

ANALISIS DE LA PRECIPITACION DEL HURACAN GILBERTO

Jorge Sánchez-Sesma y Arturo Valdés Manzanilla
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Paseo Cuauhnahuac 8532,
Jiutepec, Mor. c.p. 65550

RESUMEN

Dada la magnitud de la precipitación que han causado los huracanes en el pasado y la que potencialmente pueden presentar en el futuro, se analizan los valores registrados de esa variable durante el paso del huracán Gilberto el año pasado.

Se estudian las precipitaciones considerando las condiciones topográficas y la distancia al huracán. Para la región cercana a Monterrey, donde se presentaron las mayores precipitaciones, además de estudiar los registros, éstos se comparan con estimaciones del campo de precipitación hechas con modelos que toman en cuenta tanto las características topográficas de la región, como las características del huracán.

INTRODUCCION

Nuestras costas y territorio se ven frecuentemente afectados por huracanes. En particular la lluvia que acarrearán dichos meteoros causa por sus eleva-

das intensidades y extensiones, grandes daños.

En este trabajo se analiza el campo de precipitación del huracán Gilbert en la cuenca del Golfo de México. Se estudia la precipitación de Gilbert conjuntamente con la distancia al huracán, la intensidad del mismo y la altura sobre el nivel del mar del sitio en estudio.

pitación orográfica simples basados en datos de radio-sondeo hechos en México y en los EUA.

INFORMACION

Los datos de trayectoria e intensidad de Gilbert fueron proporcionados por el Centro Nacional de Huracanes de los EUA. Los datos de precipitación acumulada diaria en más



FIGURA 1 TRAYECTORIA E ISOYETAS DEL HURACAN "GILBERTO".

Además se analizan los valores registrados en los alrededores de Monterrey donde el efecto orográfico fue determinante. Se comparan estos valores con los simulados con modelos de la preci-

de 300 estaciones meteorológicas en los estados costeros del Golfo de México, fueron proporcionados por la Subdirección de Control de Ríos y Aguas Superficiales de la CNA.

Los datos de radiosondeo se obtuvieron para dos sitios, uno en México, Monterrey y el otro en los EUA para un sitio al norte de Brownsville. El radio sondeo de Monterrey fue proporcionado por el Servicio Meteorológico Nacional. Los datos de radio sondeo de los EUA, fueron proporcionados por el Laboratorio Nacional de Tormentas Severas localizado en Oklahoma, que mandaron una estación móvil expresamente a realizar estudios del huracán Gilbert.

ANALISIS DE LA PRECIPITACION

El huracán Gilbert presentó sus máximos vientos y oleajes cerca de su 1a. entrada a tierra mexicana, cerca de Cancún, ver figura 1. Sin embargo en esa misma área la precipitación no fué la máxima. Los máximos valores de precipitación fueron alcanzados cerca de la Ciudad de Monterrey, donde, después de su 2a. entrada a tierra mexicana, el huracán Gilbert se acerca a

la Sierra Madre Oriental que, al causarle enormes flujos verticales y macroturbulencias, le provoca fuertes lluvias.

Lo anterior se muestra gruesamente en la figura 1, donde aparecen las curvas de igual precipitación acumulada al paso de Gilbert. En esa figura se nota como los máximos están en los alrededores de la Ciudad de Monterrey.

Una característica de la precipitación de huracanes es, como Gilbert presentó, que tiende a alcanzar su máximo cerca del centro del huracán y tiende a disminuir conforme la distancia al centro aumenta. Estas tendencias se muestran en la figura 2 donde aparecen las láminas de precipitación acumulada al paso de Gilbert para diferentes sitios de la costa del Golfo, con respecto a la distancia mínima a la trayectoria del huracán.

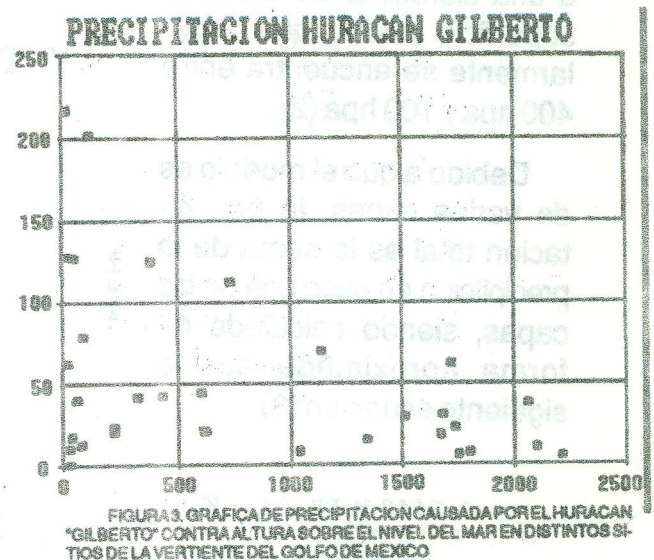
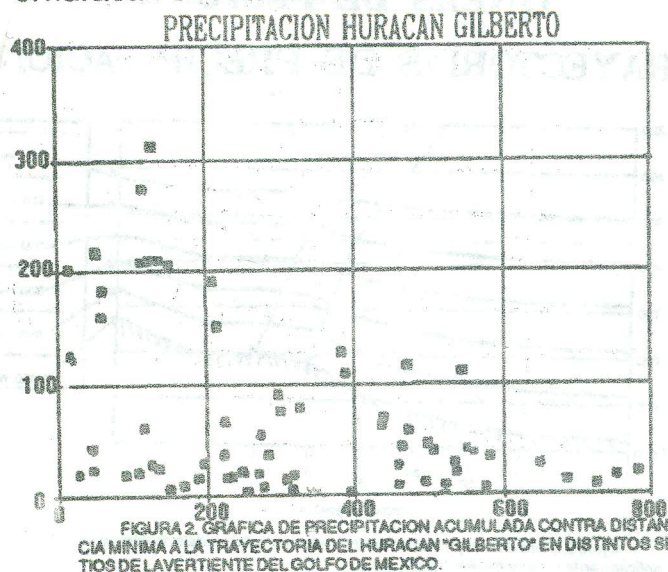
Otras variaciones de suma importancia en la definición de la precipitación de huracanes

son las condiciones topográficas (altura, pendiente, etc). Con el fin de visualizar la influencia de la altura sobre la precipitación se analizó gráficamente la información, ver figura 3. Se detectaron tendencias de aumento de la precipitación conforme la altura aumenta, esto en valores de altura bajos. Para valores de altura elevados (>1000m) la tendencia es a decrecer con la altura.

SIMULACION DE LA PRECIPITACION EN EL AREA DE MONTERREY

La manera rigurosa, aunque difícil de considerar la influencia que provocan en la precipitación las condiciones topográficas es usando modelos físicos que consideren los movimientos verticales del aire y sus consecuentes cambios termodinámicos.

El modelo de precipitación utilizado para simular la acción del huracán Gilbert en los alrededores de Monterrey fué un



modelo de flujo laminar de varias capas (Rep WMO 332m 1986). El objetivo de este modelo es calcular el flujo de viento sobre el lado de barlovento de una cadena montañosa, de valores conocidos de viento, temperatura y humedad medidos a una cierta distancia de la sierra, con el propósito de investigar, explicar y predecir la precipitación orográfica (Myers, 1962).

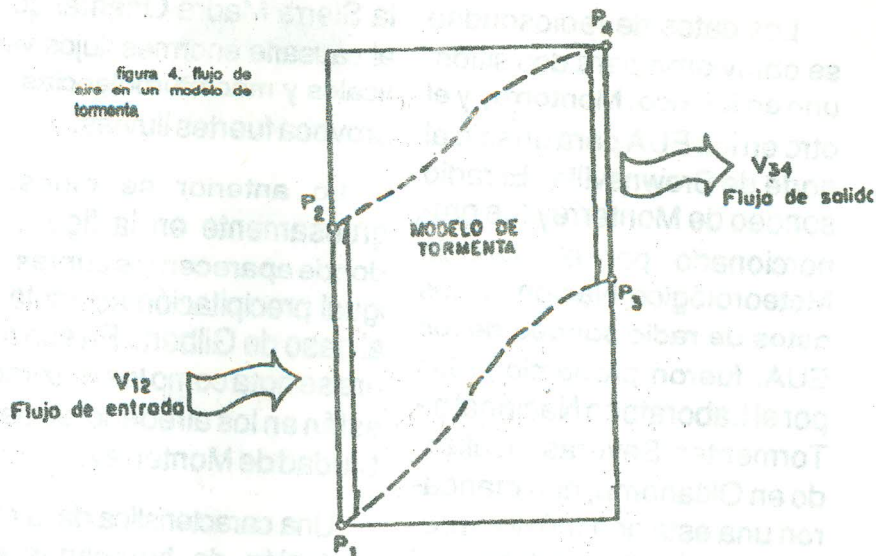
La suposición básica del modelo es que el flujo de aire es laminar y que al ascender la barrera, es acelerado, por continuidad, debido a que tiene que pasar por una capa más angosta en espesor que la tenía antes de ascender la sierra, como se puede apreciar en la figura 4.

El viento superficial se mueve a lo largo de la superficie. La pendiente de las líneas de flujo, arriba de un punto dado en la pendiente montañosa, disminuye con la altura, volviéndose horizontal a una cierta altura llamada superficie nodal, que regularmente se encuentra entre 400 hpa y 100 hpa (2).

Debido a que el modelo es de varias capas, la precipitación total es la suma de la precipitación en cada una de las capas, siendo calculada en forma aproximada por la siguiente ecuación (2).

$$R = \frac{0.2449 V_1 \Delta P_1 (W_1 - W_2)}{Y}$$

figura 4. flujo de aire en un modelo de tormenta



donde R es la razón de precipitación en mm/24 h; V_1 es la velocidad media de entrada en nudos (kts); ΔP_1 es la diferencia de presión entre la parte alta y baja de una capa de flujo en la entrada, en hpa; W_2 y w_1 son la razón de mezcla promedio, en g/kg, en la entrada y salida respectivamente y Y es la longitud horizontal de la pendiente en millas náuticas (mn).

El modelo también calcula

la trayectoria seguida por la precipitación en su caída hacia el suelo. Las trayectorias son consideradas junto con las líneas de flujo de aire sobre una barrera montañosa como se puede apreciar en la figura 5.

ANÁLISIS DE LA LLUVIA EN LA ZONA DE MONTERREY

Como hemos visto anteriormente, el huracán Gilberto aunado a la presencia de altas

LINEAS DE FLUJO Y TRAYECTORIAS DE PRECIPITACION

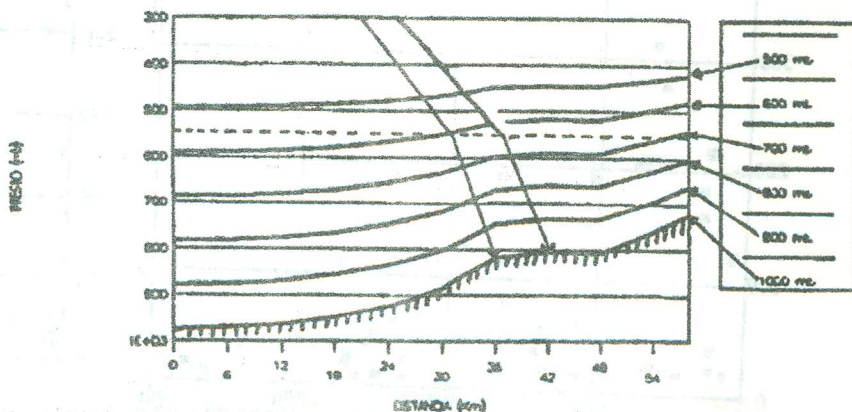


figura 5. líneas de flujo y trayectorias de precipitación del modelo orográfico aplicado en la zona de monterrey

montañas en la zona, causó lluvias torrenciales en los alrededores de Monterrey. Por ello nos abocamos a simular la lluvia en esta zona por un modelo simple de precipitación orográfica antes descrito.

La figura 6 muestra un mapa del área de Monterrey, donde se aprecia la localización de algunas estaciones climatológicas, cuyos datos de precipitación se utilizaron en el estudio, así como algunas curvas de nivel topográfico.

La figura 7 muestra el perfil promedio de la altitud en la zona de Monterrey y la localización de las estaciones climatológicas utilizadas.

Se utilizó un sondeo promedio de varios sondeos realizados cerca de Kingsville, al norte de Brownville, Texas, por el personal del National Severe Storm Laboratory (NSSL) de los EUA, durante el día 16 de Septiembre de 1988, antes, durante y después de la entrada a tierra del huracán Gilberto.

Para simular el perfil del terreno, se dividió la longitud horizontal en 9 tramos de 6 kms. y uno de 4 kms.

Los vientos obtenidos del sondeo fueron modificados para encontrar la componente normal a la montaña.

El espaciamiento de las líneas de flujo varía entre la entrada y la salida.

El nivel de congelación,

según el sondeo utilizado estuvo en 550 mb.

Se hicieron los cálculos de precipitación para cuatro tramos estratégicamente situados: el último, el primero y dos intermedios. En la figura 5 se aprecian las líneas de flujo y la trayectoria de la precipitación en el tramo.

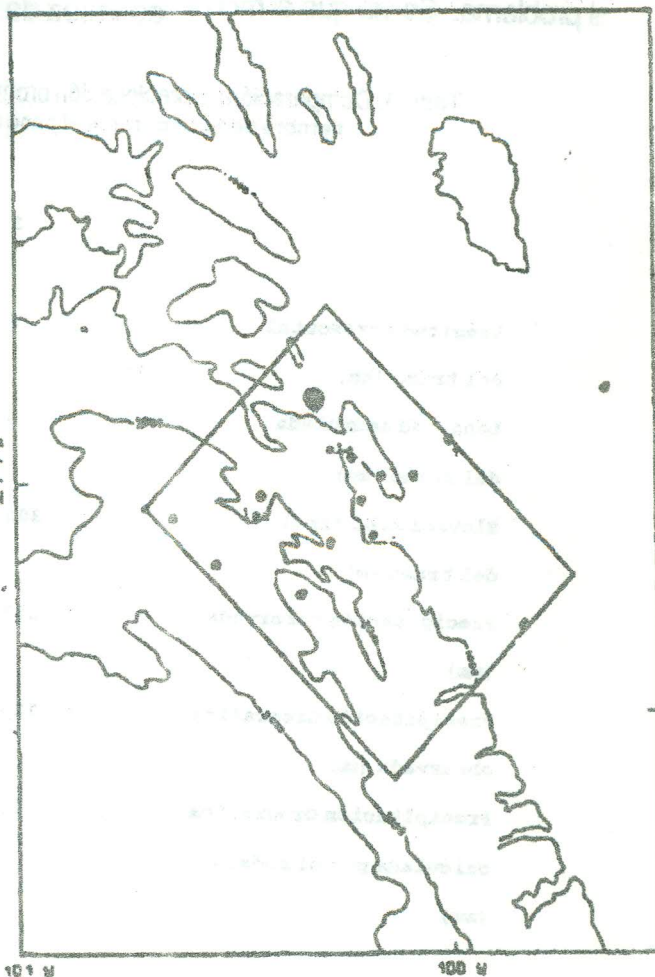
Finalmente se comparó la precipitación calculada por el modelo con la precipitación observada, como se puede apreciar en la tabla 1.

Como el objeto de estudio es la precipitación orográfica causada por el huracán, se consideró la precipitación orográfica observada como la dif-

erencia entre la precipitación en cada estación menos la precipitación en una estación alejada de las montañas, que se supone no fue influenciada por el efecto orográfico. En este caso fue escogida la estación Los Ramones, situada a 70 kms. al este de Monterrey, cuya precipitación observada fue de 133 mm.

En la tabla 1 se puede apreciar que la precipitación orográfica calculada por el modelo va aumentando conforme se va ascendiendo la montaña, alcanzando el máximo de precipitación en la cresta de la sierra; mientras que la precipitación orográfica observada tiene su máximo en el tramo com-

figura 6. mapa de la zona de monterrey y localización de las estaciones climatológicas utilizadas en el estudio.



prendido entre 18 y 24 kms., aproximadamente donde empieza a ascender la montaña, para posteriormente disminuir apreciablemente en los dos últimos tramos con mayor altitud. Asimismo la precipitación orográfica media calculada para todos los tramos es mayor que la observada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el objeto de simular el efecto orográfico sobre la precipitación provocada por el huracán Gilberto, se estudió la aplicación de un modelo sencillo para el cálculo de la precipitación orográfica que aunque con sus limitaciones, nos da una primera aproximación al problema. Se vió que el mod-

elo sobreestimaba la precipitación orográfica debido principalmente a la misma física del modelo, que es aplicable en sistemas de latitudes medias y a la poca representatividad del campo de isoyetas por la escasez de estaciones clima-

tológicas en la zona de estudio.

Se recomienda usar modelos más apropiados para el estudio de precipitación orográfica causada por sistemas de tiempos tropicales. ☉

CURVA DE ALTITUD DE MONTERREY

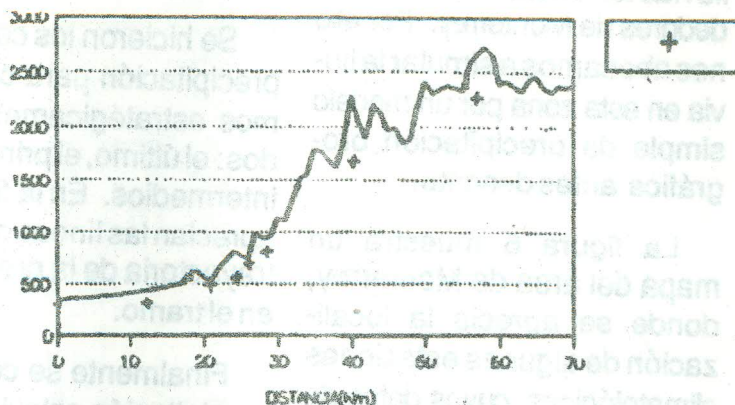


figura 7. perfil promedio de la altitud en la zona de monterrey y localización de estaciones climatologicas utilizadas.

Tabla 1. Comparación de precipitación orografica observada y calculada por el modelo para el día 16 de Septiembre de 1988 durante el paso del huracan Gilberto por la zona de Monterrey

	1	2	3	4 Promedio	
Longitud horizontal del tramo (km)	6	6	6	4	
Longitud acumulada del tramo (km)	6	24	42	58	
Elevación al final del tramo (m)	390	800	1900	2793	
Precipitación observada (mm)	253	331	198	200	243
Precipitación Orografica observada (mm)	120	198	55	67	110
Precipitación Orografica calculada por el modelo (mm)	17	104	223	406	187

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Charles Neumman del Centro Nacional de Huracanes de los EUA, el haber proporcionado los datos del huracán.

Se agradece a los Ings. Acosta Godínez y Devesa Guerrero de la Subdirección de Control de Ríos y Aguas Superficiales, de la CNA, el haber proporcionado los datos de precipitación diaria.

Se agradece a los Drs. Robert Maddox y Dr. Kenneth Howard del Laboratorio Nacional de Tormentas severas de los EUA el proporcionar los datos de radiosondeo del Gilbert.

REFERENCIAS

Myers, V., 1962: Airflow on the windward side of a large ridge, Journal Of Geophysical Research, American Geophysical Union, Vol 67, 11, pp 4267-4291.

WMO, 1986: Handbook for Estimation Of Probable Maximum Precipitation, Operational Hidrology Report 1, WMO 332, Ginebra Suiza.

Enjambres Sísmicos al Occidente del Eje Volcánico

De acuerdo con estudios realizados por la gerencia de Ingeniería Civil de la CFE, durante 1987, 1988 y 1990 se presentaron enjambres sísmicos al occidente del eje volcánico. El primero, en 1987, ocurrió en Nayarit en las inmediaciones del Volcán San Pedro Lagunillas; el segundo (1988) al sur de Guadalajara y el tercero (1990) al sur del Lago de Chapala.



Campos Geotérmicos en el Salvador. C.A.

La caldera de Ahuachapán en la República de El Salvador está siendo estudiada por técnicos de la Comisión Federal de Electricidad de México y científicos del CICESE. Los estudios tienen por objeto el evaluar la potencialidad del campo geotérmico con miras a construir una central geotérmica. En los diferentes estudios también participan científicos del Instituto de Investigaciones Eléctricas de México.