

## Introducción

---

*Los sistemas hidráulicos fluviales con embalse de regulación* constituyen una de las formas más relevantes de aprovechamiento de los recursos hídricos, tanto para la generación de energía como para el abastecimiento, riego y control de crecidas. En estos sistemas, la regulación de los caudales permite modificar el régimen natural del río mediante el almacenamiento de agua en periodos de abundancia y su posterior liberación conforme a las demandas del proyecto. La implantación de estos sistemas implica la construcción de presas y estructuras asociadas, cuyo diseño y operación requieren el análisis integrado de variables hidrológicas, hidráulicas, geológicas, geotécnicas y estructurales.

Este volumen corresponde a los sistemas hidráulicos fluviales con embalse regulador y en él se desarrollan la teoría, los criterios y los métodos de cálculo y diseño de los componentes y estructuras ingenieriles que los conforman, entre los cuales se incluyen los embalses de regulación, las presas reguladoras de tierra y de hormigón sin vertido incorporado, los aliviaderos de excedentes, las captaciones desde embalse y otras estructuras de desagüe. En los apartados iniciales se presenta una introducción general a los sistemas hidráulicos fluviales, su clasificación y las particularidades que distinguen a los sistemas con embalse regulador de aquellos sin embalse. Asimismo, se identifican las principales estructuras hidráulicas que intervienen en ambos casos, las solicitaciones y fuerzas que actúan sobre ellas, y sus combinaciones, así como las condiciones de implantación y los tipos estructurales, en función de las características físicas del sitio, particularmente las condiciones topográficas y geológico-geotécnicas.

El embalse de regulación constituye el elemento central del sistema, ya que permite almacenar y gestionar el recurso hídrico. En este contexto, se desarrollan los procedimientos para determinar los niveles y volúmenes característicos del embalse, así como la garantía en tiempo y magnitud de los caudales y volúmenes regulados. Por su parte, las presas reguladoras de tierra son analizadas considerando los criterios de dimensionamiento, la evaluación de las condiciones geológico-geotécnicas del macizo de cimentación, las medidas constructivas orientadas a mejorar las condiciones de filtración y resistencia, la identificación y cuantificación de las fuerzas actuantes, los procedimientos para el análisis de la filtración a través de la presa y del suelo de cimentación, la determinación de la línea piezométrica y del caudal de filtración, los elementos de control de filtraciones, el análisis de deformaciones y los criterios de estabilidad de taludes.

En el caso de las presas reguladoras de hormigón sin vertido incorporado, se aborda el proceso de formulación y diseño del perfil transversal, la identificación y cuantificación de las fuerzas actuantes —en particular la subpresión—, el análisis de estabilidad al corte, la verificación de la resistencia mecánica de la estructura y del macizo de cimentación, y el diseño de los elementos constructivos necesarios para contrarrestar los efectos de la subpresión. Complementariamente, los apartados correspondientes a las estructuras de desagüe desde embalses reguladores incluyen la identificación de los distintos tipos de aliviaderos, sus particularidades constructivas y operativas, los criterios y procedimientos para el diseño de aliviaderos de margen con evacuación frontal, y el cálculo hidráulico de las captaciones desde embalse que operan con flujo a presión.

El comportamiento global del sistema está condicionado por la interacción entre el embalse, la presa y las estructuras anexas, así como por las características del macizo de cimentación y de los materiales de construcción. En consecuencia, el diseño debe abordarse de manera integral, considerando los aspectos hidromecánicos y geomecánicos, y adoptando criterios de seguridad acordes al nivel de importancia de la obra y a las consecuencias derivadas de su eventual falla.

Desde el punto de vista económico, estos sistemas representan inversiones de gran magnitud, en las cuales las decisiones de diseño influyen directamente en la viabilidad del proyecto. Por ello, la definición de las características y dimensiones de las estructuras debe sustentarse en un análisis técnico-económico que permita compatibilizar los requerimientos de seguridad, funcionalidad y costo dentro de un enfoque integral de ingeniería.