

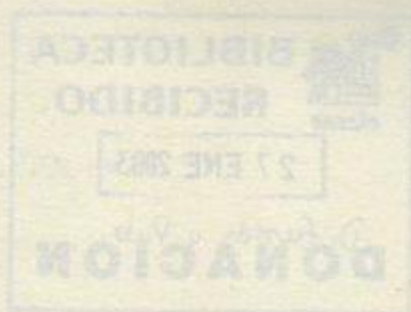


Descubriendo tornados.
**El caso del tornado
de Tzintzuntzan**

Jesús Manuel Macías Medrano

553
3D
050295/05 0737





Reyes Tamez Guerra

Secretario de Educación Pública

Jaime Parada Ávila

Director general del Consejo

Nacional de Ciencia y Tecnología

Rafael Loyola Díaz

Director general del CIESAS

Fernando I. Salmerón Castro

Director académico del CIESAS

Diego García del Gállego

Subdirector de Difusión y Publicaciones

del CIESAS

Descubriendo tornados en México.

El caso del tornado de Tzintzuntzan

Descubriendo tornados en México.

El caso del tornado de Tzintzuntzan

José Manuel Martínez Melgarejo



CENTRO DE INVESTIGACIONES
Y ESTUDIOS SUPERIORES EN
ANTROPOLOGÍA SOCIAL

BIBLIOTECA

antropología
CIESAS

00050297

551.553

M313d Macías M., Jesús Manuel.

E, 3

Descubriendo tornados en México. El caso del tornado de Tzintzuntzan / Jesús Manuel Macías M. -- México : CIESAS, 2001.

176 p. : il. tbs. ; 22 cm. -- (Antropologías)

Incluye bibliografía, hemerografía y anexos.

ISBN 968-496-456-0

1. Tornados - Tzintzuntzan, Michoacán - Historia. 2. Tornados, sistemas de alarma - México - Michoacán.
3. Tzintzuntzan, Michoacán - tornado, 2000. 4. Tornados (en religión, folclore, etc.) . 5. Meteorología . México - Tzintzuntzan, Michoacán. I. t. II. Serie.

Portada: Gabriel Salazar Enciso

Cuidado de textos: Felipe Sierra Beamonte

Tipografía y formación: Laura Roldán Amaro



© Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, 2001
Hidalgo y Matamoros s/n
Col. Tlalpan, C.P. 14000
México, D.F.
difusion@juarez.cieras.edu.mx

ISBN 968-496-456-0

50 297

Índice

*Dedicado, como se debe y ya sin demora,
va este libro a Carolina Serrat Viñas,
compañera de mi vida*

Introducción	1
Capítulo I. El mundo	15
Capítulo II. El hombre	35
Capítulo III. El lenguaje	55
Capítulo IV. El pensamiento	75
Capítulo V. El arte	95
Capítulo VI. La ciencia	115
Capítulo VII. La filosofía	135
Capítulo VIII. La religión	155
Capítulo IX. La política	175
Capítulo X. La economía	195
Capítulo XI. La sociología	215
Capítulo XII. La psicología	235
Capítulo XIII. La pedagogía	255
Capítulo XIV. La medicina	275
Capítulo XV. La biología	295
Capítulo XVI. La física	315
Capítulo XVII. La química	335
Capítulo XVIII. La astronomía	355
Capítulo XIX. La geología	375
Capítulo XX. La historia	395
Capítulo XXI. La geografía	415
Capítulo XXII. La etnología	435
Capítulo XXIII. La lingüística	455
Capítulo XXIV. La filología	475
Capítulo XXV. La literatura	495
Capítulo XXVI. La música	515
Capítulo XXVII. La pintura	535
Capítulo XXVIII. La escultura	555
Capítulo XXIX. La arquitectura	575
Capítulo XXX. La jardinería	595
Capítulo XXXI. La horticultura	615
Capítulo XXXII. La agricultura	635
Capítulo XXXIII. La ganadería	655
Capítulo XXXIV. La caza	675
Capítulo XXXV. La pesca	695
Capítulo XXXVI. La recolección	715
Capítulo XXXVII. La industria	735
Capítulo XXXVIII. El comercio	755
Capítulo XXXIX. El transporte	775
Capítulo XL. La comunicación	795
Capítulo XLI. La información	815
Capítulo XLII. La cultura	835
Capítulo XLIII. La educación	855
Capítulo XLIV. La formación	875
Capítulo XLV. La capacitación	895
Capítulo XLVI. La actualización	915
Capítulo XLVII. La especialización	935
Capítulo XLVIII. La profesionalización	955
Capítulo XLIX. La certificación	975
Capítulo L. La acreditación	995

Índice

Introducción	11
Tornados en México	21
Descubrimiento de un tornado	21
Tromba azota Tzintzuntzan	22
¿Tornados en México?	27
Tornados o turbonadas	44
Testimonios históricos de tornados en México	47
Testimonios del presente	47
Testimonios históricos	52
Catalogados como huracán	53
Catalogados como “lluvias abundantes”	57
Catalogados como “granizada”	58
Catalogados como “viento”	59
Catalogados como “inundación”	60
Tornados en las mitologías prehispánicas y reminiscencias actuales	61
Los tornados, su meteorología y su significado como amenazas	69
Gestación	70
Clasificación de tornados	73
Intensidad y movimiento	74
Formas de los tornados	76
Tornados “no supercelda”	78
Los tornados como amenazas. Acciones de protección y mitigación	80

Tornados como fenómenos naturales potencialmente desastrosos (FNPD)	81
Acciones de protección y mitigación contra tornados	84
Medidas estructurales	84
Otras acciones no estructurales	88
Antes de la ocurrencia del tornado	93
Durante la ocurrencia de un tornado	95
Después de la ocurrencia de un tornado	96
Monitoreo y detección de tornados. Sistema de alerta	96
Monitoreo	97
El radar meteorológico	99
Sistema de alerta	100
Aproximación al sistema de alerta y los preparativos	102
El tornado de Tzintzuntzan	107
Las condiciones meteorológicas generales del 26 de agosto de 2000	107
Tornados en Michoacán	113
Mitología tarasca	114
Pueblo de Tzintzuntzan	121
Ocurrencia y respuesta social	127
La ocurrencia del tornado y la respuesta social	129
El comportamiento de protección	136
Los fundamentos del comportamiento protectorio	138
La quema de palma bendita	139
“Cortar” de lejos el tornado	141
Respuestas protectorias reales y “simbólicas” frente al tornado	145
Comportamiento oficial. Las respuestas institucionales	147
¿La recuperación?	150
Anexos	157
Bibliografía	167
Hemerografía	174

Introducción

Este trabajo trata de un “descubrimiento” científico: en México ocurren tornados y estos fenómenos naturales potencialmente desastrosos deben agregarse a los inventarios de las amenazas naturales de nuestro país.

Existe la idea muy difundida de que los tornados no ocurren en nuestro país, y esa es una afirmación que no requiere ser comprobada. Otra realidad, que tampoco necesita de mayores esfuerzos para ser comprobada, es que los tornados no están en el inventario de las amenazas naturales en México. En ningún documento formal, como el atlas de “riesgos”, son considerados como tales.

En este trabajo se muestran otros componentes de nuestra realidad que tiene que ver con esos fenómenos naturales. A lo largo de la obra se podrá ver que los tornados no solamente han existido y existen en México, sino que son frecuentes a lo largo de la geografía nacional y en nuestra historia se pueden recoger evidencias de su presencia. Son, la mayoría de ellos, un tipo de tornados considerados como “débiles”¹ y han sido denominados y clasificados por los meteorólogos estadounidenses como *landspout* o tornados no supercelda. Valga precisar que justamente los tornados supercelda son los característicos destructores ocasionales de las praderas estadounidenses,

¹ Tornados débiles sería mi traducción a la denominación inglesa de *weak tornadoes* con la que se refieren a los llamados tornados *landspout* los meteorólogos estadounidenses.

tan publicitados por los medios de comunicación. Sin embargo, hay evidencia de que este tipo de tornados, los supercelda, ocurren en México.

En términos contundentes puedo señalar que, siendo portador de la misma creencia de la inexistencia de tornados en México, quedé perplejo cuando observé un fenómeno de este tipo ocurriendo a relativamente pocos kilómetros de distancia de mi lugar de residencia en la ciudad de Morelia, Michoacán; ello concentró mi atención y, repito, me causó perplejidad. El 26 de agosto del año 2000 observé una noticia televisada que informaba del paso de una "tromba" en el pueblo de Tzintzuntzan, antigua cabecera del imperio Tarasco en la ribera del lago de Pátzcuaro. La nota hacía referencia a una "tromba", y este término es ambiguo, encierra la idea de una suma concentrada de lluvias con fuertes vientos. La palabra *tromba* literalmente se refiere a un tornado que ocurre en el mar, sin embargo, y a pesar de que los reportes de los medios de comunicación masiva usan mucho este término para referirse a una tormenta repentina importante que reúne las características que señalé líneas arriba, yo presencié imágenes de un tornado en esa ocasión.

Voy a comentar brevemente acerca de la palabra "tromba" porque generó en mí una interrogación mayor. La ambigüedad del término y su consecuente confusión para referir un fenómeno meteorológico determinado ha sido tan común, que resulta prácticamente incomprensible —lo digo desde luego en un sentido irónico— establecer algún intento de clarificación. Recuerdo que en 1993 organicé en el CIESAS un seminario de análisis sobre el papel de la "Ciencia, los medios de comunicación y la toma de decisiones" en relación con la prevención de desastres. A ese acto asistieron funcionarios gubernamentales y no gubernamentales relacionados con la denominada protección civil. Uno de los asistentes era y es un meteorólogo comisionado por el Servicio Meteorológico Nacional que tenía notoriedad pública por ser una figura identificada con varias emisiones noticiosas tanto de la televisión como de la radio. En esa ocasión quise aprovechar la presencia del meteorólogo para tratar de entender, por fin, de lo que se trataba una tromba. En una de las sesiones y frente a todos los asistentes le solicité nos explicara lo que era ese

fenómeno, y recuerdo que con toda amabilidad ofreció, lo mejor que pudo, una explicación. También recuerdo que luego de su explicación no logré claridad respecto a las características de la tromba y tampoco fue mi prioridad hacerlo. Navegamos en tormentosos mares de dudas y de conocimientos a medias que nos exigen muchas veces establecer prioridades inexorables. Tuve que esperar algunos años para acceder al entendimiento de todo ello.

Entonces, resulta que las trombas han sido, en buena parte, no fenómenos, sino los términos que han encubierto a los tornados mexicanos. Pero no sólo las trombas. A lo largo de la investigación que aquí presento la ocurrencia de los tornados mexicanos fueron apareciendo con mucha fuerza pero también con muchos nombres. El más común es el de "culebra de agua", "culebra de lluvia" o simplemente "culebra". También se le llama, por asociación de forma, "víbora". Hay otros nombres, como "manga de agua" y "turbonada".

En realidad "descubrir" que los tornados mexicanos existen y se ocultan tras múltiples nombres no ha resultado tan fascinante como la "aparición" de las formas en las que los diversos habitantes del territorio nacional, principalmente la población del ámbito rural, han mantenido relación con ese tipo de fenómenos. A propósito de los tornados, el investigador consideró la posibilidad de que la ocurrencia del tornado impactara marcadamente a los antiguos pobladores del México prehispánico, por ello sugiero al lector que en las mitologías mesoamericanas se recogen y dan sentido simbólico al tornado.

Sin embargo, la relación actual de los mexicanos del medio rural con las "culebras", tal como pude observar en las respuestas de los tzintzuntzeños sobre el tornado del 26 de agosto de 2000, me ha impresionado de manera particularmente notable. Esa relación nada tiene que ver con la noción meteorológica o científica del fenómeno. No puede ser así, en tanto para esta población los tornados no han existido en México. Entonces se trata de una relación a través del universo simbólico de los mexicanos, mejor comprendida por la vía de la asimilación religiosa.

En esa relación se puede dibujar el significado del llamado sincretismo, esa mezcla funcional de creencias religiosas que toman la forma final de una de ellas, la dominante. En los capítulos que componen esta obra me ocupé con detalle de las particularidades de estas formas de relación a partir de la experiencia de Tzintzuntzan. Debo llamar la atención sobre una de las implicaciones, en ese estado de cosas, respecto a la ocurrencia y las maneras como se han interpretado a los tornados en nuestro país.

Estableceré, por tanto, una serie de consideraciones vinculadas a esta implicación:

1. Los tornados han existido en México a través de su historia como fenómenos naturales potencialmente desastrosos. Como fenómenos naturales, no han tenido una "atención" científica como otros fenómenos, digamos, los huracanes.
2. Los tornados no han tenido "atención" científica y no por ello han dejado de existir. Han ocurrido y su presencia se ha asimilado por medio de la explicación religiosa. El fenómeno natural tornado —oculto por y para la ciencia mexicana— se desenvuelve en la existencia real con la asimilación simbólica. Lo que representa el tornado, el poder destructivo, también ha sido combatido por esos medios y recursos simbólicos.
3. Los tornados mexicanos, en consecuencia, no tienen reconocimiento "oficial" y por lo tanto implican "responsabilidad" para las instancias gubernamentales que tienen obligación de procurar la seguridad de las vidas y de los bienes de los ciudadanos mexicanos.

Derivado de esto es que la población mexicana expuesta a la ocurrencia de ese tipo de fenómenos se encuentra en un estado muy vulnerable. Los tornados son una amenaza real en el sentido de lo "realmente existente", no son sólo una amenaza simbólica, como ha sido tratado durante siglos. El desconocimiento de la amenaza de los tornados hace imposible evaluar el

riesgo de su ocurrencia. Por ello, un primer paso es reconocer su existencia para incorporarlos a los inventarios de amenazas.

Muchos colegas de las ciencias de la atmósfera seguramente se sentirán afectados por los comentarios de esta publicación, pero lo menos que se puede encontrar aquí son intenciones de mala fe respecto a la insuficiente atención del sector científico a los tornados. Es fundamental señalar, con contundencia, que se requiere dar una mayor atención al desarrollo de la meteorología académica y operativa en el país, y ello no depende sólo de los científicos de la atmósfera, ya que hay una clara responsabilidad gubernamental no ejercida al respecto. Pero es vital reconocer también que la inexistencia de los registros de ocurrencia de tornados en México no justifica minimizarlos en cuanto a los impactos desastrosos, como ya he escuchado en las diversas discusiones que he generado en conferencias y otras reuniones académicas en las que he expuesto el caso del tornado de Tzintzuntzan. De la misma manera que es difícil afirmar que estos fenómenos han sido muy costosos para la sociedad mexicana, también resulta poco válido afirmar que han tenido poca importancia y sus efectos son reducidos. Invito, por tanto, a observar el caso concreto del tornado de Tzintzuntzan que trato aquí para ampliar las perspectivas de consideración del riesgo.

Después de lo expuesto es fundamental advertir que este trabajo no pretende ser una suerte de "tratado" o "manual" meteorológico sobre los tornados. Esa es la tarea de un experto que en nuestro país aún no se encuentra fácilmente. Sin embargo, he tenido cuidado de ofrecer los elementos que me han parecido suficientes para entender la meteorología de los tornados. Esta aclaración, espero, deberá ser puntual para estimar con justicia el alcance que en este sentido se ha buscado.

Recurrir a la literatura estadounidense sobre los tornados no debe ser siquiera un aspecto que llame a sorpresa, sospecha o despecho. En ese país se ha logrado el mayor avance científico sobre el análisis de los tornados, tanto en el conocimiento del fenómeno atmosférico como en los aspectos de sus pronósticos y la vinculación de todo ello con los sistemas de alerta y los avan-

ces en materia de preparativos para emergencias y en la planificación preventiva. Por ello, el material de investigadores estadounidenses, es un referente obligado.

Quisiera ahora comentar acerca de la manera como está organizada la exposición de los diferentes apartados de este trabajo.

En el primer capítulo presento los aspectos generales del tornado de Tzintzuntzan, que tiene una doble importancia. Primero el elemento sorpresa, en cuanto su noticia abrió las puertas para hacer esta investigación. Segundo, se reproducen las "imágenes" del mismo que transmitieron los medios de comunicación escrita en el estado de Michoacán. También se tratan los tornados en México y se remite igual tanto a los testimonios y evidencias de su existencia como a las formas que fue adoptando su desconocimiento y falta de consideración por las estructuras científicas y por las esferas gubernamentales. Una cosa fundamental de todo ello es la ausencia de registros sistemáticos que permitieran tener certeza de la frecuencia con la cual se presentan.

En el segundo capítulo se tratan elementos testimoniales y otras evidencias de las ocurrencias de tornados en México, desde el presente hasta una introducción somera al pasado, en los siglos XIX y XX. También se sugiere la aprehensión de estos fenómenos en los elementos míticos de las culturas prehispánicas.

El capítulo tercero entra frontalmente en la consideración de los tornados como fenómenos meteorológicos que tienen características reconocidas en cuanto a su génesis, desarrollo y formas. Su clasificación y la escala de intensidad/magnitud es considerada también. Lo siguiente es la perspectiva de observación de los tornados concretamente como Fenómenos Naturales Potencialmente Desastrosos (FNPD), como he caracterizado a este tipo de fenómenos. En este mismo capítulo he decidido incluir algunos de los elementos que se han producido en Estados Unidos para orientar el comportamiento de emergencia de la población expuesta a ellos. Me pareció importante hacerlo en tanto en general la población mexicana se encuentra en un absoluto estado de indefensión. Acudo a dos fuentes principales que son la agencia

estadounidense de manejo federal de emergencias, mejor conocida por sus siglas en inglés como FEMA y a la Cruz Roja de ese país, que también ha desplegado importantes acciones de información y comunicación de riesgo.

Es evidente que requerimos la producción propia de material de difusión para prevenir las emergencias por tornados, y nuevas guías de respuesta para facilitar un comportamiento social más efectivo en cuanto a la reducción de los efectos adversos de estos fenómenos. Esa es una tarea pendiente, pero debo ser tajante en cuanto a afirmar que el hecho de no disponer de recursos no nos debe obligar a desarrollar otros medios de orientación.

Una parte final de este capítulo trata de los aspectos del monitoreo y detección de los tornados que se han desarrollado también en el vecino país del norte, ya que es en este lugar, como he señalado antes, en donde se ha logrado un mayor avance tecnológico y científico sobre la materia. Adicionalmente, toco el tema relacionado con el sistema de alerta contra tornados que han desarrollado los estadounidenses y que ha demostrado tener un confiable grado de eficiencia. Lo presento fundamentalmente como un ejemplo de acercamiento a la mitigación "de última instancia" de los efectos adversos de los tornados.

En el capítulo cuatro observo el caso particular del tornado de Tzintzuntzan; inicio en realidad con un agregado que ofrece inicialmente una mirada a las condiciones meteorológicas del día en que el tornado ocurrió. Se presentan los datos e imágenes meteorológicas disponibles, que sin duda son insuficientes para comprender las particulares condiciones que permitieron la formación del tornado. En realidad lo que la información muestra son precisamente las necesidades de tener un desarrollo de la meteorología de meso escala o de escala media. De otra manera las estructuras técnicas y operativas de nuestras organizaciones meteorológicas serán inútiles respecto al entendimiento de los tornados, sus pronósticos y registros.

Continúa el capítulo con la muestra por separado de algunos testimonios y registros de tornados en el estado de Michoacán. Continúa con las posibles relaciones del fenómeno *tornádico* mencionadas en la poca estudiada mitología

tarasca y termina aludiendo a la ocurrencia espacial del tornado en Tzintzuntzan. En este subapartado ofrezco un marco de comprensión global del pueblo, de la comunidad, vista en el plano de los efectos destructivos a partir de las características de la forma de espaciación del pueblo y el patrón de daños de los tornados.

En el capítulo cinco resumo mis observaciones respecto a las reacciones de los habitantes de Tzintzuntzan, tanto los que conforman a la población afectada como a los funcionarios municipales y a las organizaciones de emergencia que intervinieron en el caso del tornado. Este capítulo cubre las diferentes formas en que los tzintzuntzeños se protegieron ante el fenómeno. Por la vía simbólica o por la real, he concluido que frente al paso del tornado los pobladores del multicitado pueblo michoacano acudieron a diferentes formas de protección, y ese es un elemento, valga decirlo, que refuerza la consideración de que las respuestas de la población civil frente a las emergencias, si están dominadas por algo es por el afán de protección y no por el pánico, como reza un "mito genial" en los estudios de los desastres.

Las respuestas oficiales y de las organizaciones de atención de emergencias públicas estuvieron marcadas por la ignorancia del fenómeno, que por otra parte puede ser observada a través de los reportes del caso realizados por los mismos miembros de esas organizaciones. También esas respuestas estuvieron influenciadas por la falta de un elemental desarrollo en materia de preparativos para emergencias específicas, que carecen, evidentemente, de mínimos antecedentes. Al final, los tzintzuntzeños, como tantos otros miembros de las muchas comunidades de nuestro país, se "rascaron con sus propias uñas" en el proceso de recuperación.

En la parte última del capítulo apporto datos acerca de los impactos y los daños infligidos por el tornado; información recabada por estudiantes de la Escuela de Economía de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, quienes, en el marco de un taller de investigación a mi cargo, organizaron un par de proyectos para reconocer el alcance adverso del fenómeno: Karol

Loeza, Rodrigo Gómez, Isidro Herrera, Edgar Martínez y Areli Gallegos, así como Alejandro Fernández, Raúl Herrera, Heidi López, Epifanio Chávez, Luz Reyes y Gabriela Jiménez. Durante un tiempo fuimos partícipes del propósito de contribuir al mejor conocimiento de las amenazas naturales en Michoacán a través del caso del tornado de Tzintzuntzan. A todos ellos mi reconocimiento.

Morelia, Michoacán, 2001

Tornados en México

DESCUBRIMIENTO DE UN TORNADO

La noche del sábado 26 de agosto un noticiero de la televisión local dio la noticia de que en Tzintzuntzan, ancestral poblado ribereño del lago de Pátzcuaro, se había registrado una "tromba" que había infligido daños a cerca de 30 familias del barrio de San Miguel o la colonia El Rincón. En la nota se advertía de la intervención de "fuerzas de seguridad" para auxiliar a los damnificados y que las autoridades estatales habían enviado ayuda de emergencia para los afectados. Las imágenes que acompañaban a la nota dejaban ver la presencia momentánea de un fenómeno caracterizado como una típica "nube embudo", que se sabe produce los tornados. Las imágenes y el contenido de la información hablan de la aparición dañina de un fenómeno *tornádico* y sin embargo se sabe que frecuentemente las televisoras, sobre todo las locales, suelen acompañar sus noticias con "imágenes de archivo".



Imagen aparecida en el noticiero de televisión del 26 de agosto de 2000

Al día siguiente los reportes periodísticos daban cuenta de la “tromba” en los términos siguientes:

TROMBA AZOTA TZINTZUNTZAN

Una gigantesca tromba de agua y aire azotó a uno de los barrios de esta antigua capital del reino purépecha, causando destrozos aún no cuantificados en por lo menos 30 casas habitación, en las que arrancó de raíz grandes árboles; además fueron atendidas tres personas por crisis nerviosas, sin que para fortuna se registraran pérdidas humanas.

El barrio de San Miguel, que se ubica en las orillas de esta antigua población, fue la parte afectada por la vorágine que, según testigos presenciales, medía

entre 40 metros de ancho por unos 300 de alto, la cual afirman se inició en el lago, a la altura de Quiroga.

Por los suelos se observaron al menos unas cinco bardas hechas de adobe, y varias casas que estaban cubiertas con cartón quedaron descubiertas, ya que el fenómeno de la naturaleza los elevó por los aires; las familias afectadas esperan apoyo de las autoridades para reparar los daños que se generaron.

La señora Odilia Mejía Valencia, que habita en un pequeño cuarto de unos tres por tres metros cuadrados, hecho con adobe y techo de cartón, cuenta que observó la llegada de ese fenómeno y cómo levantó el techo de su hogar, con tantas fuerzas que nunca en su vida había visto algo igual; por fortuna, dice, que nos les pasó nada ni a ella ni a sus hijos, por lo que ahora está en espera de que le ayuden porque no tiene dinero para arreglar su tejado de cartón.

El artesano Matías Ceras nos comentó que se encontraban trabajando en su taller de alfarería cuando de repente escuchó la fuerza del aire que movió de lugar el techo hasta ladearlo.

En la calle todo era incredulidad, sobre todo en las casas en donde grandes árboles fueron arrancados desde su raíz, además de que muchos frutales fueron rotos y las milpas de varios predios fueron dobladas por la tromba registrada la tarde del sábado al filo de las 18 horas.

La Cruz Roja, al cierre de esta edición, realizaba la evaluación de los daños, al igual que tránsito del estado y la policía municipal de esta ciudad, coincidiendo todas las corporaciones en que no se tuvieron daños físicos entre las personas. Salvo tres personas que fueron auxiliadas por elementos de la Cruz Roja, uno por una descalabrada leve y los otros dos por el susto que sufrieron. Las medidas inmediatas que se tomaron fueron la entrega de algunas pacas de láminas de cartón a una o dos familias que en definitiva se quedaron sin techos sus hogares.

Los apoyos oficiales se podrán conocer hasta mañana una vez que el presidente municipal, Eligio Cornelio Aparicio, tenga conocimiento de los hechos, ya que este día no se encontraba en la localidad

(La Voz de Michoacán, 27 de agosto de 2000).

Otro periódico local de importancia dio cuenta de la noticia en los términos siguientes:

Deja tromba 13 heridos y 120 damnificados en Tzintzuntzan

Fuerte tromba deja 13 personas lesionadas, 120 damnificadas, 30 viviendas con pérdidas totales y 15 con daños parciales en la zona lacustre de Tzintzuntzan, la tarde de ayer, aproximadamente a las 18:00 horas.

La calma de los habitantes de este lugar turístico se vio interrumpida por una fuerte lluvia, la cual se convirtió en tromba aproximadamente a las seis de la tarde de ayer sábado, principalmente en la zona lacustre y la colonia El Rincón, donde resultaron 45 viviendas afectadas, 30 de las cuales quedaron destruidas por completo y 15 con pérdidas parciales; 13 personas resultaron con lesiones en diferentes partes del cuerpo debido en varios casos a la caída de sus hogares. Los lesionados fueron auxiliados en la Cruz Roja de Quiroga, donde se informó que ninguno requirió hospitalización.

Además de los elementos de Cruz Roja, acudieron a auxiliar elementos de la Dirección de Seguridad Pública, del Ejército Mexicano y voluntarios en general. Dicho suceso dejó un total de 120 damnificados, mismos que son atendidos por las autoridades competentes

(Cambio de Michoacán, 27 de agosto de 2000)

Una tercera nota donde se informó del evento se publicó en otro diario local, el cual lo presentó así:

Una fuerte tormenta atemorizó a los turistas en pleno lago de Pátzcuaro

Pánico y zozobra causó entre turistas que viajaban en lanchas de pasajeros una amenaza de tormenta sobre el lago de Pátzcuaro.

Ayer a las cinco de la tarde, aproximadamente, se formó en el cerro una "culebra" de agua en un cerro, a la altura de la comunidad de Ihuatzio; isleños

y turistas veían con sorpresa el fenómeno climático que amenazaba con tocar tierra, pero éste se desvaneció entre nubarrones.

Una fuerte tormenta se dejó venir, misma que oscureció e impidió la visibilidad, por lo que anclaron a medio lago. Fuertes ráfagas de viento y agua causaron temor entre los pasajeros, algunos lloraron temiendo algo peor, otros los consolaban, el conductor de una lancha con cupo de 70 pasajeros, de nombre Abraham Aparicio Flores, dijo nunca haber pasado por algo similar en su vida de lanchero (*El Sol de Morelia*, 27 de agosto de 2000).

Hace un par de años realicé un estudio de caso de desastre donde el tornado fue agente mediador. Sucedió en un área residencial del centro de la península de la Florida, en Estados Unidos, en febrero de 1998. Entonces realizaba una estancia sabática en el Centro de Investigación de Desastres de la Universidad de Delaware y mi investigación se orientaba en la eficiencia de la organización gubernamental estadounidense para intervenir en la prevención y atención de desastres en el ámbito de las comunidades que los sufren o que están en riesgo. Esa experiencia me obligó a familiarizarme con los tornados como fenómenos naturales potencialmente desastrosos (FNPD), de manera que al apreciar las imágenes de la “tromba” de Tzintzuntzan en la televisión, no quedaba duda de estar viendo un tornado. Sin embargo, como he dicho antes, tuve reservas en cuanto a la imagen transmitida se refería específicamente a la “tromba” que reportaban o correspondía a “imágenes de archivo”.

Luego de una semana realicé un recorrido por la zona afectada. En tanto, el diario *Cambio de Michoacán* reportó, el 29 de agosto, la única nota con información posterior del suceso, luego de su ocurrencia el 26 de ese mes:

Envían ayuda para los damnificados de Tzintzuntzan

Luego de la tromba ocurrida la tarde del sábado pasado en Tzintzuntzan, la cual dejó sin vivienda a más de 30 familias y ocasionó por lo menos 120 damnificados, el gobernador del estado canalizó ayuda a los habitantes, consistente en láminas de asbesto, a través de la Dirección Estatal de Protección Civil.

Un total de 250 láminas de asbesto fueron enviadas, con las cuales serán reconstruidas un total de 25 viviendas de esa población. El secretario de Gobierno dijo que se optó por donar ese material más resistente, ante las inclemencias del tiempo, para dar mayor seguridad a los 120 habitantes afectados por el fenómeno natural.

A partir de este martes, personal especializado de la Secretaría de Desarrollo Rural recorrerá la zona afectada por la tromba, con el objeto de comprobar si hubo daños en la agricultura y en su momento canalizar los apoyos necesarios.

El día 2 de septiembre en mi recorrido por Tzintzuntzan observé la zona afectada y entrevisté a varias de las personas damnificadas. Por mediación del oficial mayor del municipio establecí en contacto con el señor Julio Aparicio, quien ofrece servicios de videograbación en fiestas y el día de la presencia del tornado se encontraba trabajando en una boda. Julio Aparicio videograbó el tornado y también la zona afectada. Su intervención inmediata guardó testimonios muy valiosos del evento.

Los primeros contactos con las autoridades políticas del municipio de Tzintzuntzan, con el fotógrafo aludido y con algunos de los afectados dieron la impresión de que tenían una gran incertidumbre acerca de la calificación del fenómeno ocurrido. La observación del video del señor Aparicio fue importante para poder identificar al fenómeno como un tornado "hecho y derecho".

En los capítulos siguientes comentaré las particularidades de la apreciación del fenómeno en la dimensión "folk", que desde luego no afloraron en las primeras entrevistas con los afectados, pero sin duda había expectativas y estaba presente el estrés "postraumático" que reflejaban los entrevistados.

En síntesis, llegaba a la zona afectada por un tornado del cual se resentían aún los perjuicios de su paso a través de la angustia del recuerdo de su ocurrencia. Los afectados se encontraban en el arreglo —reconstrucción— de los tejados dañados y de otros destrozos, sobre todo en los talleres de alfarería. Las autoridades municipales ya habían otorgado las láminas de asbesto que

habían anunciado por los medios de comunicación, de manera que el problema estaba superado para ellos. Aunque los afectados manifestaron muy vivamente su interés por acceder a alguna referencia o identificación del suceso —mi opinión fue que se trataba de un tornado— mantuvieron reservas para asumir el término. Ellos identificaron al fenómeno como “huracán” pero aceptaron la denominación que yo les ofrecía de tornado intercambiándola con la de huracán. Lo que en todo caso aparecía evidente era esa suerte de confusión entre la identificación de un fenómeno, su calificación y el nombre asignado. Cuando los afectados me platicaron que el día de la ocurrencia del tornado una de sus reacciones había sido la de rezar y quemar “palma bendita” y tratar de “cortar” al fenómeno dando a los niños cuchillos para que hicieran el movimiento de corte a la distancia, comprendí que me encontraba en contacto con ese otro mundo que asume a la naturaleza a través de códigos vinculados a creencias religiosas y eso colocaba al tornado en otra aprehensión societaria, como veremos.

Ahora bien, la investigación del caso sorprendentemente arrojó una colección muy nutrida de términos con los que los tzintzuntzenses designaron al fenómeno: tromba, culebra, huracán, remolino, torito, ojo de buey, animal, terremoto, entre otras que se deben adicionar a términos usados en otros lugares, como tornaço, torbellino, vórtice, manga, cola de nube, turbonada.

¿TORNADOS EN MÉXICO?

La creencia de que en México no se presentan tornados es ampliamente extendida. En términos del saber popular se considera que los tornados son fenómenos muy violentos pero que afortunadamente sólo suceden en Estados Unidos y son observados en las películas de aquel país.

El mapa “Peligros naturales de América del Norte” publicado por *National Geographic* (1998) ilustra las zonas en riesgo de ocurrencia de tornados; aparece también una franja de “mediano riesgo” que prácticamente se extiende por

todas las costas de Tamaulipas y de Veracruz, se interrumpe en Tabasco y cubre la mayor parte de los estados de Yucatán y Quintana Roo, y sólo una porción de Campeche. El resto del territorio nacional aparece sin mención gráfica pero puede asumirse como de "bajo riesgo". En ese mapa se dice:

Estados Unidos y Canadá, los más visitados por tornados, sufren en conjunto 799 de ellos y 90 muertes consecuentes al año, la mayor parte en Estados Unidos —afectando en su mayoría entre abril y junio, mientras que en Canadá la temporada alcanza su máximo después—. Tan sólo 2% de los tornados ocasionan el 75% de muertes.

En otra parte del texto del mismo mapa se advierte:

Cada año, entre 800 y 1100 tornados —cifra superior a la de cualquier otro país— barren el territorio estadounidense. En Canadá se presentan entre 50 y 160. Los vientos húmedos del Golfo de México se encuentran con los veloces y secos vientos del oeste provenientes de las Rocallosas. Aunque Texas, Oklahoma y Kansas son los lugares más golpeados, los tornados han hecho mella en todos los estados.

La referencia a México específica: "En México, por el contrario, no se lleva registro de esos fenómenos".

Es importante observar que el enunciado anterior es cierto, y sin embargo es posible encontrar "registros" de tornados ocurridos en diversas áreas del país a través de otros elementos que los permiten advertir con otras denominaciones, como "huracanes", "trombas" o "culebras" desde épocas remotas, como se puede constatar en el capítulo "Ocurrencia y respuesta social" de este libro.

El asunto del "registro" de los tornados es en verdad significativo. Brooks (1999) ha realizado un muy interesante reporte de tornados por tipo de daños en Estados Unidos, pero también compara con varios países, entre los que

no se incluye a México. Aguirre (*et al.*, 1994: 263) sugiere que el problema entre la ocurrencia de los tornados y sus registros ha sido generalmente asumido como una cierta relación causal en tanto que las correlaciones estadísticas entre los registros y los datos de crecimiento demográfico en las áreas donde se han reportado los tornados son correspondientes, es decir, que el crecimiento del número de reportes de ocurrencia de tornados corresponde con el crecimiento demográfico.

Señalan que existe un factor relacional importante que influye en todo esto y es que los tornados más fuertes, de suyo los más destructivos, no suelen pasar desapercibidos en tanto que los tornados “débiles”¹ que causan pocos daños son los más comunes, pero generalmente no se tiene registro de ellos por esta misma razón.

Brooks (1999) advierte que el número de reportes se ha incrementado a través del tiempo y sobre todo respecto a los tornados “débiles”, en tanto la década de los noventa del siglo XX fue la primera con más tornados F0 reportados que los F1. Advierte que en el supuesto simple respecto de la distribución estadística de los tornados, tomando en cuenta la escala Fujita, el número debe declinar logarítmicamente en la medida en que se incrementa el valor en la escala F. De esa manera, para comparar Brooks encontró que en 1920 se reportaron sólo siete tornados F0 contra 700 de esa misma intensidad en 1990. Asimismo, el número de tornados F4 reportados (ocho) para esas fechas fue el mismo.

Otros factores importantes en la detección de tornados que ofrece Aguirre (1994) se refieren a que la mayoría de estos fenómenos reportados ocurrió en fin de semana y durante el día, de manera que ciertas condiciones favorecen su detección por parte de las personas, además de los avances tecnológicos para ubicarlos, como las redes de radares Doppler.

¹ Los tornados “débiles” suelen asociarse a los tornados no supercelda (véase cap. “Los tornados meteorológicos y...” de este libro) y llamarse *landspout* o *waterspout*, pero sin duda existen tornados supercelda “débiles”, es decir, menores de F2 en la escala Fujita de intensidades.

Por ello es importante preguntarse acerca del sentido y significado de la existencia de los tornados en nuestro país. Los tornados son fenómenos reconocidos por los científicos que estudian los fenómenos de la atmósfera y desde luego existe un muy importante desarrollo de su estudio en Estados Unidos, donde la ocurrencia de tornados es de alta frecuencia y son, sobre todo, fenómenos productores de daños cuantiosos. Es particularmente notable un documento difundido a través e la página web del Centro de Predicción de Tormentas de Estados Unidos (SPC, por sus siglas en inglés) firmado por R. Edwards (2001) con el título “Intensa supercelda sobre México”, donde se señala lo siguiente:

Las superceldas –tormentas giratorias que a veces producen tornados– no son sólo fenómenos de Estados Unidos. Pueden sucederse en cualquier lugar donde se conjunten los ingredientes necesarios: humedad, inestabilidad, elevación y modificación local de los vientos (cambios debidos a la altitud). La imagen siguiente muestra una supercelda captada en la noche en la serranía del Burro [en el territorio de Coahuila], que es parte de las montañas al oeste de Del Río, Texas, y parte de la Sierra Madre Oriental [...] pudo haber un fuerte o violento tornado en esta supercelda en el momento de la imagen [...] Debido a la enorme extensión desértica al oeste de Ciudad Acuña, la falta de población y de verificación de tornados en México, no podremos saber nunca si hubo realmente un tornado ahí [...] Basado en todo el rastro del radar, lo mejor que podemos decir es que esta supercelda probablemente produjo un importante tornado en México [...] Por varias décadas los meteorólogos pronosticadores del Centro de Predicción de Tormentas han notado grandes y aparentemente muy severas tormentas que se forman en las serranías del Burro durante la primavera y el verano [...] Casi no han habido estudios científicos sobre las tormentas en ésta área, debido a su lejanía y a la tendencia de las tormentas a permanecer al sur de la frontera.

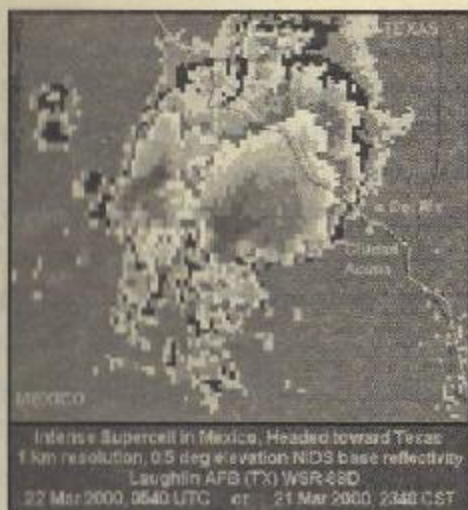
Se reproduce una imagen de un tornado que alcanzó la máxima clasificación en la escala de fuerza de los mismos F5, y que generalmente son producidos por las superceldas que se trata en el artículo mencionado. Es importante decir que en la mayoría de los reportes de las "culebras" en buena parte del territorio nacional corresponde a otro tipo de *tornadogénesis* denominada "no supercelda", como veremos más adelante, y que suelen ser menos violentos.

En México, el desarrollo de la meteorología tiene el mismo retraso que el resto de las ciencias en general, pero este retraso es especialmente grave tratándose de estructuras científicas de aplicación inmediata que pueden ser consideradas como proveedoras de "servicio público".

La meteorología no se ha vinculado al cálculo costo/beneficio de efectos adversos del clima tanto por su estado de estancamiento como porque los diferentes sectores económicos de la sociedad mexicana no han alcanzado a dimensionar la importancia de la reducción de las pérdidas debidas a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos perturbadores. Tal vez esto tenga relación con el hecho de que los efectos adversos han sido asimilados de manera muy dispersa o poco se han relacionado en términos de daños indirectos a la economía.

Uno de los aspectos que podrían llamar la atención sobre el tema, comparativamente hablando, se refiere a la relación de los servicios meteorológicos con la detección y pronóstico de los ciclones/huracanes. M. Rosengaus (1998) señala que:

México es uno de los países del mundo más afectados por ciclones tropicales y es quizá la única región que puede recibir efectos de ciclones provenientes de dos zonas ciclógenas completamente independientes, la del Atlántico norte y la del Pacífico nororiental. En este sentido, México *debería tener* una gran tradición en el manejo de emergencias generadas por estos meteoros, pero temporada tras temporada comprobamos que hay mucho que hacer al respecto (*cursivas mías*).



Rosengaus atribuye esa falta de “gran tradición” en el manejo de emergencias (no se refiere, que conste, al desarrollo de la meteorología de huracanes) a diversos factores:

- La “baja frecuencia” de la producción de daños por ciclones: una vez cada 25 años, según Rosengaus, los huracanes producen daños importantes en un punto específico del territorio nacional.
- Falta de “afianzamiento” del “aprendizaje” de la incidencia de un ciclón en la población local debido a la movilidad geográfica y temporal de la población.
- La baja prioridad al desastre por ciclones, en tanto los presupuestos se concentran en “temas de mayor frecuencia de recurrencia”.
- Reducida “población meteorológica”, es decir, número de profesionales de la meteorología, relativamente reducido que desatienda aspectos relacionados con “educación, difusión y organización asociada con ciclones tropicales”.

Tengo importantes razones para disentir de Rosengaus respecto a lo que se puede sintetizar como falta de desarrollo de la meteorología mexicana en relación con el significado de las "emergencias generadas por esos meteoros". Creo que la meteorología no puede crear tradición de manejo de emergencias sino, en todo caso, conocimiento de los fenómenos meteorológicos, considerados como amenazas de desastres, para que el manejo de las emergencias, tenga mejor desempeño y esto, desde luego, a través del monitoreo y pronóstico.

Se deben destacar de los argumentos de Rosengaus, que evidentemente es un conocedor de la meteorología mexicana, sobre el estado de atraso, tanto de su práctica como en su aprovechamiento, de esta disciplina en el país.

Quiero llamar la atención sobre este punto, ya que si es claro ese atraso en el estudio de ciclones y huracanes, tomando en cuenta que son fenómenos bien identificados social y científicamente, en relación con los tornados es factible más rezago todavía: las disposiciones materiales (tecnológicas) y de recursos humanos sobre meteorología son ineficientes e insuficientes, no hay personal suficiente en términos cualitativos y cuantitativos para cubrir las diferentes dimensiones de los problemas meteorológicos como los asociados con tornados.

Hay relaciones de cooperación entre la Comisión Nacional del Agua (CNA), que mantiene vínculos con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y el Servicio Meteorológico de los Estados Unidos (NWS); por ejemplo, el referido a la transferencia del Sistema de Pronóstico de Río² de la NWS a la CNA basado en la firma de un acuerdo de cinco años de duración a un costo de cuatro a cinco millones de dólares para beneficio mutuo respecto al desarrollo de evaluaciones hidrometeorológicas (NWS 1997: 4-6), pero cuyas ventajas en realidad no se han visto reflejadas en pronósticos de inundaciones, en tanto ha habido desastres ocasionados por estos fenómenos, particularmente agudos, como fue en 1999 en gran parte del país. Respecto a la meteorología de meso escala, también existen relaciones técnicas a través del uso de software de

² Es mi traducción a NWS River Forecast System.

modelos de simulación numérica (MM5 y ETA) que se han producido en el vecino país del norte y ponen a disposición de usuarios diversos, entre ellos empleados gubernamentales del Servicio Meteorológico Nacional y el Instituto de Tecnología del Agua dependiente de la mencionada CNA.³ Estos pronósticos pueden consultarse en la página <http://galileo.imta.mx/mm5>.

Los modelos denominados MM5 y Eta son programas complejos y de enorme volumen conocidos como "modelos numéricos de predicción atmosférica" que tienen como punto de partida las observaciones meteorológicas en un momento determinado e intentan predecir el tiempo atmosférico en un futuro específico. A través de programas de complejos físicos y dinámicos se intenta describir matemáticamente el comportamiento atmosférico para llegar a pronósticos de temperatura, presión, humedad, lluvia y vientos. El personal técnico-científico del Laboratorio Nacional de Tormentas Severas de Estados Unidos (NSSL, por sus siglas en inglés) realiza constantemente ensayos de introducción de parámetros de variables atmosféricas y de otros procesos naturales en esos modelos. Ahora bien, el MM5 (y el Eta, usado también para México) es un modelo de pronóstico atmosférico de tiempo real y de meso escala meteorológica que produce resultados una vez al día y es importante para pronosticar tormentas. El Eta es un modelo operativo del NWS que permite pronosticar dos veces al día. Una de las ventajas de la modelación matemática del tiempo atmosférico del MM5 sobre el Eta (NSSL, 2001) es que el primero incluye un conjunto de parámetros de flujos convectivos denominado "Kain-Fritsch", desarrollado precisamente para esta escala de aprehensión meteorológica.

Ahora bien, los trabajos apoyados en modelos matemáticos procesados por computadoras muy poderosas necesitan alimentarse de datos. Muchos de esos datos es posible obtenerlos de satélites, radiosondeos y de las estaciones

³ Según M. Rosengaus (comunicación personal), "estos modelos de ninguna manera tienen la resolución necesaria para definir una sola tormenta tornádica, en todo caso sólo indicarían condiciones propicias para convección intensa y condiciones atmosféricas propicias para formación de tornados".

meteorológicas, cuya calidad y cantidad generalmente es cuestionada por los profesionales de la meteorología. La red de radares Doppler del país trabaja con muchos problemas, pues de los 12 (véase el capítulo "Los tornados, su meteorología y..." de este libro) varios suelen estar fuera de servicio por defectos. Ahora bien, los meteorólogos estadounidenses han ofrecido muy importantes acercamientos a la predicción de tornados utilizando el modelo ETA, como puede verse en Thompson, R.L. (1998), quien, por ejemplo, señala como un requisito para sancionar información en el modelo lo siguiente:

Los casos de las superceldas tornádicas y no tornádicas fueron reunidos en un periodo de 22 meses [...] Para ser considerados se tomaron en cuenta los siguientes criterios: a) para denominar "tormenta" a una supercelda debió haber desplegado reflectividad en los radares WSR-88D así como su rasgo (*signature*) de velocidades asociadas con superceldas [...]. Los datos de los radares fueron complementados por descripciones de las tormentas o testimonios oculares, cuando fue posible; b) la supercelda debió haber ocurrido dentro de las tres horas de haberse iniciado el modelo.

Las dudas acerca de la naturaleza y fuente de los datos que alimentarán esos modelos para el territorio nacional siguen siendo razonables.

En líneas anteriores advertí del efecto de los fenómenos meteorológicos en el desarrollo de las ciencias de la atmósfera y que las organizaciones operativas analizaban más el caso de huracanes respecto de los tornados. Rosengaus (*supra*) tiene razón al advertir que la naturaleza del efecto de los meteoros está directamente relacionada con su frecuencia. Sin embargo, se debe agregar que la importancia de un desastre en la opinión pública (los medios de comunicación lo corroboran) se advierte por las dimensiones de los daños y por el número de muertos. En este sentido, no han faltado esos ingredientes a los ciclones/huracanes en los últimos tiempos: "cada 25 años", para seguir con sus ejemplos, es una frase que engloba un periodo temporal abstracto. En concreto, cada 25 años hay cambios sustantivos en la geografía

y demografía del territorio. Los daños cada 25 años serán cualitativa y cuantitativamente diferentes y no precisamente en un sentido favorable dadas las tendencias demográficas y los procesos de urbanización.

En otro orden de cosas, las prioridades presupuestales de las administraciones públicas en México han estado más orientadas, entre otras cosas, por los intereses de grandes negocios privados, en alguna medida también por "presiones sociales" y políticas que en general no enfocan certeramente el problema de los desastres, cuya recuperación casi siempre se carga a la cuenta de la sociedad global, si no es que a los afectados en particular.

Tenemos que adicionar el dato de que ninguna dependencia de gobierno, por lo menos hasta el año 2000, contaba con un procedimiento para estimar la cuantía de los daños. Las pérdidas por desastres han sido desconocidas a cabalidad. No se ha contado con recursos para dimensionar el costo de los desastres en ninguna escala, y en consecuencia no han existido elementos para cuantificar y cualificar, por ejemplo, costo-beneficio en prevención-recuperación.

Esto es de suma importancia para relacionar los efectos adversos con patrones dispersos, como es el caso de huracanes y desde luego, como más adelante veremos, de los tornados. La confusión respecto a la identificación del fenómeno y la dispersión de los daños producidos hace que este tipo de situaciones sea casi irrelevante para la atención científica y para la prevención y manejo de emergencias. Los afectados son quienes han pagado los costos de recuperación.

Una vez caracterizadas, *grasso modo*, el estado de cosas en relación con los *tornados mexicanos*, vale la pena señalar algunas implicaciones sustanciales del papel de la autoridad —el gobierno— en la sociedad respecto a la seguridad de las vidas y bienes de quienes la componen. En diferentes oportunidades (Macías y Calderón, 1994; Macías, 1998 y 1999) he advertido acerca de la responsabilidad del gobierno frente a los FNPD y los asuntos de prevención, atención y recuperación de desastres.

Después del "descubrimiento" del tornado de Tzintzuntzan he buscado intercambiar impresiones e información entre profesionales de la meteorología

y de protección civil.⁴ He encontrado que la mayoría de ellos no se sorprende demasiado con el "hallazgo". Confiesan tener alguna información respecto de la existencia de los tornados en México y agregan algún caso observado por una tercera persona. Convienen en que este tipo de fenómenos tiene varios nombres alternativos al de tornado: "vórtice", "culebra", pero ninguno de mis interlocutores ha caído en cuenta de la potencialidad destructiva que los caracteriza, es decir, estamos hablando de una "amenaza natural", de un FNPD.

La palabra *tornado* alude a fenómenos muy destructivos, bien localizables, en el caso de las áreas más propensas a su ocurrencia en Estados Unidos y Canadá, así como en China y otros países. Son fenómenos bien identificados también desde el punto de vista científico y como una amenaza. Los tornados mexicanos son "trombas", "culebras" o "vórtices" que "ocurren" sorpresivamente y a veces ocasionan daños.

Desde el punto de vista científico no son reconocidos como tornados. Todo ello tiene significados relevantes, porque se elude la consideración particular de los mismos como "amenaza" y por tanto se conlleva otra "omisión" vinculada con el conocimiento de su recurrencia previsible. De esta manera, los tornados mexicanos no tienen existencia, no tienen reconocimiento "oficial" y por tanto no implican "responsabilidad" para la autoridad.

Como fenómenos que *han dañado* (como trombas, como "culebras", desde luego) han merecido la atención gubernamental por las emergencias surgidas: en el tornado de Tzintzuntzan el gobierno de Michoacán proporcionó 250 láminas de asbesto a los damnificados, pero no se consideró prevención de sus efectos.

El caso de los tornados mexicanos es sumamente ilustrativo del significado de la "sanción" formal, oficial, a un determinado fenómeno, que al acceder

⁴ Por razones que tienen que ver con guardar el anonimato de mis interlocutores mexicanos, no los menciono por sus nombres ni cargos, lo cual no demerita el aserto. Por otro lado, Harold Brooks, jefe del Grupo Aplicación de meso escala del NSSL en EU, me ha comentado que según sus observaciones de radar desde Texas y por los satélites, "estaría realmente sorprendido de que no hubiera un número razonablemente grande de tornados en México" (comunicación personal).

a semejante "certificación" obtiene "existencia". Ello es muy grave porque habla de condiciones calificables de remanentes de oscurantismo. Lo científico, lo oficial, lo objetivado se toma en cuenta, implica responsabilidad; lo difuso, confuso, desconocido, como ha sido el caso de los tornados mexicanos, no ha implicado responsabilidad hasta el momento, como veremos. Indudablemente que esto también habla de que en el país, y en ello debemos insistir, se ha privilegiado cualquier cosa menos el desarrollo científico. Todo lo expuesto tiene también otras tantas expresiones en las diversas dimensiones de nuestra vida social.

Podemos ver un ejemplo en la documentación oficial que da cuenta de los "inventarios" de las amenazas naturales que se reconocen en México.

A finales de los años ochenta la denominada Comisión Nacional del Agua (CNA) fue creada por decreto presidencial para encargarse de "atender todo lo relacionado con los fenómenos hidrometeorológicos, tanto en sus aspectos positivos como los que de alguna manera ocasionan daños y molestias a la población en general" (A. Acosta 1989: 117-154).

Durante el primer ciclo de "Conferencias sobre prevención de desastres" que organizó la Secretaría de Gobernación en julio de 1989, el representante de la CNA, Antonio Acosta, planteó que en México la institución a su cargo distinguía los siguientes fenómenos:

1. Inundaciones
2. Sequías
3. Huracanes
4. Mareas de tempestad
5. Trombas
6. Tornados
7. Nevadas
8. Granizadas
9. Heladas

Como se puede ver, ubicó a los fenómenos de tornado y tromba como amenazas reconocidas. Hizo una interesante distinción entre tromba y tornado en los siguientes términos:

Una tromba es un tornado que se forma o transita sobre una superficie líquida; está íntimamente relacionada con una nube madre denominada *cumulonimbus*, como subproducto de una tormenta eléctrica severa de carácter local. Algunas veces pueden formarse trombas sin estar asociadas a nube alguna. Cuando una tromba se disipa, esto puede ocurrir en:

- La parte alta de elevaciones orográficas
- Una cañada
- Una presa
- Un lago
- El mar

Cuando una tromba se disipa en la parte alta de elevaciones orográficas o sobre una cañada, el gran volumen líquido liberado y los fuertes vientos pueden socavar y/o deslavar laderas y cauces, produciendo avenidas de gran magnitud y/o avenidas de lodo. Si la disipación ocurre cerca o sobre la cortina de una presa, ésta puede resentir daños de magnitud variable y en algunos casos destrucciones parciales.

Los tornados fueron descritos como:

las perturbaciones atmosféricas más violentas, pero de poca área de influencia. Consisten en una masa de aire inestable que gira rápidamente en un torbellino de un diámetro del orden de los 100 metros, cerca del centro; en donde la presión atmosférica es menor a la del aire envolvente y el viento puede alcanzar hasta una velocidad de 600 km/h, superior a la del huracán más violento. Estos resultan de una excesiva inestabilidad atmosférica con un gradiente vertical de

temperatura muy elevada. Se presenta en forma de embudo que se desprende de la base de nubes del tipo cúmulo nimbus (Acosta, A., 1989: 129).

La consideración de los tornados como amenazas en aquella intervención del representante de la CNA fue patente en la siguiente expresión:

Cabe destacar que los meteoros de granizo, nevadas, trombas y tornados tienen una vida muy corta y afectan a zonas reducidas, a diferencia del ciclón tropical; por consiguiente, no es posible prever con exactitud actualmente cuándo y dónde ocurrirán estos fenómenos.

Evidentemente, esta argumentación muestra el estado de conocimiento que había en México hace 20 años respecto de la meteorología de los tornados, pero también sugiere la intención de justificar una cierta desatención a ese tipo de fenómenos. El caso de los huracanes, por ejemplo, también pudiera entrar en la expresión "no es posible prever con exactitud actualmente cuándo y dónde golpearán estos fenómenos"; también hay un alto rango de incertidumbre en la determinación de trayectorias, y bien vistas las cosas puede ser que a su escala (la de los huracanes) sea equiparable el nivel de incertidumbre o error de pronóstico.

Lo fundamental es que si la intervención del ingeniero Acosta en el foro del SINAPROC hacía ver que en la CNA se tenía idea respecto a los tornados-trombas; sin embargo, el desarrollo de los enfoques de las amenazas cayó completamente en confusión, como veremos en documentos oficiales.

En 1990 el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) se hizo cargo del foro de protección civil, luego del efectuado en 1989 y del que dimos cuenta antes a propósito de la intervención del representante de la CNA y su apreciación de los tornados en México.

En esta ocasión el foro fue denominado Seminario Nacional de Protección Civil, y para exponer el tema de los "fenómenos hidrometeorológicos" contó

con la participación de Ramón Domínguez, subdirector de Fenómenos Hidrometeorológicos del Cenapred, quien señaló:

Dentro de la clasificación de los desastres originados por fenómenos hidrometeorológicos pueden considerarse tres grupos:

1. Inundaciones que causen daños a las vidas, bienes y cultivos; que afecten a la infraestructura productiva o que entorpezcan las actividades normales de la población.
2. Mareas y oleaje de tempestad que alteren la configuración de la costa y/o afecten las construcciones cercanas.
3. Daños provocados directamente por vientos de huracán, rayos, nevadas, granizadas, etcétera (R. Domínguez 1990: 31).

A partir de entonces los tornados-trombas desaparecieron conceptualmente de la documentación oficial que daba cuenta de inventarios de amenazas o "fenómenos perturbadores".

El *Atlas nacional de riesgos* publicado por la Secretaría de Gobernación en 1991 tiene una organización de las amenazas a desastres consideradas también como "agentes perturbadores", los divide por su "origen" en "agentes perturbadores" de origen geológico, químico, hidrometeorológico, sanitario y "socio-organizativo".

Los tornados tendrían que ser clasificados como "agentes perturbadores de origen hidrometeorológico", pero no existen. En esta categoría el mencionado atlas refiere:

Dentro de la diversidad de calamidades, las de origen hidrometeorológico son las que más daños han acumulado a través del tiempo por su incidencia periódica en áreas determinadas del territorio nacional. Este tipo de fenómenos destructivos comprende: ciclones tropicales, inundaciones, nevadas, granizadas, sequías, lluvias torrenciales, temperaturas extremas, tormentas eléctricas, mareas de tempestad e inversiones térmicas (SEGOB, 1991: 35).

El tratamiento que el atlas de riesgos otorga al “ciclón tropical” se remite a su consideración global como “cualquier perturbación atmosférica, desde que tiene características de una depresión hasta que evoluciona a huracán”. En seguida toca el turno de las inundaciones. En el apartado respectivo se hace referencia a los rasgo generales, y cuando se habla de “las causas generadoras de las inundaciones” se mencionan las siguientes:

- Lluvias intensas
- Ciclones tropicales
- *Tormentas puntuales*
- Granizo
- Nieve
- Presas

En el apartado de “tormentas puntuales” se lee:

Este tipo de precipitaciones comúnmente llamadas trombas, *tornados*, chubascos, etcétera, cubren áreas de entre 5 y 10 km de diámetro y se presentan acompañadas de descargas eléctricas, intensos vientos y, en ocasiones, de granizo (SEGOB, 1991: 38; las cursivas son mías).







Indudablemente que la descripción o alusión anterior tiene al menos dos implicaciones:







- Se reproduce la confusión terminológica que equipara a las trombas con los tornados—cosa que es correcta— y con los chubascos, que es, ese sí, un fenómeno identificado con la precipitación exclusivamente. La equiparación de las tres denominaciones citadas con “este tipo de precipitaciones” contribuye a la confusión.
- Se refleja un desconocimiento propio del fenómeno del tornado (en consecuencia no hay concepto científico del mismo de manera implícita) y se

le ubica tangencialmente como agente etiológico de inundaciones, cosa que es del todo incorrecta.

En resumen, los tornados no existen en el atlas mencionado. En 1993 la Secretaría de Gobernación editó dos documentos a manera de guía técnica para la aplicación del Plan Municipal de Contingencias y "para la preparación de mapas de ubicación geográfica de riesgos". En esos documentos se aprecia la reproducción del error u omisión mencionado antes.

Lo que contribuyó a la confusión sobre si el tornado es o no una amenaza se puede observar en la identificación gráfica o simbología que ambos documentos proveen para ser reproducida en los atlas de riesgos estatales. De manera específica la representación de "tromba" nada tiene que ver con la idea del tornado, como se puede apreciar en la figura siguiente.

AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO	
Lluvias torrenciales	
Trombas	
Granizadas	
Nevadas	
Inundaciones pluviales	
Inundaciones fluviales	

AGENTES PERTURBADORES DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO	
Lluvias torrenciales	
Trombas	
Granizadas	
Nevadas	
Inundaciones pluviales	
Inundaciones fluviales	

Guía técnica para elaborar plan municipal de contingencia (SEGOB, 1993).

Es importante advertir que formal y legalmente la responsabilidad de "dirigir los estudios, trabajos y servicios meteorológicos, climatológicos, hidrológicos e hidrográficos, así como el sistema meteorológico nacional" ha recaído en la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, desde el 28 de diciembre de 1994, de conformidad por el decreto publicado en el *Diario Oficial de la Federación* que modificó la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (véase A. Hernández, 1999: 132).

Tengo que advertir, en refuerzo de lo dicho, un caso en donde una organización del Sistema Nacional de Protección Civil, de Veracruz, tiene una importante aportación al asunto de los tornados. La Dirección General de Protección Civil de ese estado ha producido documentos en los que incorpora dentro de su inventario de amenazas a desastres a los tornados. El documento fundamental es el relativo al "Programa Veracruzano de Protección Civil 1999-2004" y se puede encontrar el texto que da cuenta del fenómeno:

TORNADOS O TURBONADAS

Los tornados no están significativamente cargados de energía comparados a la nube madre (*cumululonimbus* o yunque). La energía en el tornado se gasta en un corto periodo de tiempo. Por tanto su poder o potencia (energía dividida por el tiempo) es relativamente alta. Como la potencia del fenómeno se concentra en un área relativamente pequeña, los tornados son probablemente los fenómenos meteorológicos más temidos por el hombre.

Los daños causados por un tornado dependen de la trayectoria que siga la punta del cono que toca la superficie de la tierra. Como las dimensiones del cono son relativamente pequeñas y su trayectoria es errática, los daños causados son muy localizados. De allí que estructuras poco resistentes permanezcan casi intactas, mientras que estructuras mucho más sólidas, afectadas directamente por el cono, resultan totalmente destrozadas.

En la República Mexicana no se lleva registro de estos sistemas. Sin embargo, en la entidad veracruzana, recurrentemente se presentan fenómenos muy pare-

cidos al tornado, conocidos como “turbonadas”, principalmente sobre la llanura costera, registrándose en los últimos años afectaciones severas en los municipios de Agua Dulce, Jamapa, Medellín de Bravo, Paso del Macho, Tlalixcoyan, Puente Nacional y Emiliano Zapata, en los que se han presentado inesperadamente vientos muy fuertes acompañados de lluvia y granizo, ocasionando por lo regular desdachamiento en viviendas, interrupción de energía eléctrica al colapsarse postes y torres, afectación en cultivos, así como el derribe de árboles.

Estadísticamente [sic] en nuestra entidad pueden presentarse tornados de mediana intensidad que se pueden originar en terrenos con planicies, principalmente en toda la franja costera que incluye a los siguientes municipios:

En la zona norte: Pueblo Viejo, Pánuco, Tampico Alto, Ozuluama, Tamalín, Tamiahua, Tuxpan, Cazonas, Papantla, Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Martínez de la Torre, Nautla y Vega de Alatorre. En la zona centro: Alto Lucero, Actopan, Ursulo Galván, La Antigua, Boca del Río, Paso del Macho, Tlalixcoyan, Cotaxtla, Manlio Fabio Altamirano, Medellín, Soledad de Doblado, Jamapa, Paso de Ovejas, Puente Nacional y Emiliano Zapata. En la zona sur: Alvarado, Lerdo de Tejada, Ángel R. Cabada, San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Catemaco, Mecayapan, Pajapan, Chinameca, Coatzacoalcos, Nanchital, Agua Dulce y Las Choapas.

En otro documento de la misma dependencia titulado “Manual de Prevención para Enfrentar Emergencias” (2000), en referencia a la existencia de los tornados como amenaza de desastre, la referida Dirección General de Protección Civil veracruzana establece una serie de recomendaciones a manera de plan de emergencia cuyas partes medulares reproduzco a continuación:

Manténgase informado de los avisos de tornados

Escuche las estaciones locales de radio y televisión para que sepa qué significa un aviso y una alarma de tornado:

Testimonios históricos de tornados en México

Después de haber realizado el “descubrimiento” del tornado de Tzintzuntzan parecía imprescindible indagar acerca de la ocurrencia previa de este tipo de fenómenos, tanto en el área del lago de Pátzcuaro como en otras zonas del estado de Michoacán y del país.

TESTIMONIOS DEL PRESENTE

Desplegamos una rápida investigación para tratar de dimensionar la extensión de la ocurrencia de tornados, “culebras”, trombas, etcétera, en el territorio mexicano. Los resultados, han sido impresionantes, ya que se pudieron reunir diversos testimonios acerca de este fenómeno que cubren diversas condiciones geográficas, como lo señalaremos en seguida. Obtuvimos testimonios orales y uno gráfico de la ocurrencia de estos fenómenos en la cercanía de Morelia, tanto en el área norte como sur, específicamente en un pequeño poblado llamado Jesús del Monte. Logramos acceder a una fotografía tomada por Donaciano de Anda y facilitada por el colega Eduardo Antaramián de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, que da testimonio de un tornado ocurriendo en el norte de la ciudad de Morelia con fecha no determinada con exactitud pero que ubica al tornado *landspout* hacia 1990 y que reproducimos a continuación.

Otros testimonios orales daban cuenta de la presencia de "culebras" en áreas tan diversas como Zacapu, Santa Ana Maya, Ciudad Hidalgo y Huaracha, en Michoacán, y también en otras localidades como Naolinco en Veracruz, y San Felipe del Progreso en el Estado de México.

La siguiente fotografía muestra una "tromba" captada en Bahía de Banderas, Jalisco, que resultó dañina para la zona hotelera de Puerto Vallarta, captada por María de la Luz Reyes en agosto de 2000.

Se realizó una revisión hemerográfica vía internet en algunos periódicos nacionales y locales con la clave "tromba" y se encontraron diversos registros, de los que reproduzco los más significativos y elocuentes:

Primer tromba afecta a 60 viviendas y lesiona a un menor

Zona de centro de Veracruz, Ver. Las manifestaciones extremas del clima en esta región, con vientos huracanados y la primera tromba de la temporada, dejaron como saldo 60 familias con daños severos en sus viviendas y una menor lesionada. Autoridades municipales reportaron la presencia de enormes árboles desgajados en la región baja y el río Maltrata desbordado en la montaña.

En el municipio de Omealca, los vientos huracanados se concentraron en una franja de 10 kilómetros, similar a un tornado, donde destruyeron todo a su paso afectando severamente a las comunidades de Ampliación Balsa Larga e Hidalgo.

Aquí el viento arrancó ladrillos de una casa y uno hirió a una menor de edad, quien se encuentra internada en la Cruz Roja. Casi una decena de señoras recibieron atención médica al entrar en fuertes crisis nerviosas por el fenómeno.

"Sólo zumbaba el viento y a su paso arrancó todo, grandes árboles de mango y casas", explicaron. Autoridades municipales ya atienden a los damnificados, informaron Taurino Muñoz y Felicitas de la Cruz Rico, quienes manifestaron que todas las familias afectadas son gente campesina de bajos recursos, por lo que solicitaron a las autoridades municipales su ayuda para reconstruir tan graves destrozos. En el municipio de Camerino Z. Mendoza se desbordó el río Maltrata con la primera tromba de la temporada, señalaron autoridades de la Unidad



Tornado Morelia



Tromba Bahía Banderas, Jalisco

Municipal de Protección Civil. El desbordamiento inundó por lo menos 30 casas habitación de las colonias periféricas sitas en la parte baja de Ciudad Mendoza, donde el nivel del agua subió 40 centímetros.

En el municipio de Córdoba, la "surada" se manifestó también con fuertes vientos que afectaron a 25 familias de la colonia Fredepo, que se localiza en la reserva territorial municipal, informó Martín López un afectado.

(*El Informador*, 8 de mayo de 2000)

Aplican el DN-III

Daña una tromba cien viviendas en tres poblados de Oaxaca

Guadalupe Ríos y Víctor Guerra, corresponsales. El Ejército Mexicano aplicó ayer el Plan DN-III en Nativitas Coatlán, Guigovelaga y Lachiguirí, comunidades de la sierra mixe zapoteca, después de que una tromba afectó la tarde del sábado a dichos poblados, arrancó decenas de árboles y destruyó los techos de unas cien viviendas en 10 minutos. Debido a la fuerza del meteoro, las tres localidades carecían del servicio de energía eléctrica hasta el domingo por la noche.

Liberio Jiménez Faustino, agente municipal de Nativitas Coatlán, población de mil habitantes del municipio de Tehuantepec, Oaxaca, afirmó que el viento tomó por sorpresa a los pobladores, que consideraron al fenómeno meteorológico como un "castigo de Dios".

Decenas de familias se refugiaron en las oficinas de la agencia municipal, pues la mayoría de las viviendas son de láminas de cartón y quedaron sin techo. El titular del comisariado de Bienes Comunales, Silviano Ruiz Vasconcelos, dijo que después del ventarrón "las familias buscaron a sus parientes", pues muchos se encontraban en labores del campo.

Atemorizados, los habitantes participaron en una asamblea general donde evaluaron los daños. No se reportaron víctimas por el fenómeno, según el director de la Unidad Municipal de Protección Civil de Tehuantepec, Jaime Ávila Ramos. A su vez, el alcalde Felipe Orozco Rodas visitó la comunidad, acompañado del candidato a la diputación federal por el PRI, Bulmaro Rito Salinas, para canalizar apoyos a los habitantes.

(10 de abril de 2000)

Deja tromba un muerto en Tabasco

Los vientos que alcanzaron más de 80 kilómetros por hora ocasionaron daños severos

Tabasco. Un muerto y dos heridos, un vehículo destrozado y varios árboles y anuncios espectaculares caídos, fue el saldo de una tromba que azotó a Villahermosa, Tabasco, la noche del miércoles. La lluvia sorprendió luego de una intensa ola de calor donde los termómetros rebasaron los 38 grados centígrados, y que derivó además en granizo, fenómeno que tiene al menos 30 años que no se registra en esta capital.

Según la Dirección de Protección Civil de Tabasco, la tromba ocasionó daños en más de una docena de sitios por los vientos que alcanzaron más de 80 kilómetros por hora.

Se llamaba "Relámpago"

En la ranhería Lázaro Cárdenas, localizada en la periferia, Jesús Ramón Bautista, de 31 años de edad, murió fulminado por un rayo cuando cabalgaba en su caballo, que paradójicamente se llamaba "Relámpago".

Mientras que en la avenida Paseo Tabasco dos personas resultaron heridas al caerles un árbol sobre su vehículo; ambos fueron rescatados de inmediato por socorristas de la Cruz Roja y llevados a hospitales generales.

Ante las llamadas de auxilio reportadas de distintos colonias, Protección Civil señaló que instruyó la Dirección de Policía y a la Dirección de Bomberos a recorrer la ciudad para retirar árboles y anuncios espectaculares que habían caído sobre la vía pública y algunas casas.

Por su parte, la Comisión Federal de Electricidad exteriorizó que se abocó a la tarea levantar un poste que desplomó sobre una barda. Otros daños que han arrojado las lluvias recientes, son los bordos que está construyendo la CNA precisamente para proteger a la ciudad de inundaciones. En la colonia Indeco, la corriente del río Carrizal desmoronó parte del camellón que sostiene el muro de contención y ello ocasionó alarma entre los habitantes.

En otra colonia popular, La Manga, los lugareños también reportaron el deslave del bordo que los protege de las aguas de la laguna "El Camarón". Pese a ese a las intensas lluvias y sus repercusiones, Sergio Jiménez, director de Protección Civil, rechazó riesgo de inundaciones en esta temporada. Sostuvo que los encharcamientos registrados a raíz de los últimos chubascos son consecuencia de basura y asolvamiento en el alcantarillado.

Anomalías de lluvias

Ayer, de nueva cuenta, el día fue caluroso en la mayor parte del día y, según las previsiones de la CNA, habría chubascos y tormentas eléctricas, acompañadas de rachas de más de 50 kilómetros por hora.

La dependencia confirmó el pronóstico de que en mayo las lluvias rebasarían su estándar al doble, pues tan sólo con la registrada hace 12 días el pluviómetro midió 114 milímetros, que de antemano es superior al promedio.

De junio a septiembre, adelantó, de igual forma, las precipitaciones pluviales superarán la media histórica —fenómeno que en el lenguaje ambiental se le denomina “anomalía de lluvia”—, empero, el periodo pluvial sería más corto.

(Reforma, México, 1999)

Los casos señalados sugieren la ocurrencia de tornados en diversos lugares del país en meses y años recientes, y obligaron la indagación de la frecuencia de tornados en periodos de tiempo tan remotos como el siglo XIX. Este fue considerado un elemento sustantivo de profunda valía, ya que se investigaría sobre vestigios históricos relativamente fáciles de documentar.

TESTIMONIOS HISTÓRICOS

En el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) se concluyó un proyecto de investigación histórica que se propuso levantar un catálogo de eventos reportados como “catástrofes”. Uno de los frutos de dicho proyecto fue la elaboración del tomo correspondiente al siglo XIX coordinado por Antonio Escobar, y que puso en mis manos muy amablemente para buscar registros de eventos que tuvieran similitud con los de carácter tornádico. La obra ha sido denominada *Desastres agrícolas en catálogo histórico* (DACH).

La mencionada obra adopta una clasificación de eventos que toma de la naturaleza de las descripciones de los registros y aparecen en rubros de “catástrofes” agrícolas agrupados en categorías como “huracán”, “lluvias abundantes”, “granizada”, “viento”, “inundación”, “epizootia”, entre otros.

Para identificar los probables fenómenos tornádicos dentro de las diferentes clasificaciones del catálogo se tomó en cuenta lo siguiente:

1. En el caso de los fenómenos registrados como “huracán” se consideró la

- fecha relacionándola con aquella de la temporada de huracanes: 15 de mayo al 30 de noviembre, que es la temporada "oficial". Este fue considerado como un dato inequívoco de que el fenómeno reportado correspondía a un tornado si el registro alude a un "huracán" en fecha fuera de la temporada en que éstos se presentan. Además hemos constatado que en diversas regiones ese es el término que aplican al fenómeno tornádico.
2. En todos los casos se consideraron las características del registro respecto a la duración del fenómeno reportado: los tornados tienen un "ciclo de vida" corto en comparación con la duración de un huracán y sus efectos en un lugar determinado, o de una tormenta severa.
 3. El patrón de daños del tornado es muy peculiar, y puede constatarse en una localización muy concreta a lo largo de su trayectoria y no extensiva, aunque normalmente con afectaciones a techumbres, cultivos y derribo de árboles.
 4. La terminología "tromba" o "manga de agua" tienen asociación directa aunque no determinante con los tornados.

Agrupamos una selección de los registros considerados como seguramente relativos al fenómeno del tornado. Son los siguientes:*

CATALOGADOS COMO "HURACÁN":

1. 4 de mayo de 1854 en Haciendas de Buenavista, Córdoba, Veracruz.
"Sopló en Córdoba un violento huracán, acompañado de aguaceros y granizos. Quedaron enteramente destruidas las galeras de asolear azúcar en las haciendas de Buenavista y fueron afectados los sembradíos.

s, 1854, 10 de julio

* Identificación de fuentes de DACH:

Bibliografía: Mariano Galván Rivera, 1951. Colección de las efemérides publicadas en el calendario más antiguo hasta el 30 de junio de 1924. México. Murguía.

2. 19 de mayo 1854 en el DF.

"Entre tres y cuatro de la tarde sopló un viento fuerte del suroeste que, arreciando por grados, llegó a ser en pocos instantes un huracán, que ocasionó el derrumbe del arco triunfal."

Noble y Lebrija, 1956: 123

3. 22 de diciembre de 1874 en Oaxaca.

"Los periódicos de México dan la noticia de que en los últimos días de diciembre Oaxaca fue víctima de un huracán que produjo muchas desgracias y destruyó multitud de casas."

JP, 1874, 12 de enero

4. 12 de enero de 1874, en Ixcatlán, Oaxaca.

"En Ixcatlán hubo un huracán acompañado de una granizada que destruyó las casas y sementeras; el jefe político abrió una suscripción para ayudar a los indígenas que sufrieron pérdidas en la catástrofe."

DOFED, 1874, 14 de abril; PV, 1874, 16 de abril

5. 30 de agosto de 1874 en Ozuluama, Veracruz.

"En Ozuluama un huracán hizo destrozos, dejando huellas profundas a su paso, derribó 11 casas habitadas en los alrededores de la población y algunas personas quedaron heridas de gravedad."

Galván, 1951; Noble y Lebrija, 1956: 128

6. 13 de octubre de 1874 en Chalchicomula, Puebla.

"Sopló cerca de Chalchicomula un espantoso huracán, [...] que destruyó algunas siembras."

PV, 1874, 26 de noviembre

7. 18 de agosto de 1880 en Tepic, Nayarit.
"Muchos jacales echó al suelo y las milpas quedaron tendidas sobre la tierra."
s, 1880, 24 de agosto
8. 27 de octubre de 1881 en Autlán de la Grana, Jalisco.
"Un huracán causó grandes pérdidas en las labores y tiró muchas casas en las orillas de la población."
s, 1881, 3 de diciembre
9. 6 de julio de 1882 en Cocula, Jalisco.
"El huracán que se desencadenó sobre San Cristóbal el 6 del que cursa; [...] entre los granizos que cubrieron del todo las calles del pueblo y los campos inmediatos había algunos de un tamaño sorprendente".
DOJAL, 1882, 23 de julio
10. 12 de marzo de 1883 en Mascota, Jalisco.
"Espantoso huracán en Mascota y algunos pueblos del cantón, que causó grandes pérdidas a los propietarios de fincas rústicas y urbanas."
Galván, 1951: 308; Noble y Lebrija, 1956: 137
11. 7 de abril de 1883 en Apatzingán, Michoacán.
"El huracán se llevó las casas de madera de los ranchos que encontró a su paso y destruyó igualmente las huertas de sandía y otros frutos, causando a los propietarios de éstas lo mismo que a los de ganado, pérdidas considerables."
s, 1883, 1o. de mayo

12. 2 de mayo de 1883 en Puebla, Puebla.

“Sopla fuerte huracán en Puebla y en las poblaciones inmediatas causando estragos de consideración en los edificios y campos; la estación del ferrocarril de Matamoros y la provisional de la zona carbonífera son derribadas. Casi todos los tejados y las citarillas de azoteas también son destruidos.”

Galván, 1951: 309; Noble y Lebrija, 1956: 37

13. 9 de mayo de 1883 en Santiago Lochivia, Yautepec, Morelos.

“En el pueblo de Santiago Lochivia, distrito de Yautepec, un huracán causó la muerte de muchos animales y la destrucción de las sementeras.”

S, 1883, 15 de junio; Galván, 1951: 310; Noble y Lebrija, 1956: 137

14. Noviembre de 1883 en San Agustín Loxicha, Pochutla, Oaxaca.

[...] se informarían nuestros lectores del terrible fenómeno meteorológico que acaba de causar un hondo pánico en los tranquilos habitantes de San Agustín Loxicha del distrito de Pochutla, destruyendo todas las sementeras y árboles de los abiertos campos que atravesó [...]” (POGELSO, 1883, 29 de diciembre).

“Un fuerte huracán destruyó en Pochutla los sembrados de maíz, y después cayó una lluvia torrencial que tuvo una duración de dos días y dos noches.”

BSAM, 1883, 29 de diciembre

15. 12 de marzo en Campeche.

“Fuerte granizada en Campeche acompañada de huracán y de grandes mareas.”

Galván, 1951: 353

16. 21 de febrero de 1891 en San Felipe, Yucatán.
"Espantoso huracán en el puerto de San Felipe; estragos de consideración por mar y tierra."
s, 1951: 368

17. 21 de enero de 1899, Río Blanco, Orizaba, Veracruz.
"Un fuerte huracán que se desata en la noche de este día destruye el teatro y el mercado de Río Blanco, Cantón de Orizaba".
Galván, 1951: 439

CATALOGADOS COMO "LLUVIAS ABUNDANTES":

18. 17 de mayo de 1874 en Valle de Minas Viejas, Tamaulipas.
"En el Valle de Minas Viejas una tromba origina grandes destrozos, destruyendo siembras, desgarrando árboles y subiendo gran cantidad de agua del río inmediato."
Noble y Lebrija 1956: 128
19. 23 de marzo de 1878 en Carrizal, Chihuahua.
"En la municipalidad del Carrizal cae un fuerte aguacero y una enorme cantidad de pescado, calculándose que podría ser suficiente para la alimentación de la población."
Noble y Lebrija, 1956: 129
20. 16 de agosto de 1885 en Epatlán, Jalisco.
"Una tromba hizo siete excavaciones, acabando con gran parte del terreno, casas, huertas, acequias y con un trapiche".
s, 1885, 2 septiembre

21. 8 de septiembre de 1885 en Apaseo, Guanajuato.

“Una manga de agua destruyó la estación del ferrocarril central y arrancó de raíz varios árboles.”

S, 1885, 19 de septiembre

22. 25 de junio de 1888 en Cupátaro, Cuto Seco, Michoacán.

“La corriente arrastró 14 cerdos y varias reses. Fueron destruidas modestas habitaciones [...], la manga en su caída dejó terribles huellas, pues arrastró un enorme risco de peñascos, formando un tajo escabroso.”

S, 1888, 12 de junio

23. 6 de junio de 1891 en Parangaricutiro, Michoacán.

“Una manga de agua destruyó setenta y ocho casas, algunos ecuaros de maíz y más de 25 árboles frutales [...], las pérdidas se calculan en más de cuatrocientos pesos.”

S, 1891, 19 de junio

24. 15 de septiembre en la hacienda de Navarrete y en Huaristamba, Nayarit.

“Dos mangas de agua, una en la hacienda de Navarrete en donde fueron destruidas varias casas. En Huaristamba causó pérdidas humanas y materiales, sólo quedaron seis casas. Las pérdidas en las sementeras fueron considerables.”

S, 1893, 13 de octubre

CATALOGADOS COMO “GRANIZADA”:

25. 28 de mayo de 1883 en Acatlán, Hidalgo.

“En Acatlán y sus campiñas, una tromba cae el día 28, acompañada de

granizo, arranca árboles y puentes, arreando con rebaños y ganado, dejando los laboríos muy escasos de tierra vegetal.”

Noble y Lebrija, 1956: 137

26. 10 de abril de 1886 en Peto, Yucatán.

“En Peto cae una fuerte tempestad; los árboles son arrancados de raíz, las casas derrumbadas, destrozadas las plantas y muertos los animales.”

Galván, 1951: 332.

27. 25 de julio de 1888 en Ario de Rosales, Michoacán.

“El viento acompañado de agua y de granizo causó considerables perjuicios. Arrasó por completo techos de paja y teja, arrancó algunos árboles de raíz”.

S, 1888, 9 de julio; Galván, 1951: 348

CATALOGADOS COMO “VIENTO”:

28. 22 de julio de 1876 en Chalchicomula, Puebla.

“El viento arrancó de raíz muchos árboles [pinos y encinos], acabó con las milpas y mató gran cantidad de ganado menor.”

PV, 1876, 3 de agosto

29. Septiembre de 1888 en Ario y Tacámbaro, Michoacán

“En Tacámbaro el viento hizo volar los techos de más de 80 casas y echó por tierra los cafetos y otros árboles frutales. En Ario muchas casas se han quedado sin techo y muchos árboles fueron arrancados de raíz. Los postes el telégrafo cayeron.”

S, 1888, 14 de septiembre

30. 7 de noviembre de 1891 en Villa del Pueblecito, Querétaro.
 “Por un huracán fueron lanzados y sacados de raíz a gran altura multitud de árboles.”

s, 1891, 20 de noviembre

31. 2 de julio de 1892 en Tancítaro, Michoacán.
 “Borrasca de vientos con fuertes aguaceros en Tancítaro; arrancó los árboles de raíz y echó abajo los techos.”

Galván, 1951: 370; Noble y Lebrija, 1956: 143

CATALOGADOS COMO INUNDACIÓN:

32. 6 de junio de 1885 en Cuarenta, Cerro de Ibarra, San Gabriel, Jalisco.
 “Una manga de agua que cayó en el cerro de Salsipuedes, al oriente de San Gabriel, provocó que el río se desbordara de su cauce, haciendo una infinidad de destrozos, varias casas que estaban situadas en sus márgenes quedaron destruidas [...], los plantíos de caña fueron arrasados por el vendaval” (s, 1885, 22 de junio).
 “Se organizó la Junta de Caridad en Lagos para coleccionar donativos a favor de las familias de las víctimas que ocasionó la inundación habida en la población de Cuarenta la noche del día 6 de junio de 1885” (DOJAL, 1887, 22 de mayo).
 “Una tromba de agua y granizo cayó en la cordillera del cerro de Ibarra y penetró en la población de Cuarenta, con tal impetuosidad que causó grandes desgracias.”

Galván, 1951: 326

33. Julio-agosto de 1893 en Tarandácuaro, Michoacán.

“En Tarandácuaro cae una manga de agua, causando perjuicios en las siembras.”

Noble y Lebrija, 1956: 143

34. Septiembre de 1893 en el Valle de México.

“En el Valle de México últimamente se desprendió una tormenta, con carácter de tromba que arrancó árboles, mató animales y arrastró madera”.

s, 1893, 27 de septiembre

35. 12 de mayo de 1897 en San Pedro Xalostoc y Santa Clara Coatitla, Estado de México.

“Listas de los donativos enviados para ‘auxiliar a las víctimas de la manga de agua’ que inundó los pueblos de San Pedro Xalostoc y Santa Clara Coatitla del distrito de Tlalnepantla”.

AHEM, Hacienda Pública, 1897, v.28, e.32, 33 fs.

TORNADOS EN LAS MITOLOGÍAS PREHISPÁNICAS Y REMINISCENCIAS ACTUALES

La frecuencia en la que los tornados han ocurrido en México es realmente difícil de determinar por la falta de registros sistemáticos y de un sistema de información *ad hoc*. Sin embargo, la existencia de testimonios históricos nos permite encontrar, en lo que conocemos como mitología prehispánica, que para nuestro estudio supone un acercamiento a la cosmovisión, y con ella a muchas formas de pervivencia de sistemas simbólicos, para explicar racionalidades otorgadas a las entidades sociales y naturales.

Conceptos como cosmovisión, que subsume una aprehensión mitológica que involucra una asunción de la naturaleza y una vinculante relación con las religiones conforman y han conformado una especie de "sincretismo", que en contextos específicos de grupos indígenas se ofrece como explicación actual a ciertas respuestas ante FNPD como los tornados. Johana Broda (1991: 461-500) entendió el concepto de "cosmovisión" como una observación sistemática de la naturaleza sustentada a través del tiempo acerca de los fenómenos naturales que posibilitaba el pronóstico para orientar el comportamiento social con esos conocimientos. La asunción de la naturaleza se ofrece como un factor que influye en la construcción de la cosmovisión mezclándose con los elementos míticos.

El pensamiento religioso está relacionado con la cosmovisión y la mitología. Es también vinculante del hombre con lo que le rodea y le ha rodeado a través de la historia, como afirma Carmen Anzures (1990: 157): "La cosmovisión no sólo se encuentra en la observación de la naturaleza sino también en los mitos y las historias. Los mitos y las leyendas estaban encaminados a la organización y a la creencia de dioses relacionados con la vida humana y el equilibrio de la naturaleza".

Por lo dicho inferimos que los tornados, como fenómenos naturales destructivos, tendrían que tener una interpretación en la mitología prehispánica para incorporarse a las creencias religiosas de esas sociedades y con la ulterior imposición del catolicismo, luego de la Conquista española habrían de asimilarse en la forma sincrética que perviviría hasta el presente. Ese es un planteamiento que veremos más adelante luego de considerar algunas creencias en sociedades campesinas respecto a los tornados o "culebras". Antes de ello es conveniente advertir sobre algunos elementos elocuentes que permiten suponer que incorporaron a los tornados a las bases mitológicas que dieron sustento a las creencias religiosas de los antiguos mesoamericanos. Hay un cierto debate, por ejemplo, en el significado de Mixcóatl, el dios chichimeca: Mixeóatl se encuentra descrito en el *Diccionario de nombres geográficos de México* (C. Macazaga, 1979: 102) de la siguiente manera: Mixeóatl: *mixtli*, nube; *cóatl*,

culebra: "culebra de nube". Esa "culebra de nube" es la Vía láctea o el fenómeno atmosférico que se nombra "tornado".

En la *Enciclopedia multimedia* (1999) se señala lo siguiente: "Mixcóatl. El dios azteca de la caza, cuyo nombre significa 'serpiente nube', lo que originó la idea de que era la representación del torbellino tropical. Esto no es del todo correcto, pues el dios de la caza se identifica con la tempestad y los nubarrones, y el relámpago se supone que es representado por su flecha". Valga señalar que la asociación del dios con la tempestad, nubarrones y el relámpago también es una asociación con expresiones meteorológicas asociadas al tornado.

Ahora bien, indudablemente que los elementos mitológicos de las sociedades prehispánicas relacionados con los tornados se encuentran en el conjunto de simbolismos que aluden a los fenómenos del tiempo, y éste siempre en relación con la agricultura. Por esta razón, hay gran riqueza de elementos básicamente relacionados con el culto a Tláloc. Evidentemente los tornados son fenómenos vinculados a tormentas, y éstas son entendidas como castigos o como reflejo de las iras divinas:

Pintaban a Tláloc en figura de un hombre bien formado, con diadema de plumas blancas y verdes y adorno de plumas verdes y rojas; el pelo caído [...] en la mano derecha porta una serpiente llamada checoatl, "culebra de aire" [...] simboliza la nube con granizo; y más generalmente la nube tempestuosa [...] la nube "culebra de agua", la que se forma a impulsos del viento, es un torbellino en el que el aire juega el papel principal (C. Robelo, 1950).

De la Garza (1998) ha ofrecido un muy interesante análisis del símbolo "serpiente" en la religión maya. Escudriñando los elementos de la religiosidad de esa cultura advierte que "puede considerarse como dios celeste a Chaac, la deidad de la lluvia, que es tal vez la más venerada en la religión maya, y cuyo culto sigue siendo principal entre los grupos mayenses de Yucatán" (1998: 51).

Otra implicación religiosa que alude a una cierta relación con el fenómeno del tornado entre los grupos mayas es que, además de la identidad dios-zooforma para denominar un fenómeno natural, también se relaciona con el nagualismo, que es referido de la siguiente manera:

El espíritu humano y el vínculo con el mundo natural sagrado son todavía más complejos, pues el hombre puede adquirir otras capacidades que no corresponden ya a una condición de la naturaleza humana en general, sino que, a partir de ésta, le permiten integrarse al espacio mismo de los sagrados. Es decir, que con base en la dualidad humano-animal del espíritu humano, el hombre puede convertirse en un nagual [...] El término anualismo deriva de la palabra náhuatl *nanalli*, que significa "brujo, bruja, mago, hechicero, nigromante". López Austin (1980) señala que el nagual es el mago capaz de transfigurarse [...], identifica nagualismo y brujería: "El individuo se convierte en animal por unas horas o una noche, como disfraz o para llevar a cabo actos de magia que no puede hacer como humano..." Por lo general los nagueales se transforman en animales, *pero también en fenómenos atmosféricos*, como bolas de fuego, rayos, *torbellinos*¹ arco iris y cometas, como creen muchos grupos mayenses de Chiapas y de Yucatán.

Esto quiere decir, según De la Garza, que los seres poseídos por los nagueales son tanto fenómenos meteorológicos como animales. Este autor hace una referencia particularmente interesante:

Los tojolabales hablan del *yaxal chawuk* o "rayo verde", cuya función es atraer las lluvias. Para los tzotziles de Pinola "el nagual Rayo destaca como principal en el sistema de creencias [...] Los hombres cuyo primer nagual es Rayo están en la cumbre de la jerarquía sobrenatural". Otros poderosos nagueales de los tojolabales son *K'atun* u Hombre Arco Iris; el *Ik* o Viento, y el *Tzantz'ewal*, Relámpago, hermano menor de Rayo. Estos son poderes benéficos, mientras que los otros

¹ Mercedes de la Garza en su texto menciona indistintamente las palabras "torbellino" y "tornado".

son maléficos: el *B'itus*, Tornado o Torbellino, el Chaka xib' o Huracán (1998: 112-113).

La mitología de las sociedades prehispánicas se ha transformado en una suerte de sincretismo con la religión católica. Por ello son una suerte de "reminiscencias del culto a los elementos naturales representados mediante aspectos católicos" que se puede ver en rituales, en las fiestas religiosas y en otras manifestaciones relacionadas con la religión que se practican durante el año. Probablemente una de las pervivencias más notorias que clarifican esta afirmación, se refiera a los llamados "graniceros", "milperos" o "tiemperos" que tienen una función sociorreligiosa ligada al papel de los sacerdotes prehispánicos, en la medida en que se asumen como mediadores entre las deidades del tiempo y las poblaciones que viven de la agricultura. Maruri refiere la siguiente interesante afirmación: "Cuidaban de las milpas protegiéndolas de los desastres naturales como trombas o "colas de agua" provocadas por las fuertes corrientes eólicas que existen en la región".

Los "tiemperos" o "graniceros" han cobrado notoriedad a propósito de las condiciones de riesgo del volcán Popocatepetl. Han entrado a un cierto debate respecto al riesgo volcánico —pues al igual que los geocientíficos son "determinadores" del mismo— y han llamado la atención por tener ese papel reminiscente de las prácticas religiosas prehispánicas conocidas como "el culto a Tláloc". Pues bien, algunas de las funciones principales de esos actores, como indica Albores (1997: 388), son "impedir las granizadas, detienen las 'colas de agua' [tornados], las que son perjudiciales para los sembradíos".

Maruri en su trabajo de tesis sobre la cosmovisión indígena en el Estado de México alude a las condiciones de vida lacustre y su simbología, y señala:

En la actualidad ya no existen los graniceros, o bien, esas funciones que cumplía tal cargo, ahora la desempeñan "los milperos", quienes evocan algunos conjuros "para ahuyentar el granizo o sólo se echan los cohetes y se le reza a la nube para que se vaya y no nos maltrate el maíz". Este es un testimonio de que existió un

grupo especializado para espantar a las nubes de granizo que caían sobre las siembras de maíz y lo quemaba, perdiéndose la cosecha. Se echan cohetones para espantar el granizo [...] las oraciones sólo la dicen los sacerdotes hasta para espantar una "cola", una tromba, ellos tienen poder para espantarla.

Muchas de nuestras sociedades locales y regionales de contenidos culturales indígenas conservan elementos étnico-religiosos que son una síntesis de resimbolización, en los que se conjugan pervivencias de creencias religiosas prehispánicas con el catolicismo.

Las ceremonias de petición de lluvias, más allá de sus ricos aspectos simbólicos, cumplen con la función de hacer colectiva la angustia individual por la falta de lluvias, y proporcionan a cada campesino un grupo fraternal con el cual compartir la ansiedad y ampararse. La comunidad ritual es entonces una comunidad afectiva compuesta por aquellos con los cuales nos identificamos en forma tanto subjetiva como objetiva (Bartolomé, 1997: 108).

El juego de simbolismos en el mundo de prácticas sincréticas de muchos de los grupos indios y mestizos que tiene relación con el tornado es particularmente interesante. Por un lado la "culebra" o "víbora" es la personificación del diablo en el cristianismo (es el símbolo fundamental del mal, la serpiente del "pecado original") y se tiene que combatir, romper, deshacer. La serpiente en las sociedades prehispánicas era un poderoso símbolo deífico.

Por ello, supongo, en los diversos contextos donde han apreciado estos fenómenos las respuestas de las personas tienen diversa significación. Aunque veremos estos aspectos con mayor detalle en el capítulo siguiente, vale decir que las respuestas y las creencias frente a los tornados o "culebras" son un claro reflejo de ello. Cuando se observó al tornado de Tzintzuntzan muchos de los afectados recurrieron a la quema de las palmas benditas² para combatirlo

² Las palmas benditas que llevan los creyentes católicos a bendecir a las iglesias en Domingo de Ra-

o también, con un machete asido por un niño le inducían los mayores a que hiciera con él movimientos como de cortarlo a la distancia.³ Maruri también reproduce un comentario del informante Juan Gonzaga respecto a prácticas protectoras basadas en la racionalidad religiosa:

[...] traían agua de la sierra de los cracteres [sic] [...] cuando había una “cola” se decía que se cargaba mucho el agua [...] tenían sus profecías. La nube de granizo la conjuraban para que se fuera [...] ahora usan muchos coheteros especiales [...] amarran el cohete con garrocha y lo prendían apuntando a la nube y la deshace.

En relación con las creencias, en la comunidad campesina de Jesús del Monte, en el municipio de Morelia, Michoacán, “cortan” las “culebras” con varas de membrillo, que eran los instrumentos que utilizaban en el culto a Tláloc para destapar los caños de la Tierra (Glockner, 2000: 97).

Zenón Olivo, vecino de Jesús del Monte, en Michoacán, tiene identificados dos tipos de “culebras” o “víboras”: la “culebra negra”, que es indicadora de que la nube está cargada de “pura agua”, y la “culebra blanca”, la nube que “tira” granizo. Mariano Olivo, su hijo, dice que tienen la creencia de que las “víboras” caen donde hay algo pesado o duro, como metal, cobre o algo así —como un tesoro escondido, enterrado—, porque han caído en los montes. Tiene una versión vinculante a la asociación simbólica: se cree también que caen donde hay una víbora vieja llamada “sierpe”, una serpiente “muy vieja” que con el paso del tiempo se hace más pequeña y gorda y “le salen patas como de rana”. Mariano cuenta que una vez vio una “sierpe”. Accidentalmente, cuando buscaba conejos con uno de sus perros, escarbaron un hoyo donde antes había observado que se metían pajaritos como atraídos por el animal.

mos; es una práctica que realizan los católicos para proteger sus cultivos y a ellos mismos del mal tiempo, de las borrascas.

³ Llama la atención que sean los niños los considerados más efectivos para “cortar” a las culebras. En los cultos a Tláloc los niños aparecían como los sujetos del sacrificio o los Tlaloques.

Describe a la "sierpe" como una víbora pequeña y muy gorda que tienen los ojos grandes "como de gato". La misma creencia de que las "culebras" tocan tierra en un lugar en el que hay metales o tesoros escondidos se ha registrado entre los campesinos de la rívera del lago de Chapala, en San Juan Cósala, Jalisco.⁴

⁴ Rocío Castillo, geógrafa de la Universidad de Guadalajara (comunicación personal) ha referido esa misma creencia entre los campesinos de ese poblado a propósito de una investigación sobre deslizamientos en laderas en esa parte de la rívera del lago de Chapala. También ha identificado la misma creencia de combatir a las "culebras" mediante movimientos de mano con un cuchillo para "cortarlas", como veremos en detalle en capítulos siguientes.

Los tornados, su meteorología y su significado como amenazas

El tornado se define como “una columna de aire que rota muy aceleradamente y se extiende de la base de una gruesa nube cumulonimbus o cúmulus hacia la superficie de la tierra o del agua; es la tormenta más violenta que puede ocurrir en un punto” (D. Ludlum *et al.*, 1995: 126).

También hay una definición de tornado en los siguientes términos:

Son severos vientos tempestuosos, circulatorios, de diámetro pequeño y de un gran poder destructivo. Es el más violento fenómeno natural de origen meteorológico. Con cierta frecuencia los tornados pueden ocurrir dentro de la circulación de huracanes. Aunque los tornados ocurren sobre áreas terrestres en muchas partes del mundo asociados con variadas situaciones atmosféricas, son relativamente frecuentes en la parte delantera de la periferia de los huracanes (WMO-TD, 1999).

Eden y Twist (1995: 102) dicen que los tornados representan el fenómeno más violento y terrorífico y se puede definir como “un vórtice (remolino) de alta velocidad o un embudo formado por fuertes corrientes dentro de una nube de tormenta. Cuando la base del vórtice toca el suelo se produce una senda de destrucción concentrada sin igual en la naturaleza”.

Un tornado tiene como fenómeno natural un ciclo de vida. Empieza con una forma de vórtice delgado, después se hace más grueso y más fuerte y al

terminar su ciclo se debilita y se va ampliando hasta desaparecer o bien toma otra vez una forma delgada, incluso como de "cordoncillo". La "nube embudo"¹ es un tornado incipiente que no ha tocado tierra. La mayoría de los tornados al principio de su formación inician con una *nube embudo* y también así terminan, es decir, el remolino o vórtice una vez que ha tocado tierra o agua y entra en una etapa de madurez, y cuando se debilita vuelve a su estado de nube embudo.

Ahora bien, no siempre las nubes embudo terminan siendo tornados. La espiral (vórtice) giratoria y estrecha del tornado generalmente es más grande en la nube base que en el extremo que toca tierra. La columna se hace visible gracias a la condensación de vapor de agua o por la presencia de polvo o partículas arrastradas por el viento desde el suelo. Los vientos en la superficie de la columna generalmente toman la forma de espiral que se eleva y pueden alcanzar velocidades de hasta 400 kilómetros por hora en pequeñas áreas.

La dirección de la circulación giratoria del tornado en el Hemisferio Norte es en el sentido contrario a las manecillas del reloj.² Los expertos señalan que en algunas ocasiones se desarrollan en las tormentas eléctricas "remolinos" que giran de manera contraria, es decir, en el sentido de las manecillas del reloj, y los han calculado en uno de cada 100 tornados (TP 2000). En el Hemisferio Sur los tornados giran en el sentido de las manecillas del reloj.

GESTACIÓN

Tornado es un término que alude a un fenómeno meteorológico que adopta una forma peculiar y produce un cierto patrón de daños. Es una definición genérica para fenómenos que pueden tener diferentes condiciones de gestación.

¹ "Nube embudo" es un término muy conocido en inglés (*funnel cloud*).

² El caso del tornado de Tzintzuntán también mantuvo una circulación contraria a la dirección de las manecillas del reloj.

Los tornados más grandes, violentos, han sido muy bien ubicados en términos de las condiciones atmosféricas que los originan y en las localizaciones donde suelen ser frecuentes. Este tipo de tornados se forma en condiciones denominadas *mesociclones* o *superceldas* de tormentas eléctricas. Un mesociclón (supercelda) se forma cuando una columna de nube *cumulonimbos*, o parte de ella, gira desde la base hacia la parte de arriba. Se origina un cierto tipo de tormenta que puede generar tórnados u otras condiciones ambientales extremas. En otras palabras, la formación de una nube cumulonimbus puede consistir en una columna de nube rotativa —o parte— que se llama mesociclón y éste puede contener un tornado.

Las condiciones necesarias para que se formen estos fenómenos se refieren a humedad, aire caliente en los niveles bajos, aire seco en niveles superiores, inestabilidad atmosférica, una corriente a chorro (*jet stream*), vientos bajos del sur y vientos occidentales en niveles altos también. Las fuertes corrientes ascendentes dentro de la supercelda atraen las corrientes de aire del entorno, de manera que se genera una lenta rotación que se va concentrando e incrementando a medida que las corrientes ascendentes crecen en fuerza y extensión. La rotación incrementa su velocidad y las corrientes ascendentes se convierten en una columna estrecha y giratoria. Los tornados que se forman en estas condiciones son considerados "tornados de supercelda".

Otros factores de generación de tornados forman lo que se conoce como *tornados no de supercelda*,³ como es el caso del tornado de Tzintzuntzan y de la mayoría de este tipo de fenómenos observados en el estado de Michoacán y probablemente en todo el país. También sugiero que se les puede denominar "tromba de tierra".⁴ Este tipo de tornados se forma cuando una nube *cumulus*

³ Evidentemente existen problemas de clasificación y denominación de los tornados, en tanto se tiene que recurrir a las asignaciones establecidas en lengua inglesa. En este sentido, se conocen como "tornados supercelda" (*supercell tornadoes*) y "tornados no de supercelda" (*non-supercell tornadoes*).

⁴ En inglés el término *waterspout* se refiere a los tornados sobre cuerpos de agua o marinos. En español a estos se les ha denominado precisamente "trombas". Para identificar a los tornados no supercelda, es decir, de formación similar a los *waterspouts* pero que ocurren sobre tierra se ha dicho di-

congestus o cumulonimbus en rápida formación atrae el aire que circula lentamente y de manera giratoria en los niveles inferiores.

La rotación lenta preexistente del aire en los niveles bajos puede ser causada por las corrientes formadas por las montañas de los alrededores, por la convergencia de brisas marinas o frentes de rachas de aire. La rotación de muchos tornados no supercelda comienza cerca de la superficie de la tierra y crece hacia las partes superiores (NAS 1995: 104).

Las trombas de agua (*waterspout*) forman una columna de aire de muy rápida rotación y tiene las características de un tornado. De hecho han existido dudas acerca de si estos fenómenos deben ser considerados como tornados. El glosario de términos relacionados con las tormentas elaborado por la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés) para advertir lo señalado en el párrafo anterior dice que las trombas marinas o *waterspout* son "pequeñas tormentas giratorias sobre los océanos o sobre cuerpos de agua interiores. Ocasionalmente se mueven hacia las partes de tierra causando algunos daños, pero los vientos son menos fuertes que los que se dan en los tornados, los cuales les recuerdan en apariencia" (WMO-ID).

La consideración sobre si las trombas marinas o *waterspout* son tornados ya no debe dejar lugar a dudas: el Servicio Meteorológico de Estados Unidos no contabiliza oficialmente como tornados a las "trombas de agua" salvo si éstas tocan tierra generando afectaciones. Ello, como dicen los expertos, no las hace ni más ni menos un tornado, desde el punto de vista meteorológico (TP, 2000).

Los tornados "trombas de agua" se forman a partir de una nube cúmulus o cumulonimbus. La formación de un punto oscuro sobre el agua a veces es un indicador de que se está formando una tromba de agua en una nube embudo. Cuando ya se forma la tromba entonces se conecta el punto oscuro de la

difundido en inglés el término de *landspout*. Sugiero la denominación *trombas de tierra* para diferenciarlos de las *trombas de agua*.

superficie del agua con el embudo. Los tornados "trombas" de agua o de tierra -*waterspouts* y *landspouts*-⁵ no necesitan una tormenta o un día con condiciones ambientales de potencial tormenta para formarse. Diferentes condiciones atmosféricas pueden producirlas y son consideradas por ello como tornados más débiles que los "supercelda", pero no por ello dejan de ser peligrosas (D. Pendick 1998).

CLASIFICACIÓN DE TORNADOS

Las clasificaciones de los tornados generalmente toman en cuenta la condición global de gestación relacionada con su origen o no respecto a las superceldas. La primera distinción deriva de ello:

Clasificación de tornados

<i>Tornados supercelda</i>	<i>Tornados no supercelda</i>
	Trombas de agua (<i>waterspout</i>)
Tornados individuales	Trombas de tierra (<i>landspout</i>)
"Epidemia" de tornados (<i>outbreak</i>)	Tornados sembrados por huracanes
	Tornados "racha" (<i>gustnadoes</i>)

D. Pendick, 1998: 29.

⁵ El término *landspout* fue introducido por Howard Bluestein en 1985 para equiparar al fenómeno de los "tornados débiles", como se verá más adelante.

INTENSIDAD Y MOVIMIENTO

Se ha ubicado muy bien una tendencia general de la dirección del movimiento de los tornados, que va del suroeste al noreste, aunque hay tornados que toman cualquier dirección. Los tornados pueden tener un trayecto errático o permanecer estacionarios. La velocidad promedio calculada en ellos es de 55 kilómetros por hora, aunque se han registrado tornados muy veloces que han alcanzado los 115 kilómetros por hora. El tiempo de vida promedio de los tornados es de menos de 15 minutos, y sin embargo también se tienen registros de tornados que han durado hasta siete horas. La mayoría de los tornados duran sólo dos o tres minutos (TP, 2000).

Las intensidades de los tornados son estimadas por la escala denominada Fujita-Pearson, que se menciona en seguida.

La escala Fujita-Pearson

Categoría	F-Escala Número	Denominación de intensidad	Velocidad del viento	Tipo de daño
Débil	F0	tornado leve	64-116 km/h	Daños a las chimeneas de las casas; ruptura de ramas de árboles, arranca árboles de raíces poco profundas; daño a féteros o anuncios comerciales ("espectaculares").
Débil	F1	tornado moderado	117-180 km/h	El límite inferior es el inicio de la velocidad de los huracanes, desprende techos; las casas móviles son empujadas fuera de sus basamentos o volteadas; los autos que circulan son empujados fuera de los caminos, los garajes o estacionamientos anexos a casas pueden ser destruidos.
Fuerte	F2	tornado significativo	181-252 km/h	Daño considerable. Los techos son completamente arrancados de las estructuras de las casas; las casas móviles son demolidas, los tráileres o tractocamiones con caja son expulsados de la carretera, son arrancados de raíz o quebrados, árboles grandes, se generan proyectiles de objetos ligeros.
Fuerte	F3	tornado severo	253-331 km/h	Techo y algunas paredes son arrancadas de casas bien construidas; se voltean ferrocarriles; la mayoría de los árboles son arrancados de raíz.
Violento	F4	tornado devastador	332-418 km/h	Son destruidas las casas bien construidas; son arrojadas a cierta distancia las estructuras con cimientos débiles; los automóviles son lanzados al vacío convertidos en grandes proyectiles.
Violento	F5	tornado increíble	419-508 km/h	Las casas con estructuras fuertes son arrancadas de sus cimientos y arrojadas a grandes distancias hasta su desintegración; los automóviles son proyectiles en el aire que vuelan más de 100 metros; los árboles son completamente devastados; las estructuras de acero reforzado son considerablemente dañadas.

Respecto a las intensidades de los tornados se puede señalar lo siguiente. En Estados Unidos se ha calculado que la fuerza o velocidad del viento necesaria para voltear una casa móvil ligera (casa rodante) es de 95 kilómetros por hora. Las casas móviles más pesadas pueden ser volteadas por vientos de 130 kilómetros por hora, y un tráiler por vientos de 170 kilómetros por hora. Un tornado registrado en Pampa, Texas, movió maquinaria que pesaba 13 toneladas y media.

Se ha analizado el patrón de daños de los tornados en los cultivos y se ha observado que dependiendo del movimiento de avanzada del tornado, así como de la fuerza en la que interactúa con el suelo, se registran diversos efectos, como el caso de un tornado estacionario que prácticamente cavó una zanja de 40 centímetros de profundidad. Otros tornados observados sobre campos de trigo sólo han doblado las varas o ramas del cereal.

En cuanto a objetos que pueden movilizarse ante la amenaza del tornado, como las personas y los animales, se ha observado que generalmente son levantados (no succionados como se cree) por el aire que circula dentro del vórtice y generalmente son arrojados a distancia que varían, según la intensidad del tornado, de entre 10 y 100 metros. Diversos testigos de tornados han hablado de que han visto caer peces, ranas, salamandras, etc. (TP 2000). Se ha registrado que la máxima distancia a la que ha sido lanzado un objeto de medio kilo de peso ha llegado a ser de 150 kilómetros. En el caso del tornado identificado como "tornado de Kansas" ocurrido el 10 de noviembre de 1915, se encontraron escombros del pueblo a distancias de 130 kilómetros.

FORMAS DE LOS TORNADOS

Ludlum (*et al.* 1995) señala que la forma clásica del tornado es la de un cono que se extiende desde la nube base hacia la superficie de tierra o de agua y se oscurece por el polvo o por las partículas de escombros que arrastra. Sin embargo, se han observado tornados que parecen no alcanzar el suelo. Los expertos de Tornado Project (TP) señalan que algunos tornados tienen circu-

lación que se extiende hasta el suelo, hacen daño pero tienen un embudo o remolino que no es visible. Explican que si el aire que circula dentro del tornado es cálido y seco entonces no se produce ninguna condensación de la humedad que es la que hace visible al embudo. En otras palabras, los tornados débiles cuando se presentan en condiciones de aire seco tienen una nube de condensación que no se hace visible completamente entre la nube base y el suelo; puede haber un embudo formándose desde la nube y un remolino de polvo que se eleva desde el suelo y alguna parte de la nube, entre el embudo superior, y la nube de polvo puede ser transparente o invisible. Esta condición no lo hace menos tornado que los tornados con remolino completamente visible.

Hay columnas de lluvia muy estrechas que vistas a considerable distancia pueden parecer tornados, pero para serlo deben tener además las siguientes características: bordes verticales bien definidos, trayectoria horizontal sobre el terreno, rotación y una forma alargada (NAS, 1995: 102).

Han sido registrados tornados muy destructivos que pueden aparecer como una masa delgada y amorfa de nubes negras cercanas y sobre la superficie del suelo. También, hay tornados que pueden tomar formas de remolinos o columnas delgadas de nubes blancas o grises y polvo.

La consideración acertada de la forma de los tornados debe abarcar los siguientes aspectos, entre otros. El primero se refiere al "ciclo de vida" de los tornados, como ya se vio, y lo que esto implica respecto a la forma que adoptan, según el nivel o estado en que se encuentren. El segundo aspecto se refiere a que la observación de un tornado no necesariamente está registrando "todo" del mismo; es decir, dependiendo de la humedad y de la cantidad de polvo en el entorno, sólo se verá parte del embudo, otras veces el núcleo central (*central core*). En otras ocasiones el núcleo central es muy claro y sólo podemos ver las paredes. El tercer aspecto alude a que los flujos de aire están en cambio constante y acelerado; la tormenta superior al tornado está permanentemente debilitándose y fortaleciéndose, y todas esas circunstancias permiten una gran diversidad de formas de tornados.

TORNADOS "NO SUPERCELDA"

Es importante referir de manera específica algunos conceptos acerca de esta clase de tornados, ya que configuran las características que definen a la mayoría de estos fenómenos que ocurren en México, conocidos de manera generalizada como "culebras".⁶ De hecho, la palabra inglesa *spout* tiene un significado que la refiere a un cierto tipo de serpiente.

Los tornados no supercelda o *landspout*, tal como se señaló, tienen una bien lograda caracterización que los diferencia de los tornados supercelda. Los meteorólogos estadounidenses han dedicado atención específica a éstos y han generado incluso modelos de simulación por computadora para estudiarlos de mejor manera. En Estados Unidos se ha reconocido un área que junto con el "callejón del tornado" (*tornado alley*) se le ha asignado el mismo término de *landspout alley*. Se localiza próxima a la ciudad de Denver, en Colorado, y se le denomina Zona de Vorticidad y Convergencia de Denver (DCVZ, por sus siglas en inglés). Es una zona caracterizada por flujo de aire húmedo proveniente del sureste que choca con corrientes de aire seco provenientes del frente noroeste de las montañas Rocallosas. El aire convergente ocasiona tormentas y a menudo tornados no supercelda.

Pendick (1998: 28) refiere que los meteorólogos estadounidenses realizaron los primeros casos de estudio de tornados no supercelda a finales de los años sesenta y durante los setenta del siglo XX. Los primeros estudios se desarrollaron en los estados de Florida y Colorado, aunque también generaron reportes de algunos tornados no supercelda observados en el "callejón del tornado". Hacia 1985, Howard Bluestein, un meteorólogo de la Universidad de Oklahoma, introdujo el término *landspout* por hallar similitud formal con el otro tipo de tornado no supercelda denominado *waterspout*, que ya ha sido referido. Pendick también advierte que hacia la segunda mitad de los años ochenta

⁶ "Culebras", "viboras", "trombas", "mangas", etc. son algunos de los términos usados para referirse a este fenómeno atmosférico.

del siglo pasado los meteorólogos comenzaron a capturar imágenes de alta resolución de tornados no supercelda en los radares Doppler. A finales de esa década los meteorólogos habían encontrado las bases meteorológicas de esos tornados.

Una de las cosas que aprendieron fue que los tornados *landspout* son fenómenos de fronteras meteorológicas, en tanto en las fronteras es donde se genera "vorticidad"⁷ y "convergencia", y ello conforma el ambiente donde las corrientes de aire pueden girar y elevarse. Descubrieron que la principal manera en que los tornados no supercelda difieren de los supercelda radica en la fuente de la vorticidad.

De acuerdo con la actual teoría, como vimos antes, la circulación baja original asociada con tornados supercelda se eleva desde las corrientes en remolino verticales que se generan a lo largo del eje del flujo de aire frío saliente y el flujo de aire caliente que entra a la tormenta. La vorticidad horizontal se va introduciendo dentro de la vertical debido a las corrientes ascendentes, generando un conjunto de vorticidad vertical de bajo nivel que puede entonces extenderse por una convergencia baja.

No obstante, se considera que el mecanismo exacto que determina el paso final de la tornadogénesis supercelda aún no es del todo comprendido. Se dice que esencialmente la supercelda crea condiciones ambientales bajo de ella que generan tornados, pero la tornadogénesis requiere de condiciones de frontera de bajo nivel tanto en escenarios supercelda como en no supercelda, aunque en el caso específico de la no supercelda hay preexistencia de condiciones de frontera tanto en el tornado como en la tormenta original.

⁷ "Vorticidad" se refiere a la condición propicia para generar remolinos por el choque de corrientes de aire.

LOS TORNADOS COMO AMENAZAS. ACCIONES DE PROTECCIÓN Y MITIGACIÓN

Evidentemente, la fenomenología del tornado alude a una doble atribución del mismo fenómeno. Por un lado, representa un gran atractivo desde el punto de vista científico y lo que esto encierra respecto a la comprensión de su origen, desarrollo y los componentes particulares de su meteorología. También resultan de extraordinaria atracción las características de su ocurrencia, sus formas, el ciclo de vida, sus movimientos. Los tornados son fenómenos que tienen —en Estados Unidos—, como pocos fenómenos naturales, seguidores muy fieles, como son los *cazatornados*, personas que son tanto científicos como aficionados.

El atributo más significativo de los tornados es su condición de amenaza o de fenómeno natural potencialmente desastroso (ENPD). El potencial destructivo de estos fenómenos es enorme. El *Almanaque del viejo granjero* dice: "En ningún lugar en el mundo los tornados se forman tan frecuentemente como en el centro y sur de las grandes planicies, donde la geografía, los vientos y los patrones atmosféricos conspiran todos para poner un mortal giro ciclónico en las más inocentes nubes, creando un monstruo que puede borrar un edificio o un pueblo entero en cosa de segundos" (B. Watson, 1993: 47).

Ciertamente, la frecuencia de generación de tornados es más alta en el llamado "callejón de los tornados", que cruza la parte centro oriental de Estados Unidos, abarcando al menos seis estados y cubriendo en su mayor parte los de Kansas y Oklahoma, siguiendo una dirección suroeste-noreste que coincide con la confluencia de masas de aire húmedo provenientes del Golfo de México y masas de aire frío y seco del Pacífico. No obstante que esa zona es el ámbito mundial en donde se produce la mayor cantidad de tornados, estos fenómenos también se presentan en otras partes del mundo.

Es importante decir a este respecto que la existencia o inexistencia de registros de ocurrencia de tornados debe contar para hacer relativo la actual calificación de zonas más o menos tornadogénicas. Por lo que se advierte en esta obra,

los tornados mexicanos resultan ser más frecuentes de lo que se sospechaba, así sean del tipo tornados débiles llamados *landspout*, pero no se cuenta con registros para valorar su frecuencia y menos para establecer rangos de comparación.

TORNADOS COMO FENÓMENOS NATURALES POTENCIALMENTE DESASTROSOS (FNPD)

Trataré de comentar lo que representan los tornados como amenazas naturales o FNPD a través de consideraciones acerca de las muertes y daños que producen. Es importante señalar, en este sentido, que hay contrastes severos respecto a los saldos entre la ocurrencia de tornados en Estados Unidos y otro país subdesarrollado, como Bangladesh.

Una base de datos de la dependencia de Administración Nacional de la Atmósfera y los Océanos (NOAA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos, con arreglos de contabilidad de tornados (número, muertes, heridos, y daños saldados) para el periodo 1950-1994 (véase anexo 1), y tomando en cuenta sólo el caso del estado de Texas, ubicado en el primer lugar de ocurrencia de tornados, nos permite ofrecer los siguientes datos: Texas padeció 5 490 tornados en el periodo que se señala, y el número total de muertos por esos tornados fue de 475, con 7 452 heridos y daños ajustados, es decir, pagados por las aseguradoras, por más de 195 millones de dólares.⁸

En contraste, un solo tornado que azotó Bangladesh el 29 de abril de 1989, específicamente el área de Manikganj, mató aproximadamente 1 300 personas, hirió a 12 000 y dejó 800 mil damnificados (Grazulis, 1991; Schmidlin y Ono, 1997: 4).

⁸ En términos de daños, un solo tornado, el del 16 de mayo de 1975, ocurrido en Omaha, Nueva Inglaterra, causó más de mil millones de dólares por pérdidas (véase anexo 2).

móviles representan el más alto porcentaje respecto a otras ubicaciones (véase el anexo 3).

Evidentemente, la densidad demográfica también es un factor fundamental en el nivel del alcance dañino, y sin embargo por sí mismo no explicaría la magnitud de exposición al daño producido por los tornados, sobre todo si subrayamos el hecho de que la ubicación y la protección de la misma son los determinantes *de última instancia* respecto a la sobrevivencia a los tornados.

Bimal K. Paul (1997) realizó un análisis exhaustivo de los mecanismos de sobrevivencia que desplegó la gente afectada por un tornado en Bangladesh, y aunque en realidad no descubrió nada particular pudo documentar una serie de procesos sociales de enfrentamiento con las amenazas naturales que se reafirmaron; en ese caso recordemos que se sucedió en una sociedad subdesarrollada.

Esos procesos han sido muy bien identificados en otros contextos sociales del mismo rango, pero lo que interesa destacar de manera particular es la ausencia de atención científica, gubernamental, etc., a los fenómenos que llamamos tornados. Lo peor para el caso Bangladesh es que los tornados han sido nocivos y destructores, como los ciclones tropicales, pero en contraste no han tenido la misma atención en el ámbito local ni en el nacional, y tampoco en lo concerniente a la esfera internacional, en cuanto las agencias que ofrecen programas científicos y financieros de ayuda para atender otros FNPD. Tal vez esto obligue a revisar el argumento que coloca a los tornados como fenómenos de menor frecuencia y reducidas posibilidades de detección, como afirman funcionarios y científicos, quienes minimizan la importancia y efectos destructivos de este tipo de FNPD.

El corolario es que los tornados deben tener una mínima atención en términos de difundir entre la población en riesgo las más elementales acciones recomendadas para protegerse de sus efectos.

ACCIONES DE PROTECCIÓN Y MITIGACIÓN CONTRA TORNADOS

Evidentemente en Estados Unidos ha sido de suma importancia la producción de propuestas de acciones estructurales y no estructurales para protegerse de los tornados. Incluyen un diseño de "albergue", recientemente diseñado, que es construido al interior de las casas, así como material diseñado para dar a conocer al público en general las medidas prácticas no estructurales recomendables para protegerse contra los tornados. Existen diferentes organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, entre las que destaca la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) y la Cruz Roja, respectivamente, que realizan destacadamente ese papel.

MEDIDAS ESTRUCTURALES

La alta calidad de los registros de ocurrencias de tornados realizada por el Centro de Predicción de Tormentas de la agencia gubernamental que administra los recursos oceanográficos y atmosféricos (NOAA, por sus siglas en inglés) en Estados Unidos ha permitido acceder a una caracterización zonal de exposición a esos fenómenos y también a una cartografía relacionada con niveles máximos de velocidades de vientos.

Ambos aspectos han sido de importancia capital para realizar valoraciones del peligro de sufrir la ocurrencia de un tornado y para decidir si se construyen albergues, a manera de cuartos-fortaleza, especiales para protegerse contra los tornados, como una innovadora medida que se puede considerar de "mitigación estructural".¹⁰ Vale decir que este es un asunto reciente en Estados

¹⁰ En general en el "menú" de mitigación para casos de amenazas a desastres se distinguen dos conjuntos de acciones que se denominan "estructural" y "no estructural". Las primeras se refieren básicamente a medidas técnicas y/o tecnológicas de construcción de elementos de ingeniería que se introducen para amortiguar, desviar o minimizar un determinado impacto o fuerza destructora. Las medidas no estructurales se refieren a acciones de divulgación, educación o capacitación que

Unidos, es decir, de los últimos dos o tres años, y llama la atención porque se antoja como una solución retardada, considerando lo que podríamos señalar como vieja "conciencia" del riesgo de los tornados.

Las escalas de valores se remiten al cruzamiento de dos variables, frecuencia de ocurrencia y espacio delimitado, es decir, el número de tornados registrados por un área determinada, de manera que las escalas son así:

Número de registro de tornados por 1000 millas cuadradas, que da lugar a cinco clases, a saber, 1) Menor de un tornado por milla cuadrada; 2) entre uno y cinco tornados por milla cuadrada; 3) entre 6 y 10 tornados por milla cuadrada; 4) entre 11 y 15 tornados por milla cuadrada, y 5) Mayor de 15 tornados por milla cuadrada.

La frecuencia con que ocurren los tornados en un área determinada se relaciona con otro factor de riesgo que se refiere a la zonificación de máximas velocidades de vientos registradas.

La Agencia Federal de Manejo de Emergencias de Estados Unidos ha desarrollado un instrumento (FEMA, 2000) para facilitar a los residentes de ese país una autovaloración de las condiciones de riesgo que les permita tomar una decisión respecto a si construyen o no un albergue contra tornados dentro de sus casas.

La autovaloración está determinada por un ejercicio simple que los residentes tienen que hacer, ubicándose espacialmente y cualitativamente en una matriz que relaciona el número de tornados por milla cuadrada, por un lado, y por otro la zonificación de vientos, como se ilustra en la tabla siguiente:

se producen para generar conciencia del riesgo y protegerse. Se incluyen aquí otras acciones normativas que imponen conductas de protección o estándares de construcción o normas de seguridad.

Zonificación de vientos

		<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
Núm. de tornados por milla cuadrada	< 1	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo bajo	Riesgo moderado
	1-5	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo alto
	6-10	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto	Riesgo alto
	11-15	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto
	> 15	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo alto

La zonificación de vientos se distribuye de la siguiente manera:

Zona I, vientos de 130 millas por hora.

Zona II, vientos de 160 millas por hora.

Zona III, vientos de 200 millas por hora.

Zona IV, vientos de 250 millas por hora.

Cuando el residente se ubica tanto en los mapas de riesgo como en la matriz referida entonces tendrá que decidir si construye el albergue recomendado. Se debe hacer notar que el cruce de las variables de ocurrencia de tornados por milla cuadrada se relaciona con el de área de velocidad de vientos. Esta última, es decir, la velocidad de los vientos, tiene una relación también con otros fenómenos productores, como los huracanes, de manera que el caso extremo ubicable en la matriz señalada correspondería a la intersección del valor > 15 tornados por milla cuadrada con la zona IV de vientos.

Los valores definidos para ofrecer los parámetros de la autovaloración del riesgo toman en cuenta registros de 40 años para los casos de los tornados y más de 100 años para los huracanes.

En México existen estimaciones de vientos para considerar cálculos de obra en los diseños de construcción, tanto en lo referente a obras civiles como en los reglamentos de construcción, como es el caso del Distrito Federal. Sin duda, en estos documentos normativos no consideran la existencia de tornados, porque se cree que no existen en el país.¹¹

El tipo de albergue recomendado formalmente por la agencia estadounidense de manejo de emergencias tiene el propósito de "allegarse de un espacio donde el individuo y su familia puedan sobrevivir a un tornado o a un huracán sin ninguna herida o con heridas leves [*sic*]. (FEMA, 2000).

El diseño de los albergues, que son en realidad pequeños cuartos-fortaleza dentro de la vivienda, considera tanto materiales como conexiones referidos a niveles de resistencia contra fuerzas de vientos extremos y no está probado para otro tipo de fenómenos, como las inundaciones, aunque hay prevenciones al respecto. Las recomendaciones formales relacionadas con el tamaño establecen condicionantes referidas a la duración del evento y al espacio requerido por cada ocupante. Como los tornados son fenómenos de corta duración, se sugiere que un albergue para protegerse de estos fenómenos no debe ser muy grande, ya que es poco el tiempo que el habitante estaría dentro y en consecuencia los factores vinculados a la comodidad no son importantes de considerar. En cambio, la protección contra un huracán exigiría estar protegido al menos por un lapso de 12 horas, por lo tanto se debe tener un diseño de proporciones que resulte mínimamente cómodo para sus ocupantes.

Las recomendaciones para construir el albergue distinguen tres tipos de cimentación, que son los más comunes en las viviendas de ese país, a saber: sótano, plancha de concreto y un tipo denominado *crawlspace*, que refiere ci-

¹¹ Introduzco el comentario debido a que la valoración de fuerza de vientos es una variable de los diseños de construcción y sería una reacción natural de los posibles lectores, ingenieros o meteorólogos asociados con esas preocupaciones, preguntarse por ello, ya que seguramente encontrarán casi omisas referencias al asunto. Como ya lo advertí, trato el caso de estimaciones de vientos, como el de la FEMA, sólo cuando media la consideración de los fenómenos del tornado o huracán.

mientos a manera de pilotes bajos que soportan la base de la casa en alto, dejando un espacio entre ésta y el nivel del piso para las instalaciones de servicios y sanitarias.

Los aspectos sustanciales del albergue en el interior de la vivienda se refieren a que el cuarto-fortaleza se encuentra "anclado" a una base de concreto, ya sea en el sótano o en la "plancha de concreto" de cimentación o a los pilotes de concreto, en el caso del tipo *crawlspace*.

OTRAS ACCIONES NO ESTRUCTURALES

La Cruz Roja estadounidense ha difundido tanto en español como en inglés una serie de medidas que podemos considerar dentro del rubro de preparativos para emergencia a nivel familiar. Éstas son las siguientes acciones generales que reproducimos a continuación, no sin antes advertir enfáticamente que están enfocadas al contexto de Estados Unidos:

Prepare un plan familiar

- Identifique un lugar donde los miembros de su familia puedan reunirse si un tornado se dirige hacia su hogar. Puede ser el sótano, pero si no hay un sótano, el vestíbulo o un corredor central, la sala de baño o un clóset en la planta más baja. Mantenga el lugar despejado.
- Si usted está en un rascacielos, puede que no tenga tiempo para dirigirse a la planta baja. Elija un vestíbulo o corredor en el centro del edificio.
- Reúna un botiquín de suministros para desastres:

Aliste una caja de emergencia para tornados que contenga

- Botiquín de primeros auxilios y medicamentos esenciales.
- Comida enlatada y un abrelatas.
- Por lo menos tres galones de agua por persona.
- Ropa de protección, ropa de cama o sacos de dormir.

- Radio a pilas, linterna y pilas de repuesto.
- Artículos especiales para bebés, ancianos o familiares discapacitados.
- Instrucciones por escrito sobre cómo desconectar la electricidad, el gas y el agua si las autoridades le aconsejan hacerlo. (Recuerde, necesitará que un especialista conecte de nuevo el servicio de gas natural.)
- Realice periódicamente ejercicios para casos de tornados, para que todos sepan qué hacer cuando azote un tornado.

Los siguientes lineamientos de conducta emitidos por la propia Cruz Roja estadounidense tienen que ver específicamente con la amenaza de tornado y están en correspondencia con el sistema de alerta contra tornados organizado por el Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos:¹²

Manténgase informado de los avisos de tornados

- Escuche las emisoras locales de radio y televisión para recibir información actualizada sobre la tormenta.
- Sepa qué significa un AVISO y una ALERTA de tornado:
- Un AVISO de tornado significa que es posible que un tornado afecte su área.
- Una ALERTA de tornado significa que se ha observado un tornado y que puede estar dirigiéndose hacia su área. Diríjase inmediatamente a un lugar seguro.
- Las ALERTAS los AVISOS de tornados los emiten el condado.

Si emiten un AVISO de tornado

- Escuche las emisoras locales de radio y televisión para recibir información actualizada.
- Preste atención a los cambios de clima. La basura o los desperdicios llevados

¹² En el siguiente capítulo trato en particular los asuntos relacionados con el sistema de alerta contra tornados practicado en ese país. El lector acucioso notará que estos lineamientos fueron los reproducidos en los documentos oficiales del Sistema de Protección Civil de Veracruz.

por el viento o el ruido de un tornado que se acerca, pueden servir de alerta. Muchas personas dicen que el sonido es semejante al de un tren de carga.

Si emiten una ALERTA de tornado

- Si usted está dentro de su casa, vaya al lugar seguro que identificó para protegerse de los vidrios y otros objetos llevados por el viento. El tornado puede estar acercándose a su área.
- Si usted está en el exterior, diríjase rápidamente al sótano de algún edificio sólido de la cercanía o tiéndase en el suelo en alguna zanja o en un terreno bajo.
- Si usted está en un automóvil o en una casa rodante, salga inmediatamente y diríjase a un lugar seguro (como en el punto anterior).

Después de que pase el tornado

- Cuidese de los cables eléctricos caídos y quédese fuera de la zona dañificada.
- Escuche la radio para recibir información e instrucciones.
- Use una linterna para inspeccionar los daños de su hogar.
- No use velas en ninguna circunstancia.

Los avisos locales son:

¿Está preparado para un tornado?

Olvídese de la idea de que "los remolinos" sólo ocurren en el oeste medio. Se han reportado tornados en todos los estados, y aunque generalmente ocurren durante la primavera o el verano, pueden azotar en cualquier época del año.

Con vientos soplando a 200 o más millas por hora, un tornado puede destrozarse casi todo lo que encuentre en su camino. Generalmente se dan señales y avisos meteorológicos que le alertarán para tomar precauciones.

Reproducimos en seguida el ejercicio de planificación individual/familiar contra tornados que sugiere la Cruz Roja estadounidense:

Esté preparado; haya que varios miembros de su familia realicen cada uno de los puntos de la lista de verificación siguiente. Luego reúnanse para discutir y concluir su plan familiar contra desastres.

Identifique un lugar dentro de su vivienda donde los miembros de su familia puedan reunirse si azota un tornado. (Si su hogar tiene sótano, hágalo su lugar seguro. Si no tiene sótano, tenga en cuenta un pasillo interior o una sala en la planta más baja.) Asegúrese de que no haya ventanas ni puertas de vidrio en el área. Mantenga despejado dicho lugar.

Sótano: Sí No

Si cuenta con un sótano, es su lugar seguro. Si no cuenta con un sótano (o si se encuentra en un edificio alto) identifique otro lugar seguro.

Ubicación del lugar seguro: _____

Si usted vive en una casa rodante, identifique otro lugar seguro en un edificio sólido cercano. (Si su urbanización de casas rodantes tiene designado un refugio, hágalo su lugar seguro.)

Ubicación del lugar seguro: _____

Prepare un botiquín de suministros para desastres en una caja bien identificada y fácil de llevar.

Ubicación del botiquín de suministros para desastres: _____

Escriba las instrucciones de cómo desconectar la electricidad, el agua y el gas de su vivienda si las autoridades locales se lo aconsejan. (El servicio de gas lo debe conectar de nuevo un especialista.)

Instrucciones escritas: _____
(fecha)

Asegúrese de que todos los miembros de su familia conozcan el nombre del condado o de la parroquia donde viven o por la que viajan, ya que los AVISOS y las ALERTAS de tornados los emiten los condados o las parroquias.

Nombre del condado donde vive: _____

Nombre del condado por el que viaja: _____

Hable con su familia sobre lo que deben hacer si emiten un AVISO o una ALERTA de tornado. Y recuerde, si ocurre un tornado, un terremoto, una inundación u otra emergencia en su comunidad, usted puede contar con que el capítulo de la Cruz Roja Americana de su localidad estará allí presente para ayudar a usted y a su familia. La Cruz Roja no es una agencia gubernamental y depende de sus donaciones de tiempo, dinero y sangre.

Para más información póngase en contacto con el capítulo de la Cruz Roja de su localidad, la oficina del Servicio Nacional de Meteorología o la Agencia de Administración de Emergencias. También puede visitar los siguientes sitios de la red de internet:

Cruz Roja Americana (American Red Cross):

<http://www.redcross.org/disaster/safety/www.redcross.org>

La agencia federal norteamericana para el manejo de emergencias ha difundido información también encaminada a sugerir pautas de comportamiento individual-colectivo, similares a los parámetros observados por la Cruz Roja de ese país y siguiendo los tiempos referidos a los preparativos para emergencia, que desde luego no son los tiempos de la prevención-mitigación.

A continuación se muestran, haciendo de nuevo la advertencia de que dichos lineamientos son para el contexto de la sociedad estadounidense, en algunos aspectos podrían aplicarse al caso mexicano,¹³ pero en otros no:

Tips de seguridad para tornados

Cuando se aproxima un tornado usted tiene poco tiempo para tomar algunas decisiones de vida o muerte. Un plan anticipado y una respuesta rápida son factores clave para sobrevivir al tornado.

ANTES DE LA OCURRENCIA DEL TORNADO

Realice simulacros de protección antes del inicio de cada temporada de tornados. Designe un área dentro de su casa que sea un espacio seguro y practique el simulacro conduciendo a cada miembro de la familia al lugar seguro.

Discuta con los miembros de su familia la diferencia entre un “aviso de tornado” y “una alerta de tornado”

Tenga a mano los siguientes objetos en caso de emergencia:

- Lámpara sorda y baterías (pilas) extras.
- Radio portátil de baterías y baterías (pilas) extras.
- Un manual y un botiquín de primeros auxilios.
- Comida enlatada de emergencia y reserva de agua potable.
- Abrelatas no eléctrico.
- Medicinas básicas.
- Dinero en efectivo y tarjetas de crédito.
- Zapatos resistentes.

¹³ En la página web de la FEMA (<http://www.fema.gov>) se puede consultar este documento. Lo que aquí se presenta es traducción mía.

Desarrolle un plan de comunicación de emergencia con las pautas siguientes:
En el caso en que los miembros de la familia estén separados al momento de la ocurrencia del tornado (cosa que es normal durante el día, cuando los adultos están en el trabajo y los niños en la escuela) tenga un plan para regresar a casa o ir a un albergue juntos.

Pida a un familiar que radique fuera de su zona de residencia que sirva como el "contacto familiar", ya que después de una emergencia resulta más fácil hacer llamadas de larga distancia. Asegúrese de que cada miembro de su familia tenga el nombre, número de teléfono y dirección del "contacto familiar".

AVISOS y ALERTAS contra tornados

Un aviso de tornado se emite por el Servicio Meteorológico Nacional cuando hay posibilidades de que ocurra un tornado en su área. Permanezca muy atento a las tormentas que se le aproximen. Ese es el momento de recordar a los miembros de su familia cuáles son los lugares más seguros dentro o fuera de su casa y esté atento a las noticias en la radio.

Se emite una alerta de tornado cuando ya se ha observado uno en su área.

Casas móviles

Las casas móviles son particularmente vulnerables y pueden ser volcadas o arrastradas muy fácilmente, aun cuando sean amarradas a un artefacto resistente. Si usted vive en una casa móvil y escucha una alerta de tornado diríjase a un albergue seguro que tenga fuertes cimientos. Si no encuentra un albergue disponible tiéndase en alguna trinchera o en un área baja, a buena distancia, lejos de su casa móvil.

Señales de peligro de tornado

Aprenda las siguientes señales de peligro de los tornados:

- Una nube de escombros que se aproxime puede señalar la ubicación de un tornado, aun cuando no sea visible el remolino.

- Antes de que golpee un tornado el viento puede reducirse gradualmente y el aire volverse muy pesado.
- Los tornados generalmente ocurren en los límites de las tormentas. Es usual una vista clara y despejada detrás de un tornado.

DURANTE LA OCURRENCIA DE UN TORNADO

Si usted está en su casa:

- Diríjase al sótano de su casa o al nivel más bajo del edificio.
- Si no tiene sótano, vaya a un cuarto interior pequeño sin ventanas, que puede ser el baño o un armario.
- Aléjese de las ventanas.
- Vaya al centro de las habitaciones. Aléjese de las esquinas porque éstas tienden a atraer escombros.
- Acomódese bajo algún mueble pesado para que lo proteja.
- Use sus manos para protegerse la cabeza y el cuello.
- Si está en una casa móvil, salga de ella y busque un albergue.

Si usted está en el trabajo o en la escuela:

- Diríjase al sótano de su casa o al nivel más bajo del edificio.
- Evite lugares amplios con techos altos como los auditorios.
- Acomódese bajo algún mueble pesado para que lo proteja.
- Use sus manos para protegerse la cabeza y el cuello.

Si usted está en el exterior:

- Si es posible, entre a una edificación.
- Si no tiene un albergue accesible o no tiene tiempo de alcanzar alguno, tiéndase en alguna zanja o trinchera o en un lugar bajo y cuídese de las posibles inundaciones.
- Use sus manos para proteger su cabeza y su cuello.

Si usted se encuentra en un automóvil:

- No trate de manejar alejándose del tornado. Los tornados cambian su rumbo aleatoriamente de manera muy rápida.
- Salga del auto inmediatamente y busque un albergue.
- Si no tiene un albergue accesible o no tiene tiempo de alcanzar alguno, tiéndase en alguna zanja o trinchera o en un lugar bajo y cuídese de las posibles inundaciones.

DESPUÉS DE LA OCURRENCIA DE UN TORNADO

- Ayude a las personas atrapadas y heridas.
- Ofrezca los primeros auxilios cuando sea apropiado y no trate de mover a las personas seriamente heridas a menos que estén en un peligro inmediato que les amenace más gravemente. Llame para pedir ayuda.
- Prenda su radio o televisión para tener las recientes noticias.
- Permanezca lejos de las edificaciones dañadas.
- Use el teléfono sólo para llamadas urgentes.
- Limpie las medicinas derramadas, blanqueadores, gasolina u otros líquidos inflamables inmediatamente. Abandone la edificación si huele a gas o a otros humos químicos.

Recuerde que puede ayudar a sus vecinos, especialmente a niños, ancianos y personas discapacitadas.

MONITOREO Y DETECCIÓN DE TORNADOS. SISTEMA DE ALERTA

El desarrollo científico-tecnológico relacionado con el conocimiento de los fenómenos atmosféricos en general es sorprendente, aunque en relación con los huracanes, más que del tornado, es particularmente importante en términos generales. En este rubro me tengo que referir a los logros alcanzados en Estados Unidos, ya que en nuestro país, para el caso de los tornados, habría

que reconocerlos primero para después generar las herramientas tecnológicas necesarias para su monitoreo. El referente de estándares de monitoreo está en el vecino país del norte, donde se tiene una base de respaldo con importantes avances tecnológicos a partir de observaciones vía satélites meteorológicos y otros artefactos, como las redes de radares Doppler y la incorporación de sofisticados programas de computadora para modelar y pronosticar.

MONITOREO

El desarrollo científico y tecnológico alcanzado por ese país tiene la virtud de mantener en algunos aspectos relacionados con huracanes, elementos que son compartidos sobre todo por los países de la región, como México, que se ven amenazados frecuentemente por esos fenómenos. Esos aspectos compartidos tienen relación con la disponibilidad de acceso no sólo a los pronósticos, sino también a datos de monitoreo atmosférico.

Esto tiene un doble significado. Por un lado amplía el acceso al conocimiento de la evolución y seguimiento de los fenómenos naturales de manera más expedita, a través de la disponibilidad de boletines, pronósticos e imágenes satelitales, entre otros aspectos, mediante la web mundial y otros mecanismos de transmisión inmediata de información. El segundo significado, directamente desprendido del anterior, es que esa apertura, amplificación o extensión del acceso al conocimiento de esos fenómenos, también es una suerte de extensión y amplificación de la conciencia de las omisiones accidentales o dolosas de esos conocimientos. Pero para el caso del monitoreo de tornados los factores de cooperación están muy limitados a los progresos que ofrecen las imágenes producidas por los radares, y ello tiene de suyo la limitación de su propia cobertura. Difícilmente en este terreno puede haber cooperación si no se basa en una correspondencia de cobertura de este tipo de aparatos.

En Estados Unidos, como se ha dicho, ha habido más avances en materia de monitoreo, detección y pronóstico de tornados. Se ha logrado desarrollar una poderosa herramienta para este propósito en los denominados "radares

Doppler”, también identificados como radares WSR-88D (versión de radares Doppler de 1988). La antena de estos radares tiene un centro de captación y un reflector parabólico cubiertos por un domo rígido de fibra de vidrio, montados sobre una torre de acero. La red de radares Doppler de ese país se identifica como “Sistema NEXRAD”.

Aunque los tornados son fenómenos “demasiado pequeños para ser observados en un radar 88D los meteorólogos buscan los sistemas de circulación de mayor envergadura que preceden a los tornados. Las pantallas de los radares Doppler muestran la “reflectividad” (intensidad de la lluvia) y la velocidad y dirección de los vientos respecto al radar. Una pantalla de computadora de estos radares muestra imágenes de colores. Las masas de colores pueden representar las masas de aire, y los colores tienen el siguiente significado: el verde significa que el aire se mueve hacia el radar, mientras que el rojo quiere decir que el aire se mueve en dirección opuesta al radar. Si la tormenta entera se mueve hacia el radar entonces habrá mucho verde. Por el contrario, si la tormenta se aleja del radar entonces habrá mucho rojo. Cuando los meteorólogos examinan la imagen de radar buscan un lugar donde una mancha o masa de rojo brillante y una mancha o masa de verde brillante estén posicionadas una frente a otra, ya que ello significa la existencia de rotación dentro de la supercelda o mesociclón, y puede dar origen a un tornado (TP, 2000).

El sistema NEXRAD de Estados Unidos contaba en 1998 con 150 radares, sin embargo existen otros radares, en número no estimado, que pertenecen a estaciones de televisión. El desarrollo de esa red es considerado por un plan de tecnología de información operacional (NWS, 1997).

Es importante comparar la situación expuesta con el caso de México para relacionar el significado de los tornados como amenazas naturales y lo que puede ofrecer la esfera gubernamental y científica para contribuir a su conocimiento y a la eventual prevención de desastres. Los aspectos atmosféricos relacionados, entre otras cosas, con las amenazas naturales de ese tipo son observados por el Servicio Meteorológico Nacional, organismo dependiente

del la Comisión Nacional del Agua. En la página web del SMN se puede leer el siguiente texto relacionado con la red de radares meteorológicos del servicio meteorológico:

EL RADAR METEOROLÓGICO

El sistema Radar cuyas siglas vienen de *Radio Detection and Ranging*, y que se define como "sistema de radioterminación basado en la comparación entre señales radioeléctricas reflejadas o retransmitidas desde la posición a determinar"; en otras palabras, el principio de funcionamiento de un radar es la transmisión de una determinada señal de radiofrecuencia que incide en un objeto llamado "blanco", el cual refleja la señal en varias direcciones. Una porción de esta señal "eco" es captada por un receptor, que puede ser la misma antena de transmisión, que se encarga de filtrar la señal de un cierto ruido, *clutter*, amplificarla y procesarla para obtener información del "blanco". Al medir el lapso entre la señal transmitida y la recibida, así como por la posición de la antena, en elevación y azimut, se puede determinar la posición exacta del "blanco". El nivel de señal recibida proporciona la intensidad de reflectividad y por tanto el tipo del "blanco".

El radar meteorológico se emplea para la medición y seguimiento de fenómenos atmosféricos constituidos por agua, en forma de lluvia, granizo y nieve, principalmente. La ventaja de un radar meteorológico es equivalente al empleo de cientos de pluviómetros distribuidos a lo largo de la zona de cobertura del radar, que transmiten la información en tiempo real. El radar tiene además la posibilidad de realizar estudios de volumen de la nube, a diferentes cortes o secciones, así como de dar seguimiento y estudio de fenómenos severos como huracanes. El radar meteorológico es sin duda una valiosa herramienta con tecnología de punta con que cuentan los meteorólogos para realizar los pronósticos del clima.

La Red Nacional de Radares Meteorológicos está formada por 12 radares, siete son nuevos, con tecnología completamente digital, marca Ericsson, con la facilidad de controlarlos remotamente, por medio de software que lo automatiza

por completo; los cinco restantes fueron adaptados de tecnología analógica a digital marca EEC, todos están provistos con el sistema Doppler, lo que permite conocer la velocidad y la dirección del "blanco".

Todas las estaciones de radar cuentan con un sistema ininterrumpible de energía, sistema de protección contra incendios y un sistema de comunicaciones vía satélite con el centro colector de datos que se encuentra ubicado en las instalaciones del Servicio Meteorológico Nacional en la Ciudad de México, en donde se analiza, se procesa y se almacena toda la información. La red proporciona una cobertura aproximada del 70% del territorio nacional, las coordenadas geográficas, su altitud sobre el nivel del mar así como fotos de las Estaciones de Radar.

Comparando las coberturas por radar de los territorios nacionales de Estados Unidos y México observamos que para el país vecino hay una relación de cobertura de poco más de 62 mil kilómetros cuadrados por radar, mientras que en México la cobertura asciende a 167 mil kilómetros cuadrados por radar, si se considera el 100% del territorio nacional o 140 mil kilómetros cuadrados si sólo consideramos el 70% del territorio. Lo anterior quiere decir que en México tenemos más o menos un déficit de poco más de 100% de cobertura en relación con Estados Unidos.¹⁴

SISTEMA DE ALERTA

En las medidas de prevención y mitigación de desastres resulta indispensable desarrollar sistemas de alerta oportunos y eficaces, y que además posean

¹⁴ México tiene dos millones de kilómetros cuadrados para 12 radares (sin considerar detalles tecnológicos), lo que supone 167 mil km² de cobertura por radar (en el caso de considerar sólo el 70% del territorio nacional, o es decir $1\,400\,000\text{ km}^2/12 = 116\,500\text{ km}^2$ por radar). Estados Unidos tiene de extensión 9 385 000 km² entre 150 radares = 62 500 km² cubiertos por radar. El comentario y cálculos no tienen una precisión técnica, pues la ubicación de los radares considera variables más complejas que la extensión a cubrir. La referencia tiene interés comparativo exclusivamente en un nivel que no requiere de mayor rigor.

mecanismos para salvar vidas y evitar pérdidas de bienes antes de que un fenómeno destructivo afecte a una o varias comunidades.

En un sentido meramente técnico, la función de un sistema de alerta para emergencias es proteger a los grupos humanos de un peligro de muerte, lesiones y daños. El sistema de alerta está vinculado a un determinado sistema de información, que generalmente se conforma a partir de tres subsistemas.

El primero de ellos se refiere a la red instrumental recopiladora de datos (monitoreo), que pasa información al segundo subsistema compuesto por las organizaciones o dependencias encargadas de analizar los datos y las informaciones del primer subsistema. En este segundo subsistema, el análisis de los datos puede permitir la elaboración de pronósticos que se transmiten al tercer subsistema, compuesto por las organizaciones de repuesta (y se puede considerar aquí a la población en riesgo).

El sistema de alerta vincula la observación del fenómeno amenazador con la caracterización de un eventual estado de emergencia, que implica la adopción de ciertas actividades y conductas deseables, tanto del personal que interviene en la conducción y coordinación de la respuesta, como de la población en riesgo, y todos los mecanismos de transmisión de la voz (notificación) de alerta y de activación de la respuesta. Según R. Kent (1991: 38) un componente fundamental del sistema de alerta es el que se refiere a la percepción del público acerca de las alertas, así como las condiciones, actitudes y experiencias locales.

Los sistemas de alerta, además, reúnen una condicionante esencial que se refiere a las *conexiones con el monitoreo y su procesamiento*. Mileti y Sorensen (1989: 189) señalan algunos aspectos importantes que deben ser considerados en un sistema de alerta, ya que sugieren que éste no puede funcionar si la información básica acerca del riesgo y de su posible efecto no son recibidos por funcionarios locales encargados de manejar las condiciones de emergencia.

Han observado que la falta de información adecuada por parte de los funcionarios locales ha sido la causa de muchos fracasos en los sistemas de

alerta. Sugieren que un plan de advertencia debe establecer conexiones entre los detectores de peligro y quienes organizan y operan el plan de emergencia.

Los sistemas de alerta tienen una relación muy estrecha e importante con los canales de comunicación. Las advertencias pueden ser transmitidas de distintas maneras al público. Pueden ser comunicadas por medio de la voz humana directa o transmitida con altoparlantes, como suele suceder en el caso de mecanismos tradicionales de alerta. Puede haber señales electrónicas de gran alcance o mediante impresos que resultan ser pasivos, pero con un grado importante de efectividad.

Los sistemas de alerta de gran alcance resultan más eficientes si se encuentran vinculados a sistemas de difusión pública, a usos y prácticas de transmisión de notificaciones por teléfono, radio o televisión.

APROXIMACIÓN AL SISTEMA DE ALERTA Y LOS PREPARATIVOS

Ese mecanismo de enlace puede ser considerado como el "sistema de alerta". Hasta hace relativamente pocos años era considerado el sistema de alerta como un componente de una serie de actividades definidas para enfrentar o prevenir situaciones de desastre denominada *preparativos*.

En un sentido estricto, los preparativos se asumirían como actividades también de enlace entre esfuerzos del gobierno y de la población civil para conjuntar las capacidades de enfrentamiento con el fenómeno desastroso a partir de acciones de planificación para predefinir diferentes niveles de riesgo en las áreas expuestas, así como de las medidas de organización para evacuar instalaciones, administrar albergues, así como el auxilio y la ayuda interna y externa.¹⁵

¹⁵ McLoughlin (1985: 165) define las siguientes fases como "componentes" del manejo de la emergencia: *Mitigación*. Las actividades relacionadas con la reducción del grado de riesgo a largo plazo para la vida humana y las propiedades respecto a amenazas naturales y hechas por el hombre, por ejemplo, códigos de construcción, seguro contra desastres, manejo y regulación del uso del suelo, cartografía del riesgo, códigos de seguridad e incentivos o desincentivos de impuestos.

La formulación que hago respecto a los "preparativos", adelante, es un tanto simplificada, tiene que ver con la idea del "ciclo de vida del desastre" o el "lapso de vida del desastre" (D.M. Neal, 1995; D. Alexander, E. Quarantelli, 1997; 1982) muy extendida en general y un paradigma en Estados Unidos para organizar aspectos relacionados con investigación y manejo de emergencias y desastres, y recientemente sujeta a análisis crítico respecto a factores de excesiva simplificación del proceso de desastre.¹⁶

No obstante, me parece que esa idea conforma un recurso disponible para repensar en los parámetros de análisis del desastre y de las emergencias, así como en la enorme cantidad de propuestas de acción a su alrededor.

Afirmo esto a pesar de que no ignoro que el grueso de sus bases ha derivado de una idea primaria del desastre relacionada con la guerra y con esquemas

Preparativos. Son las actividades que desarrollan capacidades operativas para responder a una emergencia, por ejemplo, planes operativos de emergencia, sistemas de alerta, centros de operaciones de emergencias, comunicaciones de emergencia, información al público, acuerdos de ayuda mutua, planes de administración de recursos, capacitación y ejercicios.

Respuesta. Son actividades que se realizan antes, durante o inmediatamente después de una emergencia para salvar vidas, minimizar el daño a la población o mejorar la recuperación. Por ejemplo, la activación de planes de emergencia, activación de sistemas de emergencia, capacitación de emergencia para el público, asistencia médica de emergencia, conducción de centros de operaciones, cuidados y recepción, albergues, evacuación, así como búsqueda y rescate.

Recuperación. Son las actividades de corto plazo que se realizan para restaurar los sistemas vitales de apoyo en el nivel mínimo necesario de estándares de operación, y también son actividades de largo plazo para retornar a la vida normal. Ejemplos: limpieza de escombros, control de contaminación, ayuda para desempleados por desastres, vivienda temporal y facilidades de restauración.

¹⁶ David Neal (1995: 241) señala que el uso de las "fases de desastre" ha sido practicado tanto por los investigadores como por los funcionarios encargados de intervenir en asuntos de desastres. Uno de esos usos ha sido sistematizar y codificar resultados de investigación por parte de los investigadores, y por la otra parte, es decir, la de los funcionarios, las fases del desastre han sido referentes básicos para organizar y planificar sus actividades.

Para Neal existen varios problemas con las fases del desastre, que identifica como de falta de claridad conceptual para mejorar los usos científicos y prácticos. Sustancialmente, la crítica que subyace a la idea de las fases del desastre es que simplifica la complejidad de un proceso de desastre, lo cual ha representado también proyectar acciones simples y muchas veces inapropiadas.

organizacionales consecuentes, que vinculan acciones de la población civil (defensa-protección) con el gobierno aplicables a ambos asuntos, es decir, la guerra y los desastres, para realizar los *preparativos* para la atención de la emergencia probable, así como las ulteriores acciones de recuperación y prevención (J.M. Macías, 1997).

Ello tiene una dimensión que se cruza con viejos temas de las ciencias sociales vinculados con las relaciones entre los agentes gubernamentales y los grupos sociales sujetos a la intervención de los primeros para asuntos como incorporación de medidas de desarrollo, nuevas tecnologías, entre otros.

Estos planteamientos pueden recuperarse al enfrentarlos con el tema de la prevención de desastres para suponer una relación que vincula las propias formas asociativas de las comunidades, de los segmentos urbanos, etcétera, con los agentes externos, en una suerte de relación que puede conjugar varias posibilidades: desde el respeto a la imposición, desde la complementariedad hasta el conflicto y, dependiendo de cómo se resuelvan, se vería su efecto en los resultados de esa vinculación o desvinculación.

El Servicio Meteorológicos de Estados Unidos ha organizado un sistema de alerta para anticipar los daños probables por la ocurrencia de los tornados. Como hemos visto, los radares Doppler no identifican tornados, sino condiciones propicias para su formación, entonces los meteorólogos trabajan en sus computadoras conectadas a los radares con programas denominados algoritmos,¹⁷ que analizan las variaciones de color en diferentes alturas para determinar si realmente se trata, en su caso, de un mesociclón, y si resulta positivo emiten una alerta para el área que está en la ruta de la tormenta.

El sistema de alerta de tornados consiste de una fase previa a la emisión de alertas y son los avisos. Los avisos (*watch*) de tornado son emitidos por el Centro de Predicción de Tormentas que se ubica en la ciudad de Norman, Oklahoma, y generalmente cubre un área de 52 mil kilómetros cuadrados, en

¹⁷ Un algoritmo se define como un procedimiento mecánico para realizar un determinado cálculo o resolver un problema en una sucesión de etapas.

donde hay alguna posibilidad de tormenta con potencial tornádico y puede haber emisión de aviso incluso con cielos despejados. La fase siguiente, es decir, la de alerta (*warning*), es definida y emitida por la oficina local del Servicio Meteorológico de Estados Unidos, y se hace con la condición de que los radares identifiquen a un mesociclón o supercelda, o bien cuando se ha avistado a una nube embudo.

El sistema de alerta de tornados es difundido por los diferentes medios de comunicación masiva y tiene conexión con los preparativos en los ámbitos local y estatal, vinculados con planes familiares inducidos por los diferentes organismos gubernamentales y no gubernamentales dedicados a la mitigación y atención de desastres, los cuales ya fueron mencionados.

El tornado de Tzintzuntzan

LAS CONDICIONES METEOROLÓGICAS GENERALES DEL 26 DE AGOSTO DE 2000

El día en que se presentó el tornado de Tzintzuntzan las condiciones generales del tiempo estaban definidas por el Centro Meteorológico de la Comisión Federal de Electricidad,¹ según el boletín emitido el 26 de agosto de 2000, de la siguiente manera:

El territorio nacional continúa bajo la influencia de aire marítimo tropical proveniente de ambos océanos; favorecerá tiempo de caluroso a muy caluroso, además se espera cielo de medio nublado a nublado con chubascos, granizadas, tormentas eléctricas y lluvias de moderadas a fuertes en Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Puebla, Morelos, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo, Colima, Jalisco, Nayarit, Durango, Sinaloa, Zacatecas, Aguascalientes y Sonora; lluvias de ligeras a moderadas Guerrero, Michoacán, Distrito Federal, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí, Chihuahua y Coahuila; lluvias ligeras aisladas en Tamaulipas y Nuevo León; cielo de despejado a medio nublado y sin lluvias en la península de Baja California. Soplarán vientos del este y sureste de 20 a 35 km/h en el norte y

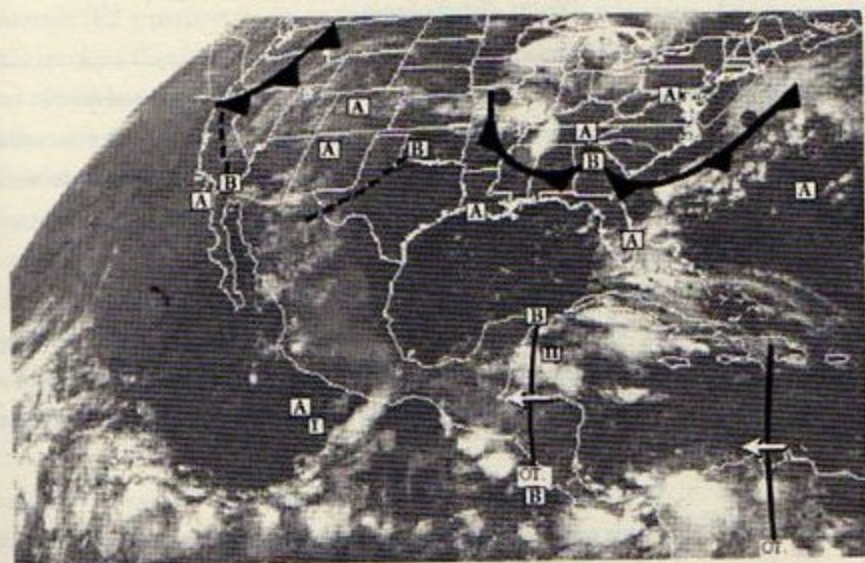
¹ Mapas y reportes meteorológicos tomados de la página web: <http://www.cfe.gob.mx/geic/meteor2.html>.

centro del litoral del Golfo de México; vientos del noreste de 20 a 40 km/h en el sur del litoral del Golfo de México y el golfo de Tehuantepec, así como en el centro y oriente del país. Vientos del oeste y noroeste de 15 a 30 km/h en el norte y centro del litoral del Pacífico, así como en el occidente del territorio nacional. Vientos del noroeste de 15 a 30 km/h en la península de Baja California.

Una onda tropical se localiza frente a las costas de Quintana Roo, se desplaza hacia el oeste a 20 km/h, ocasionará aumento de nublados con chubascos, granizadas, tormentas eléctricas y lluvias de fuertes a intensas en Quintana Roo; lluvias de moderadas a fuertes en Yucatán y Campeche. Los vientos dominantes en la península de Yucatán serán del este y noreste de 20 a 40 km/h.

El pronóstico regional correspondiente a la subestación Pátzcuaro, Michoacán, se establecía como "fresco por la mañana y noche, caluroso el resto del día. Cielo de medio nublado a nublado con lluvias aisladas de ligeras a moderadas. La temperatura máxima para el día de hoy será de 26 a 28° C y la mínima para mañana será de 12 a 14° C. Soplarán vientos del sur y sureste de 20 a 30 km/h". Como se observa en ningún reporte se encuentra algún comentario específico sobre la posible formación de un evento tornádico, y sin embargo están elementos generales: "Se espera cielo de medio nublado a nublado con chubascos, granizadas, tormentas eléctricas y lluvias de moderadas a fuertes en *Michoacán*".

Sistemas principales



Simbología

	<p>Frente estacionario</p>	<p>Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y otra cálida, con la particularidad de que ninguna de estas masas predomina en su desplazamiento, es decir se mantienen sin movimiento.</p>
	<p>Onda tropical</p>	<p>Una vaguada o máxima curvatura ciclónica sumergida en la profunda corriente de los alisios del este; se desplaza al oeste, con tendencia a formar circulación de baja presión.</p>
	<p>Frente frío</p>	<p>Zona de transición entre dos masas de aire de distintas características, una fría y una caliente, con la particularidad de que la masa de aire frío es la que se desplaza a mayor velocidad que la caliente.</p>

(continuación)

Simbología

	Vaguada	Se refiere a la elongación de una baja presión, en la cual se tiene formación de nubosidad y está asociada con la corriente en chorro, cuando la vaguada se presenta aproximadamente a 10 km de altitud; cuando se presenta en los niveles bajos se asocia con frentes fríos u ondas tropicales (vaguada invertida).
A	Alta presión	El sistema de alta presión es una zona donde la presión es mayor que en los alrededores, los vientos giran en el sentido de las manecillas del reloj (en el Hemisferio Norte) y saliendo del centro del sistema.
B	Baja presión	El sistema de baja presión es una zona donde la presión es menor que en los alrededores, los vientos giran en el sentido contrario de las manecillas del reloj (en el Hemisferio Norte) y entrando al centro del sistema.

El siguiente mapa permite observar las temperaturas de los océanos que estaban influyendo sobre los sistemas atmosféricos con efecto en los continentes. Cabe mencionar que se han realizado diversos estudios que intentan esclarecer la influencia de las temperaturas del océano sobre la actividad tornádica en Estados Unidos. Marzban y Schaefer (2000) han examinado la correlación entre la actividad tornádica en varias regiones del vecino país y la temperatura media mensual de la superficie del océano Pacífico.

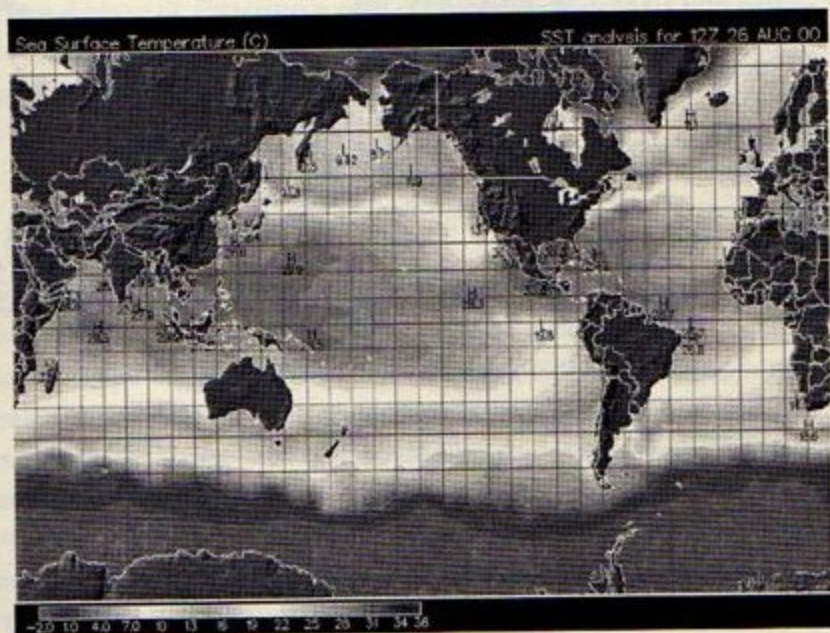
La actividad tornádica se vinculó con dos medidas independientes, a saber: el número de tornados por mes y el número de días con tornados por mes. Los autores han concluido que aunque hay una significación estadística son muy débiles las correlaciones entre la temperatura de la superficie del océano Pacífico y la actividad tornádica en Estados Unidos. No obstante, encontraron

más fuerte evidencia en la correlación entre el número de días con tornados fuertes (F2 y mayores), en un área que va de Illinois a la costa Atlántica y de Kentucky a Canadá, con bajas temperaturas superficiales del Pacífico central.

Evidentemente que para el caso mexicano es impensable sugerir la más remota posibilidad de correlacionar cualquier variable ambiental con los fenómenos tornádicos, por la razón que ya se adujo y tiene relación con la inexistencia de registros, situación consecuente con la confusión acerca de lo que es un tornado como fenómeno natural y como amenaza. Por el momento es muy difícil pensar siquiera en la posibilidad de contar con datos fiables para los próximos años acerca de la ocurrencia de tales fenómenos.

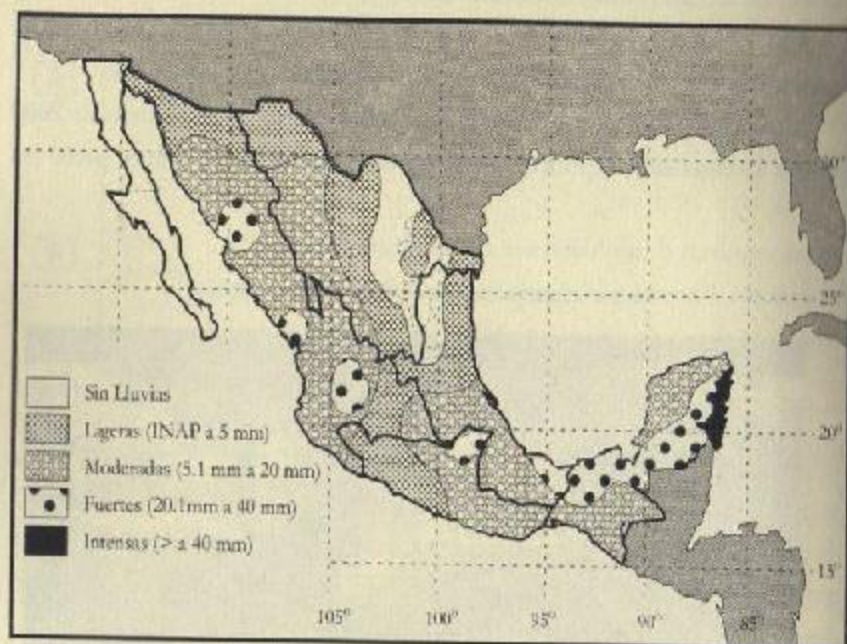
La información meteorológica disponible para el 26 de agosto de 2000 señala la condición específica en la que se encontraba la mayor parte del

Mapa de temperaturas de la superficie marina



territorio nacional, que estaba influido por una onda tropical que penetraba por la península de Yucatán, sobre sistemas de baja presión que empujaba otro sistema de alta presión y en cuya frontera se encontraban las "islas" de pronósticos de precipitación sensible que se muestran el mapa de pronóstico siguiente.

Pronóstico de lluvias
[del 26 al 27 de agosto del año 2000]



La región del lago de Pátzcuaro estaba considerada en una frontera de pronóstico entre lluvias de ligeras a moderadas. Sin duda que la aproximación fiable a las condiciones meteorológicas específicas del evento tornádico se encuentra en una meso escala o escala más local, de la que es difícil contar con mayores recursos de monitoreo atmosférico.

Sin embargo, la observación de la imagen infrarroja del satélite, comparada con el mapa de pronósticos de precipitación, permite apreciar que hay un

choque de zonas de baja presión con las de alta presión que dan la configuración precisamente de las "islas" de precipitación "fuertes". En su escala, esas áreas sujetas al choque de vientos con direcciones diferentes pudieran representar condiciones de vorticidad.

La ocurrencia del tornado del 26 de agosto del año 2000 en Tzintzuntzan abrió diversas expectativas en relación con seguras apariciones de este tipo de fenómenos en el pasado. Inevitablemente la indagación se volvió particularmente inquisitiva en ese punto. Boyer (2000) realizó una encuesta entre la población del área afectada para indagar acerca del estado de sensibilización a la amenaza por el tornado, en la que casi la mitad de las personas respondió que tenía conocimiento de la ocurrencia de otros tornados en el área, pero sugirió fechas aproximadas diferentes: 1965, 1970, 1975, 1985 y 2000. Cuando se les preguntó acerca de la fuente de su información la mayoría señaló que eran relatos de diversos miembros de la propia comunidad de Tzintzuntzan.

Como está indicado en el capítulo precedente, la ocurrencia de tornados en el área del lago de Pátzcuaro y en el estado de Michoacán ha sido básicamente acreditada por testimonios como por los registros históricos de la obra *Desastres agrícolas en catálogo histórico* (A. Escobar, 2001) para el siglo XIX.

TORNADOS EN MICHOACÁN

Testimonios orales de ocurrencias de "culebras" o "huracanes" fueron registrados para casi todas las regiones del estado michoacano. Las cuencas de los lagos de Cuitzeo y Pátzcuaro, el área de Zacapu, el valle de Morelia-Guayangareo son algunos. La elocuencia de la descripción de las "culebras" negra y blanca de Zenón Olivo, natural de Jesús del Monte, Morelia, relatada en el apartado previo es una contribución muy importante para corroborar la existencia de tornados.

En la tabla siguiente se presentan los registros seleccionados que aluden al caso de Michoacán en el siglo XIX. Esta tabla en la última columna presenta

un registro que he denominado "nivel de confiabilidad como evento tornádico" y refiere la inserción de registros con un nivel de confiabilidad alto a medio para afirmar que dicho registro en realidad sí está hablando de la ocurrencia de un tornado. Los dos registros de nivel medio de confiabilidad se refieren a que en la descripción del fenómeno se consigna el nombre de "manga de agua", denominación corriente del mismo fenómeno de la "culebra" o tornado. El registro del evento catalogado como "huracán" acaecido en Apatzingán el 7 de abril de 1883 es un caso típico de identificación confiable del evento tornádico, ya que alude al fenómeno como "huracán" cuando no es temporada de los mismos (15 de mayo al 30 de noviembre) y además coincide con la misma denominación dada al tornado en otros lugares, como el propio Tzintzuntzan.

MITOLOGÍA TARASCA

Uno de los aspectos que se consideraron fundamentales, una vez que confirmamos la ocurrencia de los tornados en el área del lago de Pátzcuaro y circunvecinas, era buscar rasgos de la familiaridad humana con el fenómeno del tornado a través de evidencias en la mitología tarasca. En ella también se encuentran elementos que pueden referir al tornado más aún en esa área ya que ocupa el espacio real y simbólico central de dicha mitología.

Ávila (1993: 186) establece una serie de consideraciones a la relación entre el contexto geográfico lacustre, el recurso agua y los componentes sociales y culturales que le dan sus formas.

La existencia de población indígena en la cuenca es un elemento que contribuye a una mayor diversidad cultural, que permea desde las formas de organización social hasta las formas de aprovechamiento de los recursos naturales, así se tiene que en la cultura purépecha, el agua adquiere un valor que va más allá de ser un satisfactor de necesidades básicas. Su carácter es sagrado y divino y se manifiesta a través de mitos, rituales y fiestas, además de las estrategias y prácticas socioculturales de uso y manejo del recurso.

Registro de eventos, posiblemente tornádicos en Michoacán durante el siglo XIX en DACH*

<i>Categoría de catálogo DACH</i>	<i>Fecha</i>	<i>Lugar</i>	<i>Denominación del fenómeno en el reporte</i>	<i>Tipo de daños</i>	<i>Fuente</i>	<i>Nivel de confiabilidad como evento tornádico</i>
Huracán	7 de abril de 1883	Apatzingán	El huracán	Se llevó las casas de madera de los ranchos que encontró a su paso y destruyó igualmente las huertas de sandía y otros frutos, causando a los propietarios de éstas lo mismo que a los de ganado pérdidas considerables.	s, 1883, 10. de mayo	Alto. No es temporada de huracanes y el patrón de daños coincide con el de tornado.
Lluvias abundantes	25 de junio de 1888	Cupátaro, Cuto Seco	"La corriente", "la manga"	Arrastró 14 cerdos y varias reses. Fueron destruidas modestas habitaciones [...] la manga en su caída dejó terribles huellas, pues arrastró un enorme risco de peñascos, formando un tajo escabroso.	s, 1888, 12 de junio	Alto. Por descripción del patrón de daños.
Lluvias abundantes	6 de junio de 1891	Paranguricutiro	Una manga de agua	Destruyó 78 casas, algunos sembrados de maíz y más de 25 árboles frutales [...] las pérdidas se calculan en más de 400 pesos.	s, 1891, 19 y 23 de junio	Medio. Aun con la denominación de "manga de agua" la descripción no es suficiente.
Granizada	25 de julio de 1888	Ario de Rosales	El viento acompañado de agua y de granizo.	Causó considerables perjuicios. Arrasó por completo techos de paja y teja, arrancó algunos de raíz.	s, 1888, 9 de julio; Galván 1951: 348	Alto. El patrón de daños y la fenomenología del tornado coincide con descripción.

* A. Escobar (coord.), *Desastres agrícolas en Catálogo histórico*.

Registro de eventos posiblemente tornádicos en Michoacán durante el siglo XIX en DMCH* (Continuación)

Categoría de torállogo DMCH	Fecha	Lugar	Denominación del fenómeno en el reporte	Tipo de daños	Forma	Nota de confiabilidad como evento tornádico
Viento	Septiembre de 1888	Ario y Ticámbaro	El viento	En Tacámbaro el viento hizo volar los techos de más de ochenta casas y echó por tierra los cañeros y otros árboles frutales. En Ario muchas de las casas se han quedado sin techo y muchos árboles fueron arrancados de raíz. Los postes el telegrafo caeron.	8, 1888, 14 de septiembre de daños.	
Viento	2 de julio de 1892	Tancitaro	Borrascas de vientos con fuerzas aguaceros	Arrancó los árboles de raíz y echó abajo los te- chos.	Galván, 1951: 370; Noble y Lebrón, 1956: 143	Alto. Por el patrón de daños.
Inundación	Julio-agosto de 1893	Taramá- cuaro	Una manga de agua	Causando perjuicios en las siembras.	Noble y Lebrón 1956: 143	Medio. Insuficientes datos pero coinciden con efectos de torнадо

* A. Escobar (coord.), *Desastres agrícolas en Catálogo histórico*.

Pero la mitología tarasca no ha sido precisamente la mejor favorecida por los historiadores. No obstante, uno de los principales estudiosos, José Corona (1984: 33) señala en su obra, que es ya clásica sobre el particular:

Los movimientos del Sol en el cielo, divina cancha del juego de pelota, origina cinco posiciones que los tarascos llamaron "Las casas del Sol". Por tal razón vemos [...] que el Sol, con el nombre de *Querenda angápeti*, tiene cinco casas: una en el Meridión —el sur— donde tiene sus mujeres y su vino [...] Parece que en esta casa el Sol recibe también el nombre de *Tares-Upeme*: "el anciano engendrador" [...] Otra casa tenía en el Poniente, otra en el Septentrión —el Norte—, donde residen los dioses primogénitos, otra en "el infierno" —el mundo de los muertos— y la quinta en la mitad del cielo.

Aunque los puntos cardinales son fundamentales en lo concerniente a las consideraciones astronómicas relacionadas con localizaciones o referentes espaciales, también son fundamentales en relación con las estaciones del planeta, vistos como referentes de aspectos vinculados con estaciones de lluvias y de secas. Yolótl González (1991: 147) afirma que "los rumbos del Universo no son los puntos cardinales sino los cuatro lados de un rectángulo hipotético, que convergen con los cuatro puntos solsticiales [*sic*]". Independientemente de si lo anterior es correcto, señala que esos elementos cardinales tienen gran importancia en la cosmovisión mesoamericana: "Cada sector está asociado con un símbolo calendárico, con un color y con uno o varios árboles y dioses". González encuentra que un común denominador en las mitologías mesoamericanas es que en cada uno de esos puntos cardinales o lados del "rectángulo hipotético" existen unos "sostenedores" del cielo, es decir, unos dioses que soportan el cielo.²

² "Entre los nahuas Tezcatlipoca y Quetzalcóatl mismos sostienen el cielo", Y. González (1991: 54).

Sánchez Reyna (1995: 47) dice:

Corona Núñez interpretó de manera especial, también, el significado de los dioses de la isla de Xarácuaro, de La Pacanda y de Pátzcuaro. “La isla de Xarácuaro es el centro ceremonial más antiguo de los tarascos, y significa *donde está la Luna*. La principal deidad de esta isla se llama *Acuítze-catápepe*, la serpiente que aprisiona en el agua: en la isla de la Pacanda estaba colocada la deidad central del agua: *Chupí-tirípeme*, el *Tirípeme azul*. Por lo tanto los templos de esta isla estaban dedicados al Tlaloc tarasco y —el dios principal de Pátzcuaro— *Curicaberi*, el que tenía que gobernar el Tlalocan tarasco, paraíso o cielo cuya entrada estaba en Pátzcuaro”.

En la mitología tarasca un dios principal es *Curicaberi* o *Curicaueri*, que se interpreta como “el gran fuego” (González: 54) o dios del fuego, considerado como uno de los dioses engendrades,³ padre del Sol que moría cada día al poniente víctima de la noche. “La importancia de este dios trascendió su carácter estatal, convirtiéndose en el culto doméstico más desarrollado, mismo que luego derivó en prácticas religiosas familiares relacionadas con el fogón. Toda la vida religiosa de los tarascos giró en torno a las hogueras”. Este es un punto relevante que busca aclarar un comportamiento social de los tzintzuntseños frente al tornado, como veremos más adelante. *Curicaberi*⁴ tenía cinco hermanos, los *Tiripemencha*, que regían las “cinco casas divinas del plano terrestre del Universo”.

³ Otros dioses con esos atributos son: *Cueráhperí*, el creador, y *Cuerahuáperí*, la creadora, *Tares Upeme*, el anciano engendrador (J. Corona: 20).

⁴ Yolótl González, (24), se dice que *Curicaueri* está representado por animales solares, como el guajolote, que era alimento exclusivo de sacerdotes y señores, así como de las águilas que se encontraban en cautiverio en la casa del cazonci. Las transformaciones de *Curicaueri* son múltiples y se sintetizan en una tríada que engloba el universo tarasco: el águila en el supramundo, el coyote en el plano terrestre y la serpiente en el inframundo.

Los Tiripemencha son los dioses de la lluvia semejantes en todo a Tláloc y los cuatro Tlaloque de la mitología de los nahua, colocados en el centro principal, y los otros cuatro en los puntos cardinales. Cada punto cardinal tenía un color. Parece ser que los tarascos les daban un color de la siguiente forma: el rojo al Oriente, el blanco al Poniente, el amarillo al Norte, el negro al Sur y el azul a la región central. Las cinco deidades de la lluvia llamadas cada una Tirípeme estaban colocadas así: Tirípeme-quarencha en el Oriente, deidad roja; Tirípeme turupten en el Poniente, deidad blanca; Tirípeme-xungápeti en el Norte, deidad amarilla; Tirípeme-caheri en el Sur, y tendría el color negro. La quinta deidad colocada en el centro es Chupi-Tirípeme, y como su nombre lo indica tiene el color azul". Tirípeme, según el ilustre historiador Corona, significa "agua hermosa" o "agua preciosa" y es el correspondiente al Tláloc nahua. Como éste, el Tirípeme tiene sus cuatro ayudantes que también son llamados "nubes"⁵ y ha sido representados hasta la actualidad en una danza llamada Sicuíndiro (desollamiento).

Chupi-Tirípeme es colocada en el centro de los planos terrestres del Universo o de los puntos cardinales que tienen como referente el lago de Pátzcuaro. El centro está en la isla de La Pacanda. Tirípeme-Caheri, la "nube negra", del lado sur del lago, se asentó en Pareo. Tirípeme-Quarencha, la "nube roja", del lado oriente, se asentó en Curíanguaro. Tirípeme-Xungápeti, la "nube amarilla", al norte, se asentó en Pichátaro; finalmente Tirípeme-Turupten, la "nube blanca" se asentó en Irámuco, al poniente del lago.

Las cuatro nubes son también consideradas en la mitología como hijas de la diosa Cuerahuáperi, que es la esposa de Curicaueri y la diosa creadora, engendradora de dioses. Las nubes en ambas asunciones están simbolizadas como las dadoras de lluvia y por consiguiente de la vida, pero en los análisis mitológicos no encontré alguna forma de vinculación directa con el tornado como una amenaza que pudiera representar algún correspondiente en la in-

⁵ Nubes blanca, amarilla, roja y negra.

interpretación mítica. Sin embargo hay otro tipo de factores que ligan la relación fenómeno natural-interpretación folk.

El hecho de que una de las respuestas de los tzitzuntzeños a la aparición del tornado de agosto de 2000 haya sido la de quemar palma bendita tiene muchas implicaciones, de las que sin duda la cita anterior es una de ellas:

Tratemos de explicar un tanto el culto rendido por los tarascos al fuego. De las hogueras sale el humo y sube a los cielos. El humo es el único contacto entre el hombre y los dioses del cielo. Todavía más, es el alimento de los dioses. Así los sacerdotes que educaron a Tariácuri, sumo sacerdote del viento, le amonestaban diciendo [...] Esta creencia permanece. Lumbholtz observó en Michoacán, a fines del siglo pasado, que en las casas ponían a la hora de la comida del mediodía, ante las imágenes de los santos, una cazuelita con incienso (Corona: 30).

La fotografía de la siguiente página ilustra una de las interpretaciones de un artista que plasmó la nube negra en el contexto del lago de Pátzeuaro y su carga de símbolos míticos.⁶ Hay quienes observan en la interpretación un tornado.⁷

⁶ Desafortunadamente no pudo registrarse el nombre del autor o autora de la obra. Es importante decir que corresponde a un mural del Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación (IMCED), en Morelia, Michoacán.

⁷ Mi colega Eduardo Antaramián, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, me comunicó la existencia del referido mural a propósito de una charla sobre el tornado de Tzitzuntzan.



PUEBLO DE TZINTZUNTZAN

Tzintzuntzan es una localidad asentada en la rívera oriental del lago de Pátzcuaro. Foster (2000) ha señalado que “en el tiempo de la llegada de los españoles era la capital y el centro del extenso imperio tarasco, un imperio que en el momento de su mayor expansión se extendía más allá de los confines del moderno estado de Michoacán y, con excepción del imperio azteca, era la unidad política más grande de México”.

Actualmente Tzintzuntzan ya no es considerado como pueblo indígena; lo era al menos antes de la mitad del siglo pasado. Es, según la descripción del propio Foster, un pueblo mestizo que sigue siendo la sede simbólica de “los hijos del imperio” tarasco, pero, desde otros puntos de vista, es interesante interrogar el devenir histórico de ese pueblo.

La observación demográfica, por ejemplo, y sobre todo si es aprehendida a través de la estadística, puede arrojar juicios concluyentes dependiendo de

qué periodos se vean; Tzintzuntzan en ese sentido ha cambiado mucho y ha cambiado también poco, sus valores demográficos muestran lo siguiente.

En la época de la conquista Tzintzuntzan contaba con 40 000 habitantes (Foster: 47, que refiere como fuente a J. Romero, 1862) y el censo de 1990 arrojó la cifra de 2 644. La diferencia de la población existente es enorme, considerando el periodo. Se pueden dar diferentes explicaciones. El decremento resultante, que es muy importante en cuanto a los valores numéricos, puede explicarse por el derrumbamiento del imperio, su subordinación a otro poder y la consecuente transferencia de centros vitales de dinámicas políticas y económicas, y después de consolidado el proceso de dominación española, la época independiente, las dinámicas nacionales a las que se sujetó Tzintzuntzan a lo largo de los siglos no volvió a establecer ahí un poder de atracción demográfica.

Mapa de localización de Tzintzuntzan en el lago de Pátzcuaro

CIESAS, México, 2001



El periodo de referencia es de 1940 (cuando tenía una población de 1 007 habitantes) a 1990 (que contó con 2 644 habitantes), entonces se observa un cierto crecimiento que podemos calificar como "tímido" (32 nacimientos por año) comparándolo con el siguiente periodo de observación.

Si el periodo es de 1980 (con una población estimada de 2 109 habitantes) a 1990, el crecimiento es mayor, los nacimientos por año ascienden a 53, pero comparativamente sigue ubicándose en el nivel de crecimiento tímido si lo referimos también a la estadística de la emigración que habla de valores altos, como casi todos los municipios michoacanos (Conapo, 1990).

Hay una expresión similar en los datos que se refieren a las viviendas en el pueblo de Tzintzuntzan. Casi no ha habido construcción de casas nuevas en el pueblo, aunque tendría que hacer la excepción de que en los últimos 20 años sí se ha incrementado el número de viviendas cercanas a Tzintzuntzan, pero en torno a la orilla del lago de Pátzcuaro, por familias de la clase acomodada de Morelia, la capital de estado.

El dato municipal habla de un incremento de apenas 350 casas de 1990 al 2000. El pueblo, propiamente dicho, casi no ha registrado la construcción de casas nuevas. Es relevante mencionar que el mapa del poblado que construyó Foster en 1945,⁸ refleja prácticamente el mismo trazo y las mismas casas de hace 56 años en el área de El Rincón, que fue la afectada por el tornado del 26 de agosto de 2000.

En ese mismo sentido, el ámbito de las ocupaciones de los tzintzuntzeños de El Rincón también registra características similares a las de hace poco más de medio siglo que pueden ser comparadas con el mismo estudio antropológico del mencionado autor y la encuesta de Boyer. Es decir, se muestra que las ocupaciones fundamentales de quienes habitan el área afectada en El Rincón son artesanos (alfareros) y "campesinos", y ello coincide con la caracterización del antropólogo estadounidense.

Las características del área afectada se pueden señalar en términos de que las manzanas de la traza no se encuentran totalmente edificadas; los predios se componen de un terreno amplio donde la casa o taller, es decir, la cons-



trucción, abarca sólo una parte de él y el espacio no construido está ocupado por árboles o por cultivos, sobre todo la manzana norte, que es la de menor densidad de casas. El tipo de vivienda tradicional en el pueblo está muy bien expuesto por Foster en la siguiente cita:

Las casas se encuentran apiñadas a lo largo de la carretera y alrededor de la plaza [...] a las familias les encanta el lujo de tener un terreno en torno a sus viviendas y muchas casas se encuentran en un solar. La casa a menudo se construye a lo largo de la línea de la calle. Lejos del centro del pueblo una casa debe estar ubicada a corta distancia del camino y en lugar de una barda alta de adobe tiene una barda baja de piedra sobre la cual los que van pasando pueden mirar o detenerse a conversar [...] más atrás en el jardín aparecen otras flores, orejas de elefante, geranios, y malvas [...] Si la familia es de alfareros puede haber un horno circular, a menudo cubierto con un techo rústico [...] también debe proveerse espacio para los animales, los burros, las mulas o los caballos...

Pocas casas se pueden encontrar sin sus árboles frutales –zapotes y duraznos– y si el espacio lo permite, otras variedades esparcidas [...] El ubicuo chayote se encuentra en la mayor parte de las casas [...] La troje común o granero del centro de México no se encuentra en Tzintzuntzan. En su lugar, la mayoría de las casas tienen un “tapanco” bajo el techo donde las mazorcas y frijoles ya secos se almacenan en sacos. Pero el espacio de almacenamiento, excepto para las familias que tienen grandes cantidades de reservas de maíz y de frijol, no es punto de importancia en la construcción de una casa.

El tipo de habitación en Tzintzuntzan, y sobre todo en esta área de El Rincón, que es periférica, teniendo en cuenta la afectación del tornado, favoreció que los daños no fueran más graves o mayores los destrozos e incluso la pérdida de vidas humanas. Hacia el centro del poblado las manzanas se encuentran completamente ocupadas por edificaciones, aunque conserven patios centrales amplios.

Plano de la casa y terreno de V. Rendón en 1945

G. Foster 2000



La figura anterior, tomada de (Foster, 68), ilustra muy bien el tipo de casa que ahora se conserva en el área de El Rincón. En el terreno se distribuyen diversas áreas: de habitación, el pozo, el horno, el taller de alfarería, corrales para los animales domésticos, huerto familiar. En realidad los terrenos-casa tipo de El Rincón en Tzintzuntzan son una suerte de unidades espaciales productivas, de manera que, de acuerdo con el patrón de daños del tornado, en la medida que éste es caracterizado por tener un área muy definida, inflige destrucción global a las casas o familias que afecta. No se trata solamente del área de habitación, sino incluye un área de producción, almacenamiento y los cultivos de vegetales, que no suelen ser nada más de ornato, porque son un complemento importante en el consumo de las familias.

Evidentemente este tipo de construcción condiciona de muchas maneras la distribución de los daños. Conviene precisar que el área afectada no es precisamente de alta densidad de población. La mayor concentración demográfica y de construcciones se encuentra en la parte más al sur del área afectada.



Ocurrencia y respuesta social

Hay un conocimiento acumulado acerca del comportamiento social en situaciones de emergencias o desastres. Ese conocimiento ha alcanzado un mayor desarrollo en Estados Unidos y ha estado a cargo de sociólogos destacados, como E. Quarantelli y T. Drabek, entre otros. Los estudios del comportamiento en general muestran que la mayoría de las personas que son víctimas de una amenaza presenta una rápida reestructuración de su pensamiento, en la cual consideran su situación y le otorgan la más alta prioridad a las acciones que buscan afirmar la seguridad del individuo y su familia (T. Drabek, 1996: 7-9).

Lo anterior se puede advertir como la elucidación de un patrón de comportamiento individual-social en situaciones de emergencia. Otros estudios han confirmado ese patrón general en el que las víctimas muestran tener una serie de respuestas activas que se dirigen a la búsqueda de afirmar su seguridad. Quarantelli (1960: 69) ha señalado que "las víctimas de desastres reaccionan de una manera activa y no pasiva, como se ha implicado en una cierta imagen de dependencia, y no esperan que les lleguen ofrecimientos de ayuda de organizaciones externas".

Siguiendo con ese patrón de comportamiento, se afirma que no todas las personas responden de la misma manera y que la investigación sociológica ha documentado los factores que constriñen las respuestas individuales e identifican nueve, a saber:

1. Género. Se ha observado que los individuos del género masculino tienen respuestas más activas para combatir o contrarrestar la amenaza.
2. Edad. En general los ancianos tienden a no ofrecer ayuda a otras víctimas y al mismo tiempo son menos considerados para recibirla.
3. Ubicación. Las personas afectadas cuando se encuentran en el trabajo tienden más a buscar lugares más protegidos y ayuda que los que se encuentran en sus casas.
4. Nivel de miedo. A mayor nivel de miedo, se dice, mayor búsqueda de condiciones seguras.
5. Presencia de niños. Cuando hay niños las víctimas adultas tienden a comportarse en función de conseguir más puntualmente protección para ellos. La presencia de niños contribuye a incrementar el nivel de miedo por susceptibilidad a que sean dañados.
6. Responsabilidad pública. La investigación sociológica ha documentado que aquellas personas afectadas y por razón de tener un oficio vinculado a alguna responsabilidad pública se sienten más comprometidas a continuar buscando el bienestar común. Las maestras de escuela, para dar un ejemplo concreto, aunque estén en sus casas mantienen un sentido de responsabilidad que les trasciende.
7. Etnicidad. Las formas de socialización y de explicación cultural acerca de fenómenos destructivos pueden establecer diferencias en el comportamiento de grupo a partir de la portación de los rasgos definidos por la etnicidad. También la respuesta de género y edad tienen dependencia de esta consideración.
8. Nivel de preparativos para emergencia alcanzados. Los niveles de preparación encaminada a la anticipación de una determinada emergencia establecen una diferencia importante respecto de aquellos que son tomados "por sorpresa" ante tal emergencia. Los primeros responden más eficientemente en la búsqueda de seguridad inmediata.
9. Experiencias previas de desastres. Quienes han sufrido anteriores expe-

riencias de emergencia o desastre suelen responder más rápido y adaptarse a conductas protectivas.

LA OCURRENCIA DEL TORNADO Y LA RESPUESTA SOCIAL

Una de las formas de aproximarse al entendimiento de las características de la ocurrencia de un fenómeno desastroso y a la respuesta consecuente del grupo social afectado se refiere a la transferencia de los sucesos experimentados por los habitantes del entorno amenazado a través de la reproducción de los relatos dichos en sus propios términos.

El registro de la narración además permite extraer otros elementos contextuales que explican las formas en las que los fenómenos fueron procesados mentalmente y relatados en esos términos.

Es importante en todo ello tener en cuenta la dimensión temporal y espacial de la ocurrencia del fenómeno destructivo, por tal motivo se incluye más adelante un mapa de la trayectoria del tornado en el área habitada de Tzintzuntzan.

El tornado tocó la superficie del lago de Pátzcuaro, donde describió una trayectoria errática de dirección NE-SO para penetrar a tierra en el barrio de El Rincón, al norte de Tzintzuntzan. Los entrevistados coincidieron en que la duración del tornado cuando penetró a tierra y hasta que desapareció fue de 10 a 15 minutos aproximadamente y su recorrido en tierra fue al menos de tres kilómetros.

Los habitantes afectados de Tzintzuntzan que fueron entrevistados para analizar la experiencia sufrida por la presencia de ese fenómeno señalaron que el tornado (se referían a él como "huracán", "animal", "torito", etc.) se formó después de las 16:00 horas¹ y ubicaron su posición como *cercano a Quiroga*.

¹ Las notas periodísticas reproducidas antes consignan la ocurrencia del fenómeno a las 18:00 horas en el caso de la *Voz de Michoacán* y a las cinco de la tarde en *El Sol de Morelia*, en tanto el reporte policiaco del municipio a las 16:55 horas.

Habitantes de Tzintzuntzan que experimentaron el paso del tornado fueron entrevistados y sus testimonios transcritos se presentan en algunos fragmentos a continuación:

Matías Ceras Aparicio² tiene un taller de alfarería, es artesano, se encontraba laborando cuando ocurrió el tornado. Describe su experiencia en los términos siguientes:

Estábamos trabajando aquí; aquí trabajamos, este es nuestro tallercito pues, y aquí estábamos cuando mi esposa vio una franja, así una línea como blanca, se veía bien, pero no se había fijado en que arriba estaba el huracán fuerte, eso era nada mas como una lista que dejó caer para abajo [...] entonces se empezó a escuchar así como que tronaba, y luego empezó a escucharse como que era viento fuerte, y de pronto pues, nos quedamos viendo, pero empezó a avanzar pa'l sur, se salió a la laguna, y se empezó a venir para acá, pero en cuanto que agarró tierra, inmediatamente se vino ya más, más rápido, entonces ahí están aquellos árboles donde empezó a sacudirlos y a quebrarles las ramas y así se vino, llegó a la casa esta que está ahí, de lámina, y luego se vino y aquí agarró toda esta parte de aquí, esta franja todo por aquí hacia el sur y se fue destrozando. Se oía pues muy feo el aire, zumbaba, zumbaba, nada más zumbaba, sí, zumbaba, y pus por el ruido de los árboles y todo, pus no, no podíamos escuchar más, pero ya y luego el susto, pus ya no, ya cuando iba por allá ya así no se escuchaba más. Duró como ¿unos qué?... unos 10 minutos ¿no?, que pasó por aquí, pero a mí se me hace que duró mas minutos, yéndose para allá. Si siguió, no sabemos, yo no sé hasta donde llegó, pero pues iba avanzando recio, por ahí, bueno todavía, todavía, mire ahí donde esta ese árbol, también lo partió y ahí siguió para arriba. ¡Hey!, ya era puro aire que iba soltando agua, pero él, el huracán, iba arriba. ¡No!, ¡olvídesel que hubiera bajado todo abajo. No, la verdad es que no sé qué hubiera hecho, pero gracias a Dios, pues yo bien pienso que es que fue nomás una co-

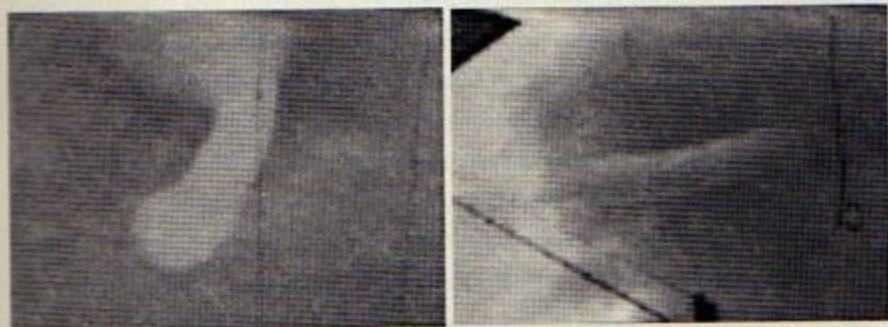
² Las entrevistas presentadas las realicé el 6 de noviembre de 2000, en los domicilios de Tzintzuntzan.

leadita así. Pero nunca, yo nunca, en lo que había tenido de vida, había visto un fenómeno de este tamaño.

Baldomero Calvo Estrada, también dedicado a la fabricación y venta de alfarería, "enfrentó" al tornado desde que lo vio penetrando a tierra, muy cerca de donde vive, y sobrevivió:

Yo estaba aquí sentado cuando oí que zumbaba algo y salí y me asomé aquí y lo vide que ya venía, pero ya traiba un tejado arriba, un tejado arriba lo traiba, volteando, y ahí seguimos y ahí estaban unos aguacates muy grandes y nomás les dio la vuelta y al suelo y el tejaban lo trajo asina, mire, volando, hasta onde está ese árbol... onde está la cruz... los morillos del tejado... y de ahí agarró p'arriba, todo se llevó para el cerro. Aquí, mire, cuando voltio este, yo aquí nomás estaba parado poniéndole la cruz, así nomás mire, así nomás y él arriba... no pos arrancó todos esos árboles, mire, ¿qué dejó? Zas, zas, el tronadero por las casitas que se iba llevando.

Tronaba, p'abajo cuando yo empecé a salir, pero ya cuando venía aquí, ya nomás tronaba, pero era la madera, lo que arrancaba, los árboles, y se jue, mire, hasta aquellos árboles altos donde está la nube blanca y se vino y ya venía de



Fotos del tornado Tzintzuntzan en fase media y terminal
(tomadas del video de Julio Aparicio)

regreso p'abajo y entons yo corrí de allí, corrí a decirles a las familias que sabían y corrieran ya p'allá porque ya venía p'abajo de vuelta. Y entons de allí se regresó p'arriba, donde están esos árboles y... ahí está el arrancadero de árboles arriba... Se regresó de los... mire, que está aquí, hasta allí, hasta el árbol ese, mire, está todo pelado; está todo limpio ahí... y de ahí ya jaló otra vuelta, pero ya jaló por este rumbo de acá, por ahí donde esta la nube esta blanca de acá, hasta allá y ya ahí salió para allá y nosotros dijimos que ya se había acabado, pero no, pues se taparon los cerros así, para aquel lado. Fue una cosa rápida, y no duró mucho, porque no tardó en pasar, fue cosa de, de momento, iba nomás... era lo que iba..., que sería, no pues qué... 10 minutos, yo creo que a lo mucho, fueron 10 minutos de por allá, de donde está aquel de la camiseta verde, que, a lo que salió acá, duró más pa' arriba, duró más poco, que subió allá arriba, que subió p'arriba y luego bajo un poquito pero hasta ahí se atoró mire ahí como está chapoliado mire, pero luego venía de regreso p'abajo. Y luego de ahí partió y ya ganó p'allá. Arrancó los pinos de aquí p'allá volteó los magueyes, volteó los esos nopales, pero lo que más perjudicó fueron aquí las casitas, de aquí mire. Yo estaba parado cuando ese animal agarró y zas... Pus yo lo vi, yo lo vi que salió del agua. No duró mucho, no duró. Pronto caminó, venía recio, me aventaba pa' fuera, me aventaba pa'dentro. Me decían las chiquillas "éntrele abueliro, se lo va a llevar", y me aventaba pa'dentro y me hacia para un lado y así estaba.

Los testimonios reproducidos reflejan las formas coincidentes en las que afectados directos experimentaron la presencia del tornado desde que fue ubicado visualmente por ellos hasta su desaparición. También coincidente es, en ambos testimonios, el recorrido destructivo y sus características, que llamaron la atención de los entrevistados.

En Tzintzuntzan el sábado 26 de agosto iniciando la tarde, el tornado ocurrió, se introdujo en un pueblo cuyos habitantes vivían la cotidianidad de un fin de semana de fiesta por la celebración de una boda. Los habitantes del



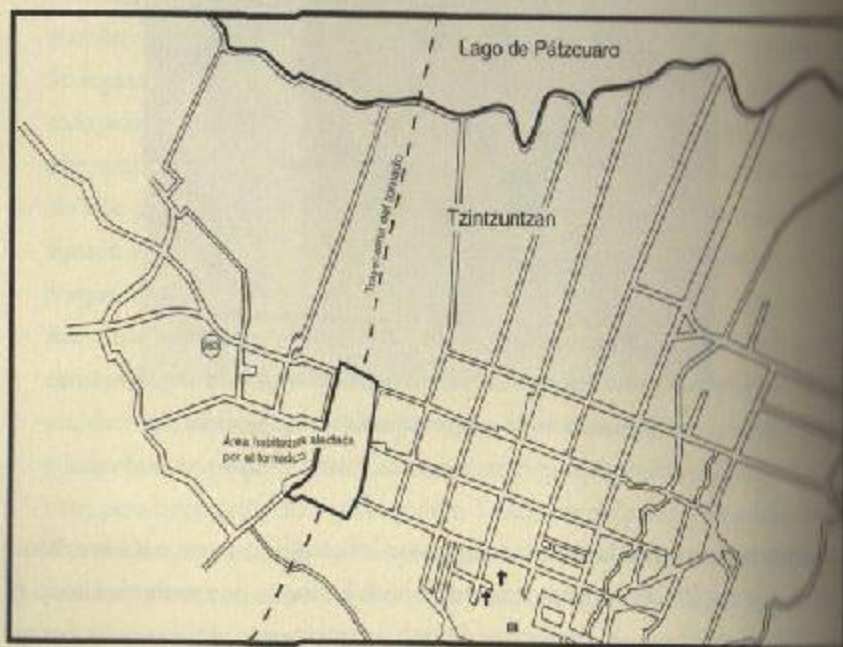
El tornado de Tzintzuntzan. Foto de Julio Aparicio.

pueblo suelen cerrar la calle donde realizan la fiesta y concurren los invitados, y los que no lo son se apersonan desde lejos. La boda no involucra a todo el pueblo, desde luego, pero muchos de los habitantes están al tanto de las fiestas. Julio Aparicio, quien fue contratado para videografiar la boda, logró capturar las imágenes elocuentes del tornado, y en gran medida también captó a los tzintzuntzeños, que se mostraron muy preocupados del fenómeno y atentos a los destrozos que ocasionó. Los minutos que duró el tornado capturaron la atención colectiva de los habitantes del lugar y, ciertamente, sin importar si estaban o no en las fiestas del día.

Por ello, mientras los tzintzuntzeños apreciaban el desarrollo del fenómeno y se difundía la noticia de que había ocasionado destrozos en el barrio de El Rincón, una de las habitantes familiarizada con las actividades de la Cruz Roja del vecino pueblo de Quiroga llamó por vía telefónica a dicha institución.

La policía se encontraba muy cerca de las calles que fueron afectadas por el tornado, pues algunos elementos hacían un recorrido de rutina y por ello tuvieron acceso rápido a las personas y conocer las casas afectadas y perte-

Mapa de la trayectoria del tornado en Tzintzuntzan

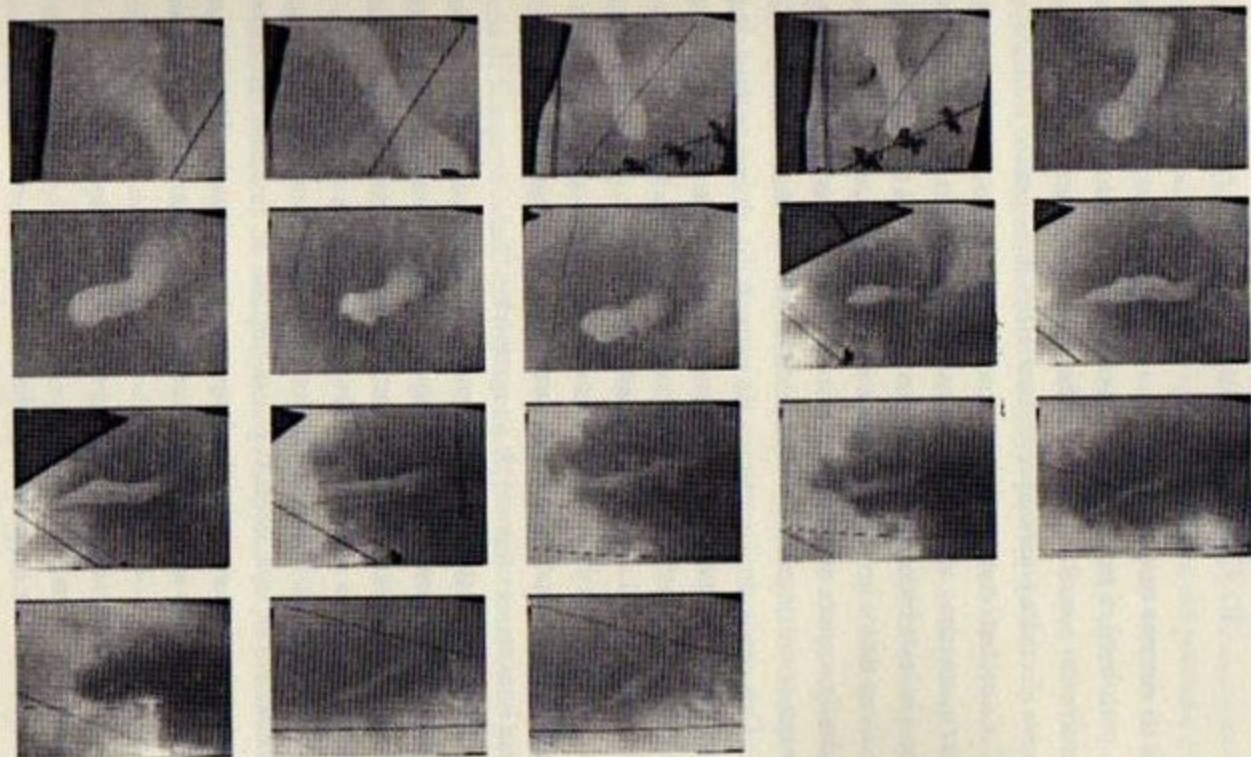


nencias dañadas, por lo cual procedieron a atender la emergencia haciendo una lista de ellas.³

Hay un factor peculiar de la presencia del tornado, y es que los habitantes del pueblo, afectados y no afectados, no tenían una identificación clara del fenómeno. He señalado que le designaban como "huracán" o "culebra", pero ese fenómeno no lo habían tenido tan cerca en un sentido espacial y temporal. Los habitantes del poblado, ciertamente, tenían referentes lejanos pero no una experiencia directa. Por ello, el fenómeno permaneció con una fuerte dosis de misterio y le buscaron explicaciones relacionadas con lo sobrenatural, como veremos más adelante.

³ Véase el "Informe de partes" de la policía municipal respectivo que se reproduce más adelante.

Secuencia de imágenes del tornado de Tzintzuntzan desde su fase media estimada hasta su desaparición
(tomada del video de Julio Aparicio)



EL COMPORTAMIENTO DE PROTECCIÓN

En las diversas entrevistas realizadas a las personas que viven en el área afectada se corroboró el patrón de comportamiento señalado. Casi todas las víctimas recurrieron a acciones de protección, pero hubo diferencia entre los directamente afectados y quienes presenciaron el fenómeno pero no resultaron afectados.

Considero como acciones protectivas desde buscar las "palmas benditas" para quemarlas y así "alejar" al tornado, o bien, dando a los niños cuchillos para que a lo lejos hicieran movimientos para "cortar" el tornado. Estas fueron las acciones de los no afectados directamente. En los casos de las personas afectadas de manera directa, las reacciones fueron recluirse dentro de las casas en las que se encontraban en un cuarto que consideraron "más seguro".

Dos casos similares sirven de ejemplo. En ambos se trató de personas adultas del sexo masculino que se encontraban dentro de sus casas en compañía de sus hijos pequeños y otras personas adultas dependientes de ellos (adultos de edad avanzada). La reacción del padre de familia fue reunir a sus dependientes y llevarlos a la habitación que consideraron más segura. En ambos casos la ausencia de la esposa, madre de familia, se debió a que siendo artesana estaba a esa hora en una reunión de su agrupación.

Los daños infligidos por el tornado a los techos de sus casas corroboraron que efectivamente las habitaciones que habían considerado más seguras en realidad lo fueron, según los pocos daños que pude observar. En ambos casos los cuartos escogidos tenían prácticamente intacto el techo.

El estudio realizado por Boyer acerca de la percepción del riesgo de los habitantes del área afectada por el tornado de Tzintzuntzan ha mostrado consistencia con el patrón de comportamiento señalado al inicio de este capítulo. Del estudio se desprenden tres elementos de importancia que aluden a:

1. Conocimiento de ocurrencias previas de tornados en el área.
2. Sensibilización al peligro.
3. Conciencia de la posible repetición del tornado en el área.

El área afectada de Tzintzuntzan se ha caracterizado a partir de las manzanas por las que el tornado "marcó" su trayectoria dentro del poblado, que fueron tres. Se ha contabilizado que en el área afectada hay 45 casas de las cuales 30 resultaron con un determinado nivel de afectación y arroja un valor porcentual de 66%. Ello es consistente con el estudio de Boyer: 65% de los casos entrevistados resultaron dañados y 35% no reportó daños.

La respuesta inmediata relacionada con la presencia percibida del tornado, y que podemos considerar como el "comportamiento de emergencia" fue también contundente ya que el 95 % de las personas entrevistadas se quedó en su casa cuando percibió el tornado, en tanto consideró que estaban en un lugar seguro; sólo el 5% decidió ir a otro lugar en busca de mayor seguridad.

La mayoría de los casos, el 96%, señalaron que habían sentido miedo ante la presencia del fenómeno, pero de ellos sólo el 32% pensó que podía sufrir daños mientras que 38% reportó únicamente haberse sentido intimidado por el ruido y el aspecto del tornado, un fenómeno no visto con anterioridad, pero no llegó a pensar que le causara daño.

Una de las relaciones que fundamentan racionalmente la percepción del peligro en la población afectada se refiere a lo que podemos considerar como "conciencia de la repetibilidad" del fenómeno. El tornado como tal no había existido en las formulaciones mentales de los habitantes que lo explicarían en Tzintzuntzan el día de su ocurrencia. El fenómeno fue percibido como una ocurrencia óptica explicable tal vez por las creencias sobrenaturales, pero la vivencia con las formas destructivas del fenómeno, una vez desaparecido, permitió pensar en la posibilidad de que volviera a ocurrir. Este último aspecto, bien vistas las cosas, es de una proyección empírica de las probabilidades de encontrar de nuevo a la terrible amenaza. La mayoría de los habitantes que estuvieron cerca del fenómeno, es decir, los habitantes del área afectada, el 58% dijo tener temor de que vuelva a ocurrir un tornado e identificaron la repetibilidad como el aspecto más impactante y dañino de la ocurrencia del tornado del 26 de agosto de 2000. En otras palabras, el fenómeno amenazador y el riesgo que porta es "temible" por el hecho de que puede volver a ocurrir.

Ello tiene un cierto rango de independencia del tipo de daños que inflige. Induce el miedo por la posibilidad de presentarse de nuevo. El resto de la población dijo que eran los daños causados por el tornado el aspecto más impactante y determinante de su miedo.

Lo que aquí llamamos la conciencia de la repetibilidad muestra una racionalidad que proyecta las consecuencias de la ocurrencia del tornado, pero además proyecta una carga psicológica de una imagen maligna e indeseable. En este último sentido resulta de mayor interés la interpretación de los hechos y muy probablemente sea una expresión relacionada con el denominado *síndrome de estrés normal* (véanse Flynn y Chalmers, 1980), pero también relacionado con el *síndrome de estrés posttraumático* a la manera, por ejemplo, en que las personas que sintieron un sismo destructor tienen miedo de que vuelva a ocurrir y por ello duermen fuera de sus casas durante varias semanas.

LOS FUNDAMENTOS DEL COMPORTAMIENTO PROTECTIVO

En resumen, los tipos de respuestas de los habitantes de Tzintzuntzan que sufrieron afectaciones directas e indirectas por el tornado fueron las siguientes:

1. Buscar un sitio seguro dentro de sus casas.
2. Buscar un sitio seguro fuera de sus casas.
3. Reducir al fenómeno destructor aplicando la quema de "palma bendita".
4. "Cortar" al tornado con machetes y/o cuchillos en manos de niños.

Los dos primeros tipos de reacción son de naturaleza práctica, buscando condiciones de seguridad concretas y de protección física. Estas explicaciones se refieren al patrón de comportamiento ofrecido por la sociología estadounidense y el estudio referido de Boyer son consecuentes con esos niveles de respuesta y han sido consideradas a través de las descripciones y de los señalamientos hechos en la encuesta.

Los dos siguientes tipos de reacción son más bien coherentes con formas ideosincráticas de asumir el fenómeno y tienen que ver con lo sobrenatural, con creencias religiosas y todas sus implicaciones en término de asunciones sincréticas y de manejos simbólicos. Es importante advertir que las dos últimas respuestas en la lista no significan contradicción con el patrón de respuesta activa, caracterizado antes teóricamente, frente a la presencia de un fenómeno destructivo y la consecuente emergencia.

LA QUEMA DE PALMA BENDITA

Veamos primero los aspectos vinculados al recurso de la quema de "palmas benditas" y luego lo concerniente a las acciones relacionadas con "cortar" al tornado por parte de niños siendo cuchillos o machetes.

Foster (2000) describió la práctica religiosa católica de la bendición de las palmas en Semana Santa para tenerlas como un recurso de protección frente a fenómenos meteorológicos adversos:

Domingo de Ramos

Antes del Domingo de Ramos la mayoría de las familias compran ramos de palmas ya sea en Pátzcuaro o de vendedores ambulantes, y los tejen para formar imitaciones de espigas de maíz y otros adornos. Algunas personas obtienen ramas de olivo y unos cuantos, para estar doblemente seguros, traen ambos a la misa del domingo donde el sacerdote los bendice rociándolos con agua bendita. En seguida el sacerdote pasa por el pasillo central y por las puertas de la iglesia, seguido por varias docenas de personas con ramos de palma. Las grandes puertas se cierran, los coristas cantan por cinco minutos y entonces el padre Tovar golpea la puerta tres veces con una pequeña cruz de madera. Las puertas se abren y él y sus acompañantes vuelven a la iglesia. Esta ceremonia simboliza la entrada de Cristo en Jerusalén cuando el camino se regó con ramos de palma. La animación, el color y el alborozo de la gente caracterizan esta misa, que es una de las más importantes del año. Las palmas benditas se clavan en las paredes de

las casas donde ejercerán una influencia protectora. Cuando hay tormentas severas se quema un poco de palma y las cenizas se esparcen sobre el piso en forma de una cruz para proteger a la familia de los rayos.

No sabemos concretamente el significado de la "quema" en términos de la explicación católica, que sin duda refiere la conversión de la palma, que fue bendecida por los representantes de Dios, en humo que se esparce por la atmósfera. La palma bendita es la portadora del bien que se aplica para combatir al fenómeno del mal, que está también representado en el *mal tiempo* o el tiempo tempestuoso, destructor de las cosechas y causante de otros destrozos por el exceso de lluvias, y tal vez éstas convertidas en inundaciones. Pero encontramos, por otro lado, un vínculo del humo como factor de enlace con ámbitos deíficos en las antiguas prácticas religiosas prehispánicas de los tarascos:

Tratemos de explicar un tanto el culto rendido por los tarascos al fuego. De las hogueras sale el humo y sube a los cielos. El humo es el único contacto entre el hombre y los dioses del cielo. Todavía más, es el alimento de los dioses. Así los sacerdotes que educaron a Tariácuri, sumo sacerdote del viento, le amonestaban diciendo [...] Esta creencia permanece. Lumholtz observó en Michoacán, a fines del siglo pasado, que en las casas ponían a la hora de la comida del mediodía, ante las imágenes de los santos, una cazuelita con incienso (Corona Núñez, 1984: 30).

Lo anterior explica la respuesta de búsqueda de protección a partir de asumir al fenómeno del tornado con vínculos sobrenaturales, pero tiene dos posibilidades en cuanto a consecuencias resultantes. La vía estrictamente católica refiere la lucha del bien contra el mal que aparece porque el mal es ocurrente en hacer el daño. Es una acción propiamente protectora. El mal embate y con el bien se defienden, se protegen, los afectados. La otra posibilidad de interpretación alude a la vía sincrética que mezcla elementos católicos

con las prácticas religiosas prehispánicas, en donde el tornado puede representar alguna manifestación de furia divina, no necesariamente el mal, y el humo sería un atributo de contención humana de la furia divina.

“CORTAR” DE LEJOS EL TORNADO

La otra respuesta relacionada con la asimilación del tornado como un fenómeno sobrenatural se refiere a la reacción que buscaron los afectados para repeler el fenómeno a través de “cortar” al mismo con un cuchillo o machete en manos infantiles. Esta acción es mucho más proactiva que la quema de palma bendita.

La práctica en cuestión apareció en Tzintzuntzan, pero tiene una difusión mayor, ya que es común en los diversos contextos sociales y geográficos del país que hemos referido en el segundo capítulo, en donde se han reportado a los tornados como fenómenos recurrentes.

Las implicaciones de esas prácticas son en extremo interesantes. Los entrevistados que reportaron haber recurrido a ellas no ofrecieron explicación racional alguna respecto a las correspondencias entre intenciones y hechos, es decir, entre las implicaciones de todo eso, sólo señalaron que ese recurso se los enseñaron sus padres y sus abuelos. Advirtieron que en el conjunto de la creencia los adultos pueden “cortar” a la “culebra”, pero que no tiene la efectividad de los niños. Cuando preguntamos las razones de ello respondieron que no sabían por qué y así lo aprendieron de sus ascendentes familiares. La respuesta entonces deviene en un recurso dogma, y es entonces un recurso de última instancia.

“Cortar” a la “culebra” para deshacerla, para exterminarla, tiene un sustento católico en la medida en que la culebra o serpiente simboliza el mal y la acción de destruirlo es una respuesta natural de la lucha del bien contra el mal que busca como meta el exterminio. Pero que intervengan los niños como los agentes efectivos de la acción porta un contenido reminiscente prehispánico que puede referir a los tlaloque o a los sacrificios humanos de niños para

condescender con el dios del tiempo atmosférico, es decir, Tláloc para los nahua y su correspondiente, Chupí Tirípeme, para los tarascos.

Hay una vía de explicación para el instrumento usado para combatir a la culebra, es decir, el machete o el cuchillo. Glockner (2000: 114 y 149) atribuye la utilización del machete a los “misioneros del temporal”,⁴ a las siguientes razones, dice: “Es frecuente que los misioneros utilicen como arma el machete, que es el equivalente de la espada que utiliza el jefe de las milicias celestiales, san Miguel Arcángel, contra el mal encarnado en Lucifer”. Los misioneros del temporal, entre sus funciones también tienen la de combatir el “mal tiempo”, y ese es un vínculo fundamental con la práctica de “cortar” a las “culebras”.

Otro de los aspectos fundamentales tiene que ver con la forma del tornado, que tiene consideraciones simbólicas, se refiere a la transferencia de la atribución simbólica de la forma, es decir, la “culebra” o la serpiente. Supongo que sin identificar del todo correctamente a la “culebra de agua” que tanto refiere el antropólogo Glockner (1996, 1998, 2000: 142) en sus estudios de los tiemperos (graniceros, quicazcles, etc.), como el tornado débil no supercelda sí encuentra una asociación del mismo con el *mal tiempo*, simplemente porque también este tipo de tornados tiene generación en una nube de tormenta, como ha sido mencionado:

Don Chano soñó con la amenaza de una tormenta, es decir, con una “culebra de agua” simbolizada en una serpiente grande que se arrastraba por el camino [...] La víbora abría la boca, grande y amenazante. Cuando la tuvo cerca, una voz lo llamó por detrás. Volteó a mirar y le entregaron un machete blanco. Con el arma le cortó de un golpe la cabeza a la serpiente; la cabeza salió rodando y el

⁴ Los “misioneros del temporal” son actuales habitantes de comunidades indígenas que realizan prácticas sincréticas relacionadas con Tláloc, son mediadores terrenales entre el dios del tiempo atmosférico y los mortales que de él dependen y practican ceremonias en lugares sagrados en los cerros.

cuerpo quedó retorciéndose a medio camino. Ambos avisos anunciaban futuros y exitosos combates contra el mal tiempo.

La cita anterior introduce dos de los elementos que he mencionado antes, el arma de combate a la culebra (el machete o el cuchillo) y la propia culebra o serpiente como símbolo del mal.

La serpiente como símbolo ha sido de gran importancia en todas las culturas del mundo: "con frecuencia la hallamos caracterizada como catónico, adversaria del hombre, pero también guardiana de recintos sagrados o del mundo subterráneo, guía de ánimas, símbolo sexual ambiguo (masculino por su forma fálica, femenino por su vientre que todo lo devora) y de la energía capaz de renovarse incesantemente" (Becker, 1996: 297).

En la religión católica la representación de la serpiente simboliza al diablo, que induce al hombre al pecado y es tentador de Adán y Eva (G. Ferguson, 1956: 89). Simboliza la astucia, la lujuria (véase M. Monterrosa, 1979). Glockner (2000: 135) aplica la consideración simbólica de la serpiente a los "trabajadores del tiempo" en los términos siguientes:

En el caso de los misioneros del temporal, la figura de la serpiente está impregnada de una valoración cristiana que sólo es capaz de ver en ella una representación del mal y del demonio. Detrás de esta imagen han quedado borradas otras connotaciones, de origen mesoamericano, que hubieran asociado a ese animal con la tierra y su fertilidad, con la lluvia y la regeneración cíclica de la vida, como probablemente sucede con los grupos pedidores de lluvia. Entre los misioneros, la serpiente no remite ya al Tlalocan, sino al paraíso bíblico, perdido por su malvada intervención; ya no se le asocia a Tláloc, Coatlicue, Cihuacóatl-Tonantzin y tantas otras deidades, sino al soberbio Lucifer, interesado en perder a los hombres.

Es importante considerar ahora un tercer elemento contenido en la práctica de "cortar" el tornado valiéndose de la intervención de los niños.

Maruri refiere que "la festividad de la Santa Cruz hace recordar los ritos y ceremonias que se realizaban en el México prehispánico, cuando participaban principalmente los niños, quienes eran sacrificados en las lagunas, esta fiesta era dedicada a los dioses de la lluvia, Tláloc y los tlaloques". Mönnich (1989) menciona que los aztecas daban a los dioses niños en sacrificio, "puesto que se creía que con su llanto producían el agua de la lluvia". Los niños entonces tienen una atribución específica en la cosmovisión indígena vinculada al culto a Tláloc.

Es importante advertir que los fundamentos de las respuestas referentes al tornado de Tzintzuntzan, plenas de supuestos religiosos, puede resumir las formas sincréticas que han pervivido hasta el presente y son síntesis a veces contradictoria de elementos católicos con la religión prehispánica. El sincretismo Maldonado (1989) lo entiende "cuando dos sistemas religiosos o culturales se mezclan o yuxtaponen aditivamente, de modo que cada uno de ellos sigue siendo identificable". El "sincretismo" es el resultado de un proceso dirigido para suplantar *legítimamente* un sistema de creencias religiosas, y en México se presentó en la forma de evangelización católica que "se justificó mediante la yuxtaposición de elementos y aspectos católicos sobre los elementos indígenas que reforzaron el proceso de evangelización de los conquistadores".⁵

Ejemplos de fórmulas sincréticas de enorme peso en la vida de muchas comunidades indígenas y mestizas es lo que señala Glockner como "la bendición, el Domingo de Ramos, de las palmas que se usan para ahuyentar el mal temporal, la de las semillas el día de La Candelaria, la plantación de

⁵ "Una de las estrategias que adquirieron los frailes para evangelizar a los indígenas fue la sobreposición de elementos religiosos de sus creencias con la imposición de cultos, santos e imágenes religiosas que se adaptaron a los rituales que se llevaron a cabo en los espacios sagrados. Este proceso se entiende como aculturación, aunque no cabe duda que también existió el fenómeno cultural del sincretismo. Ambos términos desde una perspectiva antropológica han sido teóricamente cuestionados puesto que ambos tienen limitaciones en su conceptualización. (Maruri, *op. cit.*)

cruces en la cima de los cerros, la colocación de ofrendas en cuevas y los nacimientos de agua que sirven para invocar a la Santísima Trinidad y a Tláloc son aspectos de un complejo sincretismo”.

En otras áreas del país frecuentadas por los tornados “culebra” de agua, se utiliza otra medida activa contra el mismo, pero en este caso en un sentido preventivo, como se señaló en capítulo previo y consiste en dirigir y explotar fuegos artificiales contra el cielo y las nubes tormentosas. Esos actos los realiza un agente especializado, que en el caso de las comunidades nahuas del valle de Toluca denominan “granicero” (Maruri). Ello se ha visto en comunidades del Valle de México y de Toluca y en otras tan distantes como Naolinco, en Veracruz (H. Martínez, comunicación personal).

RESPUESTAS PROTECTIVAS REALES Y “SIMBÓLICAS” FRENTE AL TORNADO

Las respuestas examinadas antes, que he calificado de activas y procuran la protección de las personas frente a los fenómenos destructores, reflejan un conjunto de acciones que evidentemente sólo valen para ese nivel. Trataré de explicar este asunto.

Recordemos que identificamos cuatro tipos de respuestas en los habitantes del área afectada por el tornado en Tzintzuntzan, a saber: a) buscar un sitio seguro dentro de sus casas; b) buscar un sitio seguro fuera de sus casas; c) reducir al fenómeno destructor aplicando la quema de “palma bendita”, y d) “cortar” al tornado con machetes y/o cuchillos en manos de niños. Las dos primeras de esas respuestas pueden ser señaladas como *acciones protectivas reales*, mientras que las dos siguientes pueden ser consideradas en el mismo nivel de *acciones protectivas simbólicas*.⁶

⁶ Establezco una diferencia entre *real* y *simbólico* no aludiendo a que esto último carezca de conexión con la realidad, dado que la esfera simbólica en la vida social es muy real y es parte de la realidad. La distinción es plenamente operativa y corresponde al nivel del discurso formal de las expresiones comunes.

De la misma manera en que la vida social es sustanciada por su dimensión simbólica, que es influida e influye la realidad de esa vida social, el recurso de respuestas simbólicas tiene repercusión en ese nivel y puede influir negativamente en la toma de acción protectora real si el acercamiento al fenómeno destructor se queda en el nivel simbólico. Esas acciones protectoras sólo valen, repito, para ese nivel y no garantizan efectividad directa contra los males terrenales y los fenómenos destructores —bien caracterizados en esa dimensión por la esfera científica—, pero tampoco creo que funcionen para anular la toma de acciones o la respuesta protectora real.

Los dos tipos de respuesta corresponden a condiciones específicas. Las acciones protectoras reales fueron tomadas por las personas que padecían los efectos del tornado, y en cambio, quienes tomaron las acciones simbólicas de protección se encontraban en presencia del tornado pero no estaban sufriendo directamente sus destrozos. Ese tipo de condiciones muy bien diferenciadas estableció de alguna manera las condiciones para que los afectados tomaran una decisión en determinado sentido.

Pero hay otro tipo de implicación en la emergencia de respuestas protectoras reales y simbólicas. El caso que puede identificar mejor esta implicación se encuentra en la fenomenología del riesgo volcánico en el Popocatepetl. El riesgo del volcán puede ser estimado por los vulcanólogos, pero también por los "tiemperos". Las formas en las que ambos agentes sociales establecen sus consideraciones pueden ser mediante procedimientos diferentes. Por un lado, los vulcanólogos recurren a procedimientos científicos que son racionales y lógicos, universales y objetivos, demostrables, etc. Los tiemperos usan procedimientos de fe y de interpretación de simbolismos, usan los sueños como una condición alternativa de la conciencia para tener acceso a los mensajes-conocimiento del ser sobrenatural que determina bien a bien el riesgo, pero tanto tiemperos como vulcanólogos tiene capacidades de estimación del riesgo volcánico porque tienen una cierta calificación. Los tiemperos por una suerte de selección por señal divina (ser víctimas de un rayo, por ejemplo), y los vulcanólogos por haber incurrido en la adquisición de conocimientos y en la

práctica científica de la vulcanología sancionada formalmente por el Estado y sus instituciones educativas y científicas.

Las acciones protectivas que se desprenderían de lo que digan tanto vulcanólogos como tiemporos, para el caso del riesgo volcánico, serían de la misma naturaleza si hay coincidencia, es decir, serían acciones de protección reales en tanto hablamos de una erupción inminente. En un sentido preventivo las medidas serían correspondientes con su naturaleza. Los tiemporos al culto y los vulcanólogos al sismógrafo y al funcionario de Protección Civil.

COMPORTAMIENTO OFICIAL. LAS RESPUESTAS INSTITUCIONALES

Las respuestas de las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales a la ocurrencia del tornado en Tzintzuntzan son muy reveladoras del sentido que se ha reservado al fenómeno, es decir, de un reconocimiento velado por las consideraciones sobrenaturales e ignorado en su aprehensión científica.

Identificamos a las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que respondieron a la ocurrencia del tornado como aquellas dedicadas a intervenir en emergencias públicas. Por un lado la policía municipal y la organización Protección Civil del gobierno del estado de Michoacán, que auxiliaron después de la emergencia, por otro lado, una organización no gubernamental, la Cruz Roja del vecino poblado de Quiroga.

Tenemos el reporte⁷ de la policía municipal dirigido al presidente municipal y donde se señala lo siguiente:

Por medio del presente le hago saber las novedades ocurridas dentro de las 24 horas siguientes a mi servicio:

⁷ "Informe de partes", oficio 239/2000, de la comandancia de policía del municipio de Tzintzuntzan, firmado por el C. Rafael López Monroy y fechado el 26 de agosto de 2000.

Siendo las 11:00 horas se realizó un recorrido por las calles del pueblo y por las comunidades de la rivera Ichupio, Tarterio, Ucazanastacua, Vinata, Granada, Cuehhucho, Ihuatzio, Sanabria, Las Cuevas, Rodeo, Corrales, también a Tzurumutaro para ponerle gasolina regresando a la base a las 13:32 horas.

Siendo las 14:40 horas salieron dos policías con el síndico a una comisión por una calle del pueblo, regresando a la base a las 15:05 horas.

Siendo las 16:06 horas se realizó un recorrido por las calles del pueblo, Ojo de Agua, Patambicho, Yanito, Yacatas, Corral de Toros, Conasupo, Forestal y Sanabria; se informa que a las 16:55 horas se cruzó un fenómeno muy fuerte por la calle del Mezquite y Magdalena por toda esa línea al fondo de la calle Hidalgo y Trabucar, se informa que en ese momento la policía se encontraba por las calles del pueblo de recorrido cuando vieron casas afectadas, bardas y árboles frutales, se tomó lista de las familias que fueron afectadas por el fenómeno, asimismo la policía se reportó a la base a las 19:42 horas posteriormente salió la policía con Froylán Ventura para llevarle cartón y madera a las familias más afectadas. Así también salió la policía a Ihuatzio, para ver si hubo daños por el fenómeno, regresando a la base a las 22:00 horas.

En el texto se constata la dificultad para identificar el tornado y la mención del mismo como "un fenómeno muy fuerte". Estando en el área los policías municipales intervinieron haciendo "una lista" de las personas afectadas, pero también ayudaron a transportar a algunas personas lesionadas con golpes leves y crisis nerviosa hacia las instalaciones de la Cruz Roja de Quiroga.

Personal de la Cruz Roja de Quiroga llegaría posteriormente para ofrecer ayuda y para "levantar un censo" de evaluación de daños. Fueron llamados por una persona que radica en el poblado cuando ésta se enteró de que "el fenómeno" había ocasionado daños en El Rincón.

Para la policía y para los miembros de esa organización no gubernamental la ocurrencia del tornado fue una "emergencia" más. En la referida institución de beneficencia el evento fue catalogado como "emergencia mayor".

El texto siguiente es el reporte del funcionario de la Dirección de Protección Civil del gobierno estatal:⁸

Tarjeta informativa. Protección Civil del gobierno del estado

El fenómeno se registró el 26 de agosto del 2000 aproximadamente a las 16:30 horas, caracterizándose por lluvia con fuertes vientos.

La afectación se puede resumir en:

- 23 domicilios en la colonia Barrio del Rincón, de las cuales 18 presentaron daños mínimos y cinco daños en 80% en la construcción y 20% en sus pertenencias.
- Las partes más afectadas fueron los techos de los domicilios, los talleres de alfarería y cocinas y habitaciones (construidas de láminas de asbesto, galvanizada, láminas de cartón y tejas de barro).
- Se presentaron daños mínimos en agua potable y energía eléctrica por cable.
- Atención de tres personas con lesiones leves, canalizadas al municipio de Quiroga y dadas de alta inmediatamente.

Se proporcionó apoyo por parte del H. Ayuntamiento, dedicándose éste a la ayuda postfenómeno.

Se repararon los domicilios con recursos propios de las familias y materia prima de su trabajo de alfarería.

El representante de Protección Civil también hizo referencia al tornado en términos de "el fenómeno... caracterizándose por lluvia con fuertes vientos".

Policía, Protección Civil y Cruz Roja intervinieron en el caso de la ocurrencia del tornado de Tzintzuntzan, como se desprende de los textos ante-

⁸ Reporte fechado el 26 de agosto de 2000 y firmado por Arturo Martínez, coordinador de Protección Civil.

riores; asistieron al área afectada a través de diferentes tipos de solicitud de su presencia. Mientras que la policía ya se encontraba en el área, presenciando ellos mismos el fenómeno y acudiendo a cumplir con su rondín cotidiano, las otras dos organizaciones, que propiamente atienden los casos de emergencias masivas, asistieron por solicitud expresa de una persona. Protección Civil del gobierno del estado acudió en respuesta a la solicitud de un funcionario municipal y la Cruz Roja lo hizo a requerimiento de una voluntaria residente de Tzintzuntzan. En todos los casos de las organizaciones que aludo, el tornado no pudo ser identificado como tal. Las tres organizaciones "levantaron" censos de daños y su intervención se limitó a ese momento.

Funcionarios municipales dijeron que la noche siguiente a la ocurrencia del tornado asistieron militares del 12 batallón de la XXI Zona Militar. Sobre el particular no hay mayor información que corrobore el hecho.

Los daños que ocasionó el tornado poco exigieron a los miembros de las organizaciones aludidas. No hubo personas con heridas de gravedad, es decir, no hubo demanda de servicios médicos extensivos. Una patrulla de la policía trasladó, como he dicho, a las únicas tres personas que requirieron revisión médica. El mismo día del evento los habitantes de las casas dañadas empezaron a remover los escombros de sus casas, y de los escombros que cayeron en la vía pública no se ocupó nadie ni siquiera a lo largo del mes siguiente a la ocurrencia. A esta tarea no se sumaron policías ni miembros de Protección Civil o militares.

¿LA RECUPERACIÓN?

Cuando sucedió la destrucción de los techos por el paso del tornado intervinieron las tres organizaciones señaladas antes y contribuyeron con hacer "recuentos de daños". Las autoridades municipales ofrecieron ayuda en láminas de cartón y madera para reconstruir los tejados y, por otra parte, los funcionarios del gobierno del estado publicitaron que habían entregado 250

láminas de asbesto, mientras que los funcionarios municipales dijeron que habían sido sólo 65 láminas de este tipo las donadas por el gobierno estatal.

No es fenómeno novedoso cuando ocurren desastres en México encontrar formas poco aceptables de distribución de ayuda, y el caso en cuestión tampoco es la excepción. Algunas de las personas afectadas que fueron sujetos de la ayuda referida dijeron sentirse insatisfechas por la discriminación en la distribución de las láminas. Señalaron los casos de personas que fueron beneficiadas sin haber tenido afectaciones que hicieran necesaria la entrega de ayuda en láminas.

En todo caso es importante destacar que la aparición del tornado tzintzuntzeño estuvo marcado por la falta de reconocimiento del mismo. No fue un tornado para la población, a lo mucho se le identificó como "tromba" por los medios de comunicación, pero no por los habitantes del lugar ni por los miembros de las organizaciones de atención de emergencias que intervinieron. Las autoridades municipales y estatales atendieron a los damnificados con ayuda para reconstruir sus techos y con ello permitirles que continuaran viviendo en las casas afectadas sin recurrir a algún albergue. No hubo responsabilidades ni faltas que asignar o perseguir. Los afectados recibieron las láminas para sus techos y las "fajillas" —que son unas tablas angostas y largas que se asientan sobre vigas y en donde se instalan las láminas— y empezaron las reparaciones de inmediato.

El siguiente cuadro resume información obtenida por las autoridades municipales que consigna la ayuda que ellos ofrecieron a los damnificados:

CUADRO 1
Ayuda oficial brindada a los afectados por el tornado

Núm ^o	Nombre*	Ayuda recibida*	Tipo de daños**	Datos en superficie agrícola (maíz y fajas)**
1	Eliseo Rojas Pecho	5 pacas/5 láminas/6 fajas	Un tejado de 10 m destruido.	
2	Pedro Cornelio Rendón	5 pacas/5 láminas/3 fajas	Unos tejados caídos al igual que árboles.	
3	Carmen Pérez Ponciano	4 pacas/15 láminas/3 fajas		
4	Teresa Guillén Estrada	4 pacas/5 láminas/3 fajas		
5	Lorenzo Calvo Morales	3 pacas/15 láminas/6 fajas	Un tejado de 9 x 5 m de lamina galvanizada y otro de 4 x 3 m de lamina de cartón.	40 x 40 m Media hectárea
6	Luis Pérez Cornelio	3 pacas/15 láminas/6 fajas	Un techo destruido de 7 x 5 m.	
7	Luis Ortega Ramirez	3 pacas/10 láminas/3 fajas	Un tejado de asbesto de 13 x 5 m destruido	
8	Chichipán Reyes	3 pacas/5 láminas/6 fajas		
9	Rocío Chichipán Ceras	3 pacas/5 láminas/3 fajas	Un tejado de 8 m y 2 aguacates.	40 x 40 m
10	Marias Ceras Aparicio ³	2 pacas/15 láminas/6 fajas		
11	Froylán Marín Felipe	2 pacas/15 láminas/3 fajas	Una banda de 12 m y un árbol de aguacate derribado.	1 hectárea 25 x 10 m
12	Etelvina Marín Zaldivar	2 pacas/15 láminas/3 fajas		
13	Francisco Pérez Ponciano	2 pacas/15 láminas/3 fajas	Un techo destruido de 5 x 4m, otro de 3 x 6 m y 4 aguacates caídos.	
14	Uriel Marín Zaldivar	2 pacas/15 láminas/3 fajas	Un tejado de 4 x 4 destruido.	
15	Silvicio Ceras	2 pacas/10 láminas/3 fajas		
16	Sebastián Picho Gámez	2 pacas/10 láminas/3 fajas		
17	Felipe Marín	2 pacas/10 láminas/3 fajas		

* Según relación de Froylán Ventura Zaldivar, funcionario municipal.

** Según entrevistas a Eligio Cornelio Aparicio, presidente municipal de Tzinzantzan (K. Loeza, *et al.*, 2001).

Ayuda oficial brindada a los afectados por el tornado

<i>Nivel*</i>	<i>Nombre*</i>	<i>Ayuda recibida*</i>	<i>Tipo de daños**</i>	<i>Daños en superficie agrícola (maíz y frijol)**</i>
18	Baldomero Calvo Estrada	2 pacas/10 láminas /3 fajillas		
19	Antonio Cornelio Rendón	2 pacas/5 láminas /3 fajillas	Un tejado de 5 m de largo destruido.	
20	Josefina Rendón	2 pacas/5 láminas /3 fajillas		
21	Aurelio Leandro (y Luis Molinero)	2 pacas/5 láminas /3 fajillas	Una casa destruida y una barda de tabique de 14 m destruida	30 x 8 m
22	Efraín Estrada Vargas	2 pacas/7 láminas /3 fajillas		
23	Florentina Pérez Cira	2 pacas/5 láminas /6 fajillas		30 x 30 m
24	Adán Zaldivar	1 paca /5 láminas /3 fajillas		
25	Rafael Calvo	1 paca		
26	Gregorio Molinero			10 x 30 m
27	José Cornelio Estrada			1 hectárea
28	Salomón Villagómez			30 x 10 m
29	Luis Rojas		Dos tejados destruidos y dos árboles derribados sobre su casa.	
30	Carlos Leandro		Un techo de 4.5 m.	
31	Agustina Leandro		Una parte de un techo destruido.	

* Según relación de Froylán Ventura Zaldivar, funcionario municipal.

** Según entrevistas a Eligio Cornelio Aparicio, presidente municipal de Tzintzuntzan (K. Loeza, *et al.*, 2001).

No hubo estimación de daños indirectos, los artesanos asumieron las pérdidas sufridas en sus talleres con la resignación del castigo divino. El "fenómeno" no tuvo denominación que implicara nociones de "prevención de desastres", de "protección civil", de "mitigación". La recuperación ha corrido por cuenta de los afectados, que solo temen y esperan que otro tornado les vuelva a ocurrir.

El cuadro siguiente ilustra las estimaciones de los costos de los daños directos tanto a casas como a talleres. También se incorporan los cálculos de costos por daños a algunos bienes agrícolas.

El total de los daños directos de la ocurrencia del tornado fue estimado en 49 208.83 pesos y es importante relacionar tal cifra para tener una idea de qué tan importante es este impacto. El punto no es trivial, ya que una de las justificaciones que se ha ofrecido a la condición de "desconocimiento" acerca de los tornados en México es que son fenómenos raros y de muy bajo impacto social y económico.⁹ Es importante generar un procedimiento o un sistema de registro de estos fenómenos que considere elementos de evaluación de daños socioeconómicos.

El número de cabeza de familia, jefes de unidades domésticas o propietarios o posesionarios de casas afectadas, consignado en el cuadro 1 es de 31. El total de los costos dividido entre la cifra de afectados arroja el dato de 1 555 pesos por familia. Este sería un dato arbitrario, ya que la entrega de ayuda fue desigual, como podrá verse en el cuadro citado. Sin embargo, hay otros datos que se imponen para relacionar. La administración municipal de Tzintzuntzan dispone de una "partida" para desastres naturales que se ubica en su presupuesto anual de egresos. Es de 40 mil pesos. Esta partida tiene como antecedente una granizada que se presentó en 1996, entonces hubo

⁹ Discutiendo el caso del tornado de Tzintzuntzan con colegas universitarios y con funcionarios de Protección Civil en Michoacán y de la Federación se encuentra la coincidencia de este argumento. Lo que es muy claro es que se carece de los registros de ocurrencia de tornados para afirmar que el impacto es de poca monta, véase el capítulo I.

CUADRO 2

Cálculos de costos por daños directos del impacto del tornado de Tzintzuntzan

Concepto	Costo total (pesos)	Porcentajes
<i>Casa habitación</i>		
Techos	5 943.33	12.08
Paredes	22 838.00	46.41
Puertas	800.00	1.63
Total	29 581.33	
<i>Talleres</i>		
Techos	847.50	1.72
Paredes	0.00	0.00
Puertas	0.00	0.00
Artículos Terminados	900.00	1.83
Materias Primas	600.00	1.22
Total	2 343.50	
<i>Daños Generales</i>		
	2 580.00	5.24
<i>Agricultura</i>		
Aguacate	2 700.00	5.49
Maíz	12 000.00	24.39
Otros	0.00	0.00
Total	14 700.00	
Costo total calculado	49 208.83	100.00

Fuente: A. Fernández *et al.* (2001).

grandes pérdidas materiales que, al ser cubiertas con fondos del municipio, impidieron gastar en otras actividades y desarrollar otros programas (K. Loeza). El gasto total de este fondo para los daños del tornado fue de \$ 14 761.90, lo que apenas significó 37% del total de la partida. Hasta aquí las cifras hablarían ciertamente de un impacto relativamente poco importante para los afectados y para el mismo erario municipal.

Viendo el vaso "medio vacío" podríamos señalar que un solo evento de emergencia casi consumió la mitad del presupuesto de contingencias del municipio; por otra parte, si tomamos en cuenta el dato del producto interno bruto (PIB) per cápita del municipio de Tzintzuntzan, según datos del INEGI, que es de 1 872 pesos, resulta que el impacto de 1 555 pesos en daños casi elimina la cifra del PIB municipal. Se debe precisar que estamos hablando de un solo evento crítico que afectó individualmente a personas que con frecuencia son objetivo por otro tipo de crisis, sociales y económicas, vinculadas al entorno local y nacional.

Un examen detallado del cuadro de afectación establece claramente que el 58% de los daños se concentró en las casas de los lugareños y otra cifra significativa muestra que la pérdida del cultivo de maíz significó más del 24% de los daños causados por el tornado. Cualitativamente la concentración de los daños en esos dos aspectos señala la afectación en dos de los rubros que ilustran rasgos de vulnerabilidad.

Anexos

ANEXO I
Número de tornados, muertes, heridos y daño ajustado en EUA
(1950-1994)

1. Estados por rango		Tornado			Muertes			Heridos			CPI dólares ajustados			
Rango	Estado	Número	Rango	Estado	Número	Rango	Estado	Número	Rango	Estado	Número	Rango	Estado	dólares
1	TX	5490	1	TX	475	1	TX	7452	1	TX	1955	1	TX	927 552
2	OK	2300	2	MS	386	2	MS	5344	2	MS	1648	2	IN	654 336
3	KS	2110	3	AR	279	3	AL	4483	3	AL	1212	3	KS	980 480
4	FL	2009	4	AL	275	4	OH	4156	4	OH	1117	4	GA	426 176
5	NE	1673	5	MI	237	5	AR	3697	5	AR	1065	5	OK	659 392
6	IA	1374	6	IN	218	6	IN	3641	6	IN	1015	6	MIN	354 624
7	MO	1166	7	OK	217	7	IL	3599	7	IL	965	7	OH	464 832
8	SD	1139	8	KS	199	8	MI	3214	8	MI	823	8	IL	819 264
9	IL	1137	9	IL	182	9	OK	3184	9	OK	739	9	MO	382 784
10	CO	1113	10	TN	181	10	GA	2662	10	GA	709	10	LA	211 904
11	LA	1086	11	OH	173	11	FL	2594	11	FL	632	11	NE	463 872
12	MS	1039	12	MO	155	12	TN	2592	12	TN	617	12	MA	793 280
13	GA	888	13	LA	134	13	KY	2333	13	KY	615	13	PA	033 088
14	AL	886	14	GA	111	14	KS	2267	14	KS	609	14	AL	664 768
15	IN	886	15	KY	105	15	MO	2252	15	MO	593	15	LA	237 248
16	AR	854	16	MA	99	16	LA	2169	16	LA	541	16	MS	601 536
17	WI	844	17	WI	94	17	NC	1778	17	NC	516	17	AR	939 264
18	MIN	832	18	MIN	87	18	IA	1774	18	IA	498	18	FL	256 384

Número de tornados, muertes, heridos y daño ajustado en EUA
(1950-1994)

1. Estados por rango

Tornado			Muertes			Heridos			CPI dólares ajustados		
Rango	Estado	Número	Rango	Estado	Número	Rango	Estado	Número	Rango	Estado	dólares
19	ND	799	19	FL	82	19	MN	1707	19	WI	410 756 864
20	MI	712	20	NC	81	20	WI	1442	20	CT	385 388 800
21	OH	648	21	PA	77	21	MA	1334	21	NC	365 218 048
22	NC	590	22	IA	61	22	PA	1076	22	MI	345 038 592
23	TN	502	23	NE	51	23	SC	1047	23	KY	282 578 688
24	PA	451	24	SC	47	24	NE	1046	24	SC	244 613 632
25	WY	434	25	VA	25	25	CT	699	25	TN	228 306 928
26	SC	423	26	ND	22	26	VA	460	26	NY	184 096 880
27	NM	390	27	NY	21	27	WA	303	27	SD	169 198 736
28	KY	373	28	SD	11	28	ND	288	28	VA	124 738 048
29	VA	279	29	WA	6	29	SD	243	29	ND	97 327 760
30	NY	249	30	CT	4	30	NY	170	30	CO	67 881 104
31	MT	238	31	AZ	3	31	CO	157	31	CA	63 260 032
32	CA	214	32	NM	3	32	AZ	139	32	AZ	58 217 376
33	AZ	155	33	WY	2	33	MD	117	33	NJ	53 084 384
34	MD	145	34	MT	2	34	NM	105	34	OR	50 864 688
35	MA	134	35	WV	2	35	WV	90	35	MD	38 737 744
36	ID	115	36	DE	2	36	CA	83	36	WY	34 136 448

ANEXO I
 Número de tornados, muertes, heridos y daño ajustado en EUA
 (1950-1994)
 (Continúa)

1. Estados por rango				Muertes				Heridos				CPI dólares ajustados			
Tornado				Muertes				Heridos				CPI dólares ajustados			
Rango	Estado	Número	Rango	Estado	Número	Rango	Estado	Número	Estado	Número	Rango	Estado	dólares		
37	NJ	112	37	MD	2	37	WY	81	MT	26 006 272					
38	WV	83	38	CO	2	38	DE	73	NM	25 802 048					
39	ME	82	39	ME	1	39	NJ	67	WV	21 638 544					
40	UT	76	40	NH	0	40	NH	25	NH	9 071 389					
41	NH	72	41	CZ	0	41	RI	23	ME	7 104 690					
42	CT	61	42	OR	0	42	MT	20	DE	5 628 547					
43	WA	55	43	HI	0	43	ME	18	HI	5 467 630					
44	DE	52	44	PR	0	44	VT	10	ID	4 844 390					
45	NV	48	45	RI	0	45	ID	7	VT	3 512 473					
46	OR	44	46	AS	0	46	UT	5	WA	2 107 114					
47	VT	32	47	AK	0	47	HI	5	RI	1 975 656					
48	HI	28	48	CA	0	48	NV	2	NV	1 545 829					
49	RI	8	49	DC	0	49	PR	1	UT	941 532					
50	PR	7	50	UT	0	50	CZ	0	PR	815 160					
51	AK	1	51	VT	0	51	OR	0	AK	543					
52	GU	0	52	ID	0	52	AK	0	AS	0					
53	VT	0	53	VI	0	53	VI	0	VI	0					
54	CZ	0	54	GM	0	54	DC	0	DC	0					
55	AS	0	55	NV	0	55	AS	0	CZ	0					
56	DC	0	56	NJ	0	56	GM	0	GM	0					

Número de tornados, muertes, heridos y daño ajustado en EUA
(1950-1994)

2. Estado en orden alfabético

	Tornados		Muertes		Heridos		CPI dólares ajustados	
	Número	Rango	Número	Rango	Número	Rango	Dólares	Rango
Alabama	886	14	275	4	4483	3	609 664 768	14
Alaska	1	51	0	47	0	52	543	51
Samoa norteamericana	0	55	0	46	0	55	0	52
Arizona	155	33	3	31	139	32	58 217 376	32
Arkansas	854	16	279	3	3697	5	516 939 264	17
California	214	32	0	48	83	36	632 600 32	31
Zona del Canal	0	54	0	41	0	50	0	55
Colorado	1113	10	2	38	157	31	678 811 04	30
Connecticut	61	42	4	30	699	25	385 388 800	20
Delaware	52	44	2	36	73	38	5 628 547	42
Distrito de Columbia	0	56	0	49	0	54	0	54
Florida	2009	4	82	19	2594	11	498 256 384	18
Georgia	888	13	111	14	2662	10	1 117 426 176	4
Guam	0	52	0	54	0	56	0	56
Hawái	28	48	0	43	5	47	5 467 620	43
Idaho	115	36	0	52	7	45	4 844 390	44
Illinois	1137	9	182	9	3599	7	823 819 264	8

(Continuación)

ANEXO I
 Número de tornados, muertes, heridos y daño ajustado en EUA
 (1930-1994)

2. Estado en orden alfabético	Tornados		Muertes		Heridos		CPI dolares ajustados	
	Número	Rango	Número	Rango	Número	Rango	Dólares	Rango
Indiana	886	15	218	6	3641	6	1 648 654 336	2
Iowa	1374	6	61	22	1774	18	709 211 904	10
Kansas	2110	3	199	8	2267	14	1 212 980 480	3
Kentucky	373	28	105	15	2333	13	282 578 688	23
Luisiana	1086	11	134	13	2169	16	593 237 248	15
Maine	82	39	1	39	18	43	7 104 690	41
Maryland	145	34	2	37	117	33	38 737 744	35
Massachusetts	134	35	99	16	1334	21	617 793 280	12
Michigan	712	20	237	5	3214	8	343 038 592	22
Minnesota	832	18	87	18	1707	19	1 015 354 624	6
Mississippi	1039	12	386	2	5344	2	541 601 536	16
Misuri	1166	7	155	12	2252	15	739 382 784	9
Montana	238	31	2	34	20	42	26 006 272	37
Nebraska	1673	5	51	23	1046	24	632 463 872	11
Nevada	48	45	0	55	2	48	1 545 829	48
Nueva Hampshire	72	41	0	40	25	40	9 071 389	40
Nueva Jersey	112	37	0	56	67	39	53 084 384	33
Nuevo México	390	27	3	32	105	34	25 802 048	38

Número de tornados, muertes, heridos y daño ajustado en EUA
(1950-1994)

2. Estado en orden alfabético

	Tornados		Muertes		Heridos		CPI dólares ajustados	
	Número	Rango	Número	Rango	Número	Rango	Dólares	Rango
Nueva York	249	30	21	27	170	30	184 096 880	26
Carolina del Norte	590	22	81	20	1778	17	365 218 048	21
Dakota del Norte	799	19	22	26	288	28	97 327 760	29
Ohio	648	21	173	11	4156	4	965 464 832	7
Oklahoma	2300	2	217	7	3184	9	1 065 659 392	5
Oregón	44	46	0	42	0	51	50 864 688	34
Pensilvania	451	24	77	21	1076	22	615 033 088	13
Puerto Rico	7	50	0	44	1	49	815 160	50
Rhode Island	8	49	0	45	23	41	1 979 656	47
South Carolina	423	26	47	24	1047	23	244 613 632	24
South Dakota	1139	8	11	28	243	29	169 198 736	27
Tennessee	502	23	181	10	2592	12	228 306 928	25
Texas	5490	1	475	1	7452	1	1 955 927 552	1
Utah	76	40	0	50	5	46	941 532	49
Vermont	32	47	0	51	10	44	3 512 473	45
Virginia	279	29	25	25	460	26	124 738 048	28
Islas Vírgenes	0	53	0	53	0	53	0	53

ANEXO I
 Número de tornados, muertes, heridos y daño ajustado en EUA
 (1950-1994)

(Continuación)

2. Estado en orden alfabético	Tornados		Muertes		Heridos		CPI dólares ajustados	
	Número	Rango	Número	Rango	Número	Rango	Dólares	Rango
Washington	55	43	6	29	303	27	2 107 114	46
Virginia Occidental	83	38	2	35	90	35	21 638 544	39
Wisconsin	844	17	94	17	1442	20	410 756 864	19
Wyoming	454	25	2	33	81	37	34 136 448	36

ANEXO 2

Los diez tornados más costosos en los Estados Unidos

	<i>Fecha</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Daño a la propiedad (dólares)</i>
1	6 de mayo de 1975	Omaña, NE	1.132 billones (mil millones)
2	10 de abril de 1979	Wichita Falls, TX	840 millones
3	11 de mayo de 1970	Lubbock, TX	530 millones
4	8 de junio de 1966	Topeka, KS	470 millones
5	3 de octubre de 1979	Windsor Locks, CT	420 millones
6	31 de marzo de 1973	north-central, GA	388 millones
7	3 de abril de 1974	Xenia, OH	310 millones
8	3 de junio de 1980	Grand Island, NE	260 millones
9	27 de mayo de 1896	St. Louis, MO	201 millones
10	28 de agosto de 1990	Plainfield, IL	192 millones

Fuente: Centro de Predicción de Tormentas de EUA.

Estadísticas de la base de datos "SELS/SPC tornado"; daños por tornado "individual", en dólares de 1995.

ANEXO 3
Muertes por tornado según factores de riesgo
1985-1997

Años	Casa móvil	Casa permanente	Vehículo	Negocios	Exteriores (abiertos)	Otras desconocidas	Escuela	Techos grandes espacios	Total
1985	28	40	4	0	0	22	0	0	94
1986	7	3	3	0	0	2	0	0	15
1987	24	7	3	0	3	0	0	22	59
1988	21	6	5	2	0	0	0	0	34
1989	12	8	16	4	0	1	9	0	50
1990	7	11	14	15	1	0	5	0	53
1991	20	3	4	0	12	0	0	0	39
1993	13	6	7	3	3	0	1	0	33
1994	26	14	3	0	26	0	0	0	69
1995	8	15	4	0	3	0	0	0	30
1996	14	8	2	0	0	1	0	0	25
1997	30	23	3	3	7	1	0	0	67
Total	230	162	66	27	56	27	15	22	603
%	38	27	11	4	9	4	2	4	99*

* Nota: porcentaje no cerrado a 100 por redondeo decimal.

Fuente: Centro de Predicción de Tormentas de EUA. Estadísticas basadas en información de la base de datos "SELS/SPC tornado".

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, A.

- 1989 "Características y prevención de fenómenos hidrometeorológicos", en *Memoria. Primer ciclo de conferencias sobre prevención de desastres*, México. SINAPROC/Secretaría de Gobernación.

AGUIRRE, B. *et al.*

- 1994 "Population and the Detection of Weak Tornadoes", en *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, vol. 12, núm. 3, noviembre.

ALBORES, B.

- 1997 "Los quicazcles y el árbol cósmico de Olotepc, Estado de México", en Beatriz Albores y Johanna Broda, *Graniceros. Cosmovisión y meteorología indígenas de Mesoamérica*, México, El Colegio Mexiquense, A.C./Universidad Nacional Autónoma de México.

ALEXANDER, D.

- 1997 "The Study of Natural Disasters, 1977-1997: Some Reflections on a Changing Field of Knowledge", en *Disasters*, Oxford/Malden, Blackwell Publisher.

ANZURES, MARÍA DEL CARMEN

- 1990 "Tláloc, señor del monte y dueño de los animales", en Barbro Dahlgren (ed.), *Historia de la religión en Mesoamérica y áreas afines. I Coloquio*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

ÁVILA, P.

- 1993 "Uso y manejo del agua en los asentamientos humanos", en *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido*, Víctor Toledo *et al.* (eds.), México, Fundación Friedrich Ebert.

BARTOLOMÉ, M.A.

- 1997 *Gente de costumbre y gente de razón. Las identidades étnicas en México*, México, Siglo XXI/INI.

BECKER, U.

- 1996 *Enciclopedia de los símbolos*, México, Océano.

BOYER, A.

2000 *Análisis de riesgo en una comunidad. El tornado de Tzintzuntzan de agosto de 2000*, tesis de licenciatura, Morelia, México, Universidad Latina de América.

BRANDES, S.

1987 "El significado simbólico de los fuegos artificiales en la fiesta de febrero de Tzintzuntzan", en *Antropología social de la región purépecha*, G. de la Peña (comp.), México, El Colegio de Michoacán/Gobierno del estado de Michoacán.

BRODA, J.

1991 "Cosmovisión y observación de la naturaleza: el ejemplo del culto de los cerros", en Johanna Broda, Stanislaw Iwaniszewski y Lucrecia Maupome, *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, México, Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM (Serie de Historia de la Ciencia y la Tecnología, 4).

BROOKS, H.

1999 "Tornado Reports by Damage Class", National Severe Storm Laboratory, Norman, OK (véase <http://www.nssl.noaa.gov/>).

CORONA, JOSÉ

1995 *Voces del pasado*, UMSNH, Morelia (Biblioteca de Nicolaitas Notables, 54).

DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL DEL ESTADO DE VERACRUZ

2001a *Programa Veracruzano de Protección Civil. 1999-2004*. Xalapa, Gobierno del estado de Veracruz.

2001b *Cuidado con los tornados*, folleto de divulgación, Xalapa, Gobierno del estado de Veracruz.

2001c *Manual de prevención para enfrentar emergencias*, Xalapa, Gobierno del estado de Veracruz.

DOMÍNGUEZ, R.

1990 "Prevención de desastres originados por fenómenos hidrometeorológicos", en *Memoria del Seminario Nacional de Protección Civil*, México, CENAPRED.

DRABEK, T.

1996 *The Social Dimension of Disaster*, Washington, Emergency Management Institute, FEMA, *Instructor Guide*, septiembre.

EDEN, P. Y C. TWIST

1995 *Tiempo y clima*, México, Publicaciones CITEM/Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

EDWARDS, R.

2001 "Intense Supercell Over México", Storm Prediction Center, Noaa. Norman, CA, EU, <http://www.spc.noaa.gov/>

ESCOBAR, A. (COORD..)

2002 *Desastres agrícolas en catálogo histórico. Siglo XIX*, México, CIESAS (en prensa).

ENCICLOPEDIA MULTIMEDIA UNIVERSAL

1999 *Enciclopedia multimedia universal*, México, Micronet.

FEMA

2000 *Taking Shelter from the Storm. Building a Safe Room Inside your House*, (véase en: <http://www.fema.gov>).

FERGUSON, G.

1956 *Signos y símbolos en el arte cristiano*, Buenos Aires, EMECE Editores.

FERNÁNDEZ, A. et al.

2001 "Cuantificación de daños ocasionados por el tornado de Tzintzuntzan el día 26 de agosto de 2000", Morelia, México/reporte de investigación, Escuela de Economía, UMSNH.

FLYNN, C. Y J. CHALMERS

1980 *The Social and Economic Effects of the Accident at Three Mile Island*, Tempe, Arizona, Mountain West Research Inc.

FOSTER, G.M.

2000 *Los hijos del imperio. La gente de Tzintzuntzan*, México, El Colegio de Michoacán.

GALVÁN RIVERA, MARIANO

1951 *Colección de las efemérides publicadas en el calendario más antiguo hasta el 30 de junio de 1924*, México, Murguía.

GARZA, M., DE LA

1998 *El universo sagrado de la serpiente entre los mayas*, México, Instituto de Investigaciones Filológicas, UNAM.

GLOCKNER, J.

1996 *Los volcanes sagrados*, México, Grijalbo.

1998 "El sueño y el sismógrafo", en *Elementos. Ciencia y cultura*, núm. 30, vol. 8, abril-junio, México, Universidad Autónoma de Puebla.

2000 *Así en el cielo como en la tierra*, México, Grijalbo/ICSH/BUAP.

GONZÁLEZ, Y.

1991 *Diccionario de mitología y religión de Mesoamérica*. México, Larousse.

GRAZULIS, T.P.

1991 "Significant Tornadoes 1880-1989", en *Discussion and Analysis*, vol. I, St. Johnsbury.

HERNÁNDEZ, A.

1999 "El manejo de información meteorológica en la Protección Civil", en *Memoria del seminario La nación ante los desastres, retos y oportunidades hacia el siglo XXI*, México, RMEIPD/SEGOB.

KEMPER, R. VAN

1974 *Campeños en la ciudad. Gente de Tzintzuntzan*. México, SEP, (Sepsetentas).

1987 "Urbanización y desarrollo en la región tarasca a partir de 1940", en *Antropología social de la región purépecha*, G. de la Peña (comp.), México, El Colegio de Michoacán/Gobierno del estado de Michoacán.

KENT, R.

1991 *Reference Manual for Communicative Sciences and Disorders*, Singular Pub Group.

LOEZA, K. et al

2001 "Impacto socioeconómico del tornado de Tzintzuntzan, 26 de agosto de 2000", reporte de investigación, Morelia, México. Escuela de Economía, UMBNH.

LÓPEZ AUSTIN, A.

1980 *Cuerpo humano e ideología: las concepciones de los antiguos nahuas*, México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

LUDLUM, D. et al. (NAS)

1995 *Clouds and Storms*, National Audubon Society, Nueva York, Alfred A. Knopf, Inc.

MACAZAGA, CÉSAR

1979 *Nombres geográficos de México*, México, Cosmos.

MACÍAS, J.M.

1997 "Approach to Historic and Contemporary Development of Community Emergency Planning in The United States of America", Proyecto de investigación, Disaster Research Center/University of Delaware, Newark.

1998 *Hurricane Pauline : The Last Failed Test of The Federal System of Civil Protection in Mexico*. Disaster Research Center/University of Delaware, Newark.

1999 *Desastres y protección civil. Problemas sociales, políticos y organizacionales*, México, CIESAS (colección Antropologías).

MACÍAS, J.M. y G. CALDERÓN

1994 *Desastre en Guadalajara*, 2 notas Preliminares y Testimonios, México, CIESAS.

MALDONADO, L.

1989 "La religiosidad popular", en Carlos Álvarez, M.J. Buxo y S. Rodríguez (coords.), *La religiosidad popular. Antropología e historia*, t. I, España, Antropos/Editorial del Hombre/Fundación Machado.

MARURI, MARÍA ELENA

s/f *Cosmovisión indígena y simbolismo acuático. Pervivencia cultural y prácticas religiosas en San Antonio la Isla, Estado de México*, tesis de maestría, México, CIESAS.

MARZBAN, C. y J.T. SCHAEFER

2000 "The Correlation Between U.S. Tornadoes and Pacific Sea Surface Temperatures" (véase en <http://www.nssl.noaa.gov/^marzban>).

McLOUGHLIN, B.

1985 "A Framework for Integrated Emergency Management", en *Public Administration Review*, núm. 45, pp. 165-172.

MILETI, D. y J. SORENSEN

1989 "Decision Making Uncertainties in Emergency Warning Systems Organizations", en *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, vol. 5, núm. 1, marzo.

MÖNNICH, A.

1989 "La supervivencia de antiguas representaciones indígenas en la religión po-

pular de los nawuas de Veracruz y Puebla", en Luis Reyes y Dieter Christensen (comps.), *El anillo de Tlalocan. Mitos oracionales, cantos y cuentos de los nawuas actuales de los estados de Veracruz y Puebla*, México, Gobierno del estado de Puebla/CIESAS/FCF.

MONTERROSA, M.

1979 *Manual de símbolos cristianos*, México, INAH.

NAS

1995 *Clouds and Storms*, Nueva York, National Audubon Society, Pocket Guide.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY

1998 *Pelagos naturales de América del Norte* (mapa), México.

NATIONAL WETHER SERVICE

1997 *Operational Information Technology Plan*, Washington.

NEAL, D.M.

1995 "Reconsidering the Phases of Disaster", en *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, vol. 15, núm. 2, agosto, EUA.

NOAA

1998 Véase <http://www.nssl.noaa.gov/~spc/archive/tornadoes/st-trank.html>.

NOBLE, GONTRAN Y MANUEL LEBRIJA

1956 "La sequía en México y su previsión", en *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 1 (2 vols.), México.

PAUL, B.K.

1997 "Survival Mechanisms to Cope with the 1996 Tornado in Tangail, Bangladesh: A Case Study", Quick Response Report, 92, Natural Hazards Center, Universidad de Colorado.

PENDIK, D.

1998 "Virtual Vortex: Landspout in a Box", en *Weatherwise. The Magazine About the Weather*, vol. 51, núm. 3, mayo-junio, Washington, Heldref Publications.

PEÑA, G., DE LA (comp.)

1987 *Antropología social de la región purépecha*, México, El Colegio de Michoacán/Gobierno del estado de Michoacán.

QUARANTELLI, E.

1982 *Sheltering and Housing After Major Community Disasters: Case Studies and General Observations*, Columbus, Ohio, The Ohio State University.

1960 "Images of Withdrawal Behavior in Disasters: Some Basic Misconceptions", en *Social Problems*, Columbus, Ohio, The Ohio State University.

REYES, L. Y D. CHRISTENSEN (comps.)

1989 *El anillo de Tlalocan. Mitos oraciones, cantos y cuentos de los nabuas actuales de los estados de Veracruz y Puebla*, México, Gobierno del estado de Puebla/CIESAS/FCE.

ROBELO, C.

1951 *Diccionario de mitología náhuatl*, México, Ediciones Fuente Cultural.

ROMERO, J.G.

1862 *Noticias para formar la historia y la estadística del obispado de Michoacán*, citado por Foster, G.M., 2000, *Los hijos del imperio. La gente de Tzintzuntzan*, México, El Colegio de Michoacán.

ROSENGAUS, MICHEL

1998 *Efectos destructivos de los ciclones tropicales*, México, Mapfre Re/ITSEMAP/IMTA.

SÁNCHEZ REYNA, RAMÓN

1995 "José Corona Núñez, intérprete de la mitología tarasca", en *Voces del pasado*, José Corona Núñez, UMSNH, Morelia (Biblioteca de Nicolaitas Notables, 54).

SCHMIDLIN, T Y Y. ONO

1997 "Tornadoes in the Districts of Jamalpur and Tangail in Bangladesh", Quick Response Report, 90, Natural Hazards Center, Universidad de Colorado.

SCHMIDLIN, T. Y P.S. KING

1997 "Risk Factors for Death in the 1 March 1997 Arkansas Tornadoes", Quick Response Report, 98, Natural Hazards Center, Universidad de Colorado.

SEGOB

1991 *Atlas nacional de riesgos*, México.

1993 *Guía técnica para la implementación del Plan Municipal de Contingencias*, México.

1993 *Guía técnica para la preparación de mapas de ubicación geográfica de riesgos*, México.

SIMEÓN, R.

1988 *Diccionario de lengua náhuatl o mexicana*, México, Siglo XXI.

THOMPSON, R.L.

1998 "Eta Model Storm-Relative Winds Associated with Tornadoic and Nontornadoic Supercells", en *Weather and Forecasting* (véase <http://www.spc.noaa.gov>).

Toledo, V. et al. (eds.)

1993 *Plan Pátzcuaro 2000. Investigación multidisciplinaria para el desarrollo sostenido*, México, Fundación Friedrich Ebert.

TP

2000 Tornado Project (véase: <http://www.tornadoproject.org/>).

VILLA, C.

1999 *Popocatepetl. Mitos, ciencia y cultura (un cráter en el tiempo)*, México, Plaza y Valdés.

WATSON, B.

1993 *The Old Farmer Almanac. Book of Weather & Natural Disasters*, Nueva York, Random House.

WINGHESTER, P.

1999 *Power, Choice and Vulnerability. A Case Study in Disaster Mismanagement in South India 1977-1988*, Londres, James & James.

WMO-ID

1999 *Tropical Cyclone Program*, World Meteorological Organization, Ginebra, Suiza (Technical Document, 494).

HEMEROGRAFÍA

s/A

2000 "Deja tromba 13 heridos y 120 damnificados en Tzintzuntzan", en *Cambio de Michoacán*, Morelia, Michoacán, 27 de agosto.

s/A

2000 "Envían ayuda para los damnificados de Tzintzuntzan", en *Cambio de Michoacán*, Morelia, Michoacán, 29 de agosto.

- s/A
2000 "Una fuerte tormenta atemorizó a los turistas en pleno lago de Pátzcuaro", *El Sol de Morelia*, Morelia, Michoacán, 27 de agosto.
- s/A
2000 "Tromba azota Tzintzuntzan", en *La Voz de Michoacán*, Morelia, Michoacán, 27 de agosto.
- s/A
2000 "Primer tromba afecta a 60 viviendas y lesiona un menor", en *El Informador*, Guadalajara, Jalisco, 8 de mayo.
- MARÍ, C.
1999 "Deja tromba un muerto en Tabasco", en *Reforma*, México, Distrito Federal, 11 de mayo.
- RÍOS, G. Y V. GUERRA
1999 "Daña una tromba cien viviendas en 3 poblados de Oaxaca", en *La Jornada de Oriente*, Puebla, Puebla, 10 de abril.

Descubriendo tornados. El caso del tornado de Tzintzuntzan

Jesús Manuel Macías Medrano

En los Estados Unidos, Canadá y China los tornados se reconocen como fenómenos atmosféricos destructores y se tienen localizadas las áreas más propensas de ocurrencia. Están identificados científicamente y se les considera una amenaza. En México, por el contrario, la palabra *tornados* se sustituye por *trombas*, *culebras* o *vtboras* y en consecuencia no se les da a estos fenómenos la importancia correspondiente, ya que existe la creencia de que sólo ocurren de manera sorpresiva y que sólo a veces ocasionan daños. En nuestro país no se les reconoce desde el punto de vista científico como meteoros. Actitud significativa de que con ello se elude la responsabilidad de considerarlos peligrosos, lo que conlleva la omisión del conocimiento de su recurrencia previsible.

Mientras que algunos grupos sociales han reconocido la existencia de los tornados y han encontrado formas de combate y defensa, casi todas ellas involucradas con creencias religiosas, las autoridades mexicanas han ignorado su existencia en nuestro país. Este libro trata sobre los problemas respecto de los tornados y la falta de "certificación" de estos fenómenos, cuestiones éstas que sugieren remanentes de oscurantismo al considerar que lo confuso y lo desconocido libera de responsabilidad.



050297

ISBN 958-496-496-0



9 789604 964563



CONACYT



antropologías
CIESAS