

EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS EXTREMOS EN EL VALLE DE MÉXICO¹

Víctor O. Magaña Rueda
y
Carolina Neri Vidaurri
Centro de Ciencias de la Atmósfera
Universidad Nacional Autónoma de México

México D.F.
30 de enero de 2007

¹ Magaña, V. y C. Neri, 2007. Eventos Hidrometeorológicos Extremos en el Valle de México. Publicado en Revista Ciudades. Num. 74. Págs. 26-30.

1. Introducción

La década de los noventa, la más caliente desde que se llevan registros instrumentales (desde mediados del siglo XIX), se caracterizó por el crecimiento acelerado de los centros de población y un consecuente aumento en la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos extremos, lo que se refleja en un crecimiento exponencial en los desastres reportados. Éstos han provocado cuantiosas pérdidas, tanto materiales como humanas que han llevado a desarrollar líneas de investigación multidisciplinaria en este campo. Los eventos hidrometeorológicos extremos se han convertido en uno de los temas prioritarios en las agendas de trabajo de los gobiernos del mundo. Conforme se incrementan los asentamientos en zonas de riesgo, los planes de prevención de desastres y reducción de vulnerabilidad se vuelven fundamentales. México ha enfrentado en los últimos años graves problemas en materia de desastres relacionados con huracanes, inundaciones, incendios forestales y sequías, los cuales ponen de manifiesto nuestra alta vulnerabilidad a cambios en el tiempo y clima.

La visión tradicional del problema de desastres considera que “cuando ocurren fenómenos naturales, concatenados o no, en un tiempo y espacio limitados, causan daños severos o no previsibles y cuya periodicidad es difícil o imposible de proyectar”. Al analizar la vulnerabilidad de un sistema a condiciones extremas del tiempo o al clima es necesario considerar que los desastres no son totalmente naturales, como en ocasiones se les quiere hacer parecer. Si bien es cierto, las amenazas meteorológicas en algunas regiones son mayores, gran parte del daño que se experimenta está relacionado con la capacidad que se tiene para resistir el impacto a eventos como lluvias intensas y vientos. En términos más precisos, el riesgo hidrometeorológico alrededor del mundo depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza (huracanes, sequía, etc.), pero también de la vulnerabilidad, es decir la medida en que los sistemas pueden ser afectados (Fig. 1). En Meteorología no se habla de fenómenos impredecibles, sino de una mayor o menor predecibilidad del fenómeno que los tomadores de decisiones debieran considerar al momento de estimar el riesgo hidrometeorológico.

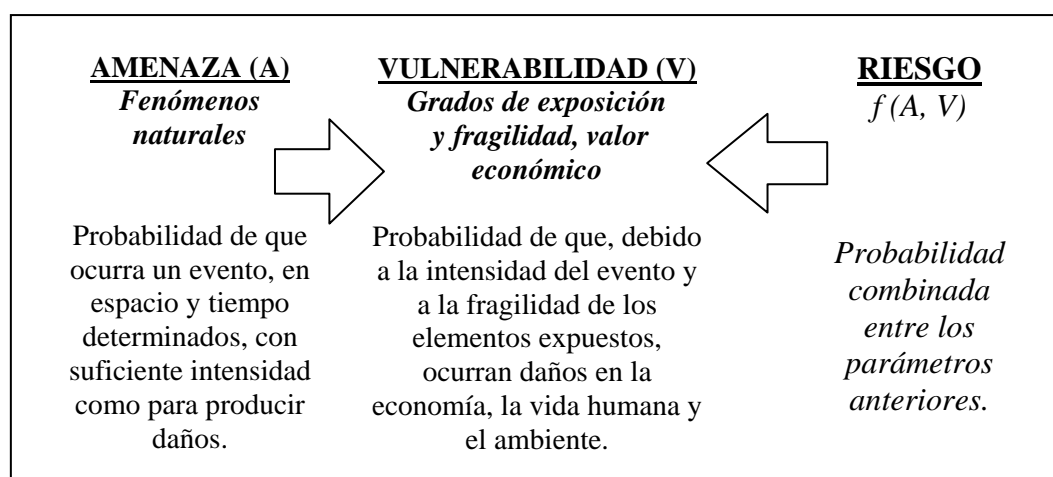


Fig. 1. Esquema de los conceptos asociados al riesgo (CEPAL, 2000)

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define vulnerabilidad como el grado al que un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad al tiempo y al clima es en un sentido más amplio,

una función del carácter, magnitud y rapidez de los eventos hidrometeorológicos, así como del grado de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación del sistema. El concepto de vulnerabilidad ha cobrado gran importancia debido a que se espera que la tendencia al calentamiento global, y en general a los cambios en el clima, continúe sin que la mitigación a las emisiones de gases de efecto invernadero cambie el sentido de dicha tendencia. Los desastres son por tanto ocasionados en gran medida por una alta vulnerabilidad, muchas veces construida por la misma sociedad. La nueva visión del estudio de riesgos hidrometeorológicos considera el hecho de que aún las amenazas naturales como tormentas severas u olas de calor, han dejado de mostrar patrones relativamente constantes, para pasar a una condición diferente debido principalmente al proceso de modificación del clima por efectos antrópicos.

La capacidad de adaptación, que permite reducir la vulnerabilidad, depende de la habilidad de un sistema para ajustarse a cambios climáticos, moderando los daños posibles y aprovechando oportunidades. Por dramático que parezca, el riesgo hidrometeorológico se incrementa ante el desconocimiento de gran parte de la población de lo que tal cosa significa.

2. La amenaza hidrometeorológica

Dentro de las amenazas de tipo hidrometeorológico más conocidas se consideran:

- *lluvia torrencial o tromba*
- *inundación*
- *viento de alta velocidad, incluyendo tornados*
- *huracanes*
- *granizada, nevada o heladas atípicas*
- *sequía prolongada*
- *olas de calor*
- *incendios forestales*

Las tres primeras son las que con mayor frecuencia afectan el Valle de México (Fig. 2), aún y cuando el número de incendios forestales ha ido en aumento, debido sobre todo a que en la primavera de 1998 ocurrieron en gran número (Fig. 3). Las montañas y bosques que rodean al Distrito Federal se han visto seriamente amenazados por incendios que en gran medida son provocados y que se extienden cuando las condiciones de primavera son secas. Afortunadamente en años recientes se han impulsado acciones que han llevado a prevenir incendios forestales, así como a combatir aquellos que se presentan gracias a sistemas de monitoreo y respuesta mejorados. Debe mencionarse, sin embargo, que no se ha vivido en años recientes una condición de sequía como la experimentada entre 1997 y la primavera de 1998.

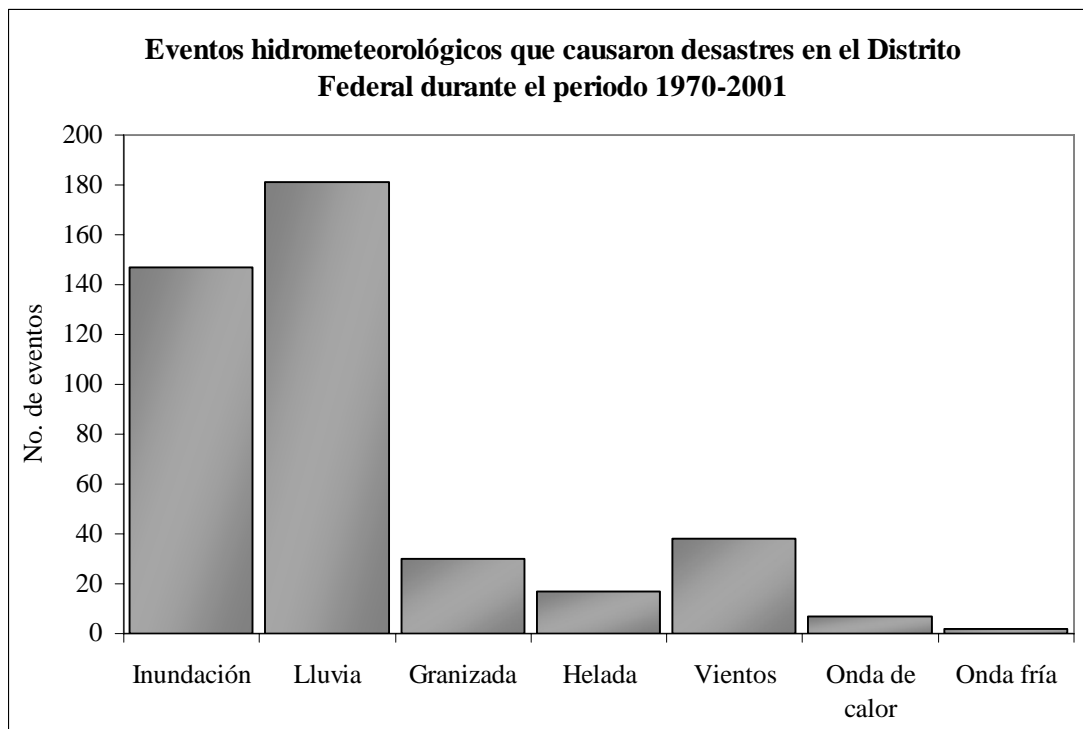


Fig. 2 Número de reportes periodísticos sobre desastres de origen hidrometeorológico en el Distrito Federal entre 1970 y el 2001 (Fuente: DesInventar 6. La Red)

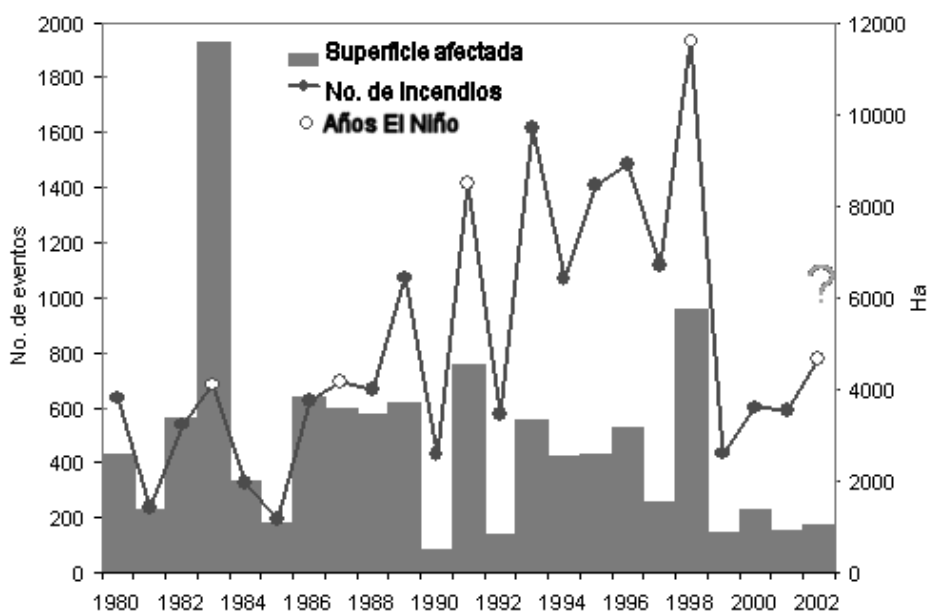


Fig. 3 Número de incendios forestales y superficie afectada (Ha) entre 1980 y 2002 en la Ciudad de México. (Fuente: Subsecretaría de Recursos Forestales Dirección General Forestal)

En la ciudad de México las inundaciones, resultado principalmente de episodios de lluvias intensas, son las que frecuentemente ocasionan severas afectaciones. Tal condición parece ir en aumento como lo muestran ciertos análisis, la tendencia a más lluvia y a más eventos de precipitación intensa es creciente (Fig. 4). Bajo

consideraciones de tipo termodinámico, a mayor temperatura aumenta la capacidad de la atmósfera de contener vapor de agua por lo que la cantidad de agua precipitable es mayor. Adicionalmente, es posible que el cambio de uso de suelo que ha experimentado el Valle de México en los últimos cien años haya llevado a un calentamiento más intenso de la superficie, por lo que las condiciones atmosféricas se vuelven más inestables y se incrementa el potencial de nubes profundas y tormentas más intensas.

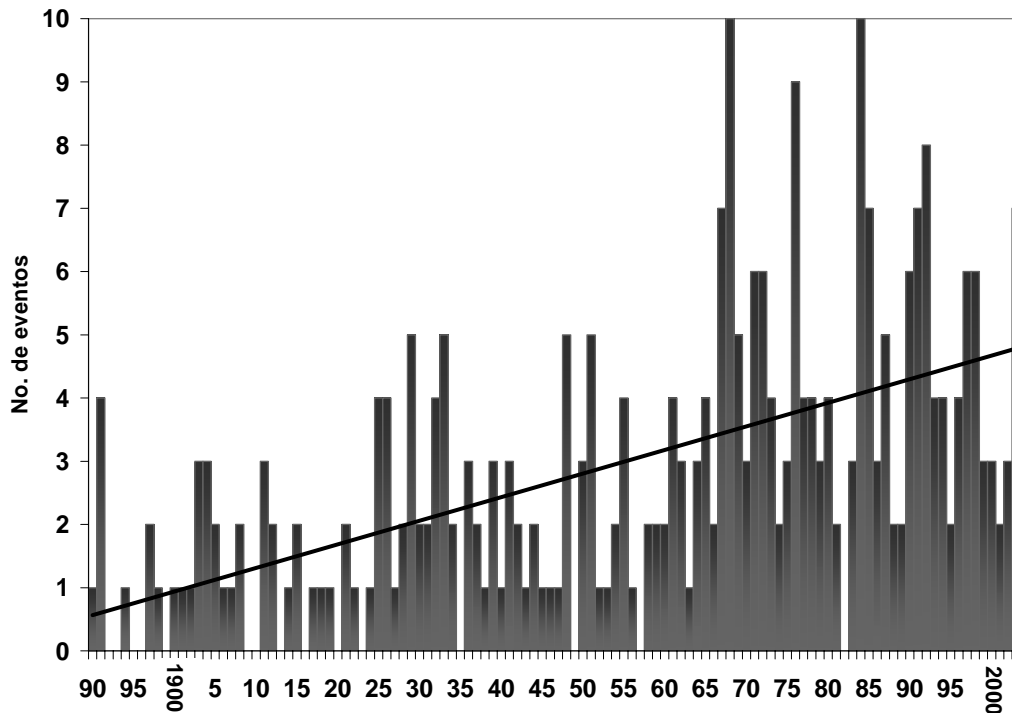


Fig. 4 Número de eventos de precipitación extrema (> 30 mm/día) en la estación Tacubaya de la ciudad de México entre 1890 y el 2003. (Fuente: Pérez, 2004)

Durante el invierno, la tendencia ha sido a un ligero aumento en las temperaturas mínimas, lo cual no impide la ocurrencia de noches frías con temperaturas cercanas a los 0°C. El frío de la madrugada se debe por lo general a la pérdida de calor por radiación en noches despejadas. Cuando se combinan noches despejadas y aire frío del norte, las temperaturas mínimas son tan bajas en el Valle de México (entre 0°C y 5°C) que ponen en riesgo la salud de la población, principalmente la población de bajos recursos. De ahí que las autoridades inicien en el invierno campañas para proporcionar abrigo a gente que deambula por las calles. La condición de frío entre noviembre y enero puede con frecuencia producir brotes de enfermedades respiratorias entre la población capitalina, porque con frecuencia la ventilación de la ciudad puede ser mala (después del paso de un frente frío) y la ocurrencia de inversiones térmicas agrava los niveles de contaminación.

En lo que se refiere a la llamada “parte cálida del invierno” (febrero-abril), las temperaturas han ido en aumento por lo que se puede decir que los registros indican que la falta de lluvia y el aumento de la temperatura lleva a déficit de humedad en el suelo, estrés en la vegetación y un mayor potencial de ocurrencia de incendios forestales, casi en su totalidad resultado de la acción humana. Es de esperarse que en el futuro los desastres relacionados con calor y sequía comiencen a cobrar importancia conforme se

vuelvan más evidentes las señales del cambio climático. Una de las primeras señales en este sentido es el hecho de que las temperaturas máximas registradas en el Distrito Federal son cada vez más elevadas (Fig. 5). En este sentido parecen combinarse dos procesos, el de la Isla de Calor y el del Calentamiento Global. En años recientes se han registrado temperaturas de hasta 34°C en algunos puntos de la Ciudad de México, lo cual hubiera sido impensable hasta hace pocos años.

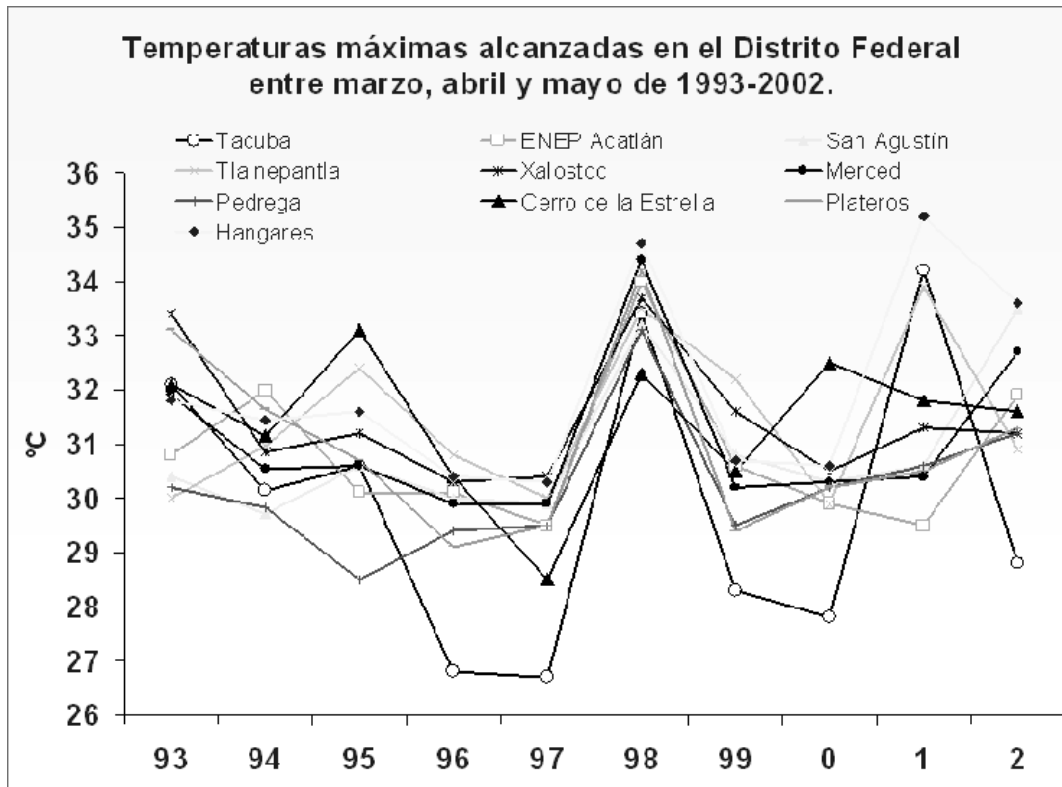


Fig. 5 Temperaturas máximas registradas en la ciudad de México entre 1993 y 2002. (Datos: RAMA)

Mayores temperaturas pueden afectar la salud de los habitantes de la Ciudad de México, pues es sabido que los adultos mayores y los niños enfrentan el riesgo de deshidratación. La población de adultos mayores en la ciudad de México está en aumento por lo que cada vez habrá más habitantes de este grupo expuestos a los efectos de las ondas de calor. El porcentaje de la población capitalina que se considera vieja (mayor a 65 años) aumentó de la década de los ochenta a la de los noventa, pasando de 0.66% a 1.22%. La tendencia persiste. Por otro lado, en ambientes secos y cálidos, los alimentos pueden descomponerse y producir enfermedades gastrointestinales afectando a niños y ancianos.

Los periodos secos afectan también la disponibilidad de agua en la ciudad de México, región en la que este recurso está sometido a gran presión al ser mucho mayor la demanda que la disponibilidad del líquido. En México, la disponibilidad de agua está distribuida en forma desigual: contrastan los más de 28 mil m³/habitante/año disponibles en la región de la frontera sur, con 227 m³/habitante/año en el Valle de México. De acuerdo a cifras de la Organización Meteorológica Mundial, es recomendable que la disponibilidad de agua por habitante al año sea de al menos 1 m³ para poder mantener el consumo urbano y actividades agrícolas.

Las acciones y las propuestas

La elaboración de un programa para enfrentar los desastres debe estar sustentado en la prevención. Sin embargo, las labores de prevención en materia de desastres hidrometeorológicos requieren de mucho mayor trabajo para estar al nivel de los problemas. Este no es un reto sencillo, pues las dimensiones de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) son muy grandes al igual que su población. Aun bajo tal circunstancia, existen opciones para al menos generar mejor información hidrometeorológica de la que se dispone en la actualidad.

En general, la toma de decisiones en materia de prevención es limitada y muchas veces se actúa cuando el desastre hidrometeorológico ha ocurrido. Quizá por ello se ha recurrido con frecuencia al “*Paradigma Naturalista*” de pensar que los desastres son impredecibles y por tanto, siempre ocurren en forma inesperada. Tal condición dista mucho de ser cierta, pues los avances en materia de predicción del tiempo y el clima han resultado fundamentales para reducir las pérdidas materiales y humanas en muchas partes del mundo.

Las últimas décadas han visto un avance sin precedente en materia de predicción del tiempo y el clima. Los grandes centros de pronóstico del tiempo cuentan con modernos sistemas de asimilación de datos meteorológicos que permiten mantener una vigilancia constante de las condiciones del tiempo. Se considera que los pronósticos del tiempo a 24, 48 e incluso 72 horas ya tienen una precisión suficiente para constituir la información más importante en la toma de decisiones. En gran medida el rápido procesamiento de la información meteorológica permite ganar tiempo ante la amenaza de un evento considerado extremo. Es claro que mejores predicciones y mejores mecanismos de comunicación de la información a la población resultan en mejores programas de preparación contra desastres hidrometeorológicos.

Se puede considerar que los eventos hidrometeorológicos más peligrosos en el Valle de México son las lluvias intensas. Dichos meteoros producen daños que han ido en aumento al existir más asentamientos humanos en zonas propensas a inundaciones. Desafortunadamente, no se emiten pronósticos de precipitaciones intensas o de ocurrencia de tormentas severas en las escalas espaciales necesarias para implementar programas de prevención (por ejemplo, evacuaciones). Es claro que los pronósticos de precipitación con modelos numéricos a 24 o 48 horas, principalmente tratándose de precipitaciones intensas, no tienen un alto grado de acierto (alrededor del 30%) (Pérez, 2004). Aunque se trabaja en elevar este grado de acierto, se piensa que es mejor trabajar con pronósticos a corto plazo (2 horas) utilizando el radar meteorológico. Desafortunadamente, estos instrumentos no han sido explotados adecuadamente para apoyar las acciones de prevención de desastres. El radar ubicado en el Cerro de la Catedral, cerca de la Ciudad de México, rara vez proporciona estimaciones de lluvias intensas y menos de previsiones a corto plazo. La situación es similar con el resto de los radares del país.

Por otro lado, uno de los problemas que enfrentan los Sistemas de Protección Civil, como el del Gobierno del Distrito Federal, es la distancia existente entre la información meteorológica generada en los Servicios Meteorológicos y la que se

requiere. Utilizando un lenguaje coloquial, falta aun por hacer “el traje a la medida” del usuario. Así, productos como la probabilidad de eventos extremos (por ejemplo, lluvias mayores a 40mm o heladas) deben ser identificados a partir de la información meteorológica disponible, ya sea de modelos de pronóstico ó de información de diagnóstico. Es claro que existen limitaciones al grado de detalle de un pronóstico y que como tal están sujetos a errores. Aun así, no se debe esperar a que un pronóstico sea perfecto para comenzar a utilizarlo en la toma de decisiones.

En la actualidad, la Dirección de Protección Civil del Distrito Federal realiza esfuerzos para disponer de información meteorológica y así realizar acciones de prevención ante el anuncio de condiciones de tiempo severo. Sin embargo, la información que produce no posee los detalles que permitan hablar de lugares puntuales de la ciudad que deban ser alertadas. Si bien se generan pronósticos de lluvia, las actividades de esta dependencia necesitan desplegarse para prestar los servicios que otras grandes ciudades poseen. Así por ejemplo, no se cuenta con un esquema que permita tomar acciones de prevención ante tormentas severas debido a que no se tiene capacidad de determinar cuándo y en dónde pueden ocurrir estos fenómenos.

Aunque se colectan muchos datos diariamente, el lenguaje de los meteorólogos no siempre es del todo claro para comunicar la condición de amenaza meteorológica a las autoridades en materia de Protección Civil. El problema de fondo es un problema de comunicación, lo cual incluye problemas en el tipo de productos que se generan en materia de diagnóstico o pronóstico del tiempo. Por ejemplo, los actuales modelos de predicción del tiempo, que aparecen en los boletines emitidos rutinariamente por el Servicio Meteorológico Nacional, informan de lluvias por entidad federativa, más que a nivel puntual. Tal condición lleva a que sea lo mismo pronosticar para el Distrito Federal que para Chihuahua. Aun cuando los modelos numéricos a los que se tiene acceso generan productos (pronósticos de lluvias o temperatura) con resolución espacial de hasta 50 km., los boletines no llegan a este grado de resolución.

Un aspecto que debe considerarse, es que en los centros de pronóstico del tiempo nacionales no se tiene una estadística histórica de la precisión de los pronósticos diarios a 24 horas, para establecer la confianza que se puede tener en las predicciones. Tal condición permitiría dar un mayor peso a la información de pronóstico a la hora de tomar acciones de prevención. Desde hace varios años, los pronósticos a corto plazo (24, 48 o 72 hrs) dependen fuertemente de la predicción de los modelos numéricos. Es por esta razón que los meteorólogos deben capacitarse en el entendimiento de estas herramientas, para obtener el máximo provecho de los modelos.

Se puede por tanto considerar que se ha llegado a un estado del conocimiento en que los productos de información meteorológica ya pueden ser usados para definir acciones de prevención, principalmente en materia de protección civil. Falta sin embargo, establecer los mecanismos mediante los cuales esta información se generará para una región tan específica como lo es el Valle de México.

Por lo anterior, es recomendable que se realicen las siguientes actividades:

- 1) Monitoreo rutinario (cada 12 horas) de las condiciones meteorológicas imperantes en el Valle de México.

- 2) Pronósticos a 12, 24 y 48 horas de las condiciones del tiempo, particularmente de aquellas de relevancia en protección civil usando modelos numéricos de predicción en forma determinística y probabilística.
- 3) Evaluación de los pronósticos del tiempo, de tal manera que se comience a dar un valor específico a la información del pronóstico.
- 4) Creación de un banco de datos hidrometeorológicos para el Valle de México.
- 5) Uso de un radar meteorológico para pronósticos a corto plazo (1 o 2 horas).

Conclusiones

La ciudad de México experimenta un clima monzónico con lluvias de verano. Durante la parte fría del invierno, las heladas constituyen una amenaza para ciertos sectores de la población (adultos mayores y menores de edad). Las condiciones de baja humedad en la atmósfera producen condiciones que favorecen el enfriamiento radiativo noche tras noche. Cuando esta condición se combina con el ingreso de una masa de aire fría, se pueden producir condiciones de muy bajas temperaturas. Estos periodos inciden en la salud de la población por causa de enfermedades respiratorias que se acentúan en un ambiente contaminado. En la parte cálida del invierno, las condiciones de baja humedad en la atmósfera y en el suelo crean un gran estrés hídrico en los bosques, lo que al combinarse con prácticas de quemas han resultado en grandes pérdidas por incendios forestales.

En años recientes, las ondas de calor comienzan a constituirse en un peligro para una población en la que el porcentaje de pobladores de la tercera edad aumenta. Dichos eventos pueden durar hasta una semana afectando por causa de deshidratación, pero poniendo en riesgo a la población al descomponerse más rápido los alimentos. La tendencia a un clima más caluroso y a un mayor número de ondas de calor indica que bajo cambio climático la amenaza aumentará.

En el verano las lluvias intensas son el principal peligro para la ciudad. Las características fisiográficas del Distrito Federal, junto con factores como asentamientos irregulares y tipos de vivienda inadecuados, hacen que los fenómenos de tipo hidrometeorológico extremos sean de un alto riesgo. Se recomienda que las autoridades presten más atención a la información de pronóstico con modelos numéricos o con radar meteorológico para que se pueda pasar de acciones reactivas a verdaderas acciones de prevención.

Referencias

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2000). *Un tema del desarrollo: la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres*. Documento presentado en el Seminario “Enfrentando Desastres Naturales: Una Cuestión del Desarrollo”. Nueva Orleans, 25 y 26 de marzo de 2000. Elaborado por Zapata R, Rómulo C y Mora S. 47 pp.

DesInventar 6. La Red, (2003). Sistema de Inventarios y Análisis de Desastres. (www.desinventar.org.mx)

Pérez, J. B., (2004). *Pronóstico Numérico del tiempo para el Valle de México*. Tesis de Maestría. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. 70 pp.