

Pronóstico de la velocidad de los vientos que producen los frentes fríos al entrar en la región occidental de Cuba

ROBERTO ORTIZ y DANIELA ARCIA

RESUMEN

Se expone un método de pronóstico sinóptico-estadístico para determinar la velocidad que alcanzarán los vientos en los frentes fríos que entran en la región occidental de Cuba. Aplicando un programa de filtrado elaborado por el Laboratorio Conjunto Cuba-URSS para la selección de predictores de un archivo de información, se determinan los predictores significativos mediante el programa "Regre" de la IBM. La muestra dependiente fue de 170 casos y resultaron seleccionados 7 predictores de 13 potenciales. Finalmente, el error promedio que se obtuvo de una muestra independiente de 50 casos arrojó resultados satisfactorios.

1. INTRODUCCIÓN

Atendiendo a que una de las interrogantes de mayor importancia que presenta la entrada de los frentes fríos en la región occidental de Cuba es la velocidad que alcanzarán los vientos, se realiza este trabajo sinóptico-estadístico que intenta dar respuesta a la pregunta en la forma más aproximada posible, condicionada a la penetración del frente.

La utilidad que se deriva de conocer por anticipado la fuerza a que llegará el viento en estos fenómenos propios de nuestro invierno semi-tropical es grande, ya que dada nuestra posición geográfica y características insulares, el viento constituye el elemento meteorológico de mayor influencia en el desenvolvimiento de las actividades marítimas y costeras, al levantar marejadas que afectan la navegación, las labores de pesca, la recreación y el turismo; sin olvidar los daños causados por el propio viento a la agricultura y construcciones menores de poca resistencia. Además, debe indicarse que en Cuba, desde hace muchos años, por las razones anteriormente expuestas, los frentes fríos se clasifican de acuerdo con las velocidades de los vientos que soplan por algún tiempo detrás

Manuscrito aprobado el 26 de noviembre de 1983.

R. Ortiz y D. Arcia pertenecen al Instituto de Meteorología, de la Academia de Ciencias de Cuba.

de la línea frontal y no por el gradiente térmico, cizalladura, y turbulencia, como se hace en otros países de latitudes altas y medias. Como es obvio, el satélite meteorológico constituye un valioso medio —no sinóptico— de clasificación de los frentes, utilizado mundialmente.

Desde la década del 40 se han realizado trabajos que tienen relación con el pronóstico de las velocidades de los vientos sobre Cuba asociados a los frentes fríos. MILLÁS (1946) expresó que:

Con respecto a la pendiente barométrica entre las costas de Tejas y La Habana, a una distancia de 900 millas en número redondo, hallamos naturalmente que guarda cierta relación con velocidades máximas del viento en La Habana. De la serie que hemos estudiado se deduce para el viento máximo la siguiente relación: 1,9 metros por segundo por cada milímetro de pendiente...

Hace poco Mojena y otros (inédito)¹ presentaron un trabajo sobre el pronóstico y diagnóstico de los vientos fuertes en Cuba donde:

Se establece la relación entre el gradiente de presión P y los valores de velocidad del viento para los meses de invierno (noviembre y mayo) encontrándose una ecuación de regresión lineal. Se analiza también la distribución de los campos anticiclónicos, su velocidad de traslación y la tendencia de la presión en 12 y 24 horas con la finalidad de determinar la llegada de los centros anticiclónicos a una faja de latitud dada y su presión central...

Finalmente, en lo que a otros países se refiere, no tenemos conocimiento de trabajos que traten concretamente sobre el pronóstico de la fuerza de los vientos en frentes fríos que se desplacen en las inmediaciones del trópico.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se origina en la experiencia de un largo número de años en el pronóstico de frentes fríos en nuestra área de vigilancia, infiriéndose de la observación la dependencia de la fuerza de los vientos —aparte del gradiente— con otros elementos sinópticos que lo acompañan durante su desplazamiento por bajas latitudes en el período previo a la entrada en Cuba. De manera que, atendiendo a esta larga observación, se seleccionaron 13 variables como predictores potenciales de una muestra de 170 frentes recogidos del Archivo de Mapas del Instituto de Meteorología, de la Academia de Ciencias de Cuba.

Las velocidades de los vientos después de entrar el frente se obtuvieron de los anemogramas de la estación de Casa Blanca, La Habana, considerándose como predictando el viento máximo sostenido durante tres horas consecutivas dentro de un período de tiempo no mayor de 12 horas después del paso de la línea frontal. Es decir, aquel que queda determinado en el gráfico por una línea horizontal que cruza ligeramente sobre los puntos desde donde es detectable el inicio de las rachas. Este sistema de considerar los vientos máximos en los frentes para su clasificación, es el empleado en Cuba desde hace muchos años.

¹ "Diagnóstico y pronóstico de vientos fuertes sobre las fajas y mares próximos a Cuba" (trabajo propuesto para publicación).

Como segundo predictando se tomó la velocidad promedio, también durante tres horas consecutivas dentro del período de 12 horas, y por último como tercer predictando se consideró la racha máxima en el período citado.

Atendiendo a la orientación general que presentan los frentes fríos al tocar la región occidental de Cuba (*NE-SW* y *ENE-WSW*), se ha determinado como zona de primer contacto la costa *N* de la Provincia de Pinar del Río, y en ella un punto situado en los 22,6 grados de latitud *N* y los 84,2 grados de longitud *W*, o sea, el lugar geográfico conocido como Punta Tabaco.

Haciendo centro en el punto de contacto se traza un sector circular con un radio de cuatro grados, desde el *W* al *ENE*, que comprende la porción *SE* del Golfo de Méjico y el *S* de la Florida, y determina un área que puede considerarse como la antesala de la penetración de los frentes fríos en Cuba, ya que una vez dentro de ella con una velocidad promedio calculada de 27 a 36 km/h, demoraría de 16 a 12 horas en tocar la costa *N* de la región occidental. Este lapso es suficiente para un pronóstico a corto plazo y, a su vez, no es excesivo para que se operen normalmente durante ese tiempo cambios de gran significación en los sistemas atmosféricos.

De mayor importancia es otro punto móvil, según el caso, que hemos llamado de control, desde el cual se toman todas las medidas de los predictores. Se obtiene trazando una línea desde el lugar conocido como Punta Tabaco hasta interceptar el frente —cuando se halle en el área delimitada por los 4 grados— en una dirección normal a su orientación.

Se utiliza el punto de control móvil por encontrarse siempre la línea frontal dentro de un canal de bajas presiones, al menos relativo, por lo que la diferencia de presión que se traslada sobre la región occidental de Cuba es la estructurada desde el frente hacia su área posterior (sector frío), lo que reviste gran importancia considerando el propósito que se persigue. Un criterio similar es aplicable a los demás predictores.

Una vez obtenidos los datos se procesaron por métodos de computación, aplicando un programa de filtrado elaborado inicialmente por Nikoleskaya y posteriormente aplicado por el LABORATORIO CUBANO-SOVIÉTICO (1980) para la selección de predictores de un archivo de información. Después de seleccionados los predictores, se procesaron también los datos para determinar los coeficientes de las rectas de regresión y términos independientes de las ecuaciones de pronóstico de los tres predictandos ya citados, mediante el programa "Regre" de la INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION (1970).

3. RESULTADOS

Observando las Tablas 1 y 2, se advierte el alto grado de correlación existente entre los predictores seleccionados y predictandos, así como la repetición de dos predictores para cada uno de los predictandos, lo que indica la fortaleza de los mismos como elementos de pronóstico.

Aplicando el método de pronóstico a una muestra independiente de 50 casos, los errores promedio fueron de 7,8 km/h; 6,2 km/h; y 10,5 km/h; para los vientos máximos sostenidos (Y_1), viento promedio (Y_2), y racha máxima (Y_3), respectivamente.

TABLA 1. Coeficientes de correlación múltiple (R) obtenidos como resultado del proceso de filtrado. Predictandos Y_1 - viento máximo sostenido (km/h) e Y_2 - viento promedio (km/h); ΔR es el error de R; R. V. es la reducción de la varianza; X_1 - diferencia de presión entre Galveston y el punto (mb); X_2 - dirección del centro de baja (grados); X_3 - gradiente entre el centro de alta y el punto (mb); X_4 - dirección del centro de alta (grados); X_5 - presión del centro de alta (mb); y X_6 - orientación de las isobaras en el punto (grados).

Predictores	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Para el predictando Y_1						
R	0,58	0,59	0,60	0,61	0,63	0,63
ΔR	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
R. V.	0,33	0,35	0,36	0,37	0,39	0,40
Para el predictando Y_2						
R	0,53	0,55	0,56			
ΔR	0,05	0,05	0,05			
R. V.	0,28	0,30	0,31			

TABLA 2. Coeficientes de correlación múltiple (R) obtenidos como resultado del proceso de filtrado. Predictando Y_3 - racha máxima (km/h); X_1 - diferencia de presión entre Galveston y el punto; X_2 - diferencia entre el centro de alta y el punto (mb); X_3 - dirección del centro de alta (grados); X_4 - dirección del centro de baja (grados).

Predictores	X_1	X_2	X_3	X_4
R	0,54	0,56	0,59	0,60
ΔR	0,05	0,05	0,05	0,05
R. V.	0,30	0,31	0,35	0,36

RECONOCIMIENTO

Queremos expresar nuestra gratitud de manera muy especial al Lic. Lino Naranjo por su valiosa ayuda en el proceso de computación, así como por sus atinadas sugerencias. Nuestro agradecimiento también a todos aquellos compañeros, cuya mención sería muy extensa, que diligentemente nos auxiliaron en el Archivo de Mapas del Instituto de Meteorología, de la Academia de Ciencias de Cuba.

REFERENCIAS

- INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION (1970): *IBM GH 20-0166-5*. Technical Publication Department, White Plains, Nueva York, 17 pp.
- LABORATORIO CONJUNTO CUBANO SOVIÉTICO (1980): *Realización del análisis físico-estadístico de los parámetros del movimiento de los C. T. y condiciones de fondo en el Océano Atlántico, Mar Caribe, Golfo de Méjico y parte noroccidental del Océano Pacífico*. Academia de Ciencias de Cuba, La Habana, 87 pp.
- MILLAS, J. C. (1946): Los nortes en La Habana. *Arch. Inst. Nacl. Hidrol. Climatol. Med.*, Año 1, 1:29-44.

WIND SPEED PROGNOSIS FOR COLD FRONTS ENTERING THE WESTERN REGION OF CUBA

ABSTRACT

A synoptic-statistical prognosis is presented for the determination of the wind speed of cold fronts entering the western region of Cuba. From a screening program prepared by the Cuba-URSS Joint Laboratory for predictors selected from a data set, significant predictors are determined by means of the "Regre" program from IBM. The dependent sample included 170 cases, and 7 predictors from 13 potential ones were selected. Finally, the mean error obtained from an independent sample of 50 cases offered satisfactory results.