

**ZONIFICACIÓN DE MAGNITUDES DE TORMENTAS
MÁXIMAS PROBABLES (EN 24 HORAS)
PARA PERIODOS DE RETORNO DE 2 A 1 000 AÑOS,
USANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA:
EL CASO DE LA REPÚBLICA MEXICANA***

José Luis Palacio Prieto**
Jorge López Blanco**
Mario Arturo Ortiz Pérez**

Resumen

Se ha hecho una caracterización de las tormentas máximas en 24 horas en México, con base en la digitización, rasterización y sobreposición de mapas publicados por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH) (SRH, 1976) de siete periodos de retorno de entre 2 y 100 años. En el mapa resultante se zonifican cinco clases de magnitudes de tormentas para los siete periodos de retorno. La topografía del país, así como la influencia de ciclones y tormentas tropicales se relacionan estrechamente con los resultados presentados.

Summary

The evaluation of maximum rainfall in 24 hours is done through digitizing, rasterization and overlaying of data (published by the Secretaría de Recursos Hidráulicos) considering recurrence periods ranging from 2 to 1 000 years. The resulting map shows 5 classes according to maximum storms; it summarizes the information contained in seven different original maps. The topography and the influence of tropical storms and hurricanes area closely related to the results obtained.

Introducción**

Un fenómeno natural extraordinario es, por definición, un evento relativamente poco frecuente en la escala de tiempo tanto humana como geológica. Dichos eventos se presentan, de esta manera, como un factor de desequilibrio de la naturaleza capaz de modificar su funcionamiento en un espacio de tiempo muy reducido en comparación con los fenómenos "normales" o más frecuentes, cuya huella puede detectarse solo después de varias decenas, cientos e incluso miles de años. La lluvia puede ser, en este sentido, uno de los fenómenos de mayor injerencia en cambios naturales acelerados e, incluso, catastróficos.

* Recibido: 18 de agosto de 1991.

** Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Apodo. Postal 20-850, 01000 México, D.F.

La evaluación de la lluvia en su comportamiento como fenómeno extraordinario puede realizarse a partir del cálculo de probabilidades de ocurrencia con base en datos de lluvia máxima en 24 horas registrados en estaciones meteorológicas. La aplicación de este parámetro es común en los campos de la ingeniería y la hidrología, en donde este tipo de información debe ser considerado en la construcción de obras hidráulicas de diferentes tipos, la construcción de caminos, ferrocarriles y aeropuertos, así como en el diseño y construcción de drenaje pluvial urbano, obras de control de avenidas, medidas de conservación agrícola y del suelo, entre otros muchos aspectos.

Ante la necesidad de contar con información al respecto, la SRH (hoy SARH), llevó a cabo un estudio a nivel nacional y regional, del cual resultó publicado un boletín donde se plasma gráficamente la distribución de isoyetas basadas en la ocurrencia de tormentas máximas, observadas y probables, en 24 horas.¹ En dicho trabajo se consideraron ocho diferentes periodos de retorno, desde 2 hasta 10 000 años.

El objetivo central del presente trabajo es, a partir de la manipulación de los datos referidos² establecer áreas con presencia de tormentas máximas probables en 24 horas de intensidades bajas, medias y altas en el país, considerando los periodos de retorno entre 2 y 1 000 años. Aunque se hacen algunas anotaciones generales acerca del arreglo espacial de los resultados, la interpretación climática-meteorológica no es parte del objetivo central del estudio. La captura y manipulación de la información fue realizada en el contexto de un Sistema de Información Geográfica (SIG) basado en computadora personal AT 286 (ILWIS, Integrated Land and Water Management Information System; Valenzuela, 1988).

Metodología

El método Hershfield para la estimación de las frecuencias de las tormentas máximas probables (Hershfield, 1963) fue aplicado por la SRH para la elaboración de los mapas de tormentas máximas en 24 horas probables para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 1 000 y 10 000 años, con base en datos de 2 600 estaciones y un total de 95 000 años/estación. Utilizando varios periodos de una misma serie, se determinaron los coeficientes de ajuste para estaciones con pocos años de datos registrados en función de series de 50 años o más.

¹SRH (1976), "Boletín de tormentas máximas observadas y probables en México (hasta 1974)".

²SRH, *op. cit.*

El método considera en principio la determinación de una variable independiente KM, la cual representa un indicador de la variación dada por la magnitud de la tormenta máxima (24 horas) registrada en todo el periodo de observación, respecto a la media de las tormentas máximas anuales de la serie y a su desviación estándar. Esta variable se define por las siguientes ecuaciones:

$$X_T = X_n + K S_n \quad (1)$$

Donde X_T representa la lluvia máxima probable para un periodo de retorno de n años, X_n el valor medio de todos los valores de la serie, S_n la desviación estándar de la serie de n valores máximos anuales y K la variación normal. Si X_T se sustituye por el valor de la lluvia máxima observada X_M y en lugar de K se sustituye el valor máximo de la variación normal (K_M) resulta la ecuación:

$$X_M = X_n + K_M S_n \quad (1')$$

Despejando K_M se tiene:

$$K_M = (X_M - X_n) / S_n \quad (2)$$

donde X_M es el valor de la tormenta máxima observada, X_n es el valor medio de todos los valores de la serie, omitiendo el valor de la tormenta máxima observada, y S_n es la desviación estándar de la serie de n valores de tormentas máximas anuales, excluyendo también el valor de la máxima tormenta observada.

Del cálculo de la variable K_M resulta un denominador cuyo valor permite la comparación sobre una base probabilística, de dos maneras:

1. Indica qué tan rara o extraordinaria es la tormenta máxima registrada en una estación, respecto a la máxima de otras estaciones.
2. Indica qué tan rara es la lluvia de la estación si se considera que sus datos siguen una distribución particular.

Para el cálculo de la lluvia máxima probable en 24 horas para diversos periodos de retorno se partió de las propiedades estadísticas ajustadas y sustituidas en la expresión:

$$\text{Lluv.Max.Prob.} = X_n(\text{ajustada}) + (K_M S_n (\text{ajustada}))$$

Los valores de K_M para los diversos periodos de retorno usados se refieren en la **tabla 1**.

Tabla 1. Valores KM para diversos periodos de retorno (SRH, 1976)

Period.Retorno	Km
2 años	-0.28
5	0.80
10	1.40
20	2.10
50	2.90
100	3.50
1 000	5.50
10 000	7.53

Con base en lo anterior la SRH confeccionó ocho mapas en escala 1:4 000 000 de toda la República Mexicana que muestran la distribución de las tormentas máximas probables para cada uno de los periodos de retorno considerados, por medio de isoyetas (SRH, 1976).

Para los fines de este estudio, siete de los mapas referidos (entre 2 y 1 000 años) fueron digitizados y almacenados dentro de un SIG. Cada uno de estos mapas fue convertido, de formato de vectores (X, Y) a formato "raster" ("píxeles" o celdas). Los valores de las isoyetas fueron interpolados utilizando un algoritmo que calcula el valor de precipitación, de tormenta máxima en 24 horas, de manera lineal y a partir de la distancia a las isolíneas más cercanas (superior e inferior adyacente), para cada punto o celda de los mapas.

Los valores interpolados de cada mapa fueron clasificados en tres clases (baja, media y alta), para lo cual se consideraron, en principio, dos criterios diferentes de agrupamiento.

El primero de ellos consistió en dividir el área total del país en tres grupos de iguales frecuencias y diferentes límites de clases o rangos del histograma. En el segundo criterio se tuvo en cuenta el máximo valor de isoyeta, se dividió entre tres (para cada caso particular), con lo cual se generaron clases o rangos simétricos en el histograma, aun y cuando no tuviesen las mismas frecuencias.

De los dos criterios mencionados, el segundo fue elegido para aplicarse en este estudio; las razones que soportan la elección son las siguientes:

1. Se encontraron menos variaciones en los rangos de magnitudes de tormentas máximas en 24 horas; es decir que, mientras se aplica el Criterio de Rangos Equidistantes (CRE) se tienen cambios constantes conforme se aumenta de clase, con el Criterio de Iguales Frecuencias (CIF) los límites de algunas clases cubren diversas magnitudes de tormentas, lo que evidentemente conduce al agrupamiento de diferentes efectos de tormentas en el paisaje en una sola clase. Por ejemplo, para el caso del mapa del periodo de retorno de 1 000 años, la clase 3 (Alta) aplicando el CRE, la magnitud de tormentas va de 634 a 950 mm, en cambio el CIF arroja valores de 275 a 950 mm.
2. El porcentaje de clasificación en clases "puras" fue mayor usando el CRE (más del 81%); el CIF agrupó menos del 70%. Se consideraron clases "puras" aquellas áreas dentro de la República Mexicana que en los siete mapas concernientes a los diversos periodos de retorno, correspondían con la misma clase.
3. Las áreas definidas de acuerdo con el CRE resultaron más homogéneas que por el CIF. En este segundo caso se observó la generación de gran cantidad de pequeñas unidades de mapeo, lo que hace difícil tanto la representación cartográfica como la interpretación de resultados.
4. Utilizando el CIF resultaron áreas transicionales entre clases "puras" demasiado estrechas, que implicarían cambios abruptos difíciles de ser explicados en la escala del trabajo. Por CRE las clases transicionales son más anchas y se expresan claramente en la cartografía resultante.

El siguiente paso consistió en combinar la información de los siete mapas para obtener uno final en donde se caracteriza la ocurrencia de las clases de magnitudes de tormentas. Esto fue realizado con el módulo de cálculo de mapas (map calculation) del SIG empleado, a partir de operadores lógicos ("Booleanos") que permitieron identificar condiciones incluyentes y excluyeron con base en las tres clases establecidas para cada periodo de retorno.

A partir de los resultados de dicha combinación de mapas, se establecieron finalmente cinco clases (3 clases "puras" y 2 que contienen valores de más de una de las clases anteriores), que se respaldan con valores para los diferentes periodos de retorno: a) bajo, b) de bajo a medio, c) medio, d) de medio a alto y e) alto.

Discusión y resultados

La **figura 1** muestra la distribución de tres de las cinco clases finales (Baja, Media y Alta), obtenidas para cada uno de los periodos de retorno considerados. Una vez combinada la información de estos mapas se definió la coincidencia total de las clases (**figura 2**). Cada una de ellas refiere áreas donde las clases baja, media y alta, respectivamente, son coincidentes en los siete periodos de retorno considerados, por lo cual pueden ser definidas como clases "puras". Poco más del 80% del territorio nacional queda incluido en estas tres clases.

El mapa final también contiene información de clases intermedias o mezcladas (**figura 3 y tablas 2 y 3**). En las clases "baja a media" y "media a alta" se presenta una variación más amplia en los valores de los rangos relativamente mayor a las tres clases referidas anteriormente (**tabla 3**); es decir, se trata de áreas en donde no se presenta coincidencia absoluta de una misma clase en todos los siete mapas considerados. De esta manera, la clase 2 ("baja a media") refiere combinaciones de las clases 1 y 3 (baja a media) originales; asimismo, la clase 4 ("media a alta") indica variaciones entre las clases originales 3 y 5 (media y alta). En ningún caso se presentaron combinaciones entre las clases originales 1 y 5 (baja y alta). En total, estas dos clases intermedias cubren aproximadamente el 19% del área total del país. La **figura 4** muestra gráficamente las tendencias de crecimiento de los valores medios de magnitudes de tormentas máximas en 24 horas para cada uno de los periodos considerados.

De manera general y como era de esperarse, la distribución espacial de las clases guarda una estrecha relación con la topografía del país, siendo las zonas costeras las que reportan los valores más elevados de magnitud de tormentas (**figura 3 y tablas 2 y 3**). Las vertientes oceánicas, tanto atlántica como pacífica, registran las clases superiores, mientras que las vertientes interiores se agrupan en la primera de las cinco clases ("baja"). La influencia de ciclones y la función de la orografía como barrera meteorológica pueden referirse como causa fundamental de este hecho.

Lo anteriormente expuesto coincide con lo reportado por Jáuregui,³ quien asienta que "no hay trecho de costa en México que no esté expuesto a los embates de los ciclones y tormentas tropicales". Según este autor, 330 ciclones afectaron las costas mexicana entre 1962 y 1988. El valor máximo (clase 5, Alta, de la **figura 3**), por ejemplo

³Jáuregui O., E. (1990), "Evaluación del riesgo de ciclones tropicales en las costas de Nayarit-Sinaloa", Memoria del X Congreso Nacional de Geografía, t. I.

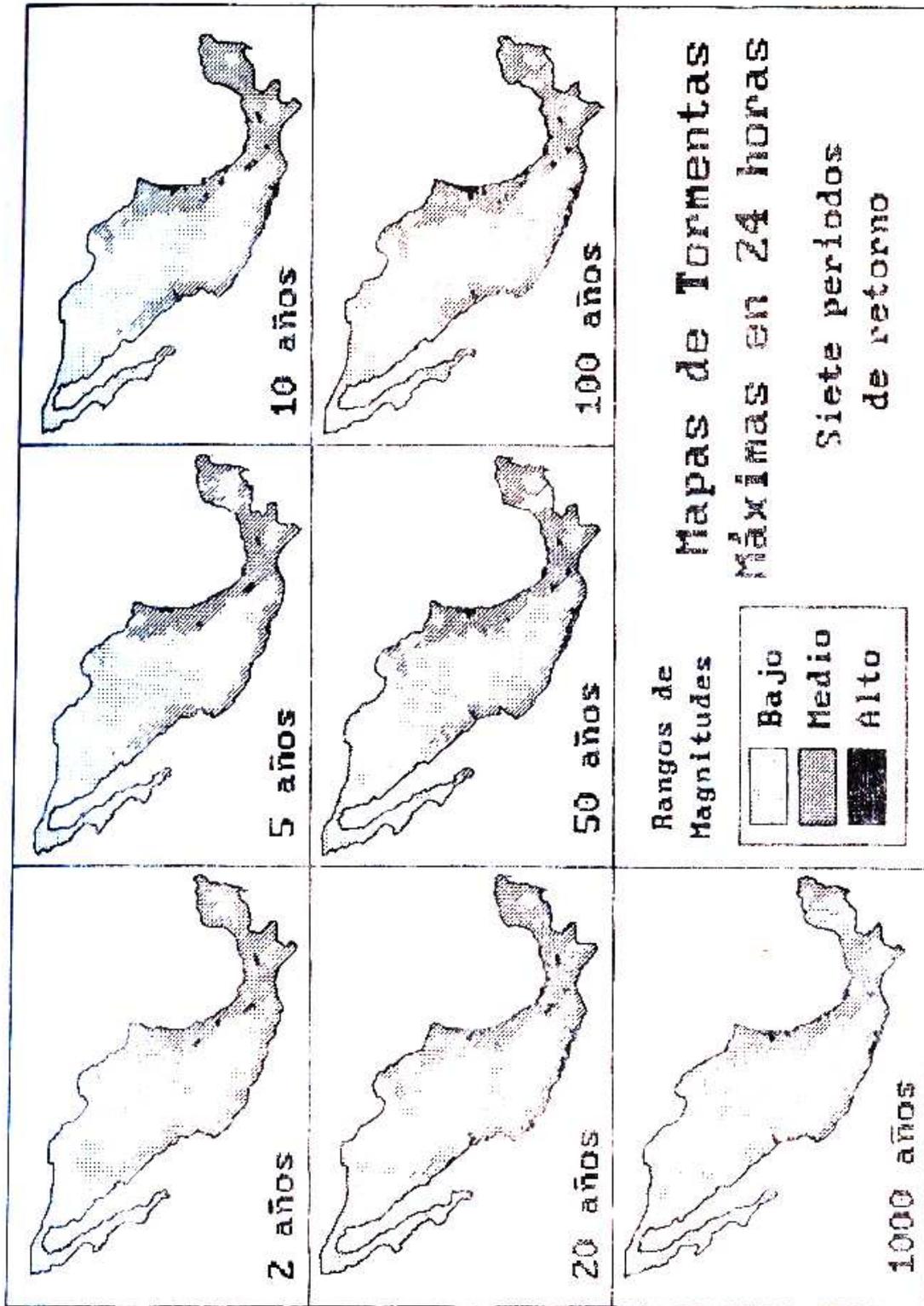


Figura 1. Mapas de zonificación de tormentas máximas probables en 24 horas para los siete periodos de retorno considerados. (Véanse los valores de los rangos en la tabla 3, clases 1, 3 y 5; bajo, medio y alto, respectivamente.) Escala aproximada 1:50 000 000.

**ZONIFICACION DE TORMENTAS MAXIMAS
PROBABLES EN 24 HORAS (Clases puras y combinadas)**

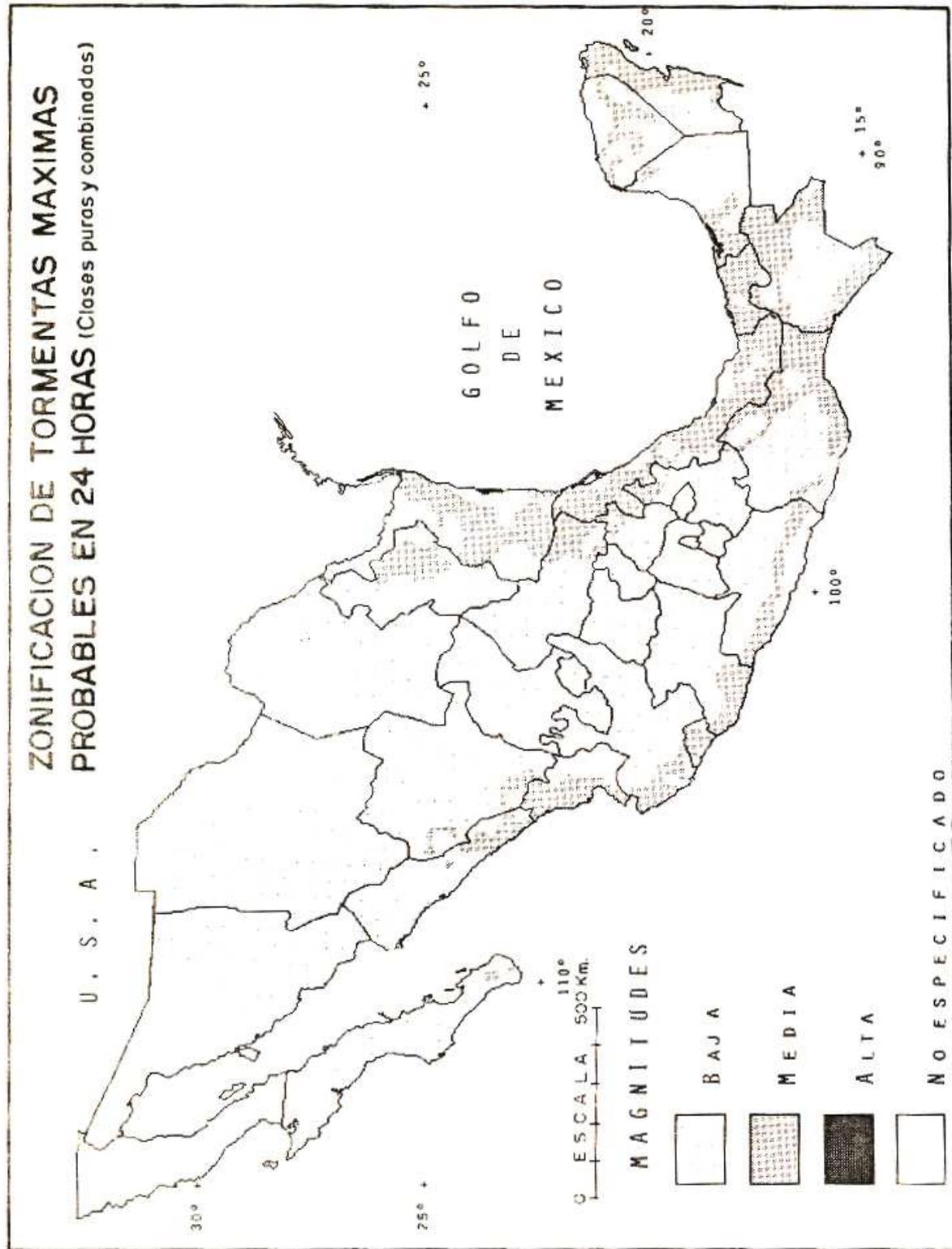


Figura 2. Mapa de zonificación de tormentas máximas probables en 24 horas. Las áreas sombreadas simbolizan a las clases "puras" (81% del área total del país) y las no sombreadas corresponden a las clases "mezcladas" o "combinadas" (19%).

Tabla 2. Promedios de magnitudes de tormentas máximas probables en 24 horas para cada uno de los periodos de retorno considerados (figura 3). Clase 1=Baja; Clase 2=Baja a Media; Clase 3=Media; Clase 4=Media a Alta; Clase 5=Alta.

Promedios de magnitudes de tormentas máximas en 24 horas (en mm) por periodo de retorno (en años)

Clase	2 años	5	10	20	50	100	1 000
1	48	72	85	101	120	132	177
2	81	123	147	175	207	228	305
3	111	167	199	238	281	311	418
4	139	231	287	341	410	468	613
5	168	298	365	413	534	616	833

Tabla 3. Rangos de magnitudes de tormentas máximas probables en 24 horas para cada uno de los periodos de retorno considerados (véase figura 3). * Clases "puras" (81% del área total) ** Clases "mezcladas" (19%). Clase 1=Baja; Clase 2=Baja a Media; Clase 3=Media; Clase 4=Media a Alta, Clase 5=Alta.

Rangos de magnitudes de tormentas máximas en 24 horas (en mm) por periodo de retorno (en años)

Clase	2 años	5	10	20	50	100	1 000
1*	0-80	0-120	0-133	0-160	0-200	0-217	0-317
2**	0-160	0-240	0-270	0-320	0-400	0-434	0-634
3*	80-160	120-240	133-270	160-320	200-400	217-434	317-634
4**	80-240	120-360	133-400	160-480	200-600	217-650	317-950
5*	160-240	240-360	270-400	320-480	400-600	434-650	634-950

**ZONIFICACION DE TORMENTAS MAXIMAS
PROBABLES EN 24 HORAS (7 Periodos de retorno)**

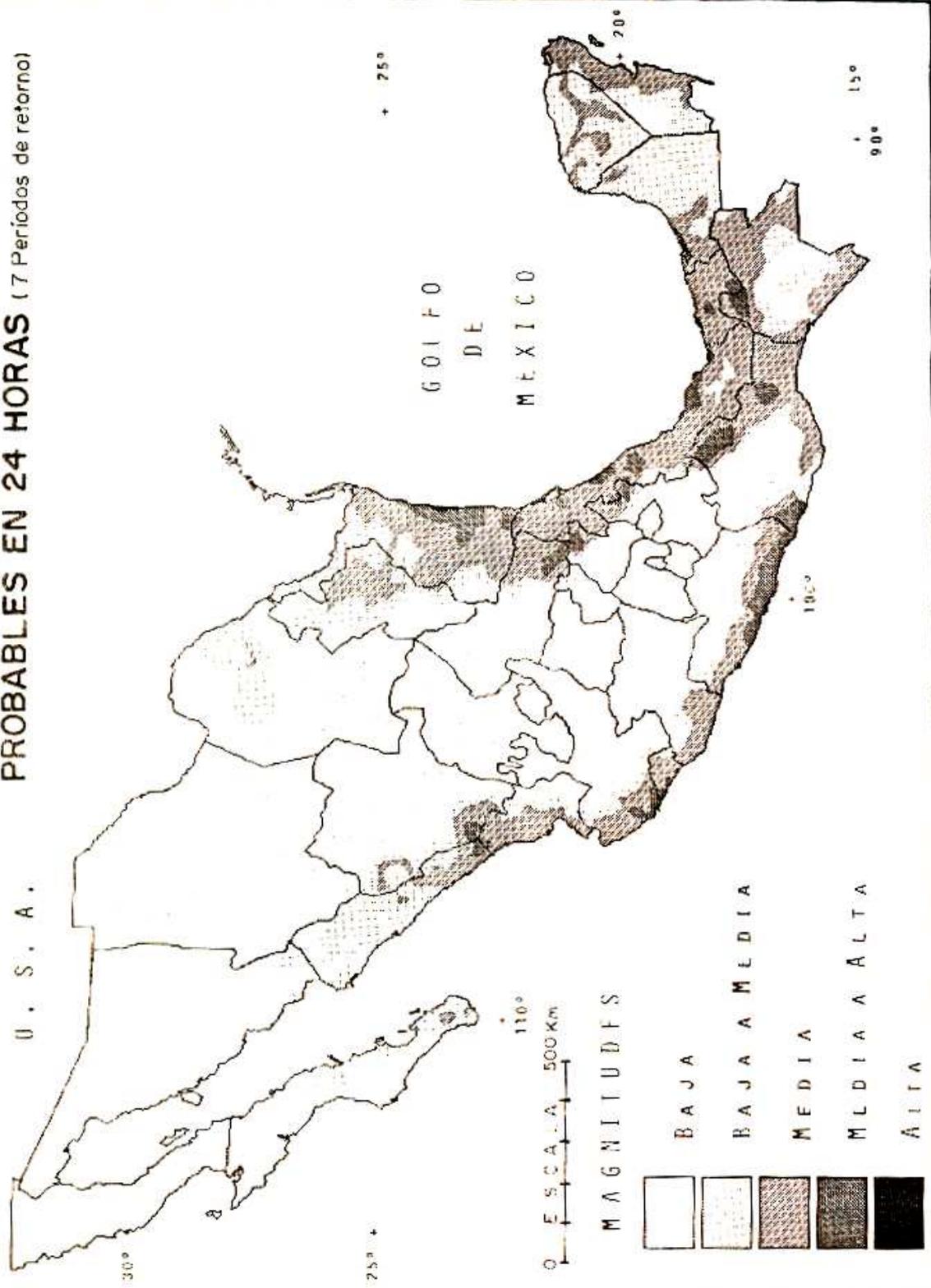


Figura 3. Mapa final de zonificación de tormentas máximas probables en 24 horas. Las áreas sombreadas simbolizan tanto a las clases "puras" (baja, media y alta) como a las "combinadas" (baja a media y media a alta).

coincide con una de las zonas reportadas como de mayor frecuencia de ciclones en la porción noreste del estado de Tamaulipas (Instituto de Geografía, UNAM, en prensa).

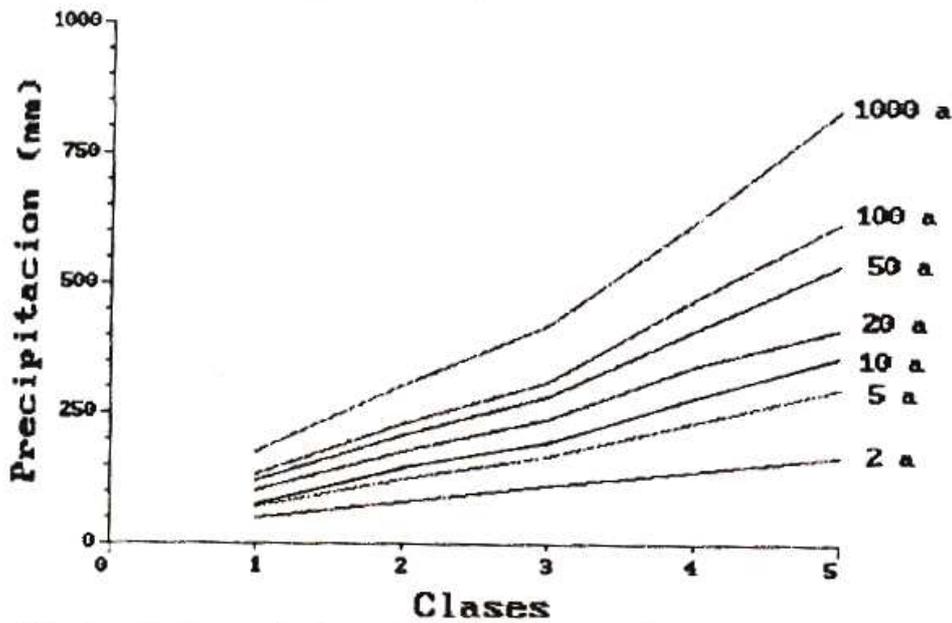


Figura 4. Tendencia de crecimiento de los valores medios de magnitudes de tormentas máximas probables en 24 horas (precipitación en mm) en los siete periodos de retorno considerados (a=años) para las cinco clases del mapa final (véase figura 3 y tabla 2).

Para el caso de la costa pacífica, en donde se reporta el área de mayor frecuencia de ciclones para todo el país (sur de Baja California),⁴ las clases varían de “media” a “media y alta”. Igualmente, coinciden los resultados aquí presentados con los del citado autor para el área que va desde la costa norte de Jalisco a sur de Sonora.

Regionalmente, el arreglo espacial de las magnitudes de tormentas máximas probables en 24 horas, para los periodos de retorno mencionados, es distinto, sobre todo cuando se hace la comparación entre las vertientes del Golfo de México y del Pacífico.

Vertiente del Océano Pacífico

Para la costa del Pacífico hay una clara zonificación en fajas o bandas paralelas dispuestas entre el parteaguas general y la línea de costa, siguiendo el contorno de ambos elementos del relieve a lo largo de la vertiente externa de la Sierra Madre del Sur. Dichas franjas tienen una amplitud homogénea (casi continua) paralela a la costa, a lo largo de la vertiente; además, existe una evidente estratificación de las clases por pisos altitudinales, lo cual pone en evidencia el carácter orográfico de las tormentas

⁴Op. cit., pág. 247.

máximas y su relación con el ascenso forzado del aire húmedo.

Las magnitudes de tormentas correspondientes a la clase 4 (media a alta de la **figura 3**) se distribuyen desde el nivel del mar hasta altitudes de 500 m aproximadamente. Los máximos no se presentan en las planicies costeras, sino en un sector correspondiente a las estribaciones de la sierra (entre los 100 y 400 m).

La clase 3 (media) es la segunda en importancia, por su extensión y distribución, toda vez que constituye una franja casi continua desde el estado de Chiapas al sur de Sinaloa. Dicha franja se amplía en esta última zona, debido principalmente al paso frecuente de ciclones y a cambios en la dirección de los ejes orográficos que se desprenden del sistema principal de la Sierra Madre Occidental. La zonificación de esta clase se encuentra comprendida en un rango altitudinal muy amplio (200 a 1 000 m) y se interna notablemente hacia el continente.

La franja definida por la clase 3 (media) de la vertiente del Pacífico se interrumpe en tramos cortos, los cuales coinciden con depresiones o valles amplios que cortan el parteaguas de la Sierra Madre del Sur, esto se puede observar en la Depresión del Río Ameca en Jalisco, así como la amplia entrante del valle del Río Verde en Oaxaca y en la discontinuidad de la divisoria de aguas de la Sierra Madre de Chiapas, en la localidad de Arriaga. Dichos tramos no presentan valores de la clase 3 (media), debido a la falta de rasgos topográficos prominentes, es por ello que en estas porciones se presenta la clase 2 (de transición de valores bajos a medios).

El arreglo espacial de la clase 2 (baja a media) se circunscribe a las porciones altas, normalmente comprendidas entre los 1 000 y los 2 000 m, teniendo como límite de techo ascensional a los parteaguas de los principales ejes orográficos.

Vertiente del Golfo de México

Para la vertiente del Golfo de México las características de distribución son diferentes, condicionado esto por la mayor extensión de la llanura y de áreas con relieve bajo, lo mismo que a una mayor influencia de los vientos del Este y ciclónicas.

La clase 5 (alta, **figura 3**) se restringe a un área estrecha del litoral del estado de Tamaulipas, porción donde es frecuente la presencia de trayectorias ciclónicas con entrada al continente. Debe hacerse notar que la extensión de esta clase es mínima debido a la reducida extensión de esta clase en el mapa del periodo de dos años (**figura 1**). Si se observan los mapas de los seis periodos de retorno restantes el área considerada

es notablemente mayor; es decir, si no se tuviese un área tan reducida en el mapa mencionado (2 años) el área clasificada como clase (**figura 3**) sería considerablemente más extensa.

La clase 4 (media a alta, **figura 3**) se distribuye con dos modalidades. La primera se presenta de manera dispersa sobre el litoral, formando núcleos con una mayor superficie en el área de Tamaulipas, debido al paso frecuente de trayectorias ciclónicas. Una excepción en esta zona litoral es el del declive a barlovento de la Sierra de Los Tuxtlas en el estado de Veracruz, en donde se deduce el efecto de lluvia orográfica.

El segundo arreglo espacial es el que está condicionado por la Sierra Madre Oriental. Son áreas dispuestas entre las cotas de 500 a 1 500 m de altitud, relacionadas probablemente con el piso en donde tienen lugar los niveles altos de condensación.

La clase 3 (media, **figura 3**) tiene amplia distribución a lo largo y ancho de la llanura costera y estribaciones de la Sierra Madre Oriental; se encuentra influenciada por los vientos del Este, ciclones y en menor medida por los "nortes". Las sierras adyacentes al estrechamiento continental (Sierra de Juárez, Mixe y Montañas Septentrionales de Chiapas) modifican la trayectoria de los vientos del Este concentrándolos en el Istmo de Tehuantepec; este hecho y la ausencia de una barrera orográfica en el istmo, condicionan un corredor de vientos, en donde la influencia hidrometeorológica del Golfo de México es de tal magnitud, que se deja sentir hasta la costa del Océano Pacífico.

Cabe mencionar que la clase 2 (**figura 3**) en ocasiones se encuentra rodeada por áreas de la clase 3 debido al efecto de sombra o barrera que ejercen los rasgos orográficos prominentes, como ocurre con la Sierra de Los Tuxtlas; a sotavento se disponen porciones con una menor tendencia a la presencia de tormentas máximas.

La clase 2 (baja a media) se distribuye en una franja continua y estrecha siguiendo las porciones altas de la Sierra Madre, excepto para la Península de Yucatán, en donde se presenta un extensa área que cubre el centro y occidente de la misma. Esto sucede debido a que una parte de las trayectorias ciclónicas se desvían antes de cruzar la península y a que pierden parte de su energía durante el recorrido en tierra firme.

Vertientes interiores y península de Baja California

Las magnitudes de la clase 1 (baja, **figura 3**) se distribuyen hacia las vertientes interiores, desde los valles centrales de Oaxaca hasta los estados fronterizos con Estados Unidos, y la península de Baja California como resultado de algunos factores del clima.

Por un lado, la distribución de los valores permite reconocer la influencia de los sistemas orográficos principales y su papel como barreras meteorológicas. Las vertientes interiores son vertientes a sotavento, lo cual explica en buena medida la distribución de la clase mínima representada en el mapa resultante. También es importante la ausencia en la porción central del país de gradientes altitudinales tan contrastantes como en el caso de las vertientes marinas.

En la porción norte del país, así como en la península de Baja California la latitud juega también un papel determinante en los resultados obtenidos. Por último, en la península debe considerarse también la influencia de corrientes marinas frías, que implican menores posibilidades de evaporación de las aguas oceánicas.

El estado de Chiapas merece una interpretación particular debido a que se presentan en él cuatro de las cinco clases finales (figura 3). Las áreas con valores de clase 1 (baja) se concentran en la Depresión Central Chiapas donde los valores altitudinales van de los 200 a los 800 m, esta clase se encuentra circunscrita por la clase 2 (baja a media) condicionada por las estribaciones de la Sierra Madre de Chiapas y la Meseta de San Cristóbal, la explicación de esta distribución probablemente se deba a la baja altitud y al efecto de sombra orográfica a sotavento.

Las clases 3 y 4 (media y media a alta, respectivamente) se distribuyen a lo largo de las montañas del norte de Chiapas, que reciben a barlovento a los alisios y ciclones, con el consecuente ascenso obligado de las masas de aire, por dicha barrera orográfica.

Consideraciones finales

La información incluida en el mapa resultante simplifica la definición de áreas con presencia de tormentas máximas probables en 24 horas, esto puede ser útil para conocer la susceptibilidad del territorio al riesgo potencial que representan dichas tormentas. Éstas están asociadas comúnmente a los problemas derivados de los procesos de escorrentía concentrada (crecidas, inundaciones, etc.) que provocan pérdidas humanas, destrucción de cultivos, vías de comunicación, presas, bordos, etc.; o bien, a la aceleración de procesos en la dinámica hidrológica de las laderas (por ejemplo, destrucción acelerada de tierras, remoción en masa, etc.).

Es evidente que hay una íntima relación entre la presencia de las tormentas y la orografía, pero las modalidades en su arreglo y magnitud están determinadas por el valor altitudinal del relieve, por la orientación en el trazo de los ejes orográficos, y por el efecto combinado de la distancia entre la línea de costa y los declives de las laderas.

Prueba de ello es la no coincidencia de las magnitudes de tormentas, en la distribución del escalonamiento de los pisos altitudinales, entre la vertiente del Golfo y del Pacífico.

Desde el punto de vista metodológico debe aclararse que el mapa y los resultados finales se encuentran íntimamente relacionados con los criterios de clasificación utilizados para definir los rangos empleados. Es evidente que la consideración de otros rangos y por consecuencia de otras clases, hubieran dado resultados distintos, aunque con seguridad las tendencias de distribución tendrían un arreglo similar. Los resultados presentados deben apreciarse, entonces, en función de la clasificación utilizada.

Por otra parte, la aplicación de Sistemas de Información Geográfica, probó ser una herramienta útil para la combinación de variables con representación espacial y tabular (mapas, tablas: de clasificación y de rangos), y de carácter multitemporal -para este caso con diferentes periodos de retorno- además de que facilitó la realización de los cálculos y procedimientos para el manejo de la información de una manera más rápida y precisa.

Reconocimientos

Se agradece ampliamente a la geógrafa Laura Luna, al geógrafo Emanuel Pérez y a Beatriz Chimal por su colaboración en la digitización de los mapas fuente. Así como también a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Colima, por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

Referencias

- Herschfield, D. (1963), "Método para estimar las tormentas máximas probables en diversas frecuencias", *Amer. Soc. of Civ. Eng. Transactions*, vol. 128, parte I, (documento núm. 3431), EUA.
- Instituto de Geografía, Atlas Nacional de México, Hoja V.2.9 Zonas susceptibles a desastres por fenómenos naturales, Mapas de frecuencias de ciclones tropicales (Fenómenos Hidrometeorológicos), tomo II, IV. Naturaleza, V. Medio Ambiente, 2. Estado de los componentes naturales del medio ambiente, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Jáuregui O., E. (1990), "Evaluación del riesgo de ciclones tropicales en las costas de Nayarit-Sinaloa", Memoria del XII Congreso Nacional de Geografía, tomo I, Tepic, marzo de 1990, págs. 244-256.
- SRH (1976), "Boletín de tormentas máximas observadas y probables en México (hasta 1974)", Secretaría de Recursos Hidráulicos, México, D.F.
- Vaienzuela, C. (1988), "ILWIS Overview", *ITC Journal*, 1988-1, págs. 3-14.