

Master en Ingeniería Medioambiental y Gestión del Agua 2007/2008

Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano

PRESAS Y OBRAS FLUVIALES – III

EXPLOTACIÓN Y SEGURIDAD

AUTOR: FRANCISCO BLÁZQUEZ PRIETO
ING. DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



Índice

1. IDEAS GENERALES SOBRE EXPLOTACIÓN.....	3
2. ORGANIZACIÓN DE LA VIGILANCIA Y CONTROL	3
3. NORMAS DE EXPLOTACIÓN.....	4
4. CONCEPTOS SOBRE SEGURIDAD.....	6
5. AUSCULTACIÓN.....	7
6. OBTENCIÓN DE LOS DATOS	9
7. ELEMENTOS Y SISTEMAS DE MEDICIÓN	10
8. TRATAMIENTO Y ARCHIVO	12
9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	13
10. CONTROL DE CRECIDAS	14
11. PREVISIÓN DE AVENIDAS. SAIH	16
12. EMERGENCIA Y PROTECCIÓN CIVIL.....	18
13. PLANES DE EMERGENCIA.....	18

1. IDEAS GENERALES SOBRE EXPLOTACIÓN

El objetivo de una presa es la regulación y derivación de unos caudales con la magnitud y distribución temporal más convenientes a los usos a que se destinan. Este objetivo no comienza a llevarse a cabo hasta que las obras de la presa han finalizado. Su cumplimiento se efectúa en una nueva fase de la vida de la presa, la explotación.

Todas las acciones en la presa tienen uno de los fines siguientes, aunque con el objetivo único citado.

1. Obtener el resultado óptimo con el juego del embalse. Las maniobras para su consecución son función de los usos y las circunstancias del embalse y deberán estar claramente definidas.
2. Mantener la presa en condiciones de seguridad. En relación con este fin se efectúan dos grandes grupos de acciones:
 - Acciones para vigilancia de la obra civil.
 - Acciones de mantenimiento de los equipos mecánicos.

Existe un tercer grupo de acciones que son las relacionadas con el control de avenidas a las cuales se dedicará un tratamiento independiente.

2. ORGANIZACIÓN DE LA VIGILANCIA Y CONTROL

Cuando la presa pasa a explotación, el equipo al cargo asume toda la responsabilidad. Este equipo suele ser multidisciplinar e integrado en la plantilla del propietario de la presa, con actividad distribuida entre diversas obras y atención en función de la importancia y circunstancias de cada una.

La Instrucción prescribe que toda presa tenga un ingeniero responsable de su seguridad durante su explotación. En general, éste será el jefe encargado de la explo-



tación, pero si sus ocupaciones no se lo permiten, puede ser otro ingeniero de la plantilla o incluso uno externo contratado al efecto. En la mayoría de las presas esta actividad es de ocupación parcial; pero con una característica muy importante que es la inmediata disponibilidad. El responsable de la seguridad puede dedicar a la presa una moderada atención pero ha de estar disponible en el momento en que se le requiera.

El equipo encargado de la seguridad de la presa ha de contar siempre con la capacidad de decisión y los medios para cumplir su cometido sin limitaciones. Para combatir el peligro de la monotonía en este tipo de trabajo es positiva la intervención de técnicos ajenos, que estimulan la acción opinando y corrigiendo. Del mismo modo el ingeniero responsable, ha de ser consciente de sus limitaciones y solicitar de los especialistas las colaboraciones que estime oportunas.

Debe hacerse referencia, dentro del equipo, a la figura del vigilante, que tiene entre otras misiones la observación visual directa de la presa y la toma de datos sencillos de los aparatos de control. Esta persona es quien más directa y frecuentemente está en contacto con la presa por lo que conviene resida en su proximidad. Deberá efectuar, en principio, un recorrido diario de la presa, galerías, aparatos de observación, elementos mecánicos, etc.

3. NORMAS DE EXPLOTACIÓN

Este documento es de carácter obligatorio para cada presa. La Instrucción determina su obligatoriedad así como un contenido mínimo (Art. 94). El Reglamento confirma la obligatoriedad de su redacción y mantenimiento (Art. 5.7 y 30.4) explicitando una serie de datos que formarán dicho contenido mínimo.

Su objeto es determinar las operaciones para asegurar el correcto funcionamiento y seguridad de la presa en condiciones normales. También es definir cuando está la presa en situación de emergencia y señalar las actuaciones que deben efectuarse en la misma.



Están estructuradas por una memoria y una serie de anejos: una organización de la memoria podría ser la siguiente:

1. Introducción. En este apartado se presentan la norma, su objeto y el marco legal que se toma como referencia.
2. Aspectos generales. Se resume la información y aspectos específicos relacionados con el propio documento.
3. Descripción del aprovechamiento. Incluye una descripción resumida de la presa, el embalse y las instalaciones que son objeto de la aplicación de la norma.
4. Normas. Este apartado son las normas de explotación propiamente dichas y contiene la información sobre: control y vigilancia, conservación y mantenimiento, explotación en modo normal y en caso de avenidas, actuación en situación de emergencia.
5. Organización y medios. Describe la organización y medios para la explotación.
6. Otros. Se indican los aspectos que no han quedado definidos en los apartados anteriores como puede ser: actualización del plan, mantenimiento del archivo de la presa, formación del personal, etc.

Los anejos recogen toda la información relacionada con su epígrafe. Como en el caso de la memoria, una organización podría ser la siguiente:

- Anejo 1. Programa de mantenimiento e inspección ordinaria de la presa.
- Anejo 2. Programa de auscultación de la presa.
- Anejo 3. Resguardos mínimos estacionales.
- Anejo 4. Procedimiento para desembalses normales.
- Anejo 5. Procedimiento para explotación en avenidas.
- Anejo 6. Umbrales del escenario cero de emergencia.
- Anejo 7. Organización general de la explotación de la presa.



4. CONCEPTOS SOBRE SEGURIDAD

La seguridad absoluta es un límite inalcanzable. Toda obra debe tener garantizada su permanencia frente a las solicitaciones previsibles, incluso extremas, pero esa previsión ha de tener un límite. Por ejemplo: al construir una casa ha de asegurarse su integridad frente a la lluvia, el viento y las sobre cargas que va a soportar; podría suceder que cayera sobre ella un meteorito, o un satélite artificial que falle. Sin embargo, a nadie se le ocurre construirla para resistir tal eventualidad, casi absurda. Así, cuando se analiza la seguridad de una obra, hay que llegar a un límite razonable en las hipótesis, cuya superación sea tan remota, que se acepta ese riesgo.

En resumen, el grado de seguridad que se fija para una obra, no depende solo de las circunstancias externas a ella sino también de su importancia, su utilidad y de las consecuencias que su destrucción o deterioro producirían.

Para la presa, al plantear la seguridad exigible hay que considerar que tiene un triple valor:

1. **Coste de construcción** que suele ser elevado, así como el tiempo necesario para ella. Su destrucción significa pérdida de dinero y tiempo si se quiere reconstruir o reparar.
2. **Lucro cesante.** La presa se hace para servir a uno o más usos. Si desaparece, cesa la utilización. Incluso una avería supondría una limitación y pérdida en la explotación durante el tiempo necesario para repararla. Estas pérdidas son muy importantes, no sólo económica, sino socialmente, e incluso superiores al coste mismo de la presa.
3. **Daños a terceros.** La destrucción total o parcial de una presa puede suponer el vaciado brusco del agua contenida. En este caso, la onda formada se transmite con alto poder destructivo que puede afectar a varios kilómetros. Los daños superan, con mucho, el coste de la presa y, sobre todo, pueden producirse víctimas humanas.



Evidentemente, cuanto mayores sean estas componentes de daño, tanto menor será el riesgo aceptable. Además, no deben olvidarse los condicionantes psicológicos y sociales. Causa mayor efecto una catástrofe originada por una presa que otra de número similar de víctimas producida por un accidente aéreo. Y ello es por un matiz psicológico: el usuario de un avión conoce que corre un riesgo y lo acepta, porque es insignificante frente al beneficio del transporte. Pero el que vive aguas abajo de una presa no siempre se beneficia de ella y el riesgo suele ser impuesto.

Por todo ello, la seguridad que se exige a una presa será más elevada que la de otras estructuras; el grado de responsabilidad del que la proyecta, construye o explota debe estar en consonancia con estas exigencias y las normas de explotación deben considerar el valor económico y humano de la obra sobre su entorno.

Por último, se recuerda que los grandes embalses proporcionan la ventaja de disminuir la frecuencia de las crecidas aguas abajo, sin que puedan evitar la posibilidad de dar paso a una gran avenida. El hecho de que las avenidas se produzcan con poca frecuencia facilita la invasión de los cauces por instalaciones y viviendas, lo que puede traer consecuencias funestas, que aumentan los riesgos antes señalados.

5. AUSCULTACIÓN

La seguridad de una presa depende fundamentalmente de su correcta observación para comprobar si se comporta de acuerdo con lo previsto o si presenta alguna anomalía que aconseje tomar medidas. Es muy raro que una presa se rompa de forma inesperada, antes de llegar a una situación crítica siempre avisa a través de una serie de síntomas: gran aumento de filtraciones, deformaciones anómalas, grietas, etc. Por eso es tan importante la observación sistemática y la interpretación de sus datos.

La observación estructural de la presa se lleva a cabo mediante dos tipos de actividad:



- Una genérica, de vigilancia, que puede realizarse por personal no especializado, simplemente adoctrinado en su misión y en los aspectos que debe observar.
- Otra detallada y técnica de auscultación y medición, que se basa en aparatos específicos instalados en la presa y en el terreno. Esta labor requiere además de los aparatos, un personal especializado para manejarlos, mantenerlos e interpretarlos. La interpretación final de los resultados se hace en gabinete, comparándolos con los que deben resultar según el proyecto y las variables exteriores.

La vigilancia, incluso la de tipo genérico visual, no especializada, es muy importante; de hecho, la mayoría de los defectos detectados lo son gracias a observaciones directas.

Se denomina **auscultación** de la presa, con un nombre tomado de la medicina por su clara semejanza, al “conjunto de acciones cuyo fin es conocer su estado actual y la evolución en el tiempo, en relación con las previsiones del proyecto y con los objetivos de su construcción”. Este diagnóstico tendrá como consecuencia la aplicación de medidas correctoras o de nuevas condiciones de explotación. Su finalidad es el control de las condiciones de seguridad. La toma normalizada de datos, así como su rápido análisis e interpretación, supone un incremento de la seguridad.

Se considera que la seguridad de la presa resulta de eliminar o minimizar cualquier condición que pueda llevar a su deterioro. Por lo general el fallo de una presa es un proceso complejo que se inicia con alguna anomalía no detectada o no tenida en cuenta. Por ello es esencial recoger, procesar y estudiar cuidadosamente toda la información disponible pues la misma amplía de forma significativa el conocimiento sobre el comportamiento esperable de la presa.

La auscultación de una presa no es estática sino que varía a lo largo de su vida distinguiéndose las siguientes etapas:



1. Construcción
2. Fase de primer llenado
3. Explotación
4. Situación de presa envejecida

La principal diferencia en cada etapa consiste en la diferente frecuencia de los datos a tomar, ya que el procesado de los mismos debe mantenerse estable.

Por otra parte en la auscultación de una presa se distinguen tres fases muy diferenciadas:

- 1) Obtención de los datos
- 2) Tratamiento y archivo
- 3) Análisis e interpretación de los resultados

A continuación se tratará la realización y la problemática de cada fase.

6. OBTENCIÓN DE LOS DATOS

Cuando se proyecta la presa, se supone un cimiento estable, y poco deformable; a partir de él, y considerando monolítica la presa, el cálculo proporciona las tensiones en una serie de puntos de la estructura, y los desplazamientos en esos u otros puntos al actuar las cargas. Al mismo tiempo se supone que la presa y su cimiento son muy poco permeables y se admiten unas leyes de presión intersticial.

De acuerdo con estos postulados debe considerarse la medición de las siguientes variables:

1. **Variables exteriores** (nivel del embalse, temperatura máxima y mínima, lluvia).
2. **Datos de comportamiento estructural** (desplazamientos absolutos y relativos, deformaciones unitarias, tensiones, temperaturas en el hormigón).
3. **Datos de comportamiento hidráulico** (filtraciones, subpresión).



Para medir las variables indicadas se precisa una serie de aparatos, muchos embebidos en la masa del hormigón y por ello con medida a distancia. Para éstos no resulta posible una rectificación “a posteriori” si se viese que fallan, por consiguiente se precisa:

- 1) Una correcta elección de la distribución de aparatos de medida en la presa.
- 2) Una selección idónea de la casa fabricante, pues no todas las existentes en el mercado tienen igual calidad.
- 3) Una colocación y montaje adecuados.

Hay que tener en cuenta que a lo largo de la explotación las medidas serán habitualmente realizadas por los vigilantes de la presa. Por ello, conviene procurar que los aparatos de medida sean robustos, sencillos y de lectura directa.

Las lecturas realizadas se anotarán en estadillos preparados a tal efecto, y se transmitirán periódicamente a la oficina donde se realice la interpretación de resultados. Conviene tener calculados una serie de valores límite y hacerlos figurar en el impreso correspondiente, para que si en un momento dado el vigilante observa una lectura que sobrepase ese valor, dé la alarma de que ocurre algo anormal, sin esperar al envío de los datos.

7. ELEMENTOS Y SISTEMAS DE MEDICIÓN

Variables exteriores. Para su medición se emplea una **estación meteorológica** normalizada que incluye termómetro y pluviómetro. El nivel del embalse se observa manualmente mediante **escalas** o de forma directa con equipos neumáticos (balanzas) cuya precisión es de 1 cm y permiten la teletransmisión.

Desplazamientos absolutos. Se obtienen directamente con péndulos y clinómetros. Los péndulos permiten conocer los desplazamientos entre puntos de su vertical, ya que al deformarse la presa los desplazamientos serán medibles en la base.



El **péndulo directo** o suspendido, debe estar inmerso en líquido, agua o aceite, para que se amortigüen las pequeñas oscilaciones que simples corrientes de aire pueden provocar. El **péndulo invertido** tiene, además del anclaje y del hilo, que ha de ser inoxidable, un flotador con forma tórica situado en un recipiente también anular, con hueco en el centro por donde pasa el hilo que se une al flotador.

El péndulo proporciona una vertical fija en el espacio, a la cual se pueden referir puntos de la presa situados a distinta altura, determinando los movimientos que en ellos se producen. Estos puntos o estaciones de lectura se sitúan en las galerías donde se instalan elementos ópticos capaces de permitir la detección de movimientos con precisión de 0,1 mm.

Los **clinómetros** permiten medir rotaciones en un plano vertical (giros respecto a una recta horizontal). Constan de un nivel de aire muy sensible montado sobre una barra de suficiente longitud alcanzándose precisiones de hasta 10^{-6} radianes.

En las presas de materiales sueltos interesa conocer los asientos zonales para lo cual se dispone de un **tubo telescópico** por el que se introduce un elemento denominado **torpedo de medida** que, mediante un sistema de inducción, activa unos sensores situados en puntos conocidos, obteniéndose la medida de la profundidad actual mediante una cinta graduada.

Para la comprobación de estas mediciones pueden emplearse **procedimientos topográficos**. Como las mediciones topográficas son lentas y requieren una elaboración posterior, suelen hacerse con intervalos de varios meses o un año.

Deformaciones unitarias o zonales. Para su medición se emplean **extensómetros** (de hilo, de varillas, eléctricos o de cuerda vibrante) que detectan las variaciones de longitud entre dos puntos. Los extensómetros suelen situarse en **rosetas** de cuatro elementos con direcciones a 45° entre sí formando un plano.



Tensiones. Se calculan a partir de las deformaciones y del módulo de deformabilidad o midiéndolas directamente con **telepresímetros** o **células de carga**. Los modelos más empleados constan de dos discos rígidos cuya deformación es proporcional a las tensiones.

Desplazamientos relativos. Estos desplazamientos entre puntos muy próximos (caso de juntas, fisuras o diaclasas en el terreno) se miden estableciendo **bases de medida** que abarquen ambos lados del punto a medir. Estas bases son de tipo tridimensional para su medición con **calibre** o **comparador** o con bulones para ser medidas por **elongímetros**.

Temperaturas. Son básicas para la obtención de las tensiones y se miden con **termopares** o **termorresistencias** situados en el interior de la presa con transmisión eléctrica al exterior.

Filtraciones. Se aforan donde aparezcan, mediante la medida del tiempo de llenado de un **recipiente** con capacidad conocida. Además se obtendrán caudales totales o zonales de la presa en puntos de fácil medición empleando recipientes fijos adecuados o disponiendo **vertederos** para medir la altura de lámina vertiente, sea con procedimientos ópticos manuales o con **medidores de nivel** automáticos.

Presión. Se mide en los propios drenes mediante **manómetros** o **piezómetros de cuerda vibrante**. Estos tienen la ventaja de poder quedar embebidos en el interior de la presa.

8. TRATAMIENTO Y ARCHIVO

La información que se genera se refleja en los estadillos específicos para auscultación que se envían a las oficinas técnicas. Para hablar de las frecuencias con que deben realizarse las distintas mediciones, hay que distinguir previamente dos fases



muy distintas de la auscultación:

1. Periodo de construcción de la presa y primeros llenados del embalse.
2. Vida normal de la presa cuando ya se ha comprobado su comportamiento.

Los datos recibidos son transcritos en soporte informático, comprobados de nuevo durante este proceso y, una vez aceptados, se incorporan a los bancos de datos de la presa.

A partir de los datos se obtienen los resultados de las magnitudes no medibles directamente, éstos se clasifican y archivan para su posterior análisis e interpretación.

9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Esta es la fase más técnica de las que componen el proceso de la auscultación. Deben ser estudiadas las magnitudes y su evolución y es preciso discernir cuales son las relaciones entre ellas, de forma que conociendo como cambia alguna variable, se pueda estimar con cierto grado de precisión cual será el comportamiento de las relacionadas con ella.

Entre las principales tareas que se incluyen en este apartado destaca la elaboración de modelos a partir de la obtención de valores de tendencias y de correlaciones entre las diferentes variables. Estos modelos constituyen una importante herramienta para obtener la estimación del comportamiento esperable en función de las diferentes condiciones de explotación.

En la interpretación, hay que verificar la hipótesis de permeabilidad, midiendo las filtraciones y las presiones. Simultáneamente se deben analizar las tensiones en una serie de puntos para conocer si el material de la presa está próximo a agotarse o no. También, es necesario estudiar los desplazamientos en distintos puntos de la presa y su cimiento.



Una de las consecuencias de estos trabajos, posiblemente la más importante, es la fijación de límites de uso o condiciones de explotación.

Realizada la interpretación de los análisis, se procede a la redacción de los informes de comportamiento en los que deben quedar plasmados todos los datos que permitan seguir el comportamiento de la presa y tomar a tiempo las medidas necesarias. Su periodicidad es función de la importancia y del estado de la presa, estimándose como adecuada una periodicidad anual, si bien pueden emitirse con periodicidad inferior boletines reducidos.

Al cabo de varios años, se debe realizar un análisis completo de su estado y seguridad. Este Informe sobre Seguridad debe hacerse por un consultor o experto distinto del que tiene la responsabilidad de su mantenimiento para completar la visión con otro punto de vista y eliminar posibles defectos de rutina. La opinión externa e imparcial resulta valiosa; incluso, si confirma informes anteriores, éstos quedan revalorizados. Lo prescrito es hacer un informe de ese tipo cada cinco o diez años según la clasificación que tenga la presa.

Otro tipo de informe es el llamado “Documento XYZT”. Esta denominación simbólica expresa sintéticamente su objeto, que es recoger en compendio todos los datos referentes a la presa que la definan en el espacio (situación, dimensiones), y en el tiempo (historia, estudios, proyectos, vicisitudes de la construcción). Estos documentos son de gran utilidad, pues la documentación de una presa suele ser muy amplia, variada y, a veces, dispersa.

10. CONTROL DE CRECIDAS

Supone una actividad añadida a las de explotación rutinaria con dos fases diferenciadas:



1. **Estado de alerta.** Su objeto es prepararse para actuar cuando llegue la crecida, a tal fin se tomarán una serie de medidas; siendo las más importantes:
 - Revisión de mecanismos y mandos.
 - Llamada al personal disponible y aviso a la población aguas abajo.
 - Vaciado preventivo del embalse.

El estado de alerta se inicia cuando las observaciones de rutina sobre parámetros hidrológicos o del embalse alcanzan valores predeterminados, los más típicos son:

- Lluvia aguas arriba del embalse.
- Nivel del embalse elevado o variación fuerte en el mismo.
- Variación de caudal de entrada o en aforos aguas arriba.

En general se usan varios de estos parámetros pues ninguno de ellos suele ser expresivo tomado aisladamente. Es importante que la elaboración de resultados y la toma de decisiones a partir de los datos esté hecha previamente con cuidado y serenidad para que éstas puedan ser rápidas y adecuadas. Con los resultados a la vista se decide la estrategia de explotación, pasiva (de espera) o preventiva (desagüe previo) así como la futura si se confirma la crecida.

2. **Situación de crecida.** Cuando la avenida llega al embalse, su control tiene prioridad respecto a las labores rutinarias. La condición límite absoluta es evitar el rebose de la presa, sobre todo si ésta es de materiales sueltos. Los objetivos de control pueden ser:
 - Disminuir el caudal punta aguas abajo.
 - Mantener el nivel del embalse.
 - Asegurar el llenado final del embalse.
 - Conseguir que el caudal vertido no supere cierto valor.



La explotación en periodo de crecida debe estar estudiada y prevista de antemano en un Plan que explique la secuencia de las operaciones en varios casos tipo según la intensidad de la avenida, el tiempo de preaviso, el nivel del embalse, etc. Se trata de conseguir que estas operaciones se aproximen en lo posible a una rutina para que el personal encuentre facilitada su tarea. Debe tratarse de reducir las contingencias no previsibles al mínimo inevitable.

El funcionamiento automático evita trabajo al personal y errores humanos, pero introduce el riesgo de fallo mecánico o electivo. Para minimizarlo, los dispositivos automáticos deben estar bien proyectados y contruidos, además la Instrucción prescribe que las compuertas con accionamiento automático no sobrepasen el 50 % del total.

11. PREVISIÓN DE AVENIDAS. SAIH

El fundamento de la previsión es disponer de una base de datos y un modelo para interpretarlos y convertirlos en previsión de caudales en los puntos e instantes deseados. La previsión ha de hacerse sobre datos variados para obtener la máxima precisión posible. La variedad de datos permite multiplicar los más económicos gracias al apoyo de otros más caros, lógicamente en menor número y adecuadamente ubicados y seleccionados. Un análisis de su distribución lleva a una optimización técnica y económica del sistema.

En principio, es deseable que haya al menos un pluviómetro cada 200 km². Debe situarse en el lugar más significativo de la superficie que trata de definir. Las estaciones de aforo son función del apoyo que haya que dar a los pluviómetros para, en conjunto, poder traducir las lluvias a caudales en cualquier punto de la cuenca, fuera de los aforos directos.

En función de los datos disponibles la previsión puede ser de dos tipos:



- **Determinista.** Es la previsión del caudal en un punto conociendo la onda de avenida en otro punto aguas arriba, porque se basa en cálculos físicos sobre el cauce, suma de otras aportaciones, deformación de la onda, etc. Las previsiones deterministas son siempre a corto plazo, puesto que sólo las causas actuales e inmediatas son conocidas.
- **Probabilista o estocástica.** Se basan en las leyes de la probabilidad aplicadas a unos datos para obtener unos resultados. Por ejemplo, el caudal de una crecida de una recurrencia dada. Las previsiones probabilistas sólo son útiles a largo plazo, puesto que se basan esencialmente en series de cierta longitud para que sean aplicables.

La Dirección General de Obras Hidráulicas ha desarrollado un plan denominado **SAIH** (Sistema Automático de Información Hidrológica), que se aplica a cada una de las grandes cuencas hidrográficas, cuyo objetivo es proporcionar una información completa y rápida sobre el estado de la cuenca para poder tomar a tiempo las medidas oportunas. Los objetivos específicos del SAIH son los siguientes:

- Suministrar información en tiempo real sobre las variables climáticas, hidrológicas e hidráulicas más representativas.
- Prever la evolución de los caudales y niveles del agua.
- Controlar y optimizar la explotación de los embalses, trasvases y canales.

Para alcanzar esos objetivos se diseñan, instalan y explotan dos conjuntos de elementos complementarios entre sí formando un sistema integrado:

- Una red de sensores de alta fiabilidad que garantiza la toma y transmisión de datos y mensajes entre los diversos puntos de control y el Centro de Gestión Hidráulica.
- Un sistema de recepción, y gestión de datos que permita conocer la situación; analizar la solución más adecuada y emitir las consignas de explotación.

En épocas normales el SAIH suministra en tiempo real todos los datos preci-



para conocer el estado de los ríos, que pasan a formar un archivo informatizado. En épocas de lluvias intensas los datos del SAIH sirven para la previsión de avenidas y su control (dando las consignas de actuación idóneas).

12. EMERGENCIA Y PROTECCIÓN CIVIL

Es muy importante fijar la cadena de responsabilidades en la toma de decisiones durante las situaciones de emergencia, pues la información completa y fiable, aunque facilita, nunca sustituye ni evita la decisión personal.

La presa distorsiona los caudales naturales aguas abajo al abrir los desagües. Por ello, antes de incrementar más de un cierto caudal, hay que advertir a las autoridades del cauce. Es prudente la apertura por escalones para que la población advierta el cambio.

Hay que tener previsto un **Plan de Emergencia** en conexión con el Servicio de Protección Civil de la zona aguas abajo para conocer los problemas que puedan producirse en algunos casos extremos y la eventual evacuación de personas y bienes.

13. PLANES DE EMERGENCIA

El Plan de Emergencia de una presa es un documento que se redacta para cumplir con la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones. Su contenido no se refiere a la evaluación del nivel de seguridad de la presa, sino a las actuaciones a llevar a cabo por el titular para hacer frente a eventuales emergencias.

La información se elabora con el fin exclusivo de establecer medidas preventivas de reducción del riesgo. La estructura se adapta a la Guía Técnica “Elaboración de los Planes de Emergencia de Presas” redactada por el MMA. De acuerdo con ella el Plan consta de tres grandes apartados además de la presentación del documento.



- a) Normas (con cinco capítulos)
 - 1. Identificación de la presa y del documento
 - 2. Descripción de la presa, el embalse y su entorno
 - 3. Organización general, medios y recursos
 - 4. Normas de actuación
 - 5. Zonificación territorial y estimación de daños

- b) Documento de operatividad del plan. Contiene la información básica operativa que es útil a la población, a las autoridades y a los organismos afectados por el Plan. Esta información se elabora para facilitar la implantación de las medidas de protección, por parte de Protección Civil, dirigidas a la reducción del riesgo. Incluye los siguientes apartados:
 - 1. Datos principales de la presa y del titular
 - 2. Definición de la emergencia y de sus escenarios
 - 3. Actuaciones del titular respecto al exterior (en cada escenario)
 - 4. Procedimientos y formularios de aviso al exterior
 - 5. Áreas inundables y alerta en zona inundable por parte del titular

- c) Anejos (en general son de tipo justificativo de las normas del primer apartado)
 - 1. Justificación del análisis de seguridad
 - 2. Justificación de la zonificación territorial
 - 3. Justificación de las normas de actuación
 - 4. Justificación de la organización, medios y recursos.

Existen unos apéndices dedicados básicamente a la recopilación de datos

- 1. Procedimientos, relaciones, formularios y gráficos.
- 2. Directorio del personal, propio del titular adscrito al Plan.
- 3. Directorio de medios materiales propios del titular adscritos al Plan.
- 4. Directorio de medios y recursos ajenos al titular adscritos al Plan.
- 5. Organizaciones distintas del titular implicadas en el Plan.