

CARACTERISTICAS Y PREVENCION DE FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS

Ing. Antonio Acosta.

I.- INTRODUCCION

La intención de la presente exposición es comentar y describir las características de los fenómenos hidrometeorológicos. Su prevención y, una vez ocurridos estos, las acciones técnicas y de auxilio; y por último, la recuperación que es necesaria emprender para volver a una situación de normalidad. Todo ello, dentro del marco y objetivos propuestos en este programa de conferencias sobre prevención de desastres, que tan acertadamente concibió y está llevando a cabo de manera satisfactoria, el Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Dadas las atribuciones encomendadas a la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.), según el Reglamento Interno de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y su decreto de creación publicado en el Diario Oficial de la Federación, el día 16 de enero de 1989, dicha Comisión es la encargada de atender todo lo relacionado con los fenómenos hidrometeorológicos, tanto sus aspectos positivos, como los que de alguna manera ocasionan daños y molestias a la población en general.

Desde la creación del Sistema Nacional de Protección Civil, por acuerdo Presidencial del 6 de enero de 1986, la Exsubsecretaría de Infraestructura Hidráulica, de la S.A.R.H., antecedente de la C.N.A., venía participando y cooperando activamente en la prevención de dichos fenómenos; incluso, es justo reconocer, que todos los organismos que se han venido creando para atender los aspectos del agua, en mayor o me-

dida, se han abocado a procurar disminuir los efectos negativos derivados de la ocurrencia de tales fenómenos.

En general, el territorio nacional, por el hecho de estar rodeado de grandes masas de agua como lo son los océanos Atlántico (Golfo de México) y Pacífico, y por su situación geográfica desde siempre ha sido - afectado por fenómenos hidrometeorológicos; en ocasiones, de una manera intensa y severa.

Dentro de estos fenómenos, el tipo de calamidades más significantes - que se originan, se pueden clasificar en los siguientes grupos:

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

Los efectos que cada uno de estos fenómenos causan al territorio nacional, varían en gravedad; al grado de que algunos de ellos dejan sentir su influencia en prácticamente todo el territorio; otros influyen de manera más reducida y solamente en ciertas regiones del país.

La simple ocurrencia de estos fenómenos, no implica necesariamente que siempre se tenga que considerar como una calamidad, pues traen consigo efectos positivos; incluso cuando son muy severos, también dejan beneficios. Desde luego que en en este último caso, ocasionan siniestros tan nefastos que precisamente por ello, se les da una atención muy especial a fin de prevenir y disminuir sus consecuencias desfavorables.

Se puede decir que la presencia de un fenómeno hidrometeorológico es una calamidad cuando afecta directamente las actividades vitales y productivas de la sociedad; como por ejemplo:

- . Las vidas de las personas
- . Sus bienes materiales, particularmente sus casas.
- . Bienes materiales de la comunidad, como son: escuelas, hospitales, centros de trabajo, centros de recreo, servicios, etc.
- . Bienes relacionados con el sistema productivo, como: vías de comunicación, servicio telefónico, cultivos, obras para riego suministro de agua potable, etc.

Actualmente, para la atención de estos fenómenos, la Comisión Nacional del Agua se organiza a nivel central y a nivel estatal. El primer caso involucra acciones de tipo normativo, y recaen dentro de las atribuciones de la Subdirección General de Administración del Agua; en especial, de la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos y las Subgerencias del Servicio Meteorológico Nacional y de Protección

y Seguridad Hidráulica.

A nivel foráneo las acciones son de tipo operativo, y son responsabilidad de las gerencias estatales, a través de las respectivas subgerencias de administración del agua.

Todas estas actividades se llevan a cabo en estrecha colaboración con el Sistema Nacional de Protección Civil, en concordancia con sus respectivos niveles centrales y estatales.

A continuación pasaré a describir las características generales de cada riesgo.

2.- Características generales del riesgo.

Antes que nada, es conveniente aclarar que las calamidades hidrometeorológicas no se presentan completamente independientes unas de otras, si no que algunas de ellas actúan simultáneamente o son el origen unas de otras.

2.1 Inundaciones.

Una inundación, es el producto del flujo de una corriente que sobrepasa las condiciones normales, alcanzando niveles extremos que no pueden ser contenidos por los cauces, lo que da origen a que el agua invada zonas urbanas, tierras productivas y, en general, valles y sitios bajos. Esta definición no es exclusivamente hidrológica, ya que

el fenómeno involucra a: la geomorfología del lugar, la infraestructura y la administración de los mismos recursos hidráulicos. Por otro lado, la capacidad del cauce, depende de factores geológicos y topográficos del área en cuestión. Todos estos factores pueden, además, ser sustancialmente influidos por la mano del hombre.

Las causas principales de las inundaciones son:

- Fenómenos hidrometeorológicos extremos: huracanes, vaguadas polares, frentes fríos y cálidos, lluvias aisladas e intensas.
- Rompimiento de bordos o presas de almacenamiento.
- Operación de la infraestructura hidráulica deficiente o inducida.
- Mal drenaje de cuencas agrícolas y urbanas.
- Deshielos.
- Deslaves.
- Marejadas.
- Etc.

La simple ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos no implica necesariamente que se tengan inundaciones; si no que deben estar presentes condiciones topográficas y de infraestructura, que al funcionar como sistema den origen a una situación de anormalidad.

La magnitud de la inundación provocada por estos fenómenos, depende de la intensidad de la lluvia, su distribución en el tiempo y en el espacio, tamaño de la cuenca, características de drenaje, infraestructura hidráulica y volumen de escurrimiento que se genere. Todo ello dará origen a inundaciones de corta o larga duración.

El rompimiento de bordos o presas, puede ser ocasionado por otros fenómenos naturales, accidentes o acciones hechas por la mano del hombre. Entre los primeros tenemos los sismos; en los segundos, se menciona el desbordamiento de una presa, por la presencia de una avenida no prevista y, por ende su falla; mal diseño estructural; fallas electromecánicas de los mecanismos elevadores de obras de toma y vertederos; mal diseño hidráulico, fallas geológicas, etc.

Las inundaciones provocadas por operación de la infraestructura se dan cuando se realizan acciones para aprovechar, controlar o desviar el agua de crecientes inundantes; y que generalmente son para evitar otros daños mayores.

Al derretirse el agua-nieve, hielo o granizo, producto de alguna tormenta sobre una cuenca, puede ocurrir una inundación.

Los deslaves pueden ser ocasionados por fenómenos geológicos, como sismos y erupciones volcánicas, o bien hidráulicos. La misma onda de material sólido puede ser objeto de daños, o actuar sobre cuerpos de agua, que a su vez provocan afectaciones.

Las marejadas que provocan inundaciones son especialmente generadas por ciclones; tsunamis y mareas altas; algunos de estos llegan a coincidir con crecientes en los ríos y se hace más severo el daño.

2.2 Sequías.

Cuando el agua de lluvia no es suficiente para satisfacer las necesidades de los ecosistemas y las que plantean la supervivencia humana

y sus múltiples actividades relacionadas con el recurso agua, se dice que ocurre una sequía.

De acuerdo a su duración y a la escasez de agua de lluvia que presenta una sequía, esta puede ser leve, moderada, severa y extremadamente se vera. Además, si las sequías afectan solamente una parte de nuestro territorio nacional, se clasifican como regionales; si abarcan todo o casi todo el país, se denominan sequías generalizadas.

De acuerdo a la información de que se dispone en México, este fenómeno ha venido afectando al territorio nacional desde siempre, se puede aceptar que en el presente año se atraviesa por una etapa de sequía; desde luego, no tan severa como en otras épocas.

La manifestación de la sequía se puede decir que tiene las siguientes características: períodos de lluvia irregulares, lluvias retrasadas, ciclos lluviosos de escasa duración, ciclos de lluvia progresivamente más cortos, e incluso desaparición de los ciclos lluviosos; en este caso, tanto la flora nativa como la cultivada, crecen menos año con año, también se debilitan permanentemente. En general, al llevar el registro de la ocurrencia de la lluvia, esta presenta valores que están muy por abajo de la media normal histórica.

2.3 Huracanes.

México es un país situado en una latitud de transición de los trópicos a latitudes medias; las costas nacionales están dañadas por dos

océanos tropicales, donde se forma una gama de fenómenos que ejercen su influencia sobre nuestro país durante casi seis meses.

Los fenómenos de referencia, tienen como características comunes:

- Un campo de baja presión central.
- No existen diferencias en el aire que interviene en su circulación.
- La circulación en estos fenómenos es ciclónica.
- Se asocian con extensos campos de nubes e intensa precipitación.
- Su núcleo es caliente.

La diferencia que en ellos se aprecia, es el grado de intensidad; a continuación, se enlistan en orden creciente de violencia:

- Perturbación tropical:

Es un sistema donde se ha individualizado la convección, tiene un carácter migratorio; su vida media es mayor de 24 horas. En sucesivas etapas de intensificación puede dar origen a una onda tropical, una depresión tropical, una tormenta tropical o un huracán.

- Onda tropical:

Es una onda en la corriente básica de los alisios; generalmente se manifiesta más intensa y organizada en la parte inferior de la tropósfera. También puede inducirse por la presencia de una depresión de núcleo frío en la tropósfera superior o por la extensión hacia el Ecuador de una vaguada polar.

- Depresión tropical:

Es un ciclón tropical; en el cual el viento máximo en superficie es

de 61 Km/h.

- tormenta tropical:

En esta categoría, la circulación ciclónica produce vientos máximos medios en superficie, entre 62 y 117 Km/h.

- Huracán:

Es el nombre dado a estos ciclones en el hemisferio norte de América; su circulación produce vientos medios en superficie, mayores de 117 Km/h.

Desde la etapa inmediata anterior, la de tormenta tropical, los meteorólogos normalmente distinguen a cada sistema mediante el sencillo expediente de asignarles un nombre.

A la época del año en que se producen estos fenómenos, se le llama -temporada tropical. Dentro de ella, al período en que se forman huracanes con una frecuencia relativamente grande, se denomina temporada de huracanes.

2.4 Mareas de tormenta (o tempestad)

Una marea de tempestad es la anormal elevación del nivel del mar, cerca y debajo del área central de una perturbación ciclónica tropical. Recibe también y en forma genérica, el nombre de "marea de huracán".

Según sea la intensidad de un huracán, la trayectoria que describa y el perfil batimétrico de la costa, una marea de tempestad puede llegar a tener hasta ocho metros de altura. Estas mareas pueden penetrar - cientos de metros tierra adentro, con un frente del orden de los 100 kilómetros.

Una marea de tempestad se produce debido a la transferencia de momento del viento a la superficie marina y a la baja presión central de los huracanes; esta elevación se nota principalmente en la zona situada a la derecha de la trayectoria del huracán y a unos 24 Km. de distancia del centro.

Al arribar el frente de la marea, unos ocho metros sobre el nivel de la playa, la onda incrementa su altura y a gran velocidad entra en tierra, al mismo tiempo que olas mayores de 10 M. se estrellan sobre toda clase de edificaciones. Esta invasión de agua marina aplasta, socava, deslava y arranca de su lugar cuanto encuentra a su paso.

2.5 Trombas.

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 deslavar laderas y cauces, produciendo avenidas de gran magnitud y/o avenidas de lodos.

Si la disipación ocurre cerca o sobre la cortina de una presa, esta puede resentir daños de magnitud variable y en algunos casos destrucciones parciales; en un lago o en el mar, la disipación de una tromba puede pasar casi desapercibida a condición de que esta suceda lejos de las playas.

2.6 Tornados

Los tornados son 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 gradiante vertical de temperatura muy elevada. Se presentan en forma de embudo que se desprende de la base de nubes del tipo cúmulo -nimbus.

Cuando el fenómeno se produce en el mar, se denomina tromba.

2.7 Nevadas

A pesar de que la mayor parte de nuestro país se encuentra dentro de los trópicos, también su mayor parte se encuentra sobre mesetas a altitudes mayores de 1,500 metros; por tal motivo, está expuesto a sistemas meteorológicos de las latitudes altas.

Los sistemas de referencia tienen como características comunes:

- Sistemas de baja presión
- Sistemas frontales.
- Sistemas de alta presión.
 - . Masas de aire polar continental
 - . Masas de aire polar ártico

Las nevadas ocurren por la influencia de las corrientes frías provenientes del norte del país. Asimismo, ocurren cuando las condiciones de temperatura y presión, referidas a la altitud de un lugar y el cambio de humedad del ambiente, se conjugan para confrontar la precipitación de la nieve.

2.8 Granizadas

Por su situación geográfica, el país se ve afectado tanto por sistemas meteorológicos invernales como por sistemas meteorológicos tropicales,

motivo por el cual, la formación de la nubosidad cúmulo-nimbus que produce el granizo, puede obedecer a los siguientes fenómenos:

- Producida en las masas de aire
- Frontales
- Orográficas

Dentro del primer grupo, los cúmulo-nimbus pueden formarse por tres causas:

- De frente frío
- De un frente caliente
- De un frente ocluido

Las granizadas de origen frontal, pueden asociarse con los tres frentes típicos característicos, en México, generalmente se presentan tan sólo con frentes fríos que penetran por las regiones del noroeste, norte y noreste, sin embargo meteorológicamente las granizadas más importantes y por lo tanto las que pueden ocasionar calamidades se producen en el verano cuando la actividad tormentosa se presenta más intensa, y la "nube negra" se convierte en la pesadilla de nuestros agricultores, generalmente entre los meses de mayo a septiembre.

Las granizadas que tienen como origen los factores orográficos, son específicas de cada lugar y fundamentalmente de la influencia de los vientos dominantes hasta una altura de 3,000 metros aproximadamente.

El granizo está considerado desde la más remota antigüedad. Como uno de los fenómenos más perjudiciales para la agricultura, tanto por el daño que sufre la planta, como por el que produce en el suelo labrado.

Este fenómeno atmosférico se halla considerado como un verdadero flagelo contra el agro y es un fenómeno meteorológico complejo por ser el producto de la asociación de procesos sinópticos y locales.

2.9 Heladas

Las heladas son producidas por masas de aire polar, con muy poco contenido de humedad, cuando el aire alcanza temperaturas inferiores a los cero grados centígrados.

Mientras más baja sea la temperatura, más intensa resulta la helada.

3.7 Consecuencias que pueden presentarse.

Nos referiremos ahora a las consecuencias que se derivan por la presencia de los fenómenos antes descritos.

3.1 Por inundaciones

Las calamidades encadenadas por las inundaciones, son de diferentes géneros, entre las más importantes son las siguientes:

- Pérdida de vidas humanas
- Daños a la infraestructura
- Daños a la agricultura
- Daños a la ganadería
- Daños a la industria
- Daños a las vías de comunicación
- Ausencia de energía eléctrica
- Empeoramiento del aspecto sanitario

- Escasez de víveres y medicinas
- Provoca el pánico total y la desorientación de la población.

La inundación puede ocurrir en forma aislada, o en combinación con otras calamidades, lo que dará como consecuencia el agravamiento de la situación.

3.2 Por sequías

La situación de escasez de lluvia, al grado de que se pueda considerar como sequía, ocasiona los siguientes efectos:

En ecosistemas: deshidratación de la flora y la fauna, incluso la muerte de ambos o la migración de esta última; degradación del ecosistema; incendios forestales; y, en condiciones extremas, creación de sábanas y estepas.

En la agricultura: pérdida de cultivos, semillas, créditos de refacción y avíos; empobrecimiento de los campesinos y la migración transnacional o hacia las grandes urbes; escasez de alimentos y disturbios sociales.

En la ganadería: pérdida de animales, pies de cría y refacciones; subempleo y empobrecimiento de ganaderos, sobre todo de los pequeños productores.

En la industria: cortes de producción, pérdida de calidad de los productos, especulación, subempleo y alteraciones sociales.

En la salud pública; falta de higiene; aparición de endemias y epidemias; así como hambruna y mortandades, en especial en los infantes y ancianos.

También la instrucción, cultura, deportes y turismo, sufren los efectos de la escasez de agua.

3.3 Por huracanes

La influencia de una perturbación tropical a nuestro país, puede originar el encadenamiento de dos o más de las siguientes calamidades:

- Daños a núcleos de población con construcciones precarias
- Encharcamientos de magnitud variable, capaces de dañar casas de construcción endeble; cortar temporalmente vías y medios de comunicación (generalmente menos de 72 horas).
- Daña la producción agrícola, en cualquier fase de desarrollo que se encuentre.
- Interrupción (en general, menos de 48 horas) de los suministros de corriente eléctrica y de agua potable.
- Daños ligeros a la producción industrial y turística.

Entre las calamidades que pueden encadenarse a consecuencia de la entrada de un huracán en tierra, se consideran:

- Daños a las estructuras
- Derrumbe de construcciones endebles
- Interrupción de suministros de energía eléctrica y de agua potable.

- Daños y destrucción parcial o total de la planta industrial
- Daños y destrucción parcial o total de la producción agropecuaria
- Daños y destrucción parcial de la industria turística
- Daños parciales en vía de comunicación
- Daños parciales a diversos medios de comunicación

3.4 Por mareas de tormenta (o de tempestad)

La ocurrencia de este fenómeno, es causa de las siguientes calamidades:

- Inundación de zonas costeras con agua salada
- Ahogamiento del desagüe natural y del drenaje de la región
- Contaminación de lagunas y esteros con agua salada
- Destrucción de todo tipo de instalaciones portuarias
- Destrucción de obras de infraestructura
- Corte e interrupción de vías de comunicación
- Destrucción de viviendas e instalaciones turísticas
- Ensalitramiento de suelos

Después del ataque de una marea de tempestad, se puede generar la siguiente situación:

- Los puertos pierden calado al sufrir de azolves en grados variables.

- Las obras de protección portuaria; rompeolas, diques y escolleras, pueden quedar inoperantes por las embarcaciones hundidas.
- A causa de lo anterior, se produce el corte de comunicaciones por mar.
- Zonas deprimidas de la costa, quedan inundadas con agua salada
- Los acuíferos subsuperficiales quedan contaminados con agua salada, algunas áreas quedan inútiles temporalmente para efectuar cultivos.
- Al impedirse el desague y el drenaje, pueden ocurrir derrames de aguas negras.
- A consecuencia de los últimos tres puntos, puede obligarse al racionamiento del agua potable, combatir la propagación de epidemias y dificultarse en gran modo la preparación de alimentos.
- La destrucción generalizada a lo largo de la costa, incrementa los esfuerzos de los trabajos de descombramiento.

3.5 Por trombas

Los daños causados por la disipación de una tromba resultan de la combinación de todos los fenómenos que se le asocian.

Las lluvias torrenciales y el derrumbe de la chimenea de la tromba, saturan la capacidad de los cauces, especialmente si son estrechos y poco profundos, del tipo de torrente, provocando reptación de suelos (avenidas de lodos) y avenidas súbitas de gran magnitud; mientras que los fuertes vientos y el granizo destruyen lo que las avenidas dejaron indemne. Estas avenidas pueden inundar áreas considerables en uno o ambos márgenes de los cauces.

En general, se presentan los siguientes daños:

- Pérdida de viviendas
- Los sistemas de agua potable se cortan y contaminan
- El alcantarillado y el drenaje pueden revertir su funcionamiento
- Se interrumpe el suministro de corriente eléctrica
- Cesan de funcionar otros medios de comunicación
- Ocurren cortes locales de vías de comunicación al funcionar los vados, deteriorarse o ceder los puentes y pasos a desnivel.
- Deslizamiento de laderas

3.6 Por tornados

Quando el extremo de la columna de un tornado alcanza el suelo, produce daños considerables, destruyendo casas, lanzando objetos pesados, como por ejemplo vehículos, a varios cientos de metros.

La destrucción de casas se debe no solamente a los fuertes vientos, sino a la caída de presión que puede ser de 50 milibares en menos de un minuto, por lo que la diferencia de presión entre el interior de las casas cerradas y el exterior provoca el efecto de una explosión, lo que hace saltar con violencia hacia el exterior los muros y los techos.

3.7 Por nevadas

Aún cuando la ocurrencia de estos fenómenos no es propia de nuestro país; si suelen afectar la porción noroeste, ocasionando daños importantes a pequeñas poblaciones y principalmente a las vías de comunicación, como son: obstrucción de carreteras, tránsito lento, accidentes e inmovilización de vehículos. Daños a la salud de los pobladores y presentación de crecientes súbitas por deshielo; a la agricultura y ganadería así como al ecosistema daños severos.

3.8 Por granizadas

Dadas las características de este fenómeno, se pueden resentir los siguientes efectos:

- En las ciudades:

- . Desquiciamiento en el tráfico urbano
- . Apagones
- . Azolvamiento de drenajes
- . Inundaciones en depresiones
- . La precipitación de granizo no dura más de 30 minutos (como máximo) en una sola área
- . Daños a construcciones endebles y en ocasiones derrumbes

- En zonas de cultivo:

- . Si la granizada es ligera, los daños pueden ser del cien por ciento, dependiendo del tipo de cultivo y la etapa fenológica en la que se encuentre dicho cultivo.

3.9 Por heladas.

Cuando ocurren las heladas, también dejan sentir su secuela de efectos negativos como son:

Daños particularmente importantes a la agricultura, ya que al "quemar" las plantas provocan la pérdida parcial o total de las cosechas. Algunos productos son más susceptibles que otros a las heladas.

También provocan la muerte de personas de escasos recursos, como son las que pernoctan a la intemperie, o bajo techos desprotegidos.

En las zonas urbanas, suelen provocar la rotura de tuberías de conducción de agua, al congelarse esta.

4.- Programas de prevención, auxilio y recuperación.

En la conferencia denominada "elementos básicos para la prevención de desastres", se abordan una serie de conceptos y aspectos técnicos de los desastres y causas que los originan, así como los objetivos, estrategias, programas y bases jurídicas del Sistema Nacional de Protección Civil.

Por lo que respecta a la Comisión Nacional del Agua, participa activamente en los tres subprogramas que son: prevención, auxilio y apoyo (recuperación). En términos generales, cada uno de estos subprogramas se refiere a lo siguiente:

Subprograma de prevención.- En este subprograma se contemplan y se realizan todas aquellas acciones previas a la ocurrencia de una calamidad de origen hidrometeorológico, con el objeto de evitar o al menos mitigar sus efectos destructivos.

Subprograma de auxilio.- En este caso se llevan a cabo acciones de ayuda una vez que se ha presentado la calamidad, con el propósito - primordial de rescatar y salvaguardar la integridad física de las personas y sus bienes, así como restituir los servicios afectados y equipamientos estratégicos.

Subprograma de recuperación.- Aquí se contemplan las acciones necesarias para organizar y emprender la reconstrucción y restitución de los aspectos afectados por la calamidad, para volver a la normalidad.

A continuación se describe una manera específica, las acciones que la Comisión Nacional del Agua lleva a cabo en cada uno de estos subprogramas.

Es conveniente aclarar que las acciones, que realiza esta Comisión a través de la Subdirección General de Administración del Agua, la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos, y las subgerencias de S.M.N. y de Protección y Seguridad Hidráulica, (oficinas centrales); así como en las gerencias estatales, a (nivel foráneo), son de dos tipos: estructural e institucional. Las primeras son las de mas antigüedad y se refieren a la realización de obras de protección y de control. Las segundas, son aquellas que comprenden la operación de la infraestructura hidráulica, la instrumentación y modernización de la red, reglamentación y zonificación de las llanuras inundables, etc.

4.1 Programa de prevención

4.1.1 Acciones estructurales.

Tradicionalmente se han programado y ejecutado obras civiles para protección contra los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos, como consecuencia de una dolorosa experiencia por la presentación y daños - producidos por uno de ellos. Hoy en día la C.N.A. a través de la Subdirección General de Administración del Agua ha establecido los programas de Obras de Defensa contra inundaciones y de seguridad para la infraestructura hidráulica, con los cuales se trata de ejecutar las - obras de protección o darles mantenimiento o rehabilitación a las existentes, de una manera previsor, en función de sus características y ubicación.

Entre las obras más comúnmente utilizadas para proteger contra inundaciones se pueden mencionar las siguientes:

Presas de almacenamiento y control.- En estas estructuras se prevee una capacidad adecuada para el control de avenidas, estrechamente relacionada con una obra de excedencias, ya sea de vertedor libre o controlado con compuertas. Al regular de manera significativa los picos de las crecientes, han resultado ser, en la mayoría de los casos, la mejor solución al problema de las inundaciones.

Presas filtrantes.- Con ellas se disminuye considerablemente la magnitud de los gastos de las crecientes y la energía que van adquiriendo al avanzar por el cauce del río. Estas modifican la estabilidad del río y sirven para el atrape de sólidos.

Bordos.- Que pueden ser marginales o perimetrales y su función es aislar al agua durante su trayecto a la zona que se pretende proteger.

Rectificaciones y encauzamientos.- Con estas se incrementa la eficiencia de la conducción del cauce y se abaten los niveles del agua. Son también libramientos de un curso con una determinada zona que no se desea que se inunde.

Obras de derivación y cauces de alivio.- Mediante estas se desvía parte de una creciente hacia terrenos previamente seleccionados, que transitoriamente permanecen inundados durante la época de crecientes.

Y otras obras fluviales en llanuras de inundación o directamente sobre el cauce, como: cortes de meandros, muros longitudinales de defensa, dragados continuos del cauce, espigones, etc.

El Programa Nacional de Obras de Defensa Contra Inundaciones tiene como propósito fundamental, a partir de un inventario de las existentes, promover su eficaz función a partir de acciones de mantenimiento y rehabilitación; dar atención a las solicitudes de nuevas obras de protección y promover su ejecución.

Lo mismo se puede decir del Programa Nacional de Seguridad a la Infraestructura Hidráulica, que se ha iniciado con las presas de almacenamiento con la integración de una cartera de proyectos de rehabilitación que será jerarquizada en función de su grado de riesgo. Este programa es muy importante no sólo por la garantía de seguridad que se dará a las estructuras sino también por la recuperación de su uti

lización y operación eficiente en beneficio del óptimo aprovechamiento del agua.

4.1.2 Acciones institucionales.

Las acciones institucionales que ha establecido la C.N.A., han resultado ser un eficaz medio principalmente para la prevención de los fenómenos hidrometeorológicos y los efectos que estos causan. En los últimos años, gracias a la aplicación de dichas medidas, ha sido posible reducir en gran parte los daños derivados de tales fenómenos.

Debido al avance que se ha logrado en cuanto a metodologías de pronóstico hidrometeorológico y en lo que se refiere a sistemas de comunicación, las medidas institucionales han ido alcanzando mayor eficacia y, en el futuro, seguramente se constituirán, conjuntamente con las estructurales, en un medio realmente efectivo para prevención de desastres o fenómenos hidrometeorológicos, en la actualidad se están llevando a cabo las siguientes acciones:

Modernización de la red hidroclimatológica del país en sus aspectos de registro proceso, almacenamiento y divulgación de información meteorológica, de escurrimientos y de evolución de embalses. Se da énfasis a la automatización de redes, como se ha hecho en las cuencas del cajoncito (B.C.S.) y Bajo Pánuco (Tamps., Ver. y S.L.P.). Esto permite mejorar los pronósticos de crecientes y utilizar modelos digitales de cuenca.

Se tiene establecido y se lleva a cabo un programa de vigilancia hidrometeorológica de manera permanente; en el que se lleva el seguimiento de los fenómenos hidrometeorológicos importantes; se recibe y procesa información diaria de lluvias, escurrimientos y almacenamientos y se emiten los boletines informativos correspondientes, para que nuestras autoridades y el Sistema Nacional de Protección Civil tomen las decisiones que el caso amerita.

Se analiza la información meteorológica y se realizan pronósticos de variables meteorológicas de manera cuantitativa; se utiliza la información que proporciona el Centro Meteorológico de Miami, en cuanto a trayectoria y pronóstico de huracanes y se emiten los siguientes boletines de aviso, cuando estos fenómenos se encuentran a 800 Km de nuestras costas; de alerta, cuando se aproximan a menos de 400 Km; y de alarma cuando se desplazan muy próximas a la línea costera o se considera altamente probable su entrada a tierra. Estos boletines contienen la siguiente información: posición de la perturbación; distancia a cuando menos dos puntos notables de la costa; dirección y velocidad de desplazamiento; magnitud de los vientos máximos y ráfagas; pronóstico de trayectoria, dentro de una banda de confiabilidad, en intervalos de 12 y 24 horas; descripción del potencial hídrico del sistema; y cuantificación de las probables lluvias.

Se emiten políticas de utilización de agua en presas a largo plazo, con base en modelos de optimización hidroeconómica; a mediano plazo, con base en modelos autorregresivos de pronósticos mensuales de escurrimien

to; así como de operación de presas a corto plazo (emergencias), mediante la utilización de modelos de cuenca, para el pronóstico de crecientes, con unas cuantas horas de anticipación en cuencas pequeñas y rápidas concentraciones, y de varias horas o de días, en cuencas medianas y grandes. En este último caso se utilizan modelos de tránsito de avenidas por vasos, cauces y llanuras inundables, para conocer las situaciones que se puedan generar y poder emitir los avisos y alertas correspondientes.

Como otra medida preventiva, se elaboran "instructivos de control regional", a través de los cuales se establecen los lineamientos para hacer frente a una inundación. Aquí se incluyen los inventarios de requerimientos, como: centros de albergue, rutas de escape, tiempos de traslado, recursos humanos, materiales disponibles para atención de emergencia, etc.

También se lleva un seguimiento estadístico permanente de las cosas y efectos de los fenómenos, en especial la cuantificación de daños, con lo que se definen estrategias para el control de operaciones en emergencias, mejoramiento y manejo de llanuras inundables, programas de rehabilitación, para el control y mejoramiento de presas; así como justificación de obras.

Programa de estimulación de lluvias.- Con base en la experiencia que hasta la fecha se ha adquirido en nuestro país, así como en la que otros poseen y que se puede adaptar al nuestro, se elaboran y ejecutan programas de estimulación de lluvias, sobre todo en aquellas regio

nes y estados en los que los efectos de la sequía se presentan de manera más intensa y cuyos daños a la actividad pecuaria son muy elevados.

Programa emergente de pozos.- Para amparar distritos de riego prioritarios, ciudades y zonas ganaderas, en donde la situación se torna crítica, se realizan programas emergentes de perforación de pozos, para explotarlos temporalmente de manera intensiva, durante el lapso de la sequía, evitando, desde luego, disminuir peligrosamente los niveles freáticos, a fin de no inducir otros problemas a las zonas agropecuarias y urbanas.

Programa de conservación de agua.- Se puso en práctica un programa de conservación de agua en las presas, reduciendo al mínimo indispensable las extracciones para uso agrícola, y siempre tratando de optimizar el recurso.

Programa de ahorro de agua urbano-industrial.- En este caso se da especial énfasis a: evitar las fugas en las redes urbanas; campañas en los medios de comunicación masiva, haciendo ver a los usuarios en general, y a los industriales en particular, la necesidad de reducir el consumo al mínimo necesario y evitar los desperdicios de agua.

Otras medidas auxiliares ante la escasez de agua: utilizar la capacidad muerta de las presas, en los casos que sea factible hacerlo mediante las obras de toma bajas, si existen, o por medio de bombeo; retirar la vegetación que se encuentra dentro de las presas, principalmente el lirio acuático, para disminuir pérdidas por evapotranspiración; conti-

nuar las investigaciones para disminuir al máximo las pérdidas por evaporación directa en las presas; sancionar a quien infrinja las disposiciones de ahorro de agua y que haga un uso indebido o desperdicie el agua.

4.2 Programa de auxilio.

Dentro de los planteamientos del Programa de Auxilio, referido al conjunto de actividades destinadas primordialmente a rescatar y salvaguardar la integridad física de las personas y de sus bienes, así como a mantener en funcionamiento, los servicios y equipamientos estratégicos; la Comisión Nacional del Agua, en fenómenos de carácter hidrometeorológico, participa de manera coordinada con el equipo y maquinaria con que cuenta.

Por otra parte, también se dispone de un grupo de guardas hidráulicos, que conforman el servicio de protección y seguridad hidráulica a nivel nacional; dichos elementos han recibido adiestramiento permanente, e intervienen en la protección de los bienes y servicios encomendados a la Comisión Nacional de Agua. Asimismo, y con base a los requerimientos que la situación demande, pueden participar en acciones de auxilio a la población.

4.3 Programa de recuperación.

Una vez pasada la emergencia, la Comisión Nacional del Agua se aboca nuevamente al desarrollo de acciones estructurales, ya que procede a la reparación y rehabilitación de la infraestructura hidráulica dañada

da (bordos de protección, canales, presas, acueductos...), con la finalidad de reanudar a la brevedad posible el servicio a que está destinada.

De igual manera, y en virtud de que en la mayoría de los casos, la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos causa irregularidades en los servicios de agua potable, se cuenta con un programa emergente de dotación del vital líquido, con el objeto de que los habitantes cuenten con el recurso para satisfacer sus necesidades físicas.

5.- Avances en México.

Como ya se mencionó anteriormente, la atención a los desastres provocados por los fenómenos hidrometeorológicos, se ha venido realizando en nuestro país desde hace tiempo, y ya de manera institucional y bien organizado el servicio, a partir de 1972 con el establecimiento de la Dirección de Control de Ríos, con la creación del Sistema Nacional de Protección Civil, se le ha venido dando aún más atención y se han puesto en marcha algunos programas específicos de prevención y atención a estos fenómenos hidrometeorológicos.

Con base en lo anterior, podemos afirmar que se han logrado avances considerables en nuestro país, en relación con los diversos aspectos que involucran estos fenómenos, desde su origen, desarrollo, desencañamiento de calamidades, situación de emergencia y recuperación hacia la normalidad.

A continuación se puntualizan algunos logros que se han alcanzado en México.

5.1 Acciones estructurales.

Dentro de estas acciones, como ya se mencionó, se encuentran las presas de almacenamiento que generalmente son de usos múltiples, entre ellas se pueden mencionar como ejemplo para el control de avenidas la de Netzahualcoyotl, Chis., Miguel Alemán, Ver., Cerro de Oaxaca., la Buena Mujer, B. C., presas del poniente de la Cd. de México, y las construídas en la cuenca del Río de las Avenidas, Pachuca, Hidalgo.

Entre las obras de protección contra inundaciones, se pueden citar como ejemplos importantes los cauces de alivio en el Bajo Río Bravo, los encauzamientos del Río Sta. Catarina, Monterrey, N. L., y del arroyo el cajoncito, B. C. S.; los bordos en las llanuras de inundación de Nayarit y Tabasco y los entubamientos de varios ríos en su cruce por ciudades importantes.

También se ha desarrollado una alta tecnología con el apoyo de investigaciones de hidráulica fluvial, en el diseño y construcción de obras en los propios cauces, tales como espigones, revestimientos y acorazamiento de sus márgenes.

5.2 Acciones institucionales.

Estas acciones son relativamente nuevas, más sin embargo, se han logrado también avances muy notorios y útiles en la prevención de estos fenómenos. A continuación se describen algunos de ellos.

Se cuenta con conocimientos avanzados sobre las condiciones que dan origen a los fenómenos hidrometeorológicos, así como los mecanismos que controlan su comportamiento y desencadenamiento de calamidades. Se le ha dado un énfasis especial a los huracanes, para lo cual se tiene el apoyo de la O.M.M., a través del Centro Meteorológico de Miami, en Estados Unidos, para detectar su génesis y conocer su futura trayectoria, toda esta información sirve de base para llevar el seguimiento de los fenómenos y territorio nacional, para tomar las acciones que permitan minimizar sus consecuencias negativas.

Se dispone de modelos de optimización hidroeconómica, para definir políticas de extracción de presas a largo plazo, con las cuales se logra el máximo aprovechamiento con el mínimo riesgo de daños por inundaciones.

Para el mediano plazo, por medio de modelos autoregresivos, es posible pronosticar volúmenes mensuales de escurrimiento, con los que se van a ajustar las políticas de operación para lograr los objetivos antes descritos.

En el corto plazo (situaciones de emergencia) se cuenta con modelos de cuenca que permiten pronosticar las crecientes a las entradas de las presas, o en algún sitio de interés, que combinados con los modelos disponibles de tránsito de avenidas por vasos, cauces y llanuras inundables, proporcionan el conocimiento de cómo evolucionará dicha

avenida a través del vaso de almacenamiento y cauces. Con base en estos resultados se emiten las instrucciones de operación de las presas, y los avisos de alerta o evacuaciones en las llanuras inundables; según sea el caso.

También se dispone de modelos que definen curvas de probabilidad de llenado y de derrames, con lo que se complementan las bases para la emisión de las instrucciones de operación de presas.

Por supuesto que un avance definitivo lo constituye la creación misma del Sistema Nacional de Protección Civil y todos los programas que se han logrado consolidar, tanto en oficinas centrales como en los estados y municipios, en los cuales participa de manera muy importante y en estrecha colaboración en los organismos involucrados, la Comisión Nacional del Agua.

7.- Compromisos para lograr un sistema ideal de protección civil por tipo de riesgo.

Los grupos federales deben coordinar la participación de todos los sectores a fin de lograr una protección eficaz a la sociedad, que garantice la integridad física de las personas, así como la salvaguarda de sus bienes materiales. Los grupos sociales, deben buscar mecanismos de organización y participación en los planes de atención de emergencias, cuando estas se presenten.

Comprometer a los medios masivos de comunicación para que ayuden a crear conciencia entre la población civil acerca de los riesgos que

implican estos fenómenos y orientar sobre las medidas que existen para hacer frente a dichos fenómenos.

Los gobiernos estatales y municipales, en virtud de que en su ámbito se presentan propiamente las calamidades, son los que deben integrar y poner en práctica los instructivos, manuales, planes de emergencia, de auxilio etc; así como lograr la concentración de los grupos privados.

Procurar la intervención de los organismos internacionales de auxilio, para que a través de ellos se logre obtener experiencia y recursos de otros países.

Consolidar y continuar la comunicación y coordinación de las autoridades y técnicos de la Comisión Nacional del Agua, con los respectivos niveles de responsabilidad emanados del Sistema Nacional de Protección Civil, tanto a nivel central (federal) como a nivel foráneo o (estatal y municipal), en lo correspondiente a las calamidades que desencadenan los fenómenos hidrometeorológicos severos.

8. Conclusiones.

Se puede afirmar que, dentro de los fenómenos hidrometeorológicos, las inundaciones son una de las calamidades que más afectan a nuestro país y que, después de las sequías, son las que más pérdidas económicas y de vidas humanas provocan año con año; pero también es cierto, que son

las que más se han estudiado, sobre todo recientemente, por lo que ya se cuenta con metodologías para su pronóstico y alertamiento, acorde con el tipo de información hidrometeorológica de que se dispone en nuestro país.

Para el monitoreo de ciclones y el pronóstico cuantitativo de lluvias, en nuestro país ya se están desarrollando técnicas para atender estos problemas.

También es urgente desarrollar metodologías de seguimiento, control y pronóstico de sequías a largo, mediano y corto plazo.

Aún cuando las sequías en México no han sido tan graves como las ocurridas en otras regiones del mundo, se están elaborando los planes de prevención y mitigación que puedan aplicarse en las condiciones actuales.

En nuestro país no se efectúan, a la fecha pronósticos objetivos de mareas de tempestad. Como los efectos de las mareas de tempestad dependen en cierto grado de la trayectoria del huracán que las genera, se requieren pronósticos objetivos del desplazamiento de los huracanes y no los basados en métodos estadísticos. Otro problema de los métodos de mareas de tempestad es la mala información de la batimetría cercana a las costas.

Es necesario ampliar y mejorar la red de estaciones meteorológicas existentes en el país para tener la capacidad de detectar la formación, desarrollo, desplazamiento y disipación de estos fenómenos, en forma oportuna y objetiva.

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 lo consiguiente, no es posible preveer con exactitud actualmente cuándo y dónde ocurrirán estos fenómenos.

Es conveniente que cuando se elaboren programas de desarrollo, en campos tales como: planificación urbana, la construcción, desarrollo turístico, desarrollo industrial, agricultura, recursos hidráulicos, y otros, se tome en cuenta el riesgo que implican los fenómenos hidrometeorológicos.