



Title:Breve tratado sobre los ciclones tetra-vorticiales en el Océano Pacífico nororiental.

Pub:*Ingeniería de Recursos Naturales*

Detail:Enrique Buendía Carrera, Orlando Delgado Delgado, Francisco Villicaña Cruz and Enrique Azpra Romero. 5.(Annual 2006): p44(5). (1818 words)

**Texto Completo:**COPYRIGHT 2006 Universidad del Valle

[ILUSTRACIÓN OMITIR]

## RESUMEN

En este artículo se realiza un breve análisis de los ciclones tropicales formados a partir de un sistema tetra-vorticial. Así como se efectúa la predicción de la trayectoria del huracán Boris (1996) con el modelo numérico de pronóstico del tiempo, del Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

## PALABRAS CLAVES

Predicción, tetra-vórtices, ciclones tropicales

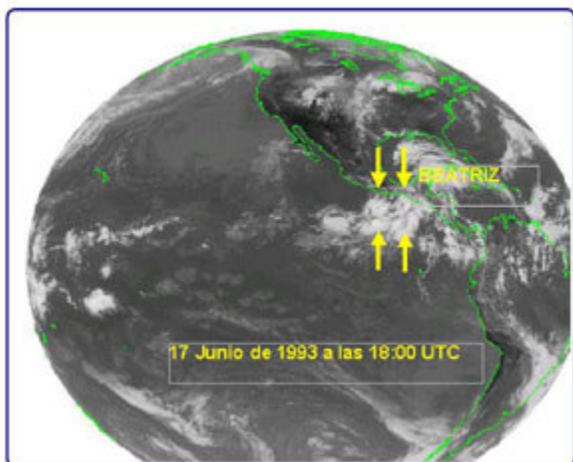
## ABSTRACT

This article presents a brief analysis of the tropical cyclones formed from a tetra-vorticial system, as well as the prediction of the path of the hurricane Boris (1996) with the numerical model for weather forecast used by the Center of Sciences of the Atmosphere, National Autonomous University of Mexico (UNAM).

## KEY WORDS

Forecast, tetra-vorticial systems, tropical cyclones.

## 1. INTRODUCCIÓN



Los sistemas sinópticos en el Océano Pacífico Nororiental producen que un ciclón tropical se desplace bajo la influencia de una corriente conductora, la cual generalmente tiende a desplazarlos hacia el oeste,

oestenoroeste y noroeste. Posteriormente, la condición subtropical de esta área del Océano Pacífico puede modificar su rumbo en dirección noroeste, norte, suroeste y oeste-suroeste y llegar a disiparse en el océano, tal como se muestra en la Figura 1 (Unisys, 1992). Entre estos ciclones están los que han llegado a afectar las costas del oeste de la República Mexicana, con las siguientes características:

- Los que modifican su dirección al noreste influida por una vaguada de los vientos del oeste.
- Los que llegan a incorporarse a la corriente de chorro de un frente frío.

[FIGURA 1 OMITIR]

- Los ciclones binarios entre 92[grados] W -- 115[grados] W y 100 N -- 20[grados] N.
- Los ciclones tetra-vorticiales (polivorticiales) en el Golfo de Tehuantepec (Buendía et al., 2004a).

El estudio de los ciclones tropicales polivorticiales se inició desde la segunda década del siglo XX, mediante la generación de dos vórtices ciclónicos sobre un campo uniforme, en el laboratorio hidrodinámico de Fujiwhara (1921 y 1931). Fujiwhara observó que dos vórtices ciclónicos inmersos en este campo tienden a atraerse, rotando en sentido contrario a las manecillas del reloj, fundiéndose con el paso del tiempo en un solo vórtice ciclónico más grande y poderoso que los dos originales. Esta teoría es conocida como efecto Fujiwhara. Jarrel et al., (1978), Brand (1970) y Dong y Neumann (1983) hicieron notar que esto no ocurre no siempre en la atmósfera. También concluyeron que el pronóstico de la trayectoria de los ciclones tropicales binarios presenta mayores errores respecto a los pronósticos de los ciclones univorticiales.

Buscando las razones por las cuales en ocasiones los ciclones binarios atmosféricos no siempre satisfacen el efecto Fujiwhara y tratando de encontrar la causa de los errores del pronóstico de los ciclones binarios, en la última década del siglo XX, Lander y Holland (1993) modificaron la teoría de Fujiwhara, mostrando que dos vórtices ciclónicos pueden estar desplazándose en forma independiente, llegándose a un instante en que éstos inician una interacción, la cual puede completar el efecto Fujiwhara, o puede llegar el momento en que la interacción se suspenda y empiecen a alejarse, sin producirse la fusión. El escape del efecto Fujiwhara se debe a que al menos uno de los vórtices interactúa con otro sistema meteorológico o porque se introduce al continente.

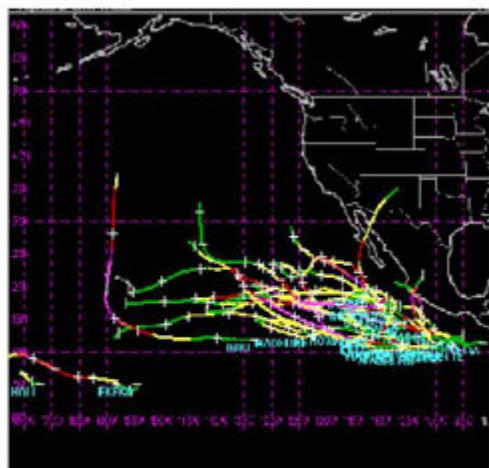


Figura 1. Trayectoria de los ciclones tropicales del año de 1992 en el Océano Pacífico Nororiental, desde Unisys.

El estudio de los ciclones tetra-vorticiales se inició en este siglo (Buendía et al., 2004b) al reanalizar los campos dinámicos de los ciclones tropicales Beatriz de 1993 y Boris de 1996; ambos ciclones se ubicaron en la vecindad del Golfo de Tehuantepec, como se observa en la imagen satelital del 17 de junio de 1993 a las

18:00 UTC con Beatriz (al inicio de este artículo) y con la imagen de satélite del 27 de junio de 1996 a las 18:00 UTC de Boris, la cual se presenta en la Figura 2. Se presentan aquí el pronóstico numérico de la trayectoria y evolución de este último.

[FIGURA 2 OMITIR]

## 2. PRONÓSTICO Y RESULTADOS

En este artículo se presenta el pronóstico numérico del huracán Boris de 1996, utilizando las ecuaciones de vorticidad en 750 y 250 mb y la ecuación de la energía en 500 mb, de acuerdo con lo descrito por Buendía et al., (2004) y (2005). La resolución de la malla es de 27 kilómetros y el intervalo de tiempo es de 5 minutos.

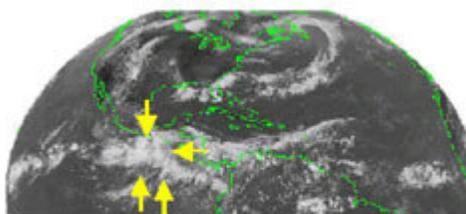
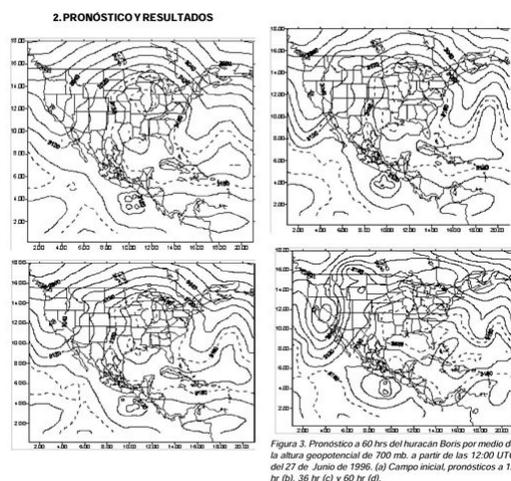


Figura 2. Imagen satelital del 27 de junio de 1996, 18:00 UTC.



En la Figura 3a se muestra el campo inicial de la altura geopotencial a 700 mb del 27 de junio de 1996, 18:00 UTC; al sur del Golfo de Tehuantepec se nota la presencia de Boris (como depresión tropical), compuesto por cuatro vórtices que simulan a los observados en la imagen satelital de la Figura 2. , Después de doce horas de integración, el modelo genera una circulación binaria elipsoidal, percibida por medio de las isohípsas pronosticadas de 700 mb (Figura 3b), y formada por los vórtices más intensos de la depresión tropical (Boris) del sistema tetra-vorticial. Después del giro ciclónico realizado, estos vórtices ciclónicos binarios tienen a su eje mayor aproximadamente en una dirección oestesuroeste--estenoreste, mientras que los vórtices de menor intensidad también han sido sujetos a una circulación en sentido contrario a las manecillas del reloj y ahora se encuentran al norte del sistema binario con una orientación oeste -- este. A veinticuatro y treinta y seis horas de pronóstico, la interacción de los vórtices menores con el sistema binario produce deformaciones del elipsoide, como se muestra en la figura 3c (pronóstico a 36 hrs). La interacción continúa bajo los procesos de atracción y/o de escape de los vórtices menores con el sistema binario, el cual se restablece a partir de las 48 hrs de pronóstico. El efecto Fujiwhara continúa y a 60 hrs los vórtices binarios tienen su eje mayor en dirección norte-sur (Figura 3d). Durante este tiempo, el área del sistema tetra-vorticial inicial y su intensidad se han incrementado y, por ello, a las 12:00 UTC del 28 de junio Boris evolucionó a la categoría de tormenta tropical y para el 29 a las 00:00 UTC a huracán. Durante este proceso, Boris se desplazó hacia el noroeste por

influencia de la interacción tetra-vorticial, en forma similar al efecto de un sistema binario (Buendía, 2004a, 2006). A las 18:00 UTC, Boris estuvo sobre el continente, como se muestra en la Figura 4. El modelo presentó un retraso de 42 horas, lo cual fue corregido por el siguiente pronóstico

[FIGURA 3 OMITIR]

[FIGURA 4 OMITIR]

### 3. CONCLUSIONES

Se puede mencionar que cuando en la interacción de cuatro vórtices (figura 5a) existen dos de ellos más intensos respecto a los otros, su dinámica se realiza de la siguiente forma:

1.- En la interacción de los cuatro vórtices ciclónicos prevalece la influencia de los dos vórtices más intensos, produciéndose entre ellos una interacción binaria que genera isohípsas de forma elipsoidal, alrededor de la cual los otros dos vórtices giran también en sentido contrario a las manecillas del reloj (Figura 5b).

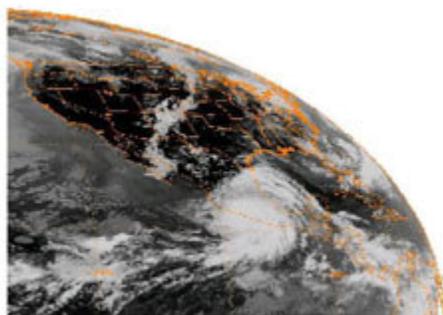


Figura 4. Imagen satelital del huracán Boris el 29 de junio, 18:00 UTC.

2.- Los vórtices de menor intensidad, en su giro contrario a las manecillas del reloj, alrededor del conjunto binario, se alejan y se acercan a éste, ayudando a incrementar la extensión e intensidad del sistema tetra-vorticial. En las etapas de acercamiento al sistema binario llega finalmente a introducirse a éste uno de los vórtices, generalmente el 1 vórtice ciclónico más intenso y cercano. Durante estos procesos, al campo campo isohiético elipsoidal se le crean protuberancias, llegando a tener formas como las mostradas en las figuras 3c y 5c.

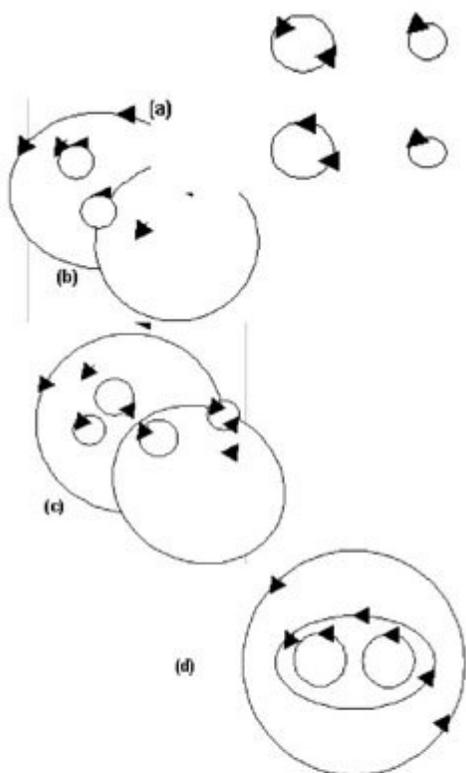


Figura 5. Proceso dinámico del ciclón tropical tetra-vorticial antes de su fusión total. (5a) Composición original de los vórtices, (5b) Circulación binaria elipsoidal de los vórtices mayores y los vórtices menores girando ciclónicamente externamente a la circulación binaria. (5c) Incorporación de los vórtices menores a la circulación binaria y escape del otro vórtice y (5d) Representación de la última circulación binaria previa a la fusión total.

3.- La interacción de los vórtices continúa, llegándose a unir el vórtice menos intenso al vórtice ciclónico más intenso con el que estaba interactuando; más tarde se alcanza nuevamente una interacción binaria clásica (figuras 3d y 5d), por lo que el proceso continúa hasta alcanzar a formar un ciclón mucho mayor en extensión e intensidad al conjunto de los vórtices originales, como es el caso del huracán Boris. También puede ocurrir el escape a la circulación binaria de uno de los vórtices de menor intensidad y alejarse de ella, incorporándose a la circulación exterior del ciclón resultante.

[FIGURA 5 OMITIR]

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar la colaboración de los técnicos Rafael Patiño Mercado, Delibes Flores Román, Alfonso Salas Cruz y Edgard Sahagún Monterrubio.

\* Recibido : Noviembre 15 2006 \* Aceptado : Febrero 2 2007

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

Brand, S. (1970). Interaction of Binary Tropical Cyclones of the Western North Pacific, Ocean J. Appl. Meteor. 9; 433 - 441.

Buendía, C.y E., Delgado, D. O., Villicaña, C. F, Azpra, R. E. y Meulenert P. A. (2004). Sobre el Comportamiento de los Ciclones Tropicales en el

Océano Pacífico Oriental. Organización Mexicana de Meteorólogos A.C. No. Especial; 1 - 28.

Buendía, C.E., Villicaña, C. F.y Azpra, R. E. (2004). Three or Four Vortexes Afectation to the Mexican Republic. 26th Conference on Hurricane and Tropical Meteorology, American Meteorological Society; 282 - 283.

Buendía, C. y E., Delgado, D. O., Azpra, R. E., Villicaña, C. F. García, C. O. (2005). Sobre la necesidad de realizar pronósticos numéricos de la trayectoria de los ciclones tropicales que afectan a la República Mexicana. Ingeniería de Recursos Minerales y del Ambiente. Vol 2, (1). Edición 3; 18-28. Cali, Colombia.

Buendía, C. E., Delgado, D. O., Azpra, R. E., Villicaña, C. F. y Meulenert, P. A.(2006). The binary cyclones in Pacific ocen of the region IV. *Atmósfera* (en prensa).

Dong, K. C. Neumann. (1983). On the relative motion of binary tropical cyclones, *Mon. Wea. Rev.*, 111; 945-953.

Jarrel, J., Brand, D. and Nicklin, S. (1978). An analysis of western North Pacific tropical cyclone forecast errors. *Mon. Wea. Rev.*, 106; 925-937.

Lander, M. y Holland, G. J. (1993). On the interaction of tropical-cyclone-scale vortices. *Observations*, Q. J. R. Meteorol. Soc. 119; 1347-1361.

Enrique Buendía Carrera. M. Sc.

Investigador y Jefe de la Sección de Climatología Física y Dinámica del Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

Orlando Delgado Delgado M. Sc.

Investigador del Centro de Ciencias de la Atmósfera,

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.

Francisco Villicaña Cruz M. Sc.

Técnico Académico del Centro de Ciencias de la Atmósfera,

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM.

Enrique Azpra Romero M.Sc.

Técnico Académico del Centro de Ciencias de la Atmósfera,

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

### **Citación De la Fuente**

Buendía Carrera, Enrique, et al. "Breve tratado sobre los ciclones tetravorticiales en el Oceano Pacifico nororiental." *Ingeniería de Recursos Naturales* 5 (2006): 44+. *Informe Académico*. Web. 24 Sept. 2010.

Document URL

<http://find.galegroup.com/gtx/infomark.do?&contentSet=IAC-Documents&type=retrieve&tabID=T002&prodId=IFME&docId=A182273969&source=gale&srcprod=IFME&userGroupName=univalle&version=1.0>

**Número de Documento:**A182273969

- [Contact Us](#)
- [Copyright](#)
- [Terms of use](#)
- [Privacy policy](#)