

Índice

Siglas acrónimos y breviaturas.....	15
Introducción.....	19
Nota metodológica y agradecimientos.....	26
1. Antecedentes de ocurrencia de tornados en la Ciudad de México.....	29
<i>por Jesús Manuel Macías M. y María Asunción Avendaño García</i>	
Tornados en la Ciudad de México, 23 de enero de 2008.....	30
Aspectos meteorológicos.....	33
Los factores de riesgo.....	38
Consideraciones sobre la intensidad tornádica.....	40
Palabras finales sobre el evento de 2008.....	43
2. El fenómeno meteorológico del 1 de junio de 2012.....	47
<i>por Jesús Manuel Macías M.</i>	
La referencia sinóptica.....	47
La información disponible.....	48
Las imágenes del radar Catedral.....	49
Las imágenes de satélite.....	51
Información de variables meteorológicas de superficie.....	54
Seguimiento meteorológico del Valle de México.....	59
Aproximación a estudios sobre la meteorología de la Ciudad de México y sus campos de vientos.....	64
Lo que se ha logrado conocer sobre fenómenos atmosféricos de la Ciudad de México.....	69

Los patrones de viento	70
Condiciones de mesoescala para una tormenta multicelda	74
La percepción de los residentes del área afectada	76
Los tornados no mesociclónicos y el tornado del Zócalo	78
Tornadogénesis no mesociclónica	83
Pronóstico de los tornados no mesociclónicos	86
 3. La estimación de la intensidad del tornado del Zócalo	89
<i>por Jesús Manuel Macías M</i>	
La discusión entre la escala Fujita y la escala Fujita mejorada	90
El problema del viento como amenaza a la seguridad de la población	93
El protocolo de la escala Fujita mejorada	97
Escala Fujita mejorada. Indicadores y niveles de daño	99
Indicadores y niveles de daño de la escala Fujita mejorada aplicados al tornado del Zócalo	100
Otros daños sin indicadores en la escala Fujita mejorada	124
Trayecto del tornado del Zócalo con valores de la escala Fujita mejorada	128
 4. El significado social del evento	131
<i>por Jesús Manuel Macías M., María Asunción Avendaño García y María del Rayo Campos</i>	
Primero: cómo entender el peligro de los tornados	131
El comportamiento de la población en la emergencia	135
La aproximación etnográfica	136
Análisis de las acciones de autoprotección y de los factores de riesgo por el paso del tornado	145
Afectación emocional por la ocurrencia del tornado	150
La difusión del evento	155
La vulnerabilidad social de la población frente a los eventos tornádicos en la Ciudad de México y el área metropolitana	160
 5. Daños y consideraciones socioeconómicas	165
<i>por la Subdirección de Estudios Económicos y Sociales del Cenapred</i>	
Antecedentes	165
Descripción del evento y sus consecuencias	166
Conclusiones	170

6. Los tornados de Ecatepec	171
<i>por María Asunción Avendaño García y María del Rayo Campos</i>	
Antecedentes históricos	172
La ocurrencia de los tornados en Ecatepec	174
El comportamiento de los individuos	177
El significado del evento	179
Reflexiones finales	182
Anexo	185
Bibliografía	189
Noticias en periódicos y agencias, sin autor	201
Cuadros	
1.1 Datos de una estación meteorológica del poniente de la Ciudad de México (23 de enero de 2008)	35
2.1 Gráficas de temperatura del 1 de junio de 2012 por estación de Redmet seleccionada	56
2.2 Velocidades del viento del 1 de junio de 2012 por estación de Redmet seleccionada	57
2.3 Dirección de los vientos del 1 de junio de 2012 por estación de Redmet y cuadrantes	59
2.4 Periodos de realización de los grandes proyectos estadounidenses de investigación meteorológica del Valle de México	67
2.5 Resumen de las características de los tornados no supercelda	87
3.1 Escala Fujita-Pearson	91
3.2 Escala operacional Fujita mejorada	99
3.3 Indicadores de daño para la escala Fujita mejorada	100
3.4 Niveles de daño y velocidades del viento para el indicador 22, gasolineras con techo	101
3.5 Niveles de daño y velocidades del viento para el indicador 24, líneas de transmisión eléctrica	107
3.6 Niveles de daño y velocidades del viento para el indicador 26, asta bandera	109

3.7 Niveles de daño y velocidades del viento para el indicador 27, árboles de madera dura	113
3.8 Niveles de daño y velocidades del viento para el indicador 28, árboles de madera blanda	115
3.9 Especies de los árboles reportados por el Cuerpo de Bomberos	118
3.10 Velocidad regional de vientos de la Ciudad de México	126
4.1 Comportamiento de autoprotección y factores de lesión durante el tornado del Zócalo	151
4.2 Daños reportados por diferentes medios de comunicación el 2 de junio de 2012	159
4.3 Designación del tornado del Zócalo en titulares de diferentes medios de comunicación	160
5.1 Resumen de daños ocasionados por el tornado del 1 de junio de 2012 en la Ciudad de México	170

Diagramas

2.1 Movimiento de un sistema de tormenta multicelda	52
2.2 Patrones de vientos del Valle de México	72
2.3 Variación diurna de los patrones de vientos en el Valle de México	73
2.4 Ciclo de vida de un tornado no mesociclónico	83

Gráficas

2.1 Dirección del viento observado por los entrevistados	77
2.2 Tornados por año en México	81
2.3 Promedio anual de reportes de tornados en Estados Unidos	82
3.1 Niveles de velocidad del viento: esperada, mínima y máxima para el indicador 22	102
3.2 Niveles de velocidad del viento: esperada, mínima y máxima para el indicador 24	108
3.3 Niveles de velocidad del viento: esperada, mínima y máxima para el indicador 27	109
3.4 Niveles de velocidad del viento: esperada, mínima y máxima para el indicador 28	113
3.5 Niveles de velocidad de viento: esperada, mínima y máxima para el indicador 28	115

4.1	Pregunta: ¿recibió alguna alerta?	137
4.2	Pregunta: ¿observó daños por el tornado?	143
4.3	Pregunta: ¿sintió que corría peligro?	153
4.4	Pregunta: ¿en qué momento tuvo miedo por el tornado?	154
4.5	Pregunta: ¿teme que vuelvan a ocurrir tornados?	155
4.6	Pregunta: ¿observó daños por los vientos que no fueron del tornado?	163
4.7	Pregunta a residentes: ¿hubo daños en sus propiedades?	163

Imágenes

1.1	Imagen del radar Catedral	33
1.2	Imagen de satélite de weather.msfc.nasa.gov	33
1.3	Evento tornádico del 23 de enero de 2008 en la Ciudad de México	34
1.4	Un hombre murió cuando un árbol cayó encima de su vehículo en la colonia Portales	37
1.5	Árbol derribado por los tornados del 23 de enero de 2008	39
1.6	Árbol derribado de raíz	39
1.7	Poste de concreto derribado	41
1.8	Poste de metal derribado	41
1.9	Contenedor arrojado en el evento del 23 de enero de 2008	43
1.10	Contenedor de alto cubicaje, de 45'	43
2.1	Imagen del satélite GOES: sistemas meteorológicos principales en México, 1 de junio de 2012	48
2.2	Imagen del radar Catedral, 1 de junio de 2012	51
2.3	Fotografía de Webcamsdemexico, desde la Torre Latinoamericana Norte, que muestra al tornado del Zócalo y otros tornados ocurriendo en Ecatepec, Estado de México	53
2.4	Imagen del satélite GOES: sistema de tormenta multicelda, 1 de junio de 2012	53
2.5a	Fotografía de tornados no mesociclónicos	85
2.5b	Imagen de simulación de tornados no mesociclónicos	85
3.1	Fotografía de la estructura típica Indicador 22	102
3.2	Vista aérea de la gasolinera	103
3.3	La gasolinera antes de ser destruida por el tornado del 1 de junio de 2012	104
3.4	Gasolinera antes del paso del tornado	104
3.5	Gasolinera después del paso del tornado	104

2.6	La columna de soporte del techo de la gasolinera dañada	105
3.7	Techo colapsado de la gasolinera afectando un camión de carga	106
3.8	Gasolinera afectada en reparación total	107
3.9	Fotografía de una estructura típica del indicador 24	108
3.10	Poste de madera inclinado	111
3.11	Daños en postes y árboles	111
3.12a	Daños en postes de madera roto sostenido por cables	112
3.12b	Daños en postes de madera roto sostenido por cables	112
3.13	Poste de metal inclinado	112
3.14	Fotografías de casos típicos	114
3.14a	Árbol de madera dura: roble	114
3.14b	Árbol derribado de raíz	114
3.14c	Árbol desramado	114
3.15	Daños a árboles	117
3.16	Árboles de madera blanda desramados en el tramo de avenida Instituto Politécnico Nacional-Río Consulado	120
3.17	Árboles mixtos arrancados de raíz en el tramo Río Consulado-Manuel González	121
3.18	Árboles dañados por el tornado en el tramo Manuel González-Garibaldi	122
3.19	Otros árboles dañados por el tornado en el tramo Palma Norte-Belisario Domínguez	123
3.20	Anuncios espectaculares colapsados por el tornado del Zócalo	125
3.21	Daños poco importantes en la estructura de metal de anuncios afectados por el tornado del Zócalo	127
3.22	Incrustación de un proyectil en una pared	128
4.1	El tornado de Salt Lake City	134
4.2	El tornado del Zócalo	134
4.3	Un vigilante de la avenida Instituto Politécnico Nacional muestra cómo se protegió de los vientos del tornado del Zócalo	138
4.4	Zócalo antes del paso del tornado, a las 17:48 horas	139
4.5	Zócalo con el tornado en tránsito, a las 17:50 horas	139
4.6	Persona afectada por el tornado en su puesto de periódicos	142
5.1	Tornado en el momento del impacto	167
5.2	Tornado después del impacto	167
5.3	Árbol caído sobre la reja de la Catedral metropolitana	167

5.6	Vehículo afectado por la zona de Tlaltelolco	169
5.7	Vehículo afectado en la delegación Gustavo A. Madero	169
6.1	Tornado en Ecatepec, Estado de México, 2011	173
6.2	Tornado en Ecatepec, Estado de México, 2011	173
6.3	Localización de los tres tornados de Ecatepec, dos visibles y uno sin testimonio gráfico	175
6.4	Dos tornados captados por el foto-estudio Los Héroes	175
6.5	Posible trayecto del tornado de Las Américas	176
6.6	Tornado atrás del Hospital de Las Américas	178
6.7	Tornado en avenida Insurgentes y Vicente Guerrero, Unidad de Las Américas	178
6.8	Se señala al fondo el tornado de Ecatepec	179
6.9	Se señala la ubicación del tornado del Zócalo	179
6.1	Portada del periódico <i>La Prensa</i> , 1 de junio de 2012	180

Mapas

1.1	Localización de daños, tornados y microrráfagas (23 de enero de 2008)	37
1.2	Localización de los daños en el Distrito Federal, hoy Ciudad de México	38
2.1	Cobertura del radar Catedral a 1 y 2 kilómetros sobre el nivel de piso a -0.5°	50
2.2	Distribución de la red meteorológica Redmet y zonas IMECA de la zona metropolitana del Valle de México	55
2.3	Flujo de isotacas promedio (m/s) a las 18:00 horas, en el Valle de México	63
2.4	Trayecto del tornado del Zócalo	79
3.1	Trayecto del tornado del Zócalo con los valores de la escala Fujita mejorada	129
6.1	Localización del municipio de Ecatepec, Estado de México	172