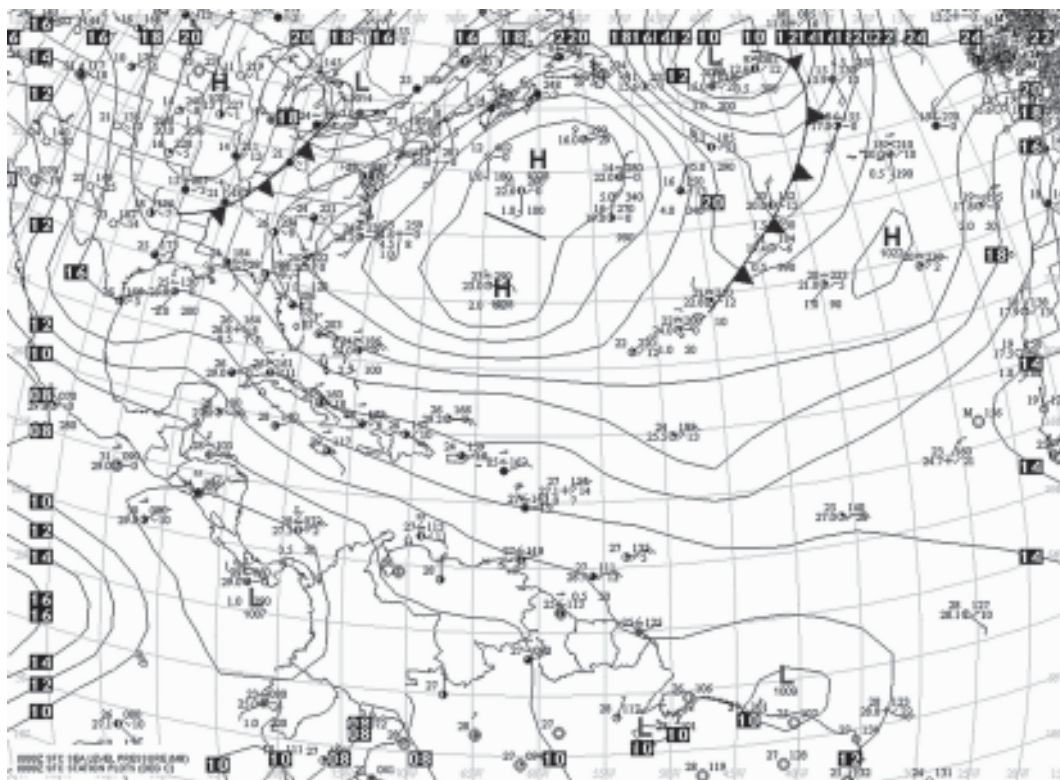


Fig. 22. Situación sinóptica del 15 de mayo de 2004 a las 00z.

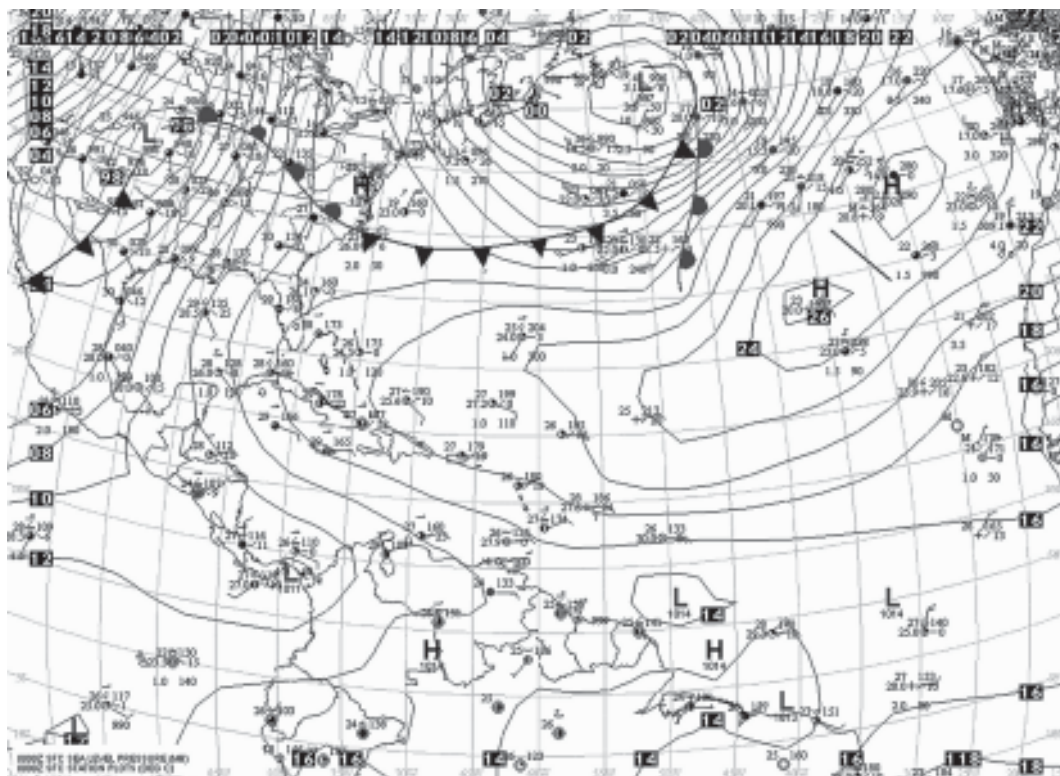


Fig. 23. Situación sinóptica del día 30 de mayo a las 00z que refleja el tiempo para los días 29 y 31 (la zona frontal que aparece al norte del mapa nunca influyó sobre Cuba).

de la variable con el transcurso del día y la noche. Durante el día se lleva a cabo el calentamiento de nuestro planeta, debido a la incidencia de la radiación solar y en la noche toda esta energía se irradia, provocando el enfriamiento de la tierra y el mar. Por ese motivo la variable de trabajo debe experimentar una disminución, si comparamos un período desde el término de la tarde (inicio del día meteorológico, 00z) con otro en las primeras horas del siguiente día solar (12z de ese día meteorológico).

Las tablas 2 y 3 muestran las diferencias de la TSM entre los horarios de las 00z y las 12z de los

días 15 y 29 de mayo del 2004 respectivamente. Se aprecia que a excepción del punto 1, el resto obedeció a la tendencia inicialmente pensada, es decir a la disminución de los valores. Los puntos 4, 5 y 6, ubicados en la porción sur, son los que experimentan mayores rangos diarios de la TSM.

Los próximos trabajos se centrarán en el estudio de este fenómeno que pudiera estar atribuido al traslado horizontal de flujos cálidos por el extremo noroccidental en horarios nocturnos o a la presencia de afloramientos variables en el tiempo.

Tabla 2. Comparación entre los valores puntuales de la variable para el 15 de mayo de 2004.

Valor en °C	1	2	3	4	5	6	7
TC(0000Z)	26	25,4	27	27,9	26,7	28,9	26,7
TC(1200Z)	26,2	25	25,8	26,3	25,5	27,4	26,4
Diferencia	0,2	-0,4	-1,2	-1,6	-1,2	-1,5	-0,3

Tabla 3. Comparación entre los valores puntuales de la variable para el 29 de mayo de 2004.

Valor en °C	1	2	3	4	5	6	7
T(0000Z)	27,1	26,8	26,8	29,9	28,2	29,4	28,1
T(1200Z)	27,3	26,6	26,5	28,9	27,4	28,2	27,4
Diferencia	0,2	-0,2	-0,3	-1,0	-0,8	-1,2	-0,7

Conclusiones

Pueden obtenerse mapas promedios mensuales, con basamento en los datos de satélites meteorológicos obtenidos de los servidores IFREMER y MERSEA. En el INSMET aún no existen datos suficientes para alcanzar tal propósito.

Existen dos zonas donde hay mayor variación de la TSM, que son la porción sur del Caribe oriental y la parte norte del Golfo de México.

El mes en el que se presentan los valores más altos de la TSM es septiembre, con los principales núcleos en el Golfo de México y la costa noroccidental de Cuba.

El mes en el que se presentan los valores más bajos de la TSM es febrero, con áreas más representativas como el Golfo de México, exactamente al noroeste de la península de La Florida.

El mes de mayores gradientes espaciales de TSM es mayo.

Ejercen los frentes fríos una influencia mayor sobre los valores de la TSM en los puntos 1, 2 y 4, en especial, aquellos que transitan rápidamente sobre el territorio nacional.

La técnica satelital es útil para evidenciar el descenso en la TSM una vez que transitan huracanes fuertes. Sin embargo, no basta la exactitud de las imágenes y la resolución de los datos tomados en el trabajo para realizar un examen exhaustivo.

En ausencia de sistemas meteorológicos (como frentes fríos y ciclones tropicales) existe tendencia al descenso de los valores de la TSM que transita desde las 00z hasta las 12z. El punto 1 fue la única excepción.

Los puntos 4, 5 y 6, ubicados en la porción sur, son los que experimentan mayores rangos diarios de la TSM.

Recomendaciones

Realizar solicitud formal a los servicios MERCATOR y/o HYCOM para acceder a sus bases de datos y poder eliminar las discontinuidades en la información.

Emplear en el estudio las imágenes obtenidas en la estación satelital del INSMET.

Usar técnicas más específicas para estudiar la huella fría de los huracanes.

Estudiar el fenómeno ocurrido en el extremo noroccidental referido a la marcha diaria de la TSM,

y extender el análisis a una red de puntos en un mayor período.

Bibliografía

- Álvarez Morales, R. (2004): «Curso de Meteorología Física». Maestría en Ciencias Meteorológicas, INSMET.
- Argüelles Torres, J. P. (1998): Resultados del trabajo «Cambios en la estructura y dinámica poblacional del caracol *Stramonita chocolate* asociados al evento El NIÑO 1997-98 en la zona del Callao, Perú», 10 p.
- Calzada-Estrada, A.; *et al.* (2004): «Elaboración de un sistema de localización, monitoreo y pronóstico del desplazamiento y evolución de derrames de hidrocarburos en los mares próximos y costas del territorio cubano», Proyecto ramal: Prevención y reducción del impacto del oleaje y derrames de hidrocarburos en las costas y cayos del territorio, Ciudad de La Habana, 65 p.
- Caramazana-Olego, J. (2004): «Caracterización de la Temperatura Superficial del Mar en el golfo de México, Mar Caribe y Atlántico Cercano». Trabajo de Curso 3er año, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba.
- Comité Multisectorial de Estudio de «El Niño» (ENFEN). Nota informativa, agosto 2004, Lima, Perú, www.senamhi.gob.pe.
- Gutiérrez-Delgado, A.; M. Jiménez-Rico; J. Viamontes Fernández; J. Pérez Canet y R. Barbeito Rodríguez (1999): «Comportamiento de la temperatura superficial de las aguas oceánicas alrededor de Cuba en un período de 33 años (versión 1ra.)». *GEOCUBA Estudios Marinos*, Ciudad de La Habana, 13 p.
- IGT (1999): «El Caribe contribución al conocimiento de su Geografía». Instituto de Geografía Tropical, La Habana, Cuba.
- Materiales del sitio IFREMER, <http://www.ifremer.fr/las/servlets/dataset>.
- Materiales del sitio MERSEA, <http://las.mersea.eu.org>.
- Mitrani Arenal, *et al.* (2007): «Atlas Oceanográfico de las Aguas Cubanas». (Resultado parcial del proyecto en soporte electrónico).
- Mitrani I. y O. Díaz (2007): «Particularidades de la estructura termohalina y sus tendencias en aguas cubanas». *Revista Cubana de Meteorología*, vol. 14, no. 1.
- Panzarini, R. (1970): *Introducción a la Oceanografía General*. De Universitaria de Bs. As, 67-70.
- Teacher's Guide (2004): *Investigating Isotherms: Geographic Distribution of Sea Surface Temperatures*.
- Yuras, G. «Introducción a la percepción remota del océano», cap. 7. Temperatura superficial del mar, pp. 30-38.

ANEXO

Tabla A1. Fechas de trabajo para el análisis durante la presencia de eventos meteorológicos

Tipo de sistema	Fecha de inicio	Hora	Fecha del fin	Hora
Frente frío	27/01/04	12z	29/01/04	12z
Frente frío	14/02/04	12z	20/02/04	00z
Frente frío	25/01/04	12z	29/02/04	00z
Frente frío	05/11/04	12Z	09/11/04	00z
Ciclón tropical	03/08/04	00z	13/08/04	12z
Ciclón tropical	09/08/04	00z	14/08/04	12z
Ciclón tropical	25/08/04	00z	08/09/04	12z
Ciclón tropical	02/09/04	00z	24/09/04	12z

Tabla A 2. Fechas de trabajo para el análisis durante la ausencia de eventos meteorológicos

Situación sinóptica	Fecha	Hora
Influencia anticiclónica	15/05/04	00z
Influencia anticiclónica	15/05/04	12z
Influencia anticiclónica	23/05/04	00z
Influencia anticiclónica	23/05/04	12z
Influencia anticiclónica	29/05/04	00z
Influencia anticiclónica	29/05/04	12z
Influencia anticiclónica	31/05/04	00z
	31/05/04	12z

Abstract

An analysis of sea surface temperature (SST) spatial distribution is presented in this work. This was made for geographical area corresponding to Gulf of Mexico, Caribbean Sea and close Atlantic Ocean throughout the analysis of monthly charts. The influence of some weather phenomena on the variable behaviour, such as frontal systems and tropical cyclones was analyzed, taking as a reference some control points distributed around Cuban Archipelago.

Also, interesting details were obtained as daily and annual average courses were evaluated. Data were extracted from satellite imageries from IFREMER and MERSEA data server (available in Internet). In addition, charts and plots showing significant weather and variation of SST depending on time are included.

Finally, several elements allow continuing the study this topic in Cuba and this geographical area were exposed, propitiating future investigations.

Key words: Sea surface temperature, adjacent seas to Cuba.