

Organización

3.4.1 El grado de organización que se precisa depende en gran parte de la extensión de la región correspondiente y del número de cuencas fluviales distintas dentro de una región. Para las grandes regiones complejas, a escala nacional, la organización se divide generalmente en tres niveles de operación: el distrito fluvial, los centros de pronósticos fluviales y una sede central. Un ejemplo de desarrollo avanzado de este tipo de estructura se encuentra en los Estados Unidos de América, donde todas las actividades de pronósticos forman parte del servicio meteorológico nacional dependiente de la National Oceanic and Atmospheric Administration (N.O.A.A.).

El primer nivel del servicio fluvial es la oficina fluvial de distrito. Esta oficina corresponde a una región limitada por las líneas divisorias de aguas o por los confines de condado o de estado y desempeña varias funciones, que consisten en la supervisión de la red de estaciones de comunicación de datos controlados dentro del distrito, la compilación de datos procedentes de esas estaciones, la retransmisión de dichos datos al centro de pronósticos fluviales y la difusión al público de los pronósticos fluviales recibidos del centro. En general, las tareas meteorológicas acaparan la mayor parte de la atención de la oficina que tiene asignadas las funciones del distrito fluvial, y se designa como especialista fluvial a un miembro del personal que posea al menos cierta capacitación en hidrología. No obstante, se instruye a todo el personal en las tareas hidrológicas más corrientes, para que pueda participar cuando es excesiva la carga de trabajo. Las tareas corrientes consisten en recibir por teléfono los datos de los observadores, preparar o enviar resúmenes de datos al centro de pronósticos fluviales y cotejar mensualmente los formularios que envían por correo los observadores con los informes telefónicos.

Los pronósticos recibidos del centro se difunden a los medios de información con arreglo a un plan decidido previamente. Otros receptores incluyen las oficinas locales de los sistemas de coordinación para socorro en caso de desastre, organismos públicos, organizaciones industriales que tienen intereses a lo largo del curso de un río y personas individuales que telefonan solicitando información. En general, es necesario adaptar los pronósticos en forma narrativa o adecuarlos desde el punto central de pronósticos en el río al punto correspondiente. Otras tareas adicionales del especialista fluvial incluyen la correspondencia con los observadores para aclarar problemas, y las visitas a las estaciones exteriores con fines de instrucción. Estas visitas las efectúa normalmente en compañía de un inspector de distrito cuya función es recorrer periódicamente todas las estaciones de la red para comprobar el equipo o acondicionarlo para los rigores invernales.

El especialista fluvial en la oficina de distrito desempeña un papel clave en la organización de los pronósticos. Cada pronóstico encierra un riesgo, y nunca hay seguridad absoluta de que un pronóstico concreto de nivel vaya a cumplirse dentro de límites estrechos. Los procedimientos que se utilizan para preparar los pronósticos fluviales no son perfectos, y hay deficiencias inevitables en la aportación corriente de datos. Además, existe incertidumbre en cuanto a la continuación de las precipitaciones (o de la fusión de la nieve o el amontonamiento de témpanos) y puede haber cambios imprevisibles en las curvas de cómputo de la estación de aforos y alteraciones repentinas provocadas por roturas en los diques

de defensa y salidas de caudal no previstas de los embalses. Todos estos factores podrían exigir reajustes en el último momento en los pronósticos que emite el centro de pronósticos fluviales. No siempre puede resolver estos problemas el centro, debido al tiempo que llevaría un nuevo análisis de los datos y a la demora en las comunicaciones. El especialista fluvial ha de tener capacidad para revisar sobre la marcha los pronósticos, basándose en su propio juicio y en su experiencia, cuando sean necesarias tales revisiones. La necesidad de revisión suele hacerse evidente cuando los niveles reales del río difieren considerablemente de los niveles correspondientes previstos.

Incumbe al centro de pronósticos fluviales desarrollar el procedimiento de formulación de pronósticos dentro de su esfera de competencia y enviar pronósticos sobre los niveles de las aguas de las oficinas fluviales de distrito en dicha zona con destino a las estaciones fluviales de importancia clave para los pronósticos. El centro cuenta en su personal con hidrólogos profesionales y, una vez establecido, su atención inicial se centra en establecer el procedimiento, para emprender las operaciones de pronósticos cabe esperar a que se termine de establecer el procedimiento para toda la región o se puede empezar por un distrito y seguir después sucesivamente por los restantes. Después de que comienza la fase operacional, si se aplica plenamente, el personal dedica parte de su jornada a la labor de pronósticos y otra parte a proseguir el desarrollo de los procedimientos. Es importante que continúen estos trabajos de desarrollo por varios motivos. En primer lugar, podría advertirse en los procedimientos ciertos puntos débiles, al aplicarlos a tempestades o crecidas de mayor gravedad de las que sirvieron para establecerlos. En segundo lugar, tal vez haya que revisar los procedimientos debido a causas de la administración de la cuenca de captación de aguas, o nuevas obras de construcción o urbanización. En tercer lugar, surgen nuevas demandas de servicio de pronósticos que exigen ampliar el procedimiento para cubrir esos aspectos adicionales. En cuarto lugar, podría haber nuevas técnicas que encierren la promesa de un mejoramiento en la exactitud de las predicciones y que merezcan ser experimentadas.

De ordinario existen varios distritos dentro de la esfera de competencia de un centro de pronósticos fluviales. En días de lluvias intensas y extendidas, acompañadas de una crecida general, tal vez sea necesario transmitir centenares de informes de datos al centro en un breve lapso de tiempo. A este fin es preciso codificar los datos y transmitir resúmenes de datos desde el distrito, por teletipo o por equipo análogo, de conformidad con un plan fijado de antemano. Para que las oficinas de distrito puedan desempeñar sus tareas en los plazos fijados, es asimismo necesario que el centro se ciña a un programa de mensajes de pronósticos por teletipo dirigidos a los servicios de la oficina de distrito. Una programación con un horario preciso exige una cuidadosa planificación de los métodos de elaboración eficiente de los datos en bruto, computaciones de los pronósticos y preparativos para los mensajes de pronósticos. El intercambio de datos y predicciones fuera de programa se realiza normalmente por teléfono.

La sede central supervisa el programa de pronósticos fluviales en toda la nación y proporciona orientación técnica a las oficinas sobre el terreno. La orientación consiste en controlar los progresos conseguidos por los centros de pronósticos fluviales y las oficinas de distrito en el desempeño de sus tareas, en recomendar mejoras en los métodos y en capacitar al personal profesional. La oficina central, ubicada en la organización matriz, cuenta con instalaciones y

personal altamente capacitado que no pueden tener en general las unidades sobre el terreno, para la investigación y la capacitación. La investigación consiste generalmente en ensayar nuevas técnicas a escala reducida experimental, y si los resultados tienen éxito, recomendar esas técnicas a los centros de pronósticos fluviales para una aplicación en mayor escala. Algunas investigaciones tienen una aplicación específica, que probablemente interesará sólo a uno o dos centros.

En pequeñas regiones con pocas cuencas fluviales, existe la tendencia a establecer la organización en un solo centro, sobre todo cuando efectúan esas operaciones las oficinas fluviales de distrito y el centro de pronósticos fluviales. La división tripartita general de funciones para regiones más extensas se considera oportuna por dos razones. Permite la concentración de especialistas científicos y técnicos en unos pocos centros para la investigación y el desarrollo de los procedimientos de pronósticos. Es conveniente aislar al que formula los pronósticos del contacto inmediato con el público durante los períodos de crecidas para mejorar la calidad y eficacia de los pronósticos formulados. También es esencial la coordinación entre los servicios meteorológicos y fluviales para utilizar plenamente las instalaciones hidrometeorológicas y sus sistemas de reunión de datos y de información al público.

Difusión

3.4.2 En las regiones grandes la distribución de la información de la alarma se realiza en dos o más niveles. El primer nivel consiste en la transmisión de datos a las oficinas fluviales de distrito. Se hace en forma condensada, para su retransmisión posterior a las autoridades públicas, en particular a las que tienen a su cargo las medidas de emergencia; el público queda informado por conducto de estas autoridades. En regiones pequeñas la transmisión podría hacerse directamente desde el centro de pronóstico a las autoridades públicas o la población, y hay situaciones en que el equipo de monitoraje de datos puede originar directamente la señal de alarma al público. Ocurre esto cuando es esencial la rapidez en la transmisión de los datos, como por ejemplo en la alarma de crecidas fulminantes. En la Figura 3.17 se muestra un ejemplo de un sistema desarrollado en los Estados Unidos de América.

La difusión en el nivel primero se efectúa principalmente por medio de sistemas de teleescritores o por teléfono en una transmisión en ambos sentidos entre el centro de pronósticos y los centros fluviales de distrito. Un sistema muy avanzado de este tipo, en el que es necesario el control por ordenadores de los datos compilados de varios centros de pronósticos, es el que se está desarrollando actualmente en los Estados Unidos de América, y al que se ha dado el nombre de Automation of Field Operation Systems (A.F.O.S.). Un sistema semejante sólo puede establecerse con grandes gastos y en una región en la que se ha acumulado experiencia de años sobre la alerta de las crecidas fluviales.

En el segundo nivel de difusión también pueden utilizarse los teleescritores pero el medio más común es el teléfono. Entre las autoridades públicas con las que hay que establecer contacto figuran diversos medios de información, lo que incluye la radio, la televisión y la prensa. Estos medios de información prestan un servicio de valor incalculable en la distribución de la alarma en toda una región. Las emisiones radiadas se incluyen en los boletines de noticias

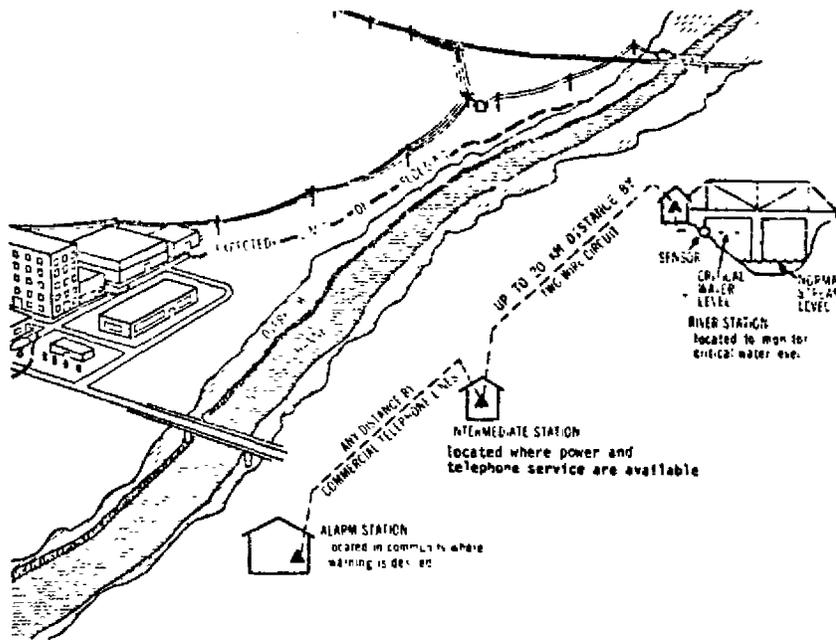


Figura 3.17 - Instalación de un sistema típico de alarma de crecidas fulminantes

programados o se transmiten como informaciones especiales. En algunos casos, pueden adoptarse disposiciones especiales para instalar receptores de radio, situados estratégicamente, en lugares públicos, como escuelas, hospitales, iglesias, etc., que se conecten automáticamente siempre que se transmita una alarma de crecida, conforme a una frecuencia prescrita.

Un procedimiento bastante común es, en el segundo nivel, la señal de alerta de la policía y de los centros de coordinación del socorro para casos de desastre. Estas entidades cuentan con técnicas eficientes, con frecuencia especiales, para difundir la información de alarma de inundaciones por todo un distrito. Por supuesto, es importante que, al llegar la alarma a este nivel de actividad, el autor de los pronósticos esté bastante seguro de que tienen justificación las medidas de emergencia. Esto plantea un difícil problema de decisión precisamente cuando los pronósticos son preliminares y dudosos. Si se dan demasiadas alarmas falsas e injustificadas la consecuencia es una apatía e indiferencia peligrosas de la población para el caso de alarmas justificadas.

Para un público consciente en general de los problemas de las inundaciones resultan útiles los sistemas de comunicados registrados en grabación para transmitirlos por teléfono, con líneas múltiples de acceso. Con este sistema, los individuos tienen que actuar directamente, y obtienen su información por teléfono cuando la solicitan. Cuando es necesario llegar hasta el "hombre de la calle" en zonas urbanas densamente pobladas, donde no puede estar garantizado el contacto por teléfono o por radio, un método popular es el empleo de sirenas. Para que este método resulte verdaderamente eficaz es preciso mantener un servicio de información pública. Es menester conseguir que la población se dé cuenta de lo que significa realmente la sirena de alarma y lo que se espera que haga cuando suene la alarma, que sepa que la inundación fluvial es inminente, con la probabilidad de obtener información más definitiva por conducto de otros medios, y que es posible que las aguas de la riada lleguen transcurrido un tiempo determinado. Es de suma importancia mantener esta conciencia pública. Existe también un peligro de que, después de cierto tiempo de inactividad, las señales automáticas, como las sirenas, o las señales visuales de alarma, como luces y banderas, no funcionen con la urgencia requerida.

Lo más frecuente es que una difusión eficiente de las señales de alarma consista en una combinación de varios métodos, tema que se examinará de modo más completo en otro capítulo. Independientemente del método o métodos adoptados, es importante establecer una organización adecuada en una determinada comunidad y asignar a una o más personas la tarea de hacer comprender a la población los daños de las inundaciones y lo que significan los sistemas de alarma, para conseguir que la población, al oír la alarma de inundación, actúe sin tardanza.

LUCHA CONTRA LAS INUNDACIONES

3.5 La lucha contra las inundaciones es una acción de emergencia emprendida durante una crecida fluvial para impedir la inundación de tierras y propiedades. En un sentido amplio, puede incluir las medidas de emergencia consideradas como parte de la construcción a prueba de inundaciones (página 31) y los procedimientos operacionales del control estructural de las inundaciones (página 58). En una acepción más restringida, comúnmente aceptada, se refiere principalmente a la

construcción de obras de defensa provisionales para contener el agua de las crecidas dentro del área de desagüe de las riadas y de las zonas de la llanura de inundación donde es aceptable la inundación, a la destrucción de los elementos que causan o agravan los niveles de crecida, y al refuerzo de las estructuras de protección existentes que se hayan debilitado peligrosamente en uno o más puntos.

Fallos en los diques de defensa y medidas para remediarlos

3.5.1 En la mayoría de los casos, el tipo de estructuras afectadas consiste en los diques de defensa no terraplenes y en los ríos y los diques costeros. Los diques de defensa constituyen un método firmemente arraigado y eficaz para impedir la propagación de las aguas de crecida. Cimentados en gran parte sobre obras de tierra pueden fallar y es necesario una vigilancia constante, de manera que se puedan contrarrestar los primeros indicios de rotura con rápidas medidas correctivas. Las causas de roturas son básicamente la erosión y las filtraciones.

Las obras de tierra, aun cuando estén recubiertas de hierba no son muy resistentes a las velocidades altas de la corriente. Los efectos de la erosión local o los boquetes se agrandan rápidamente y provocan por último una quiebra completa del dique de defensa. Una erosión y fallo similares puede ocurrir como consecuencia de las olas de superficie que ataquen al dique de defensa a lo largo de la línea de agua. Como es natural, los diques sólo contendrán el agua de crecida hasta su nivel de cresta. En condiciones extremas, cuando se sobrepasa el nivel de crecida de cálculo, inevitablemente las aguas rebosarán por esa cresta. El torrente de agua hacia el lado de la tierra cuando esto sucede tiene una capacidad erosiva peligrosa y rápidamente provoca la erosión y por último abre una brecha en el dique.

La estabilidad de los terraplenes se ve afectada por la filtración de agua a través del propio terraplén o de su cimentación. El efecto neto de la filtración puede ser un debilitamiento de la consistencia estructural del suelo debido a la lubricación y la subpresión, o la eliminación de la estructura sustentante del suelo por las fuertes corrientes de filtración. Esta última causa del derrumbamiento incipiente o total del terraplén se denomina formación de veneros y se manifiesta muy frecuentemente por un remolino de agua en la superficie en el lugar donde emerge la fuerte corriente de filtración. La reducción de la resistencia del dique de defensa y el incremento de la filtración se agrava por la existencia de raíces de la vegetación que crece en el dique de defensa, y por las horadaciones de roedores y otros animales. Estas horadaciones pueden ser muy graves. Las madrigueras de los roedores, por ejemplo, fue un factor importante en el derrumbamiento de diques y subsiguiente inundación durante las inundaciones desastrosas de 1974 en Bangladesh.

Un estudio de las medidas correctivas en diferentes regiones del mundo pone de manifiesto una señalada similitud entre los métodos utilizados. Las diferencias se deben principalmente a los distintos materiales fácilmente disponibles. En el Japón, por ejemplo, en las diversas técnicas se utilizan esteras, cuerdas, sacos terreros, estacas, etc., con elementos hechos de material de arroz y de paja, junto con madera, bambú y piedras.

Submersión e incursión

3.5.1.1 Puede levantarse una barrera física contra la submersión de la ribera fluvial o del dique de defensa mediante la construcción de estructuras bajas de contención hechas de sacos terreros, tierra, madera, matorrales y materiales similares. Encima del dique de defensa, el lado de la barrera que da al río se construye habitualmente cerca del borde más próximo a la corriente de la cresta del dique. La altura posible de esta protección complementaria depende de la estabilidad calculada del dique y de su cimentación, pero rara vez excede mucho de un metro (Fig. 3.18). Si se hace inevitable la submersión, son necesarias precauciones rápidas, como en el Japón donde se suelen colocar esteras de protección desde la cresta en el lado de tierra del dique de defensa (Fig. 3.19). Antes que permitir la submersión, en muchas regiones se prefiere abrir brechas en forma deliberada y mecánica en una sección predeterminada del dique de defensa. Con esto se anega parte de la llanura de inundación para proteger otras partes en otros tramos fluviales. Con bastante antelación a la eventualidad se procede a una evaluación cuidadosa de esta medida.

Las olas y la erosión de las riberas

3.5.1.2 Contra la acción de las olas se aplica una protección especialmente construida. Hay una variedad de estructuras que consisten esencialmente en tipos diseñados para amortiguar la fuerza de las olas antes de que rompan contra el terraplén, como el método de estancadas flotantes, o los métodos para proteger el talud mediante un recubrimiento resistente al arrastre por socavación, como el esterado o los matorrales. Se muestran ejemplos a este respecto en las Figs. 3.20 y 3.21. En los países orientales se previene el arrastre por socavación, especialmente grave, que se registra localmente mediante paraderas (Fig. 3.22).

Remolinos de filtraciones, deslizamiento y derrumbamiento de taludes

3.5.1.3 Las medidas correctivas contra los problemas de las filtraciones son de varios tipos. En primer lugar, es posible prevenir o contener altos coeficientes de filtración mediante la colocación de un muro de tablestacas en el lado del río del terraplén, con una capa de material impermeable colocado entre la faz de las tablestacas y la del terraplén. Otro procedimiento es colocar un esterado especial en la faz que da al río para reducir la permeabilidad en el terraplén.

Muchos problemas de estabilidad provocados por las filtraciones se resuelven mediante la construcción de sistemas de desagüe interior, consistentes principalmente en surcos de drenaje de material granular o de fajas situados en el lado de tierra del terraplén (Fig. 3.23) y conectados entre sí por una o varias acanaladuras longitudinales de intercepción. El desagüe originado con este sistema contribuye a mantener niveles bajos de saturación en el dique de defensa y puede interceptar el agua de filtración que de otra forma ocasionaría la formación de veneros interiores, con los problemas consiguientes. Los remolinos de superficie, que indican la existencia de esos veneros, pueden evitarse o controlarse mediante la construcción de un muro de cercado completo o parcial de sacos terreros, que se conocen en el Japón con el nombre de método Moon-Ring. Se hace entrar dentro del cercado un cierto caudal de agua, cuya altura se calcula para reducir el coeficiente de desagüe (Fig. 3.24).