
Características del "Rastro" de un Huracán a su paso Sobre la Superficie Oceánica.

Autor: Alfredo Moreno Rodríguez



Instituto de Meteorología.

Centro de Meteorología Marina

Resumen:

En el presente artículo se hace una descripción de las características de la "Huella Fría" que deja todo Huracán en su Rastro sobre una superficie oceánica. Se comprueba que la superficie marítima se enfría producto del mezclamiento turbulento de las aguas superficiales, generada por los fuertes vientos de la tormenta más el afloramiento de las aguas frías profundas. Este enfriamiento superficial puede durar hasta varias semanas después de haber cruzado el huracán. En particular se estudia el Rastro del Huracán Wilma sobre el Mar Caribe Occidental y la región Sudeste del Golfo de México y el impacto ocasionado sobre los fondos del Golfo de Batabanó y en las aguas bajas de la costa Norte de la región Occidental de Cuba, donde

además, se presentaron fuertes inundaciones que ocasionaron grandes daños a las poblaciones e instalaciones costeras.

En los últimos años se ha presentado una gran disminución en la captura de la Langosta en las aguas de la plataforma cubana, estimándose que entre otras causas, esta disminución pudiera ser causada por el incremento de los CT, que provocan la muerte y dispersión de las larvas y juveniles, además de daños sobre su hábitat y la disminución de la temperatura en las aguas superficiales del Mar Caribe, Golfo de México y la región Occidental cubana, lo que pudiera estar repercutiendo sobre los niveles de captura.

Palabras Claves: Rastro del CT. Huella Fría. Surgencia. Marea de Tormenta.

Introducción

Se ha comprobado experimentalmente que la superficie marina sufre notables alteraciones al paso de los ciclones tropicales "CT". Es conocida la aparición de la llamada "huella fría" por el rastro oceánico del CT, debido al enfriamiento de la superficie marina, causada por la influencia de los fuertes vientos de la Tormenta que conllevan la renovación de las aguas superficiales por la turbulencia y el arrastre, generado por el fuerte oleaje y las corrientes superficiales de deriva que provocan el afloramiento de las aguas frías profundas, más la Surgencia o "Marea de Tormenta" que como una onda de larga longitud y período, que acompaña a todo huracán en su movimiento sobre la superficie oceánica, debido a la caída de la presión en el área oceánica afectada por el C.T, conocida como efecto de barómetro invertido. En la fig. 1, se observa el arrastre de las aguas superficiales, por los fuertes vientos radiales de la Tormenta.

Antecedentes históricos

Los primeros trabajos acerca de las particularidades de la interacción océano -atmósfera

en el área marítima afectada por los CT, data de (1957), donde se señala que estos organismos se intensifican a su paso sobre las aguas calientes y se debilitan al desplazarse sobre las más frías. El Ciclón Tropical, actuando sobre el océano, enfría la superficie marina y altera la estructura de la capa activa oceánica, a la vez que tiende a desplazarse siguiendo durante su movimiento las aguas con temperaturas más altas.

Con respecto a la **magnitud del enfriamiento de la superficie marina** producido por el efecto del surgimiento de las aguas frías profundas, según variados testimonios **han llegado hasta los 6 °C. y puede durar hasta 50 días**, en dependencia de la intensidad del CT, de la velocidad de su movimiento de traslación y de la estructura previa que presentó la capa activa oceánica.

La Fuerza del viento actuando sobre la superficie oceánica es directamente proporcional a la intensidad de la mezcla turbulenta, pero si el movimiento del CT es lento o permanece estacionario por un largo período de tiempo, puede agotar la reserva de energía calorífica y debilitarse por el propio enfriamiento ocasionado por la Tormenta.

SWELLS AND SURGES

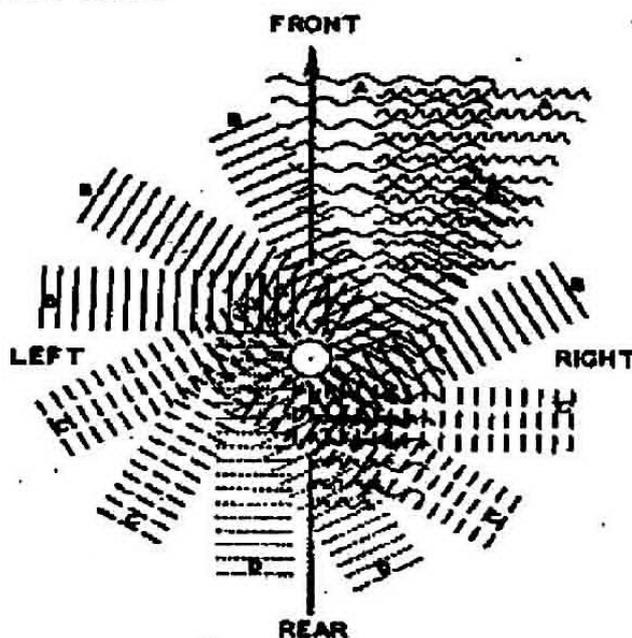


Fig. 1. Emisión en flujo radial del oleaje y corrientes marinas superficiales hacia afuera del área oceánica afectada por un Huracán.

En aguas del **Mar Caribe** fue analizada la trayectoria del CT "Floyd", del 4 al 28 de octubre de 1987 (Salas et al. 1989). Este organismo se desarrolló en una lengua de agua caliente con temperaturas máximas de 29 °C, teniendo las temperaturas más altas a la derecha del movimiento del CT. Ahora, durante el efecto combinado de la turbulencia de las aguas superficiales por los fuertes vientos, las corrientes de deriva que sacan el agua del área afectada por el CT, y que su vez generan el surgimiento de aguas frías profundas, produjeron un enfriamiento de hasta 2.5 °C en el rastro del CT, manteniéndose esta anomalía durante tres semanas aproximadamente. Las anteriores consideraciones se aplican a todo organismo ciclónico durante su estadía y movimiento sobre las aguas oceánicas profundas.

Durante la aproximación o influencia de un huracán a las regiones costeras de alguna isla o plataforma continental, y aun encontrándose a gran distancia de éstas, comienza a sentirse el ruido producido por la resaca o marea precursora que incide con persistencia y va acumulando agua en las zonas bajas del litoral costero, con la consiguiente subida del nivel de la marea.

La costa sur de Cuba es frecuentemente afectada por este tipo de evento, donde se presentan varios ejemplos de subida del nivel de la marea, con penetraciones del mar tierra adentro por acumulación de las aguas en las costas bajas por efecto del Wind set up, como consecuencia de los vientos de región Sur donde cada año se presentan con cierta frecuencia produciendo de 3 a 4 penetraciones del mar, inundando y afectando las poblaciones costeras. O también por la **Surgencia de Huracán**, durante la aproximación o azote directo del CT a este litoral costero.

Efectos del Huracán Wilma en las costas Occidentales de Cuba.

En la fig. 2, observamos la trayectoria del huracán **Wilma** el cual nos afectó durante los días del **17 al 24 de Octubre del 2005**, cruzando por las aguas del Mar Caribe Occidental y la región Sur Oriental del Golfo de México y próximo a las costas Sur y Norte de la región Occidental de la República de Cuba, ocasionando fuertes penetraciones del mar en los asentamientos poblacionales del Golfo de Batabanó, como **Guanímar** donde el mar penetró dos kilómetros tierra adentro, el poblado de **Cajío** con severas afectaciones quedando prácticamente destruido por efecto de la inundación, en **Surgidero de Batabanó** donde el mar penetra un kilómetro tierra adentro, la **Coloma** quedó bajo de las aguas del mar

con un 1.0 metros de altura dentro de la población. La costa Norte de la ciudad de La Habana sufrió la más severa inundación de todos los tiempos, quedando completamente inundadas toda la costa Norte de Ciudad de la Habana; desde Santa fe, Jaimanitas, Miramar, zonas bajas del Vedado y todo el litoral norte hasta el Castillo de la Punta.

Reportes de Inundaciones por penetraciones del mar Ciudad de la Habana:

- ★ Se inundaron los municipios de Playa, Miramar, Plaza, Centro Habana y Habana del Este,
- ★ **Santa Fe:** En la madrugada del domingo **23 de Octubre** comienzan las inundaciones en la Ciudad de la Habana, en el bajo de **Santa Ana** el agua alcanza la altura de 2.5 metros destruyendo varias viviendas, en la Marina se inundan los canales, en La Puntilla el mar se une con la laguna litoral, el agua penetra hasta a una cuadra de la calle séptima. En total más de 2000 viviendas fueron inundadas por la penetración del mar.
- ★ **Playa Baracoa:** Las primeras líneas de viviendas fueron destruidas.
- ★ **Miramar:** Las Inundaciones en su litoral llegaron hasta la calle tercera.
- ★ **Plaza:** El mar penetra rápido e inunda hasta la calle Línea.
- ★ **Centro Habana:** Comienza desde la madrugada del día 23, se inunda completamente el Parque Maceo, San Lázaro, los bajos del hospital Ameijeiras.
- ★ **Guanabo:** Se inunda el litoral costero.
- ★ **Cojímar:** Hasta la calle 23 con fuerte afectación en las primeras líneas de viviendas, más de 200 m penetran las aguas.

Sur de la Habana:

- ★ Fuertes penetraciones en los asentamientos del **Golfo de Batabanó**, en la **Bajada y María la Gorda**. El mar penetra más de 100 metros en la **Bajada** y destruye la carretera.
- ★ En el poblado de **Cortés** el mar penetró hasta 800 m.
- ★ **Guanímar** el mar penetró hasta 2 km tierra adentro.
- ★ **Cajío** el mar penetró hasta 1 Km, el poblado quedó destruido.
- ★ **Majana** dentro de la población el agua alcanzó la altura de 1.5 m.
- ★ **Surgidero** dentro de la población el agua alcanzó la altura de 1 m.
- ★ **Mayabeque**, el agua llegó hasta 1 Km tierra adentro a 1 m de altura.
- ★ **Playa Rosario** el agua alcanzó 1 metro dentro de la población.

Pinar del Río:

- ★ **Puerto Esperanza:** El agua del mar penetra hasta 800 metros, tapaba completamente el muelle. Lo nunca antes visto.
- ★ **Playa Pajarita:** Se registra una fuerte inundación con la destrucción de 250 viviendas, el mar llegó hasta 1 Km tierra adentro.
- ★ **Sta. Lucia:** La penetración alcanzó más de 100 metros con una altura de las aguas de más de 0.60 metros dentro del terreno.

Algunas consideraciones

Estas penetraciones severas del mar tierra adentro fueron ocasionadas fundamentalmente por el amplio campo de fuertes vientos del huracán y su gran persistencia, que generan la marea precursora de la

tormenta, por el efecto del Wind set Up y Wave set up, provocando el apilamiento paulatino de las aguas sobre los bajos fondos de la costa. Y en menor medida por la Surgencia del CT, ya que en ningún momento el huracán afectó directamente o cruzó el litoral costero del Archipiélago cubano. Como puede observarse fueron afectadas por las penetraciones del mar prácticamente todas las costas y regiones bajas del litoral en la región occidental de Cuba.

Puede decirse que no quedó lugar alguno, de la plataforma costera occidental, que no haya sido afectada por la fuerza y la turbulencia de la mar, lo que incuestionablemente afectó el hábitat, los ciclos de vida y los niveles de captura de la **Langosta** cubana. La cual se encuentra diseminada, en distintos estadios de su desarrollo, por toda la región oceánica afectada por el huracán.

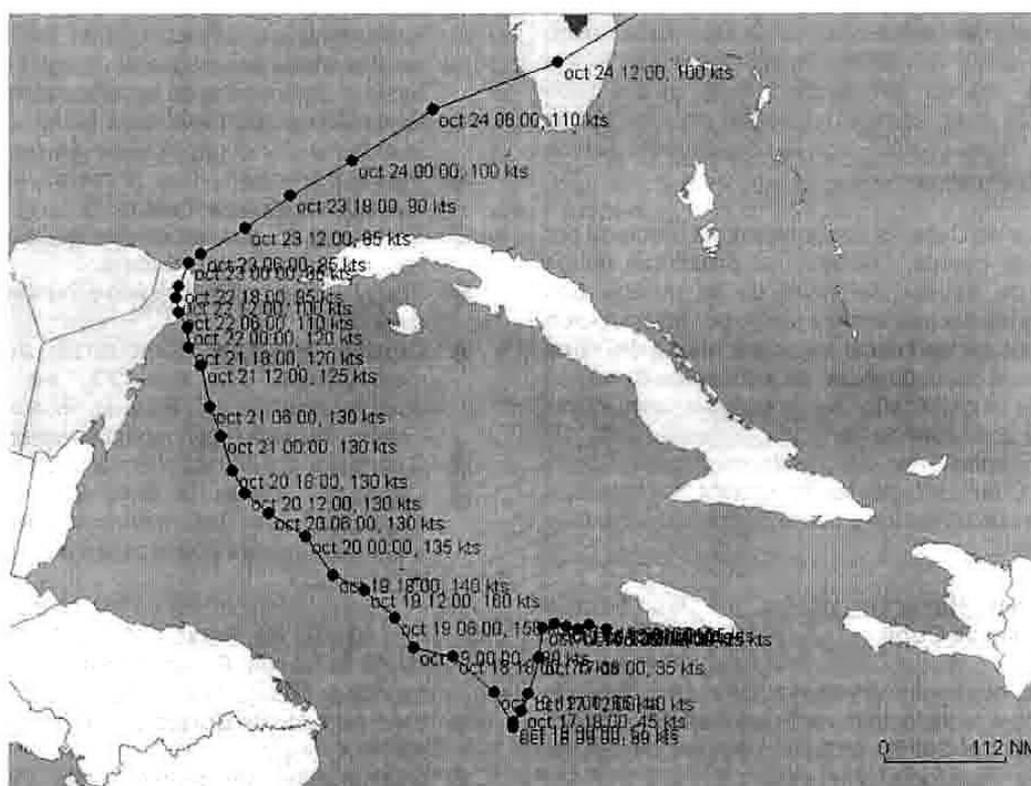


Figura 2. Trayectoria seguida por el huracán Wilma desde la mitad occidental del Mar Caribe.

Este huracán de gran intensidad con **categoría 5**, constituye uno de los más fuertes de que se tenga noticias en toda la región, su área de afectación como se observa en la foto Satelitaria (figuras 3 y 4), es enorme, abarcado su campo de vientos (fig. 5),

prácticamente toda la región Occidental del Mar Caribe. Observamos que el huracán **Wilma** abarcó el acuario marítimo de la costa Norte y Sur de la región Occidental de Cuba, el Mar Caribe Occidental y la región Sudeste del Golfo de México.

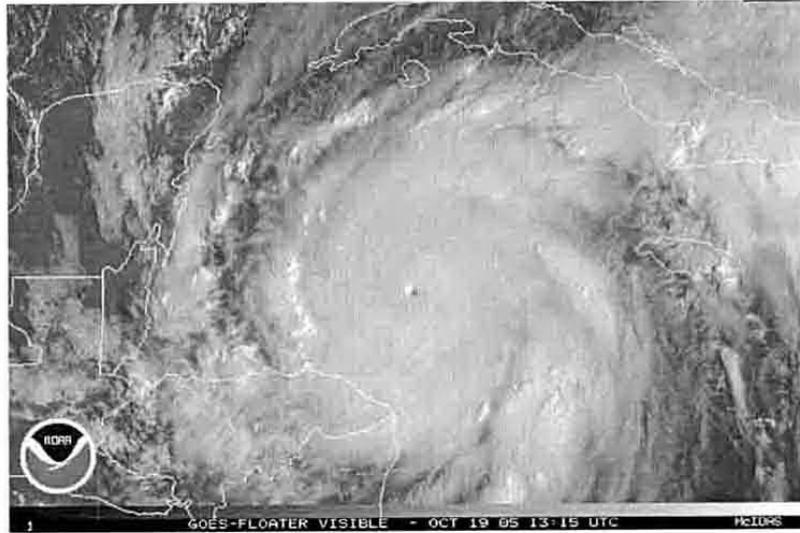


Fig. 3. El Huracán Wilma en Mar Caribe Occidental, al Sur de Cuba.

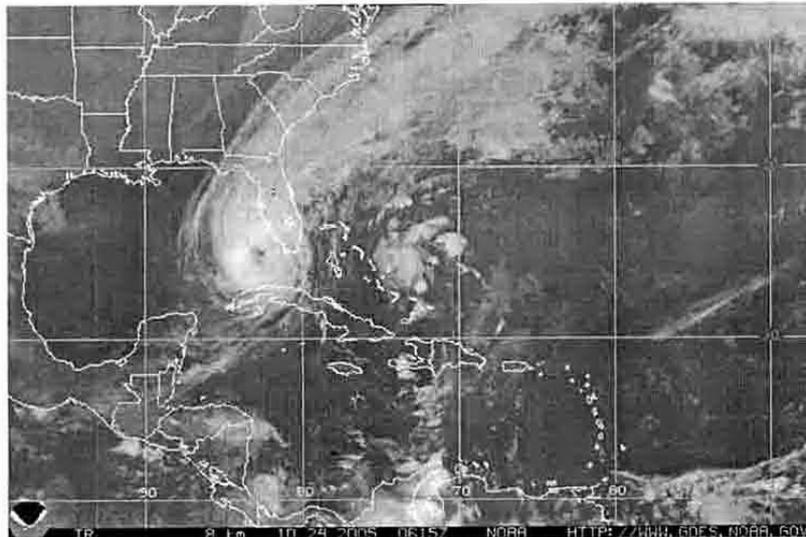


Fig. 4. El Huracán Wilma al norte de la región occidental de Cuba.

Todo Huracán al moverse sobre la superficie oceánica, su campo de fuertes vientos, generan intensas corrientes superficiales e internas de la masa de agua que se dirigen radialmente en todas direcciones hacia el exterior del área afectada por la Tormenta, el vacío que provoca esta salida de agua hacia el exterior es compensado internamente por el **surgimiento de las aguas frías profundas**, facilitado por la **Marea de la Tormenta** que provocada por la caída de la presión atmosférica, más conocida como el efecto del barómetro invertido. Dejando, el

Huracán **en su rastro una "huella fría"** sobre la superficie marítima azotada, éste efecto puede demorar en recobrase varias semanas y la disminución de la temperatura superficial está en proporción directa con la fuerza de los vientos y la velocidad de traslación de la Tormenta.

Los efectos que han sido descritos se presentan por lo general en todo organismo ciclónico a lo largo de su movimiento de traslación sobre las aguas oceánicas profundas.

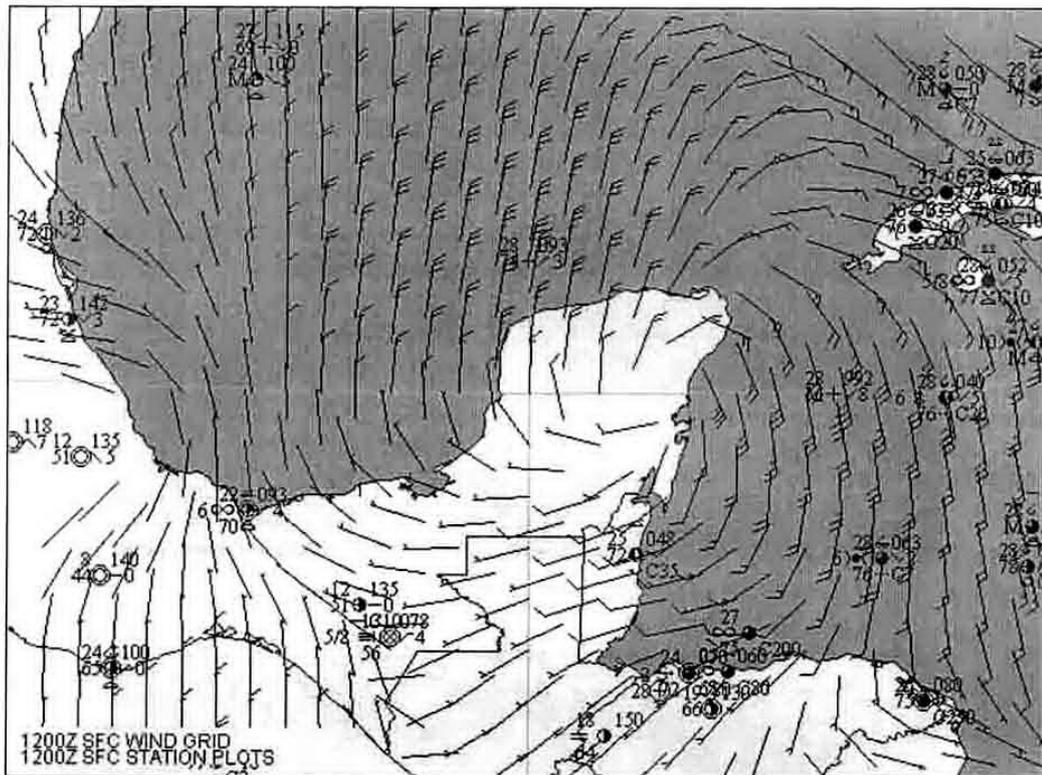


Figura 5. Campo de vientos del huracán Wilma en el Mar Caribe Occidental y Golfo de México el 22 de octubre de 2005 a las 1200 UTC, cuando se encontraba casi estacionario sobre Península de Yucatán.

Ahora, al acercarse el organismo ciclónico a las aguas bajas de la plataforma o litoral costero, comienza la afectación por la gran turbulencia del oleaje y las fuertes corrientes marinas sobre el fondo del acuario, aún cuando el huracán se encuentre lejos de la costa. Acción que se incrementa paulatinamente a medida que éste continúe su aproximación al litoral costero, ocurriendo la máxima afectación al fondo costero en el momento del paso del huracán por el litoral. Produciéndose la máxima **Surgencia o Marea de Tormenta**, ocurriendo la máxima marea y penetración del mar tierra adentro, con sus consecuencias de destrucción e inundación de las instalaciones costeras.

Según las estadísticas, la mayor cantidad de muertes y destrucciones costeras que se registran cada año, a causa de los huracanes se debe al fenómeno de las inundaciones por penetraciones por Surgencias o Mareas de Tormenta.

El ejemplo más reciente lo constituye el desastre provocado por el **Huracán Katrina**, en agosto del 2005, que azotó costa Sur de EE.UU, inundando completamente la ciudad de **New Orleans**, con el saldo de miles de personas muertas y desaparecidas,

más la destrucción de cientos de viviendas e instalaciones costeras.

Por lo general, al encontrarse un huracán afectando con sus fuertes vientos un área oceánica de baja profundidad, los vientos huracanados y el enorme oleaje que éste genera, más las intensas corrientes internas de la masa de agua y la fuerza de la resaca en el litoral, estas tienden a modificar significativamente la estructura y configuración geográfica del fondo marino, como por ejemplo: En las figuras 6 y 7 podemos ver; que los bancos de arena son removidos o trasladados de lugar, las plantas marinas o vegetación del fondo son destruidas o tapada por la arena, las grandes rocas del fondo que sirven de refugio a las especies marinas, son volteadas o trasladadas de lugar y en muchos casos sacadas y tiradas sobre la costa, aumentando enormemente la turbiedad de las aguas, o sea que el hábitat marino es completamente modificado o destruido, disminuyendo drásticamente las fuentes de alimentos de las especies de peces y crustáceos que habitan en la plataforma marina, afectando la población, crecimiento y desarrollo de las especies. Teniendo como consecuencia la disminución de las posteriores capturas.

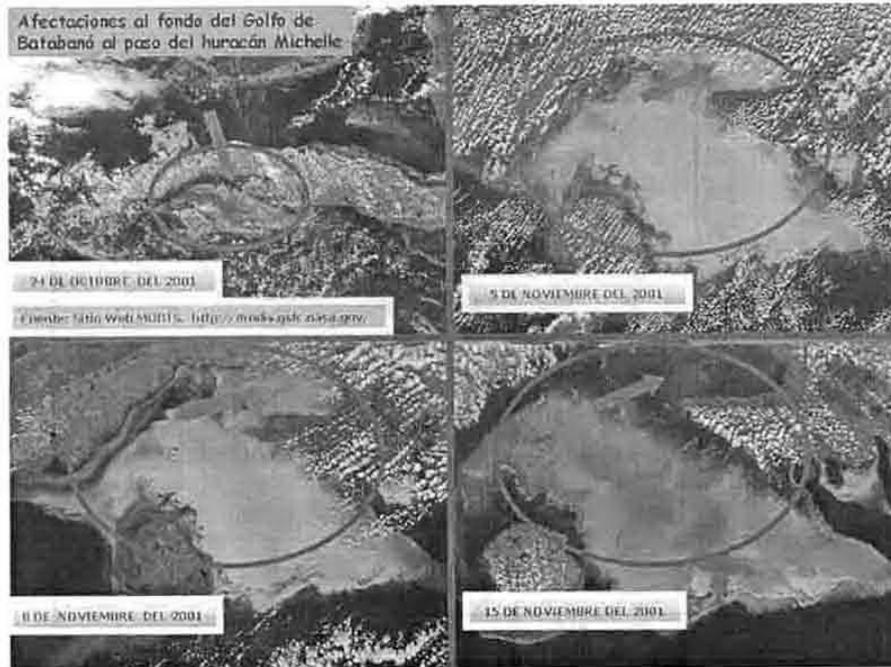


Figura 6. Movimiento de los fondos arenosos del Golfo de Batabanó al paso del Huracán Michelle en Noviembre del 2001.

El campo de vientos de un huracán en su intercambio energético sobre una gran extensión de superficie marina, genera un enorme oleaje y fuertes corrientes radiales hacia el exterior, lo que conlleva al transporte fuera del lugar de desove de las **larvas y juveniles** de la langosta, destruyéndolas o dispersándolas fuera de su lugar de desarrollo y crecimiento, disminuyendo considerablemente los volúmenes destinados a garantizar la población en los lugares de cría y reproducción, afectando los niveles futuros de captura. Amenazando el equilibrio, el mantenimiento de la vida y conservación de las distintas especies que habitan, se reproducen y capturan en determinada región de las costas o plataforma marítima. En especial atención la **Langosta cubana**.

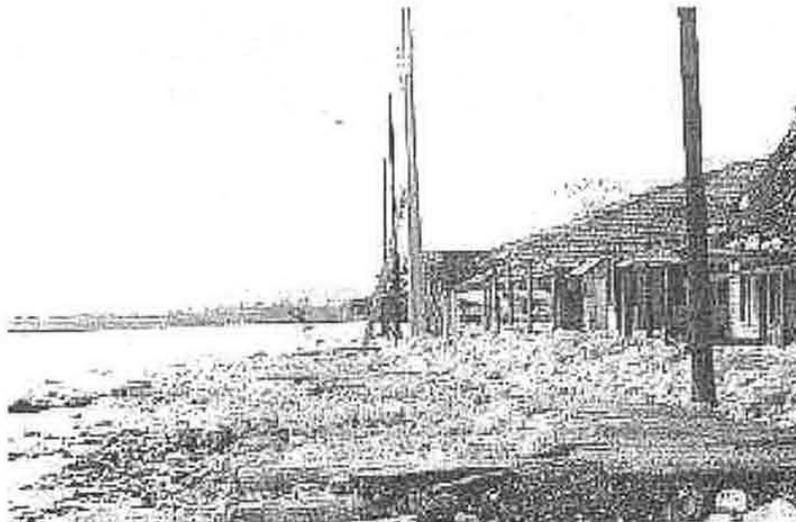


Figura 7. Imagen del asentamiento costero Playa Rosario después de un evento de surgencia de huracán Irene, 15 de octubre de 1999.

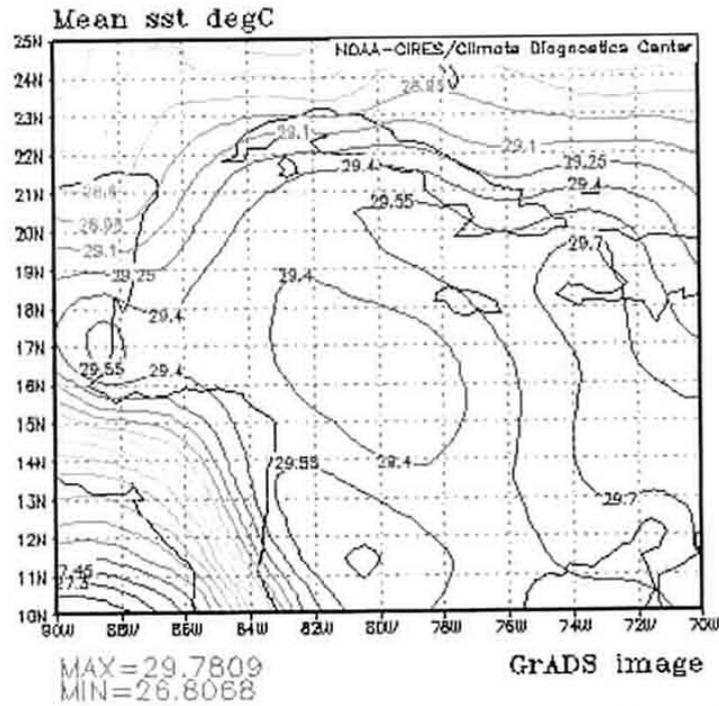


Figura 8. Campo de temperatura media de la superficie del mar en el período del 1ro. al 15 de octubre de 2005. Antes de la trayectoria del huracán Wilma por estos mares.

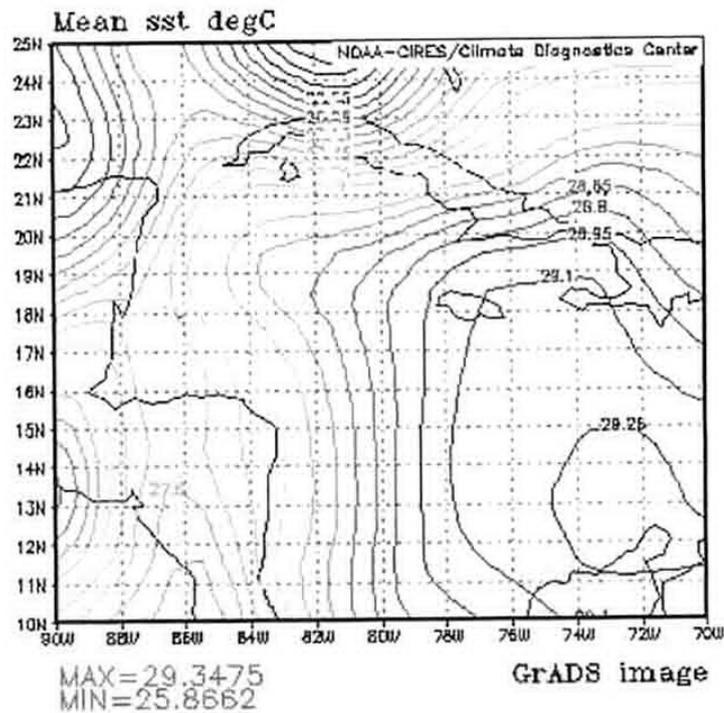


Figura 9. Campo de temperatura media de la superficie del mar en el período del 16 de octubre al 4 de noviembre de 2005. En el presente mapa se aprecia claramente la "huella fría" que generó el huracán a su paso por el Caribe y el Golfo de México, con cambios superficiales de temperatura que alcanzaron hasta los

Conclusiones:

En los mapas de la fig. 8 y 9, podemos observar, el impacto ocasionado por el **Huracán Wilma** en el campo superficial de temperatura del Mar Caribe Occidental y la mitad Sudeste Golfo de México, donde se aprecia el cambio de la temperatura de las aguas oceánica, dejando el huracán a su paso una marcada "huella fría", en toda la capa activa oceánica. Donde **el cambio de temperatura superficial alcanzó hasta 3°C**. Así como una gran dispersión y turbulencia de las aguas oceánica, por toda la región marítima que abarcó este intenso huracán.

El **Huracán Wilma** desestabilizó incuestionablemente las condiciones normales de vida y reproducción de la **langosta**, y otras especies marinas que habitan en los mares próximos y en la plataforma occidental cubana. Provocando la muerte y dispersando las larvas hacia regiones remotas del Mar Caribe y el Golfo de México, y además, modificando las condiciones normales del acuario con bajas temperatura y un fuerte impacto sobre los fondos de las aguas bajas los que persisten durante varias semanas en restablecerse.

En la foto Satelitaria del **Golfo de Batabanó** y la toma de **Playa Las Coloradas**, se puede observar el impacto ocasionado por las marejadas y por las fuertes corrientes marinas internas de las aguas del Golfo, las cuales, trasladaron fuera de su lugar los bancos de arena, las rocas del fondo fueron movidas,

arrastradas y tiradas sobre el litoral costero, la vegetación y plantas marina que sirven de alimentos y refugio a las especies que habitan en estas aguas, arracadas o aplanadas contra el fondo, más la gran turbiedad de las aguas la que se mantiene durante varias semanas. Sufriendo todo el Golfo de Batabanó y otros criaderos de la costa Norte, severas modificaciones y alteraciones en sus condiciones normales para la de vida y desarrollo, todo lo que conlleva a que se produzcan una gran dispersión y estrés entre las especies comerciales que habitan las aguas Occidentales de Cuba.

Bibliografía:

- Moreno, A. Pérez, R. Bortkovskii, R.S. "Particularidades del flujo de calor y vapor en la capa de interacción océano-atmósfera, al paso y por el rastro de un CT. Trudi: Simposio Internacional de Meteorología Tropical. Nalshik, Marzo 1981. Len. Guidrometeoisdat, Pag. 178-181.
- Moreno, A. Salas, I. "Surgencias originadas por las Tormentas Tropicales. Sus causas y efectos". Academia de Ciencias. Instituto de Meteorología. Mayo 1976.
- Mitrani, I. Curso de Meteorología Marina. Ciclo de conferencias para estudiantes de la Maestría en Meteorología. MES - CITMA 1999.