

El tornado del Roque, Cuba

ARNALDO P. ALFONSO

RESUMEN

Se discute la formación de un tornado en las cercanías del poblado del Roque, Perico, Matanzas, a partir de un mesociclón que se desarrolló en la zona de interacción de la brisa de la costa *N*, el flujo básico del *SE*, y el flujo de salida de una tormenta eléctrica. Vientos del *SE* con curvatura anticiclónica en niveles bajos, hasta 700 mb, con alto contenido de humedad, y una capa seca con vientos en niveles superiores parece ser favorable para la ocurrencia de tiempo severo en Cuba, a comienzos de la temporada lluviosa (abril-junio).

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre las brisas y la actividad convectiva en islas, penínsulas, y zonas costeras, ha sido conocida desde hace mucho tiempo. En las islas y penínsulas alargadas se presenta un sistema de doble brisa que engendra patrones de actividad convectiva muy complejos. BYERS y RODEBUSH (1948) consideraron que el sistema de doble brisa es responsable de la actividad de tormentas eléctricas casi diaria en la Florida. GENTRY y MOORE (1954) estudiaron los patrones de precipitación diarios relacionados con la acción de las brisas en la zona de Miami.

Por otra parte, KELLY *et al.* (1978) mostraron que la Florida tiene una frecuencia alta de tornados débiles y de corta trayectoria. Muchos de estos tornados de la Florida no están conectados a las líneas convectivas prefrontales y se asocian a las tormentas eléctricas usuales del verano.

En Cuba, este tipo de tornados es también frecuente en el período lluvioso del año. R. Rivero (inédito)¹ y A. Alfonso (inédito)² han insis-

Manuscrito aprobado el 10 de junio de 1986.

A. Alfonso pertenece al Instituto de Meteorología, de la Academia de Ciencias de Cuba.

¹ Notas e Informaciones meteorológicas especiales de la Sección de Información Territorial de Camagüey-Ciego de Avila, Instituto de Meteorología.

² Notas e Informaciones meteorológicas especiales de la Sección de Información Territorial de Matanzas, Instituto de Meteorología.

tido en el papel que desempeña en su formación la convergencia del doble sistema de brisas que se desarrolla casi diariamente en Cuba, en esa parte del año, y A. Alfonso (inédito)³ ha descrito varios casos de interacción de una brisa con el flujo de salida de una tormenta eléctrica como el factor desencadenante de una tormenta eléctrica severa. El tornado que vamos a estudiar es uno de tales casos.

El primer tornado estudiado con datos de superficie detallados en la zona subtropical fue el de la mesored FACE (HOLLE y MAIER, 1980), en cuya génesis la convergencia de los flujos de salida de dos tormentas eléctricas fue el factor principal.

2. EL TORNADO DEL ROQUE

El 31 de mayo de 1981, aproximadamente a las 16:20 (todas las horas corresponden al meridiano 75°W), un tornado tocó tierra en terrenos de la finca San Juan, próxima al poblado del Roque, Provincia de Matanzas. Su trayectoria, que se muestra en la Fig. 1, tiene su principal interés en el giro a la izquierda que experimentó entre el cementerio del Roque y la Granja Avícola, período en que, según los testigos, se separó de la nube madre, asumiendo una trayectoria sinuosa, que no detallamos por haber resultado imposible una inspección de la zona en los días que siguieron, y experimentando una pérdida gradual de intensidad.

El tornado encontró sólo campos de caña de azúcar recién cortados en la primera parte de su trayectoria y tampoco causó daños en la Granja Avícola al moverse paralelo a ella; pero en la finca Armonía dio muestras de la energía que aún poseía arrancando el techo y la cocina de una casa y la terraza de otra, algunos árboles grandes de raíz, y más allá de la carretera central una palma real. Estos daños permiten clasificarlo como F1, según la escala de Fujita-Pearson (FUJITA *et al.*, 1972), por lo que en la primera fase fue, por lo menos, de intensidad F2.

Tuvo un recorrido total de unos 5 km y una duración de unos 20 minutos, por lo que la velocidad de traslación aproximada resultó de unos 15 km/h. La información de los testigos no permitió una evaluación adecuada del ancho aproximado del torbellino.

3. SITUACIÓN SINÓPTICA

Los niveles bajos (hasta 700 mb) estaban dominados por flujo del SE con curvatura anticiclónica. La rapidez de las corrientes sobre la Provincia (obtenidas por interpolación) variaba entre 8 y 13 nudos.

³ Boletines científico-técnicos de la Sección de Información Territorial de Matanzas, Instituto de Meteorología.

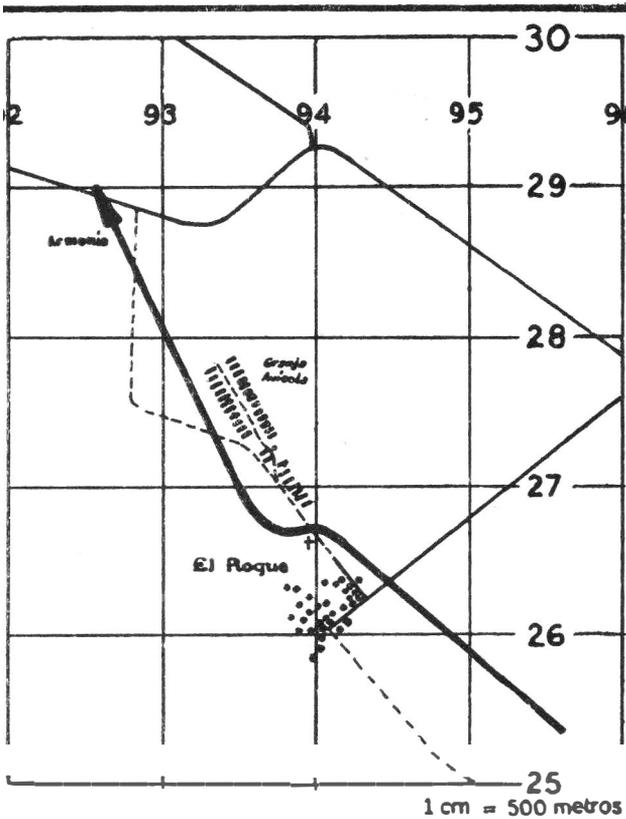


FIG. 1. Trayectoria del tornado del Roque. Se aprecia el giro a la izquierda entre el cementerio (+) y la granja avícola. Los números de las cuadrículas corresponden a coordenadas Lambert. Se indican, además, las carreteras de la zona; la primera que cruzó el tornado es la del Roque, y donde terminó su recorrido es la carretera central.

Esta capa más baja se mantenía húmeda con depresión del punto de rocío de 4 ó 5°C. En torno a 500 mb se presentaba una capa muy seca y un anticiclón sobre el área.

La capa más alta presentaba corrientes del NW, con curvatura anticiclónica, las que se estaban intensificando. En Cayo Hueso soplaban 40 nudos a las 19:00 a 200 mb.

El índice de ascenso ("lifted index") alcanzaba un valor de -5°C en Cayo Hueso, con temperatura de unos -7°C en 500 mb.

La experiencia acumulada hasta ahora indica que a estas condiciones suelen estar asociadas tormentas locales severas, pero no entendemos todavía claramente la manera en que operan las mismas.

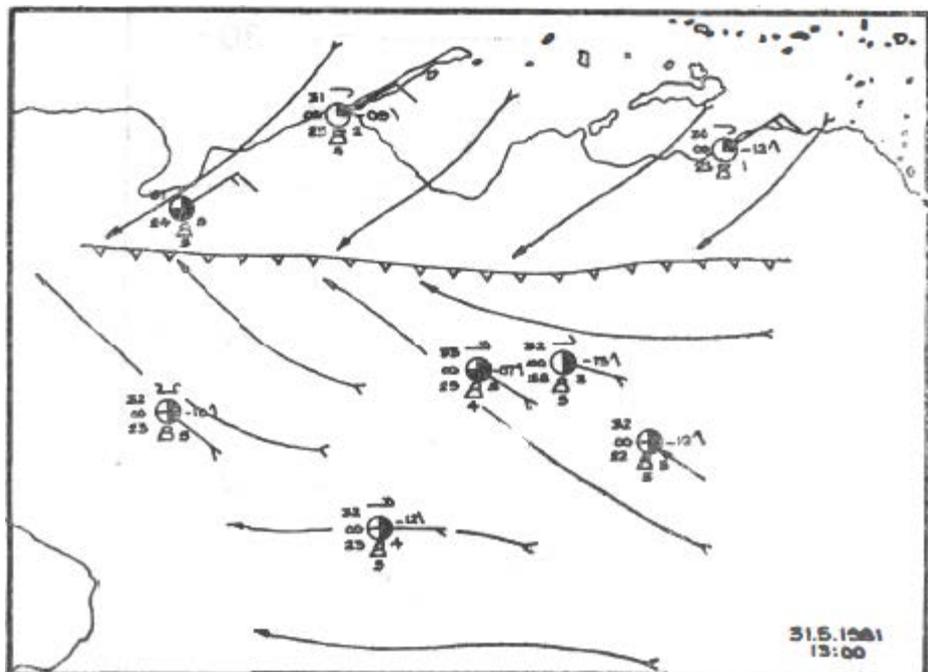


FIG. 2. Análisis de las 13:00, 31 de mayo de 1981. La rapidez del viento se indica en km/h bajo el convenio usual de que una — corresponde a 10, etc. La raya dentada corresponde al frente de la brisa.

4. SISTEMAS DE MESOESCALA

La brisa de la costa *N* se presentó con considerable intensidad (20-30 km/h) y se convirtió en el detonador de la convección intensa, al interactuar con el débil flujo básico del *SE* que se manifestaba en el interior de la Provincia. Estos sistemas de vientos se aprecian en la Fig. 2, en donde también se observa que no existían nubes Cb a las 13:00. Poco antes de las 15:00 se desarrolló una línea de tormentas eléctricas sobre el frente de la brisa de la costa *N*. Esta línea dio precipitaciones de hasta 40 mm y rachas de viento de, por lo menos, 55 km/h, de acuerdo con su afectación a la estación meteorológica de Álvaro Reynoso. El mesofrente de esta línea de tormentas sustituyó al frente de la brisa y se desplazó hacia el *N*, dejando el sistema de brisa reducido a una estrecha banda de, a lo sumo, unos 5 km de ancho desde la zona al *N* de Jovellanos hacia el *W*, pero dejándolo intacto hacia el *E* de tal manera que a las 15:15 la brisa alcanzaba a Indio Hatuey (Fig. 3).

Por otra parte, la porción *S* del mesofrente se desplazaba al *S*, y a lo largo del mismo se levantó una línea de cúmulos *congestus* que creció con mucha rapidez. En sólo 15 minutos la turbulencia se hizo

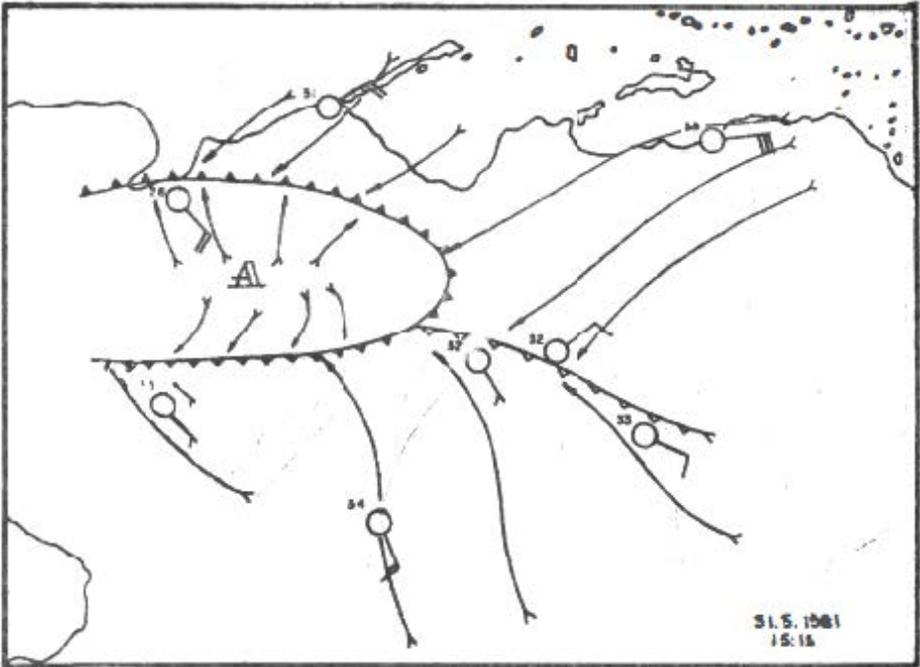


FIG. 3. Análisis de las 15:15, 31 de mayo de 1981. El símbolo dentado (negro) corresponde al mesofrente de las tormentas eléctricas; el resto de los símbolos, como en la Fig. 2.

extrema en las nubes y se manifestaba en forma de remolinos visibles en sus bases. Una débil circulación apareció a las 15:30 en la zona de Unión de Reyes (Fig. 4), coincidiendo con una nube de embudo sobre la parte S de la población; pero el fuerte flujo de salida asociado a la precipitación intensa que comenzó a caer justo al W eliminó la posibilidad de un tornado en esta zona.

A las 15:32 el flujo de salida de una tormenta eléctrica al SW de Colón alcanzó esa estación, provocando un descenso rápido de la temperatura (unos 7°C en 35 minutos), pero la presión no sólo no subió como era de esperar, sino que escasos minutos más tarde descendía 1 mm en sólo 10 minutos, mientras la fuerza de los vientos aumentaba (Fig. 5), coincidiendo las rachas máximas con el mínimo de la presión. Es de notar la simetría en cuanto a rapidez que muestra el registro del anemorumbógrafo, lo que no es característico de las mesoaltas asociadas a las tormentas eléctricas, sino más bien de la corriente a chorro asociada a la formación de mesociclones (FUJITA *et al.*, 1972), lo que sugiere que el flujo de salida era incorporado a la circulación en desarrollo.

De modo que tres “masas de aire” distintas interactuaron en la zona entre las estaciones meteorológicas de Indio Hatuey y Colón,

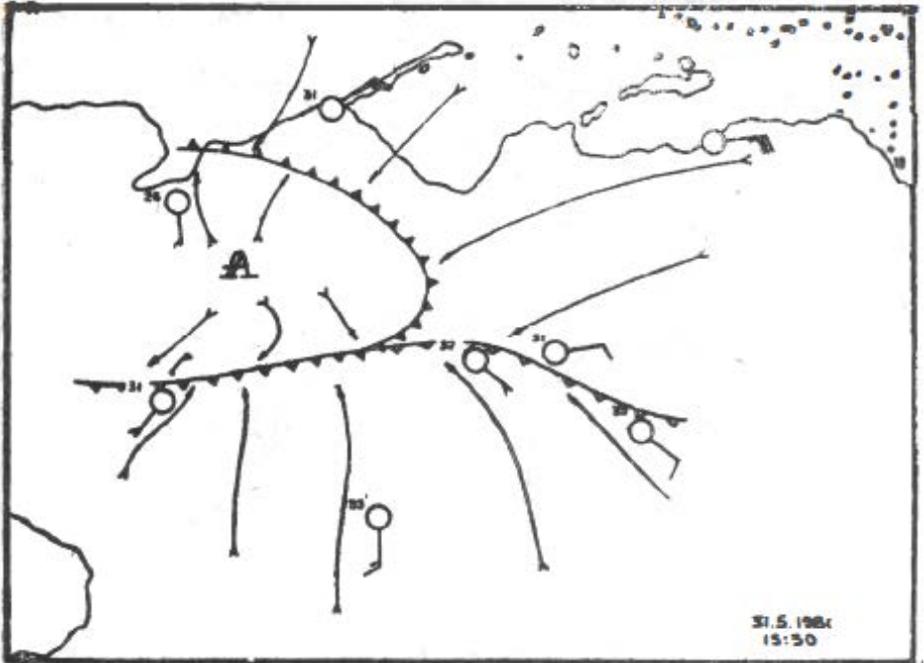


FIG. 4. Análisis de las 15:30, 31 de mayo de 1981. Todos los símbolos como en las Figs. 2 y 3.

y aparentemente provocaron la formación de un mesociclón, sin duda la circulación madre del tornado del Roque: (a) el aire procedente de los mares frente a la costa *N*, que avanzó tierra adentro como brisa, (b) el aire recalentado del interior de la Provincia, y (c) el aire frío del exflujo de una tormenta eléctrica.

Si se asume que las celdas convectivas se desplazaban, aproximadamente al *NW*, a unos 10 nudos, con el flujo de los niveles bajos, y que los eventos ocurridos en las estaciones meteorológicas de Colón, Indio Hatuey y Jovellanos, desde las 15:30 a las 16:45, estuvieron dominados por la nube madre del tornado del Roque, puede entonces seguirse la marcha del mesociclón utilizando el método de FUJITA (1963) para convertir secciones temporales en espaciales. En la Fig. 6 podemos apreciar la ubicación del mesociclón y su sistema frontal asociado. La zona frontal en que el mesofrente de la tormenta eléctrica y el de la brisa se han fundido, separando de la superficie el aire recalentado del interior, se designa como ocluido, en tanto que el frente de la brisa más al *W*, acelerado por la circulación, sigue comportándose como frío. El patrón de flujo sobre la Provincia se complica aún más por la aparición de un nuevo exflujo en la línea de tormentas desde Unión de Reyes hacia el *E*, y que ya comienza a

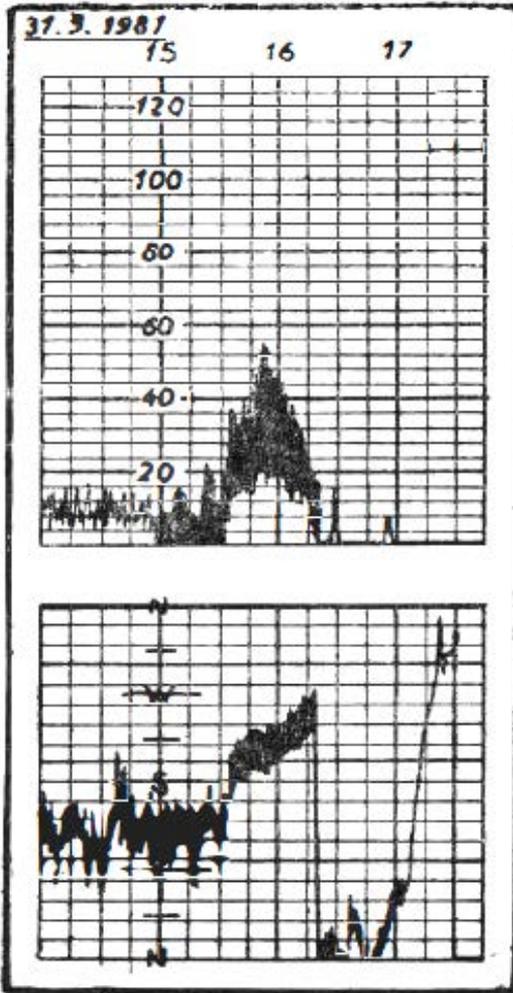


FIG. 5. Sección del registro del anemorumbógrafo, tipo Dines, de la estación meteorológica de Colón, perteneciente al 31 de mayo de 1981. La hora es local y la rapidez del viento está dada en km/h. Se observa la simetría que caracterizó a los vientos de región SW.

manifestarse en esa estación. La vieja mesoalta en la zona de Matanzas ha comenzado a debilitarse.

Unos 20 minutos más tarde, el tornado tocaba tierra. A las 16:30, cuando el tornado se separó de su circulación madre, el centro de ésta cruzó entre Jovellanos e Indio Hatuey y el mesofrente pasó por esta última, sustituyendo al frente de la brisa y provocando un descenso de la temperatura, de 4°C en 10 minutos. A partir de ese momento, no es posible seguir el mesociclón y aparentemente fue suprimido por el rápido proceso de expansión de la mesoalta de la línea de tormentas antes citada. A las 17:00 (Fig. 7) esta mesoalta se había convertido en el sistema dominante. El mesofrente asociado a este sistema provocó el desarrollo de una última línea de tormentas eléctricas en la zona de Colón media hora más tarde.

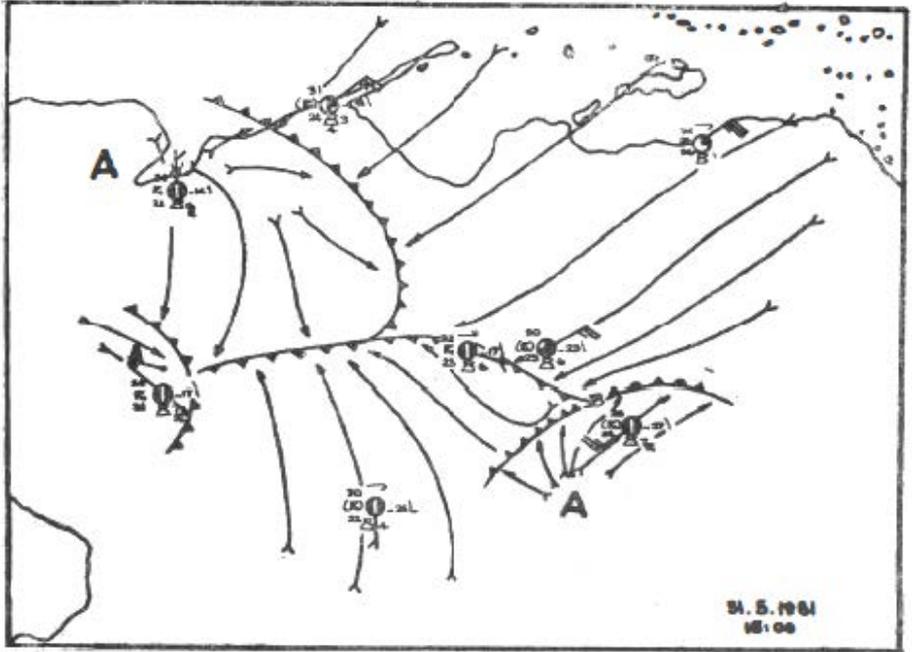


FIG. 6. Análisis de las 16:00, 31 de mayo de 1981. Todos los símbolos como en las Figs. 2 y 3.

5. CONCLUSIONES

Por primera vez en Cuba, se ha logrado establecer la secuencia de eventos relacionada con el desarrollo de un tornado sin la presencia de un sistema frontal de escala sinóptica y, aún más, sin la concurrencia de un sistema sinóptico productor de mal tiempo. Parece que queda ahora poca duda de que su aparición guarda relación con las zonas de convergencia que se establecen entre las brisas, entre la brisa y el exflujo de una tormenta eléctrica, entre los exflujos de dos tormentas eléctricas, o entre un exflujo y el flujo dominante en superficie, en presencia de condiciones atmosféricas adecuadas.

Los resultados están en buen acuerdo con los de HOLLE y MAIER (1980), y aparentemente los mecanismos productores son similares a los descritos por GOLDEN (1974) con respecto a las trombas marinas de los cayos de la Florida.

RECONOCIMIENTO

Los compañeros Jesús García y Eulalio Hernández realizaron las investigaciones de la trayectoria y de los daños producidos por este tornado. El compañero Raúl Hernández dibujó las figuras.

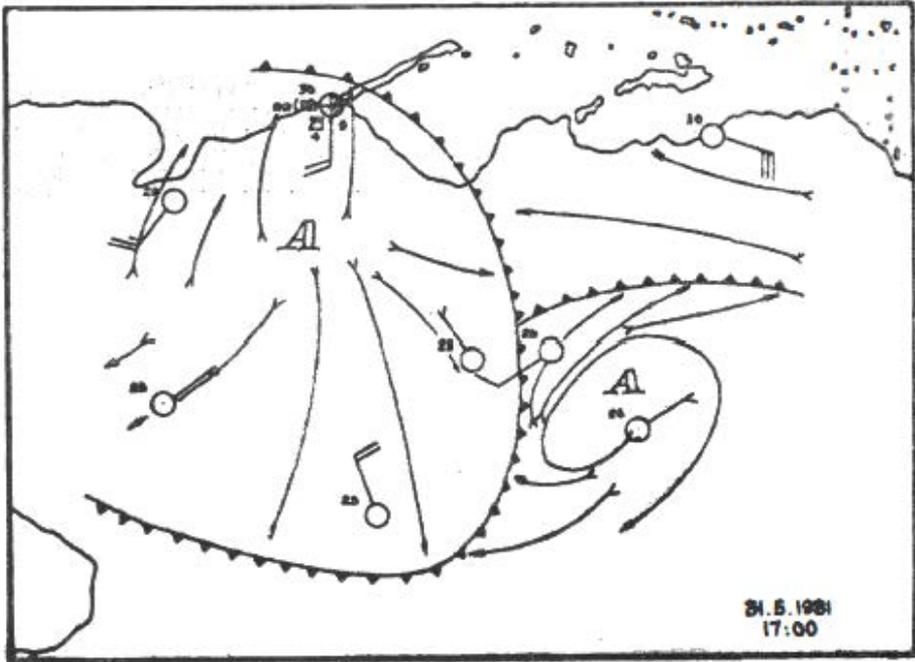


FIG. 7. Análisis de las 17:00, 31 de mayo de 1981. Todos los símbolos como en las Figs. 2 y 3. El frente de la brisa ha desaparecido, y la gran mesoalta al W se convierte en el sistema dominante.

REFERENCIAS

- BYERS, H. R., y RODEBUSH, H. R. (1948): Causes of thunderstorms of the Florida Peninsula. *J. Meteorol.*, 5(6):275-280.
- FUJITA, T. T. (1963): Analytical mesometeorology: A review. *Meteorol. Monogr.*, 5(27):77-125.
- FUJITA, T. T., WATANABE, K., TSUCHIYA, K., y SHIMADA, M. (1972): Typhoon-associated tornados in Japan and new evidence of suction vortices in a tornado near Tokyo. *J. Meteorol. Soc. Japan*, 50(5):431-453.
- GENTRY, R. C., y MAIER, M. W. (1980): Tornado formation from downdraft interaction in the FACE mesonetwork. *Month. Weather Rev.* 10(7): 1010-1028.
- GENTRY, R. C., y MOORE, P. L. (1954): Relation of local and general wind interaction near the sea coast to time and location of airmass showers. *J. Meteorol.*, 11:507-511.
- GOLDEN, J. H. (1974): The life cycle of Florida Keys' waterspout. *J. Appl. Meteorol.*, 13(6):676-692.
- HOLLE, R. L., y MAIER, M. W. (1980): Tornado formation from downdraft interaction in the FACE mesonetwork. *Month. Weather Rev.*, 108(7): 1011-1028.
- KELLY, D. L., SCHAEFER, J. T., McNULTY, R. P., DOSWELL, C. A., III, y ABBEY, R. F., Jr. (1978): An augmented tornado climatology. *Month. Weather Rev.*, 106:1172-1183.

THE ROQUE TORNADO, CUBA

ABSTRACT

The formation of a tornado in the vicinity of the town of Roque, Perico, Matanzas, from a mesocyclone developed in the interaction zone between north coast sea breeze, southeasterly basic flow, and outflow of a thunderstorm, are discussed. Anticyclonic curved southeasterly winds in lower levels up to 700 mb, with a high content of humidity and a dry layer with westerlies in upper levels, appear to be favorable for the occurrence of severe weather in Cuba at the onset of the rainy season (April-June).