

PRONOSTICO ADAPTIVO DE HURACANES

LUIS LE MOYNE*

RESUMEN

El presente trabajo está encaminado al pronóstico de trayectoria de huracanes: las características analizadas y pronosticadas son: duración, intensidad, alcance, ángulo de avance.

Para el presente trabajo se tomó el Atlántico Norte desde los 5° hasta los 30° de latitud Norte y desde la Costa de África hasta la Costa de América.

Esta zona del Atlántico Norte se subdividió en 70 subzonas de 5 grados de extensión por lado, para el análisis local de las características del huracán.

El año fue a su vez subdividido en 15 períodos no isocrónicos de duración: siendo ahora la zona y el período las variables independientes en función de las cuales quedan expresadas las otras variables.

El pronóstico se desarrolla usando polinomios ortogonales adaptivos programados y desarrollados en la Computadora B6700 de la UNAM. El pronóstico logrado de esta forma adquiere precisiones promedio de 2° .

* Instituto de Geofísica, UNAM.

ABSTRACT

This paper attempts to predict hurricane trajectories. The elements that are analyzed and predicted are the length and the angle of the trajectory and the duration and intensity of the hurricane.

In this work, North Atlantic data, from 5° to 30° N and from the African coast to the coast of America were taken into account.

For the local analysis of the characteristics of the hurricane, this zone was subdivided in 70 sub-zones of 5 degrees by side.

The year was also subdivided in 15 non-isochronic periods. All the other variables are expressed as functions of the zone and the period.

The prediction is carried out using orthogonal adaptive polynomials programmed and developed in the B6700 Computer of the UNAM. The prediction obtained in this way yields an average precision of 2° .

INTRODUCCION

El uso de lógicas y polinomios adaptivos no es nuevo en meteorología, algunos autores han publicado intentos de utilización de estos métodos con resultados variados dependiendo de la metodología adoptada (Jorgensen, 1959).

Dejando a un lado las metodologías antes usadas, intentaremos el uso de polinomios adaptivos para el pronóstico de trayectoria de huracanes.

Tanto para el análisis estadístico como para el pronóstico adaptivo se selecciona la zona del Atlántico Norte limitada por el sur a una latitud de 5° N y por el norte los 30° N y desde la costa de Africa hasta la costa de América.

Esta parte del Atlántico Norte fue subdividida en 70 sub-zonas de acuerdo con la Fig. 1, donde las sub-zonas 68, 69 y 70 son los límites de arriba del huracán. Algunos huracanes nacen en estas subzonas y penetran a la zona de pronóstico, en estos casos se considera como subzona de nacimiento a la primera subzona tocada por el huracán dentro de las zonas de pronóstico.

Cada una de las subzonas interiores tiene 5° por lado y están numeradas a fin de digitalizar su ubicación para manejo dentro de la computadora.

El año fue dividido a su vez en 15 lapsos no isocrónicos, Tabla 1, siendo ahora las variables independientes el lugar y la fecha.

Expresando la intensidad, el radio de alcance y el ángulo de salida como una función del lugar y la fecha, el pronóstico se realiza de la siguiente manera:

Detectando un disturbio en el Sistema A.P.T., con alta probabilidad de desarrollo se dan como datos iniciales las coordenadas de ubicación y la fecha de detección, así como la intensidad interpretada de la foto de satélite.

Considerando la trayectoria como una composición de líneas rectas, se fija un origen polar sobre un mapa con las coordenadas de nacimiento o detección del disturbio, fig. 2, y de acuerdo con los datos estadísticos de alcance en 24 horas de los huracanes que a través de la historia han tenido el mismo lugar de paso o nacimiento, y fecha, con polinomios ortogonales adaptivos se pronostica el alcance probable del disturbio en 24 horas.

De una manera similar se pronostica el ángulo probable de avance del huracán, así como su intensidad. El radio o alcance en 24 horas se corrige por un factor que depende del valor pronosticado de la intensidad, este factor está dado en la Tabla 2.

Los datos:

La fuente de datos de donde se extrajeron las trayectorias de los huracanes fue el informe número 55 del U. S. Weather Bureau (1965) en donde se reportan las trayectorias de huracanes desde 1881 hasta 1962, lo que permite en la actualidad tener una densidad de datos considerable por lo que los polinomios ortogonales están siendo usados con una alta precisión de pronóstico.

Polinomios:

Dada la naturaleza del problema postularemos que el pronóstico de la trayectoria de un huracán no es lineal por lo que usaremos aproximaciones no lineales.

Para el presente trabajo se usan polinomios ortogonales generados de las siguientes ecuaciones recursivas (Anderson y Bancroft, 1952, p. 208).

$$S_x P_i P_{i+1} = S P_{i+1}^2$$

$$S_x P_i P_{i-1} = D_{i,1} S P_{i-1}^2$$

donde

$$P_0 = 1; P_1 = x \quad y \quad D_{i,1} = \frac{S P_i^2}{S P_{i-1}^2}$$

siendo la ecuación de pronóstico

$$\hat{Y}_i = A'_0 + \frac{\Sigma}{r} A'_r P_{rj}$$

donde

$$A'_r = \frac{S(Y P'_r)}{S (P'_r)^2}$$

En las ecuaciones anteriores las P_r denotan los polinomios; las S indican la sumatoria sobre el polinomio, la X es la variable independiente y las Y indican los valores de la variable dependiente.

Estas ecuaciones de pronóstico se usan si y sólo si los datos en la subzona y fecha son en número mayores de 7 (orden máximo de polinomio trabajado); si el número de datos es menor o igual que 6, pero mayor de 2, se usa el promedio y si el número de datos es uno,

entonces se usa éste como pronóstico; si no existen datos el proceso está indeterminado y se detiene, dando paso a un nuevo proceso que denotaremos pronóstico expandido.

El pronóstico expandido deja la subzona fija pero expande la fecha en 2 unidades, con lo que el número de datos generados contiene ahora 5 fechas alrededor de la de pronóstico; con estos nuevos datos se procede al pronóstico de una manera similar a la descrita anteriormente.

RESULTADOS

Para detectar la utilidad del proceso antes descrito se cargó la computadora con los datos de trayectoria de huracanes desde el año

TABLA 1

DIGITALIZACION DE LAPROS

X	Fecha
1	Junio 1-15
2	Junio 16-30
3	Julio 1-15
4	Julio 16-31
5	Agosto 1-10
6	Agosto 11-20
7	Agosto 21-31
8	Septiembre 1-10
9	Septiembre 11-20
10	Septiembre 21-30
11	Octubre 1-10
12	Octubre 11-20
13	Octubre 21-31
14	Noviembre 1-15
15	Noviembre 16-Mayo 31

de 1920 al de 1960, dejando el año de 1962 como diagnóstico sobre el pronóstico; las figuras 3, 4 y 5 muestran los pronósticos de las trayectorias de 3 de los huracanes ocurridos en el año de 1962.

El proceso está ya en fase operativa y sólo se necesita cargar el sistema con los datos de 1960 a la fecha para su operación rutinaria, la precisión del sistema se deberá incrementar conforme el número de datos acumulados crezca, por lo que la limitación actual a 2° de precisión deberá ser mejorada a través del uso del proceso.

TABLA 2

Intensidad	Tipo	Factor
1	Depresión tropical	2
2	Tormenta tropical	1.5
3	Huracán	.8
4	Extra-tropical huracán	1.5
5	Etapa de extinción	3.0

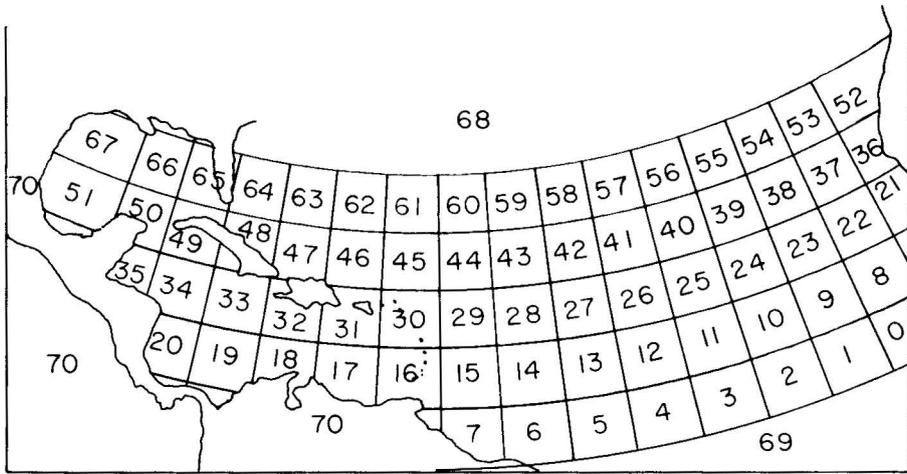


Fig. 1. Zonas de pronóstico y subzonas de análisis.

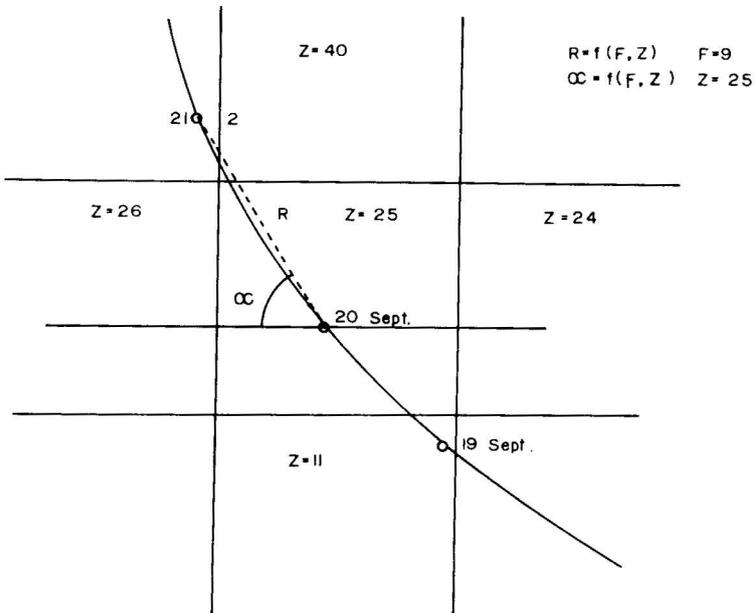


Fig. 2. Aproximación de la trayectoria como segmento de línea recta en coordenadas polares.

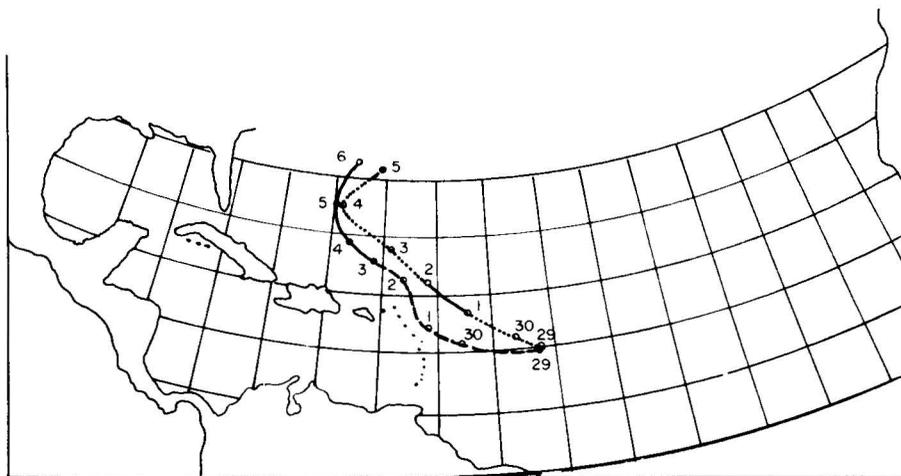


Fig. 3. Pronóstico del huracán "Daisi" Sept. 29-Oct. 8, 1962.

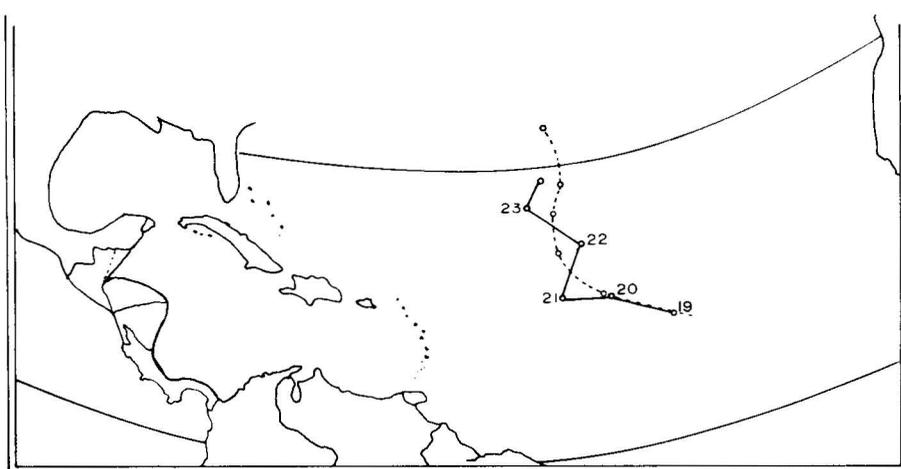


Fig. 4. Pronóstico del huracán "Dora", Sept. 19-24, 1962.

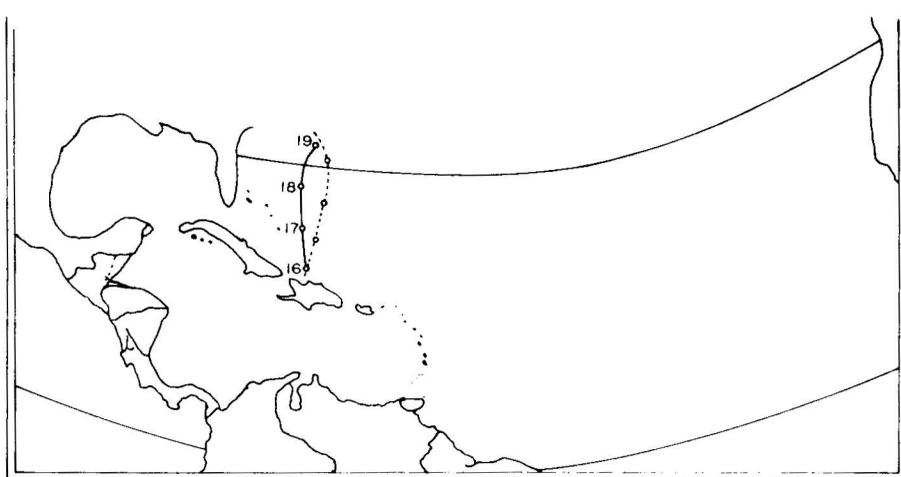


Fig. 5. Pronóstico del huracán "Ginnt", Oct. 16-30, 1962.

AGRADECIMIENTOS

Queremos hacer público nuestro agradecimiento al Centro de Cálculo del CIMAS de la UNAM por las facilidades prestadas para el desarrollo del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, R. L. and BANCRAFT, T. A., 1952. *Statistical Theory In Research*. McGraw Hill, 339 pp.
- JORGENSEN, Donald L., 1959. Prediction of Hurricane Motion with use of orthogonal polynomials. *Journal of Meteorology*, Vol. 16, No. 1, Feb. pp. 21-29.
- U.S.A. WEATHER BUREAU, 1965. Department of Commerce, *Report No. 55*, p. 165.