

La existencia de un frente frío de tipo laminar*

**Roberto ORTIZ HÉCTOR

RESUMEN. *Se señala la existencia de un tipo especial de frente frío según su estructura vertical, donde se advierte que las distancias del eje de la onda u hondonada con relación al frente en superficie y el valor de los ángulos de las corrientes direccionales aumentan considerablemente con la altura, a partir de los 850 hPa. El conocimiento del tipo de frente señalado es de importancia para los pronósticos.*

INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, en Cuba los frentes fríos se clasifican según las velocidades que alcanzan los vientos que soplan por algún tiempo detrás de la línea frontal y el sentido de giro que se produce. Este criterio se funda en que, en nuestra latitud y posición geográfica, las variables más importantes al paso de estos fenómenos meteorológicos son la fuerza y dirección del viento, las cuales influyen en la navegación y zonas costeras primordialmente. No sucede lo mismo con el descenso de las temperaturas, que aun en los frentes notables es de poca consideración.

Así, atendiendo a las velocidades de los vientos, según el criterio del Instituto de Meteorología (VALDÉS, 1975), los frentes fríos pueden ser débiles, moderados y fuertes.

Según el sentido de rotación de los vientos a su entrada, se consideran clásicos cuando el viento experimenta un giro directo al pasar de la masa caliente a la fría, y revesino, como su nombre lo indica, cuando el giro es inverso, o sea, en sentido contrario a las manecillas del reloj.

Además, se emplean en nuestro país otras clasificaciones mundiales de los frentes fríos, como el llamado frente secundario que posee la característica de reforzar las condiciones invernales prevalecientes, y la clasificación por medio de los satélites meteorológicos (ANDERSON y VELTISHCHEV, 1973), en activos, poco activos, e inactivos, atendiendo esencialmente a la cantidad de nubes de tipo Cumulonimbus que lo acompañan.

En otros países situados en latitudes altas y medias, donde los contrastes de temperatura son grandes, se clasifican considerando el gradiente térmico horizontal, cizalladura y turbulencia. También BERGERON (1934) estableció dos tipos clásicos de frentes fríos, según las velocidades en la vertical.

Nuestro propósito es señalar la existencia de un tipo especial de frente frío, de acuerdo con su estructura vertical, donde hemos observado un incremento considerable de

*Manuscrito aprobado en julio de 1986.

**Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba.

la distancia del eje de la onda u hondonada con la altura, con respecto al frente en superficie y, lo que es más importante, acompañado por corrientes direccionales con marcada perpendicularidad en relación al frente —solamente en los niveles bajos— que esta-

blecen una clase que debe considerarse por separado, y que, desde hace muchos años, como resultado de asidua observación, nos hemos permitido llamarle "frente laminar" (según comunicación personal de R. Ortiz citada por PORTELA, 1973).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la preparación del informe se han considerado dos zonas de estudio, números 1 y 2, con extensiones y límites de acuerdo con el conocimiento previo de la presencia esporádica en ellas de los frentes del tipo que nos ocupa y posibilidades de afectación a Cuba. La Zona 1 corresponde a la mitad occidental del Golfo de México; la Zona 2 cubre algo más de la mitad oriental de ese Golfo.

Luego, en los mapas de aire superior del Instituto de Meteorología, en los niveles de 1 000, 850, 700 y 500 hPa se situaron respectivamente las posiciones de los frentes que aparecen en los mapas de superficie del mismo Instituto, a iguales horas, midiéndose las distancias entre los frentes en superficie y la onda u hondonada superior, así como el ángulo determinado por las corrientes en las distintas alturas con relación a la línea frontal; todo esto, en las latitudes 20, 25 y 30° N.

El carácter más o menos lluvioso sobre la región occidental de Cuba se determinó a través de los promedios de precipitación y porcentaje de estaciones que reportaron lluvias en esa región, según examen de los datos del Departamento de Climatología del Instituto de Meteorología. El grado de nubosidad que acompaña a los frentes, características de la misma y clasificación, se fijó mediante el análisis de los datos y fotos de la Sección de Satélites del Instituto de Meteorología.

A modo de ilustración complementaria, atendiendo a las limitaciones que presentan las bajas latitudes en nuestra área de estudio, se hallaron los valores de las pendientes frontales haciendo uso de la conocida fórmula de Margules para ese fin:

$$\text{Tan } \theta = \frac{(V_1 - V_2)}{G} \frac{(T_2 - T_1)}{T_1} \quad (1)$$

donde F es la fuerza de Coriolis; T_m es la temperatura media en grados Kelvin; G la aceleración de la gravedad; V_1 componente del viento, paralelo al frente en el aire frío; V_2 componente del viento, paralelo al frente en el aire caliente; y por último T_2 temperatura en el aire caliente y T_1 en el aire frío, citada por BYERS (1970).

Finalmente, el desplazamiento de los sistemas frontales sobre la región occidental de Cuba se estableció mediante la consulta de la Cronología de los Frentes Fríos (RODRÍGUEZ *et al.*, 1985), aunque solamente se tomó una muestra de 12 frentes de los más representativos (6 laminares y 6 no laminares, considerando cada uno en tres posiciones distintas, en algunos casos), toda vez que el trabajo no pretende en modo alguno presentar un estudio de estos fenómenos sino dar a conocer la existencia de un tipo especial de frente frío de rara ocurrencia.

RESULTADOS

Un examen de la Fig. 1 correspondiente a la Zona 1, donde se han dibujado las líneas

representativas de las distancias promedio entre las posiciones en superficie de los

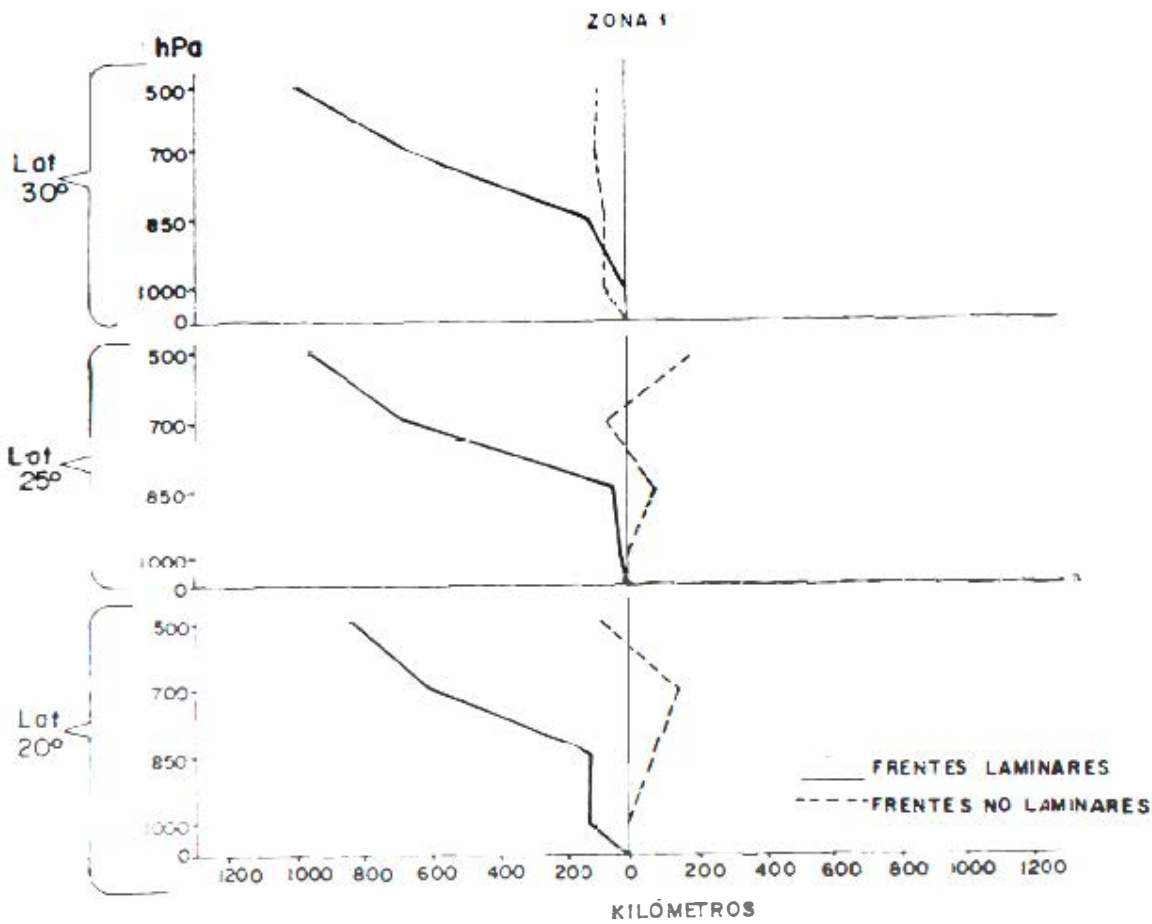


Fig. 1 Gráfico correspondiente a la zona 1, donde se han dibujado las distancias (km) entre las posiciones en superficie de los frentes laminares y no laminares y las ondas u hondonadas, según la altura (hPa) y latitudes (grados).

frentes laminares y no laminares y los ejes de las ondas u hondonadas desde 1 000 hasta 500 hPa, muestra cómo en el caso de los frentes laminares las distancias aumentan sensiblemente a partir de los 850 hPa, manteniéndose con poca variación en los no laminares. Condiciones similares se observan en la Zona 2 (Fig. 2).

En la Fig. 3, donde se indica el valor promedio de los ángulos que forman las direcciones del viento en relación con la línea frontal, en los frentes laminares y no laminares desde 1 000 hasta 500 hPa, o sea, la

rotación azimutal de los vientos con la altura, se aprecia que los valores angulares aumentan también sensiblemente a partir de los 850 hPa hacia arriba, siendo mayores en los frentes laminares que en los no laminares; fenómeno que se presenta asimismo con magnitud similar en la Zona 2 (Fig. 4). Es decir, la capa con movimiento más próximo a la normal en relación con el frente está limitada por el nivel de los 850 hPa y constituye una verdadera lámina de aire penetrante. Desde esa altura hacia los niveles más elevados las corrientes tienden a hacerse

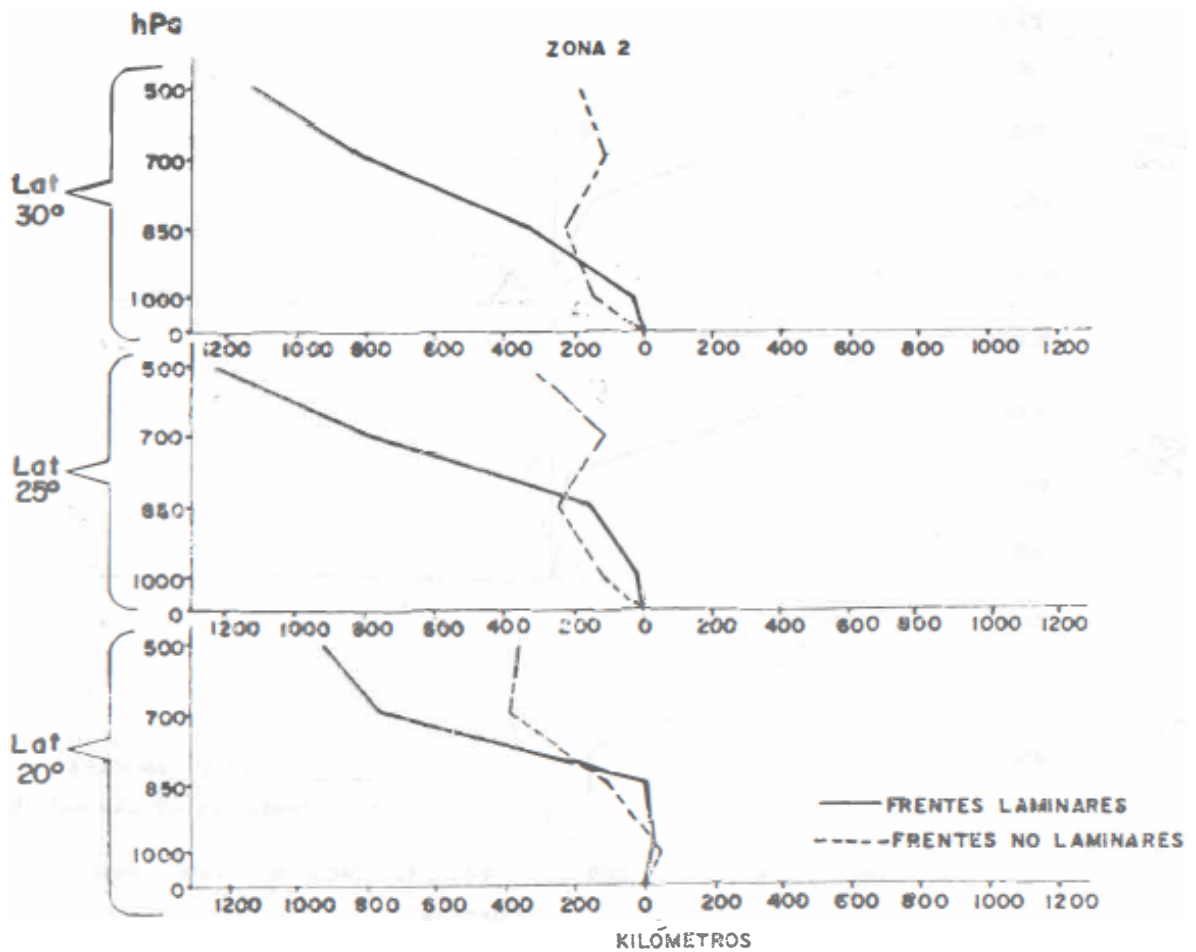


Fig. 2. Gráfico correspondiente a la zona 2, donde se han dibujado las distancias (km) entre las posiciones en superficie de los frentes laminares y no laminares y las ondas u hondonadas, según la altura (hPa) y latitudes (grados).

casi paralelas a los frentes laminares con valores del orden de 180° , que poco o nada favorecen el avance del frente; tal parece como si existiese una especie de cizalladura espacial y direccional a partir de la capa más baja.

Es conveniente señalar que se presentan muchos casos dudosos con características comunes; por lo tanto, surge la necesidad de establecer para el futuro los valores en 700 hPa que determinen hasta qué punto un frente puede considerarse o no como laminar. De aquí que hemos establecido, sujeta

a modificaciones, la siguiente fórmula para calcular los índices de clasificación.

$$I_l \approx \frac{M_l + M_{nl}}{2} \quad (2)$$

donde I_l es el índice; M_l los valores promedio de los frentes laminares (distancias o ángulos), y M_{nl} los valores promedio de los frentes no laminares (distancias o ángulos), obteniéndose los siguientes resultados, una vez ajustados los valores de los ángulos y

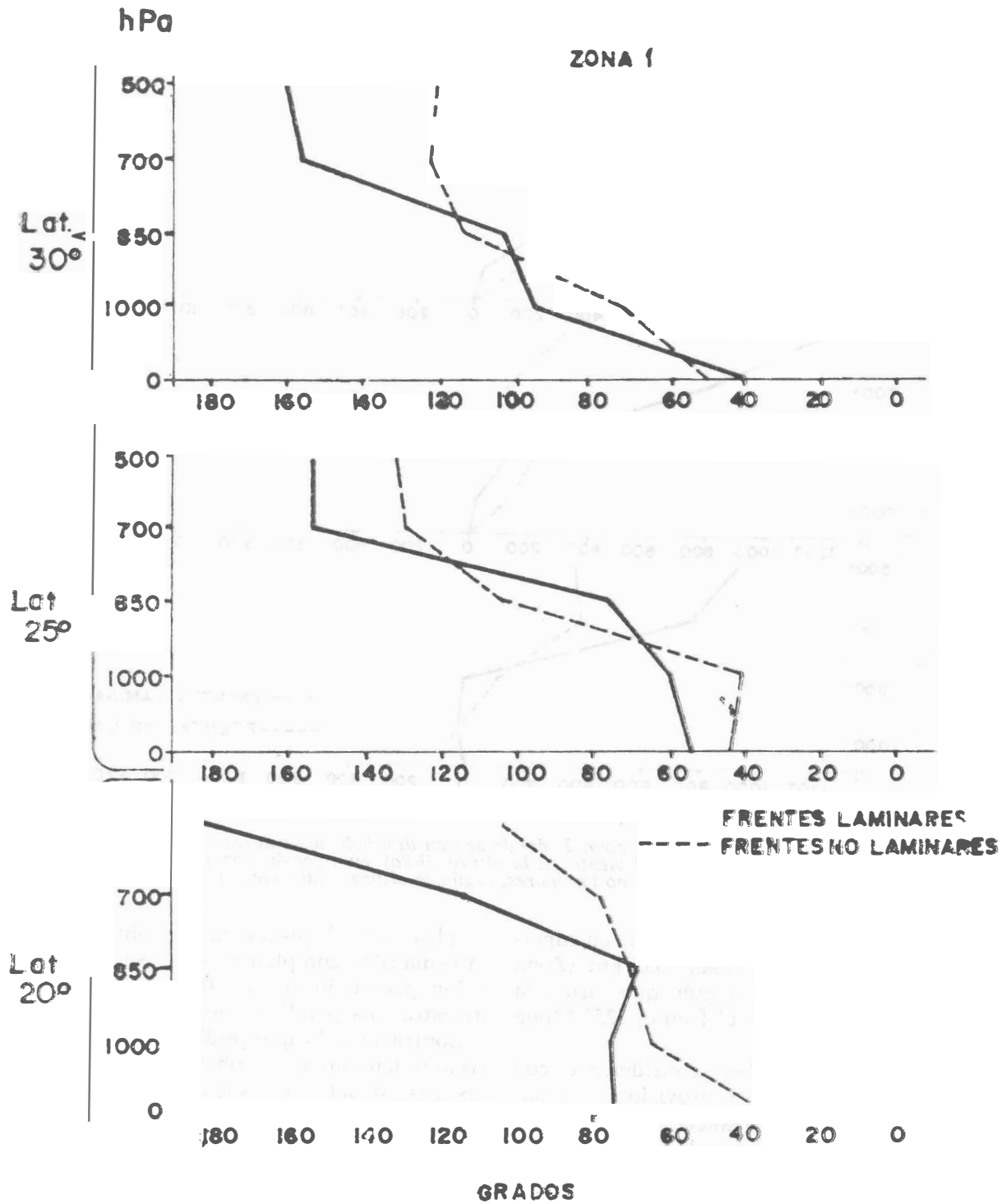


Fig. 3. Gráfico correspondiente a la zona 1, donde se han dibujado los valores de los ángulos (grados) que forman las direcciones del viento en la altura (hPa) en relación con la línea frontal en superficie en los frentes laminares y no laminares, según la altura y latitudes (grados).

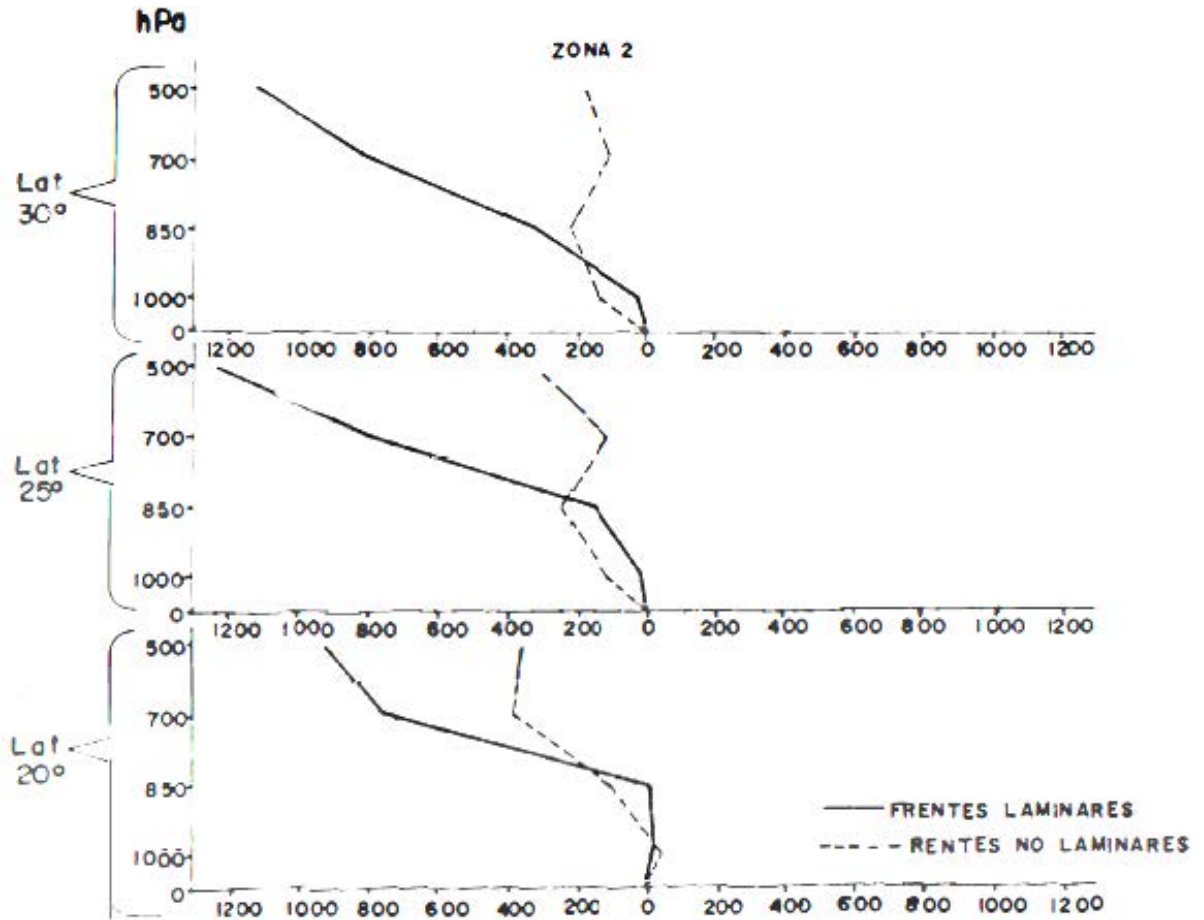


Fig. 4. Gráfico correspondiente a la zona 2, donde se han dibujado los valores de los ángulos (grados) que forman las direcciones del viento en la altura (hPa) en relación con la línea frontal en superficie en los frentes laminares y no laminares, según la altura y latitudes (grados).

las distancias: distancias del frente en superficie a la onda u hondonada, 335 km (Zona 1), 490 km (Zona 2); ángulo que forma la corriente con respecto al frente, 125° (Zona 1), 135° (Zona 2).

Los resultados deben considerarse con carácter experimental y provisional, concediéndose mayor importancia al valor de los ángulos para tomar una decisión clasificadora, por ser de mayor utilidad para los pronósticos.

Referente a la aplicación de la fórmula de Margules, que como se ha indicado se

emplea con el propósito de obtener una información complementaria, se tuvo un valor promedio de 1/191, valor este que muestra una pendiente muy pequeña.

Contrario a lo que pudiera pensarse, los frentes laminares, no obstante sus características estructurales, suelen producir numerosas lluvias, que al afectar la región occidental de Cuba han llegado a más de 70% de las estaciones, con promedios de 15 mm para la región.

Al analizar las fotografías de los satélites meteorológicos se advierte que no se presen-

tan activos al moverse sobre las zonas estu-
diadas, por lo que las precipitaciones no
deben proceder generalmente de Cumulo-
nimbus.

CONCLUSIONES

Existe un tipo especial de frente frío al que hemos llamado laminar, de acuerdo con su estructura vertical, que se caracteriza fundamentalmente por un sensible aumento a partir de los 850 hPa, de las distancias entre la posición del frente en superficie y de la onda u hondonada en la altura; y lo que es más importante, del valor angular de las corrientes con respecto al frente.

Los frentes laminares se hacen más laminares según avanzan hacia el *E* sobre el Golfo de México, tanto por el aumento de las distancias entre su posición superficial y el sistema superior, como por el valor de los ángulos que forman las corrientes.

Los frentes laminares no parecen ser activos, y suelen producir numerosas lluvias a su paso sobre la región occidental de Cuba.

Se recomienda la identificación más precisa de los frentes laminares, debido a las dificultades que pueden presentarse con vistas a la aplicación de los pronósticos de movimiento, atendiendo a que el eje de la onda superior se halla muy distante en la altura a partir de los 850 hPa y las corrientes relacionadas con la línea frontal desde ese mismo nivel tienden a hacerse casi paralelas al frente. Además, y no menos importante, por los nublados y numerosas lluvias que suelen acompañarlos.

Atendiendo a sus características especiales, rara ocurrencia del fenómeno e importancia que encierran para los pronósticos, se sugiere la adopción del término "Frente Laminar" para indicar este tipo especial de frente frío en las informaciones técnicas del Instituto de Meteorología.

RECONOCIMIENTOS

Deseamos expresar nuestra gratitud a los meteorólogos Rafael Pérez, Maritza Ballester y Omar García, por su valiosa ayuda en el cálculo de las pendientes. Al meteorólogo Eugenio Mojena, por la excelente asistencia en el análisis de las fotografías de los satélites meteorológicos; también nuestro agradecimiento a los meteorólogos Tomás Gutiérrez,

por sus sugerencias, y a José V. Quiñones, por la revisión del manuscrito. Reconocemos asimismo el diligente concurso prestado por los compañeros Miguel Naranjo, en el Archivo de Mapas, Ernesto Vázquez, en el Departamento de Climatología, y Juan Panfet por la preparación de los dibujos.

REFERENCIAS

- Anderson, R., y N. Valtishchev (1973): The use of satellite pictures in weather analysis and forecasting. *World Meteorol. Org. Tech. Note*, 124: 1-275.
- Bergeron, T. (1934): Die dreidimensional verknüpfende Wetteranalyse. Parte II [citado por Berry *et al.*, 1973].
- Berry, F., E. Ballay, y N. Beers (1973): *Handbook of meteorology*. McGraw Hill, Nueva York, 1065 pp.
- Byers, H. R. (1970): *General meteorology*. Instituto del Libro, La Habana, 540 pp.
- Portela, M. A. (1973): *Meteorología tropical; II Parte*. Instituto de Meteorología, La Habana, 131 pp.
- Rodríguez Ramírez, R., C. González Pedroso, y J. Valdés Quiñones (1984): Cronología de los frentes fríos que han afectado a Cuba desde la temporada de 1916-1917 hasta la temporada de 1982-

1983 (67 temporadas). *Rep. Invest. Inst. Meteorol.*, 9:1-15.

Valdés Quiñones, J. (1975): Terminología aplicada en los pronósticos del tiempo, Instituto de Meteorología, La Habana, 19 pp.

A LAMINAR TYPE OF COLD FRONT

ABSTRACT. *The existence of a special type of cold front according to its vertical structure is pointed out wherein it is observed that the distance of the axes of the waves with regard to the front in surface and the value of the angles of the directional currents increase in a considerable form with height starting from the 850 hPa level. Knowledge on this type of front is important in forecasting.*