

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA

QC  
787  
C7  
IS  
no.48

## INFORME CIENTIFICO-TECNICO

No. 48

### PRONOSTICO ESTADISTICO-SINOPTICO DE LA POSICION DE LOS CICLONES TROPICALES EN UNA ZONA DE INTERES PARA CUBA

INSTITUTO DE METEOROLOGIA DE LA ACC

MIGUEL A. PORTELA, XIOMARA DIAZ  
y ALEJANDRO PENATE

Instituto de Meteorología,  
Academia de Ciencias de Cuba

SILVER SPRING  
CENTER

AUG 7 1978

N.O.A.A.  
U. S. Dept. of Commerce

DIRECCIÓN DE PUBLICACIONES DE LA ACC

La Habana, enero de 1978

# **National Oceanic and Atmospheric Administration**

## **Climate Database Modernization Program**

### **ERRATA NOTICE**

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages  
Faded or light ink  
Binding intrudes into the text

This document has been imaged through the NOAA Climate Database Modernization Program. To view the original document, please contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or [www.reference@nodc.noaa.gov](mailto:www.reference@nodc.noaa.gov).

LASON  
Imaging Subcontractor  
12200 Kilm Court  
Beltsville, MD 20704-1387  
March 28, 2002



## PRONOSTICO ESTADISTICO-SINOPTICO DE LA POSICION DE LOS CICLONES TROPICALES EN UNA ZONA DE INTERES PARA CUBA

MIGUEL A. PORTELA, XIOMARA DÍAZ y ALEJANDRO PERATE

**RESUMEN.** Se presentan las ecuaciones obtenidas usando el método estadístico de Mount y Lund de selección de predictores. Estas ecuaciones permiten pronosticar la posición para 24 horas, de los ciclones tropicales. La muestra dependiente fue de 150 casos. Como predictores fueron tomados los valores de la presión en superficie y de la altura geopotencial en el nivel de 700 mb, en 20 puntos, y las dos componentes de la persistencia del movimiento. Finalmente fueron seleccionados 5 predictores. Los mejores predictores fueron la persistencia y un valor del campo geopotencial en el nivel de 700 mb en un punto situado aproximadamente a 7 grados de latitud del centro del ciclón tropical en dirección Noroeste. El error promedio, en la muestra independiente de 20 casos, fue aproximadamente de 137 m. n. Este error es del mismo orden de magnitud que los reportados en otros países para este tipo de pronóstico.

**ABSTRACT.** The obtained equations using the statistical method of Mount and Lund for selecting predictors are here presented. These equations allow the forecast of the 24 hour position of tropical cyclones. The dependent sample was of 150 cases. The values of the surface pressure and the geopotential heights at the level of 700 mb, in 20 points and the two components of the persistence of movement were used as predictors. Finally, 5 predictors were selected. Best predictors were persistence and a value of the geopotential field at the 700 mb level in a point situated about 7 degrees of latitude apart from the center of the tropical cyclone in the northwest direction. The mean error was about 137 n. m., in an independent sample of 20 cases. This mean error is of the same order of magnitude that those reported in others countries for this kind of forecast.

### 1. Introducción

La aplicación en Cuba, efectuada por los autores, de métodos estadístico-sinópticos desarrollados en el extranjero, para el pronóstico del desplazamiento de los ciclones tropicales, no ha ofrecido, hasta ahora, resultados con el grado de exactitud necesario. Las causas principales de ello radican en:

a) Las dificultades en la construcción y empleo de rejillas. Esto se debe a la extensión de algunas rejillas, al tipo de proyección de los mapas sinópticos que se utilizan en Cuba; y a la escasez de información sinóptica para el total del área requerida.

b) El hecho de que las ecuaciones han sido obtenidas de una muestra dependiente de ciclones tropicales, que no corresponde total o parcialmente a un área de interés para Cuba. Como es sabido, una de las limitaciones del empleo de los métodos estadístico-sinópticos es que la validez de los mismos está en estrecha dependencia del grado de representatividad de la muestra dependiente.

Por otra parte, en Cuba, hasta ahora, no se había elaborado método estadístico-sinóptico alguno, que a pesar de sus limitaciones teóricas, relativas a la falta de evidencia de la relación entre los resultados obtenidos y las causas de los mismos, se ha reportado en el extranjero que ofrece pronósticos de utilidad operativa.

Dado que para Cuba resulta de gran interés contar con pronósticos de buena calidad del desplazamiento de los ciclones tropicales y considerando los factores mencionados anteriormente, se decidió realizar una investigación en este sentido. Esta es la primera aplicación en Cuba de un método estadístico de selección de predictores para obtener ecuaciones, especialmente diseñadas para ser usadas en una zona de interés para Cuba, para tal propósito.

### 2. Características del modelo

Teniendo en cuenta que este es el primer trabajo que se hace en Cuba aplicando un método de selección estadística de predictores para pronosticar la posición de los ciclones tropicales, se decidió partir de las condiciones más sencillas posibles, en todos los aspectos, para así ganar la experiencia que permitirá posteriormente obtener sistemas de pronóstico más complejos.

Por su sencillez y considerando el grado de exactitud que reportaron sus autores, se escogió como método estadístico de selección de predictores el desarrollado por Mount y Lund (1963). Se utilizaron 42 variables como predictores potenciales. Ellas fueron:

a) Valores del campo de presión en superficie en 20 puntos, separados entre sí 5 grados de latitud. Fueron leídos con ayuda de una rejilla móvil de 5 x 4 puntos, numerados de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. El punto 13 coincide con el centro del ciclón tropical.

b) Valores del campo de geopotencial en el nivel de 700 mb, en 20 puntos, leídos y distribuidos de forma análoga a la anteriormente descrita. El centro del ciclón tropical en superficie se traslada al nivel de 700 mb, y se hace coincidir con el punto 13 de la rejilla.

c) Valores de las componentes, en los ejes X y Y, del desplazamiento en las 12 horas anteriores al instante inicial.

Las unidades a utilizar son: milibares para las presiones, decímetros geopotenciales para el geopotencial y grados de latitud para los desplazamientos.

Los predictandos son las componentes, sobre los ejes X y Y, del desplazamiento para las 24 horas siguientes al instante inicial, expresadas en grados de latitud.

Todos los desplazamientos se consideran positivos hacia el Oeste y el Norte. Los ejes X y Y

definen un sistema de coordenadas rectangulares. La rejilla se orienta en dirección Norte-Sur, en el punto 13 de la misma. La rejilla tiene una extensión de 20 grados de latitud sobre el eje Y y de 15 grados de latitud sobre el eje X.

La muestra de ciclones tropicales se escogió dentro del área comprendida entre los 60°W y los 90°W y entre los 15°N y los 30°N. La rejilla se confeccionó de forma que al tomar los datos de los casos, sus puntos quedaran dentro del área de los mapas sinópticos utilizados por el Instituto de Meteorología. El tamaño de la muestra dependiente fue de 150 casos.

Se utilizó, para el cálculo del método de Mount y Lund, una computadora IRIS-10. Posteriormente, se utilizó una computadora CID-201-B para llevar las ecuaciones a una forma más adecuada para el uso práctico y evaluar la calidad de las mismas, a partir de una muestra independiente de 20 casos.

En esta investigación se decidió escoger los cinco mejores predictores del total de 42 predictores considerados.

### 3. Ecuaciones obtenidas.

A continuación presentamos los cinco pares de ecuaciones obtenidas y la reducción de varianza alcanzada en la muestra dependiente. En la ecuación para el eje X resultó seleccionado dos veces el predictor persistencia sobre el eje X, lo que explica las características que se observan en esas ecuaciones.

Ecuaciones con un predictor:	R.V. (%)
$x = 1.144 p_x + 0.02$	51
$y = 1.279 p_y + 0.8$	42
Ecuaciones con dos predictores:	
$x = 1.144 p_x + 0.21323 g_7 - 67.21$	57
$y = 1.279 p_y - 0.1757 g_7 + 56.2$	46
Ecuaciones con tres predictores:	
$x = 1.144 p_x + 0.21323 g_7 - 0.14088 p_{20} + 75.48$	60
$y = 1.279 p_y - 0.1757 g_7 + 0.12784 g_5 + 15.72$	53

Ecuaciones con cuatro predictores:

$$x = 0.973 p_x + 0.21323 g_7 - 0.14088 p_{20} + 75.58 \quad 61$$

$$y = 1.279 p_y - 0.1757 g_7 + 0.12784 g_5 - 0.113 g_{12} + 51.19 \quad 55$$

Ecuaciones con cinco predictores:

$$x = 0.973 p_x + 0.21323 g_7 - 0.14088 p_{20} + 0.09206 g_9 + 46.47 \quad 63$$

$$y = 1.279 p_y - 0.1757 g_7 + 0.12784 g_5 - 0.113 g_{12} + 0.09158 p_{19} - 41.3 \quad 57$$

Donde:

x : Pronóstico para 24 horas del desplazamiento en el eje X.

y : Pronóstico para 24 horas del desplazamiento en el eje Y.

$p_x$ : Desplazamiento en las 12 horas anteriores en el eje X.

$p_y$ : Desplazamiento en las 12 horas anteriores en el eje Y.

$g_7, g_5, g_{12}$ : Geopotenciales en el nivel de 700 mb en los puntos 7, 5 y 12 de la rejilla.

$p_{20}$  y  $p_{19}$ : Presiones en superficie en los puntos 20 y 19 de la rejilla.

Los desplazamientos deben aparecer en grados de latitud, los geopotenciales en decímetros geopotenciales y las presiones en milibares.

#### 4. Resultados obtenidos.

En la muestra independiente de 20 casos, los errores promedio para el pronóstico de 24 horas fueron de 151.6 m. n., 136.6 m. n., 136.3 m. n., 140.1 m. n. y 139.7 m. n., utilizando las ecuaciones con 1, 2, 3, 4 y 5 predictores respectivamente. Estos errores son del mismo orden de magnitud que los reportados en el extranjero para este tipo de pronóstico.

Estimamos que el método de Mount y Lund empleado es muy útil para los fines del pronóstico y recomendable, además, por el hecho de no requerir un tratamiento computacional muy sofisticado. El hecho de que la persistencia sobre cada eje haya resultado el mejor predictor del movimiento en cada eje, coincide con lo obtenido por otros métodos en el extranjero. También el hecho de que el segundo predictor sea el geopotencial en un punto situado, aproximadamente, a 7 grados de latitud al Noroeste del centro del ciclón tropical, coincide con lo obtenido en el extranjero. En el 87% de los casos los signos del mo-

vimiento pronosticado coincidieron con los del real.

De la ecuación con un solo predictor puede observarse la tendencia a conservar el desplazamiento en el eje X y a aumentarlo ligeramente en el eje Y, lo que, al igual que lo obtenido en otros métodos, puede ser asociado a la variación del parámetro de Coriolis con la latitud.

#### 5. Recomendaciones.

Sería conveniente incluir nuevos predictores potenciales potentes, como los gradientes de geopotencial y de presión, las tendencias y otras magnitudes.

Igualmente sería adecuado extender el cálculo para seleccionar más predictores con el objetivo de aumentar, aún más, la reducción de la varianza.

A pesar de la sencillez con que fue elaborado el sistema de pronóstico, los resultados obtenidos son muy alentadores, por lo que se sugiere continuar desarrollando este tipo de investigación, empleando, además de las recomendaciones anteriores, otros sistemas de selección estadísticos que permitan una evaluación comparativa de los mismos.

### **Agradecimiento**

El programa básico utilizado fue confeccionado por el Cro. Lic. Antonio García García, a quien queremos especialmente expresarle nuestro reconocimiento. Igualmente agradecemos la ayuda de varios compañeros del Dpto. de Investigaciones, en particular la ofrecida por la Cra. Graciela Angulo, la Cra. Met. Julia Pérez y La Cra. Met. Pilar Pérez, que tuvo a su cargo la preparación final del manuscrito.

Agradecemos la eficaz cooperación brindada por los centros de cálculo del CAI, del Ministerio de la Industria Básica y del IMACC, de la Academia de Ciencias de Cuba.

### **BIBLIOGRAFIA**

MOUNT, WAYNE D.; LUND, IVER I. (1963): A simplified procedure for selecting predictors and deriving prediction equations. Jour. of Geoph. Res. Vol. 68. No. 12.