

INVENTARIO NACIONAL DE PRESAS

• Felipe I. Arreguín-Cortés* • Rodrigo Murillo-Fernández •
Comisión Nacional del Agua, México

*Autor de correspondencia

• Humberto Marengo-Mogollón •
Comisión Federal de Electricidad, México

Resumen

La infraestructura hidráulica es un valioso activo nacional que permite no sólo el aprovechamiento del recurso hídrico, sino también el manejo de las avenidas para protección de la población y la reserva de volúmenes para las épocas de estiaje o de sequía prolongada. Se presenta la información relevante sobre las obras de almacenamiento, control de avenidas y derivación en el país. Incluye la totalidad de las presas registradas en el inventario nacional, con un acervo de más de veinte años de registros y observaciones directas en sitio. También se comenta sobre la condición estructural y funcional de las presas.

Palabras clave: presas, inventario, seguridad.

Introducción

En el mundo se han construido 50 000 grandes presas (Berga, 2009), entendiéndose como tales, aquéllas que tienen cortinas de más de 15 metros. El 70% de ellas tiene alturas menores a 30 metros y sólo el 1% supera los 100 metros. Se estima que puede haber un millón de presas pequeñas. En México existen 836 grandes presas, 4 330 pequeñas inventariadas, y se considera que existen del orden de 8 000 presas y bordos pequeños no registrados.

A principios de la década de los años noventa del siglo pasado, la Comisión Nacional del Agua (Conagua) puso en marcha el Programa de Seguridad de Presas, como un medio de evaluación sistemática del estado físico y funcional en que se encuentran estas obras en la república mexicana. En un principio, el registro funcionó con manejadores de bases de datos y hojas de cálculo, pero pronto fue necesario desarrollar un programa de cómputo que permitiera el acopio y administración de la información.

Sistema informático de seguridad de presas

Varios esfuerzos concurren en un sistema informático en seguridad de presas en *Access*® en 1995, el cual fue escalado posteriormente a nuevas versiones informáticas. Por los cambios tecnológicos, esta plataforma se volvió obsoleta, y en 2009 se desarrolló la primera versión en plataforma *SQL Server*, la cual fue mejorada durante 2011 (Conagua, 2012). Ambas versiones permiten la visualización de la infraestructura en fotos satelitales de *Google earth*® y facilita determinar la interrelación con el entorno geográfico.

La nueva plataforma ha permitido realizar una depuración de la información, al identificar las presas cuya ubicación exacta no se conocía, y verificar de forma remota si en efecto es la infraestructura registrada en el inventario, o existe algún error o confusión, como suele ocurrir con obras con nombres duplicados o cuyos nombres se repiten con frecuencia.

El sistema permite la búsqueda por estado, municipio, región hidrológica, región administrativa de Conagua, por coordenadas geográficas, por características de la cortina, vertedor u obra de toma; uso del agua; tamaño de embalse, etcétera. La Conagua ha publicado en su portal de Internet (www.conagua.gob.mx) un acceso al sistema, para que pueda ser consultado por cualquier persona en el apartado de Aguas Superficiales/Sistema de Seguridad de Presas.

En 2010 se modificó la estructura de la base de datos, al ampliar los espectros de la información en los datos de: tipo de cortina, vertedor, diques, galerías, obras de toma, tipo de compuertas y de válvulas, por lo cual esta información se encuentra en una etapa de actualización permanente. En los últimos tres años se han realizado unas 2 200 revisiones de presas.

Inventario

Como resultado de la actualización y depuración de la información, la base de datos tiene

hoy día 5 166 presas y bordos, número que aumenta de forma constante (Conagua, 2013).

La distribución por estados se muestra en la figura 1. Las entidades con mayor cantidad de presas son Jalisco y Tamaulipas, sobre todo para usos agropecuarios del recurso, mientras que los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, no tienen presas debido a que al carecer de ríos por sus condiciones geológicas e hidrológicas no es posible construirlas.

Los principales tipos de cortinas que existen en nuestro territorio son de tierra, materiales graduados y enrocamiento en 58% de todas las obras. El segundo gran grupo corresponde a las cortinas con sección de gravedad de mampostería o concreto, seguidas por las de contrafuertes o machones, también de estos materiales, con el 29 y 6%, respectivamente (ver figura 2).

En la figura 3 se muestra la distribución según rangos de altura. La cortina de mayor altura del país es la presa Chicoasén, en Chiapas, con 261 m. La longitud de cortina es un dato de menor relevancia y, como dato singular, la más larga es la presa Internacional Falcón, Tamaulipas, que cruza del terri-

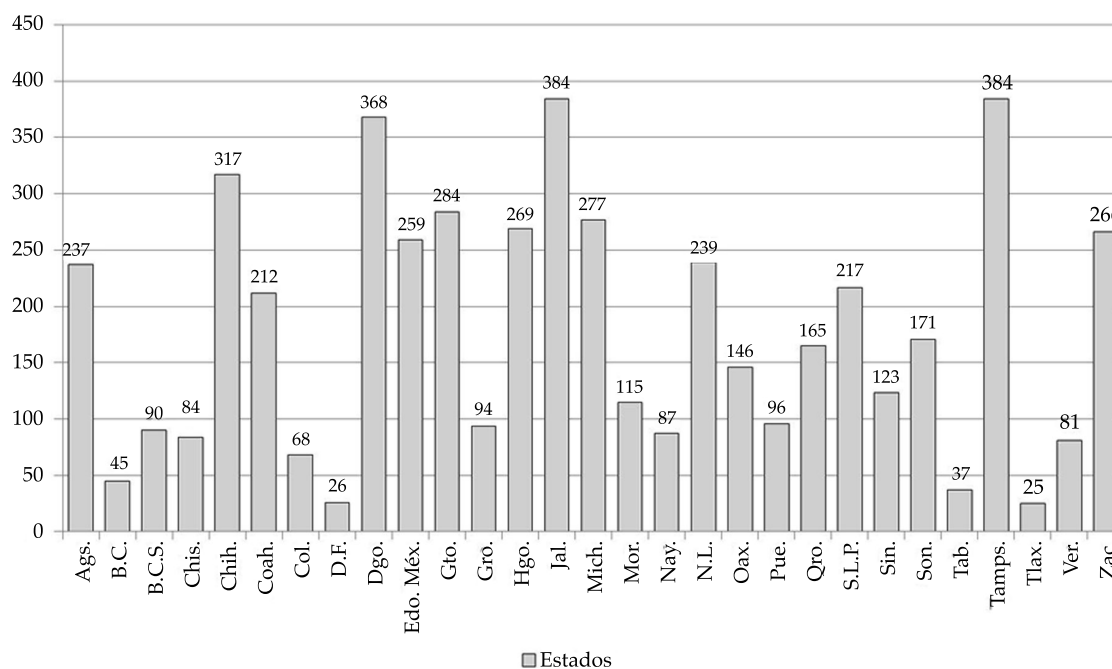


Figura 1. Presas por entidad federativa.

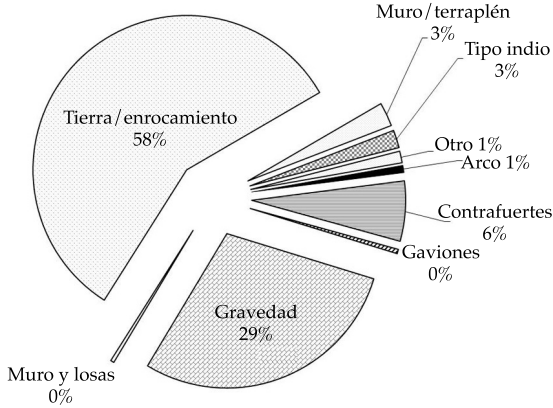


Figura 2. Tipos de cortina.

torio mexicano al estadounidense con 8 014 m, aunque existen algunos bordos de protección contra avenidas de mayor longitud en Villahermosa, Tabasco.

La información que ha resultado más difícil de obtener, sobre todo en las presas de menores dimensiones, corresponde a la capacidad de almacenamiento actualizada, debido al constante proceso de erosión de cuencas y consiguiente azolvamiento de vasos, ya que en las presas pequeñas, la realización de una topobatimetría es poco frecuente. Un 59.1% de los embalses tiene una capacidad entre 0.01 y 5 hectómetros cúbicos ($\text{hm}^3 = 10^6 \text{ m}^3$ o millones de metros cúbicos); sólo el 7.7% tiene mayor capacidad y se desconoce esta información en cerca de la tercera parte de la infraestructura.

Conviene destacar que unas cuantas presas (28), representan el 80% de la capacidad total nacional de almacenamiento (ver figura 4) y las tres presas con los mayores embalses, pueden almacenar el 26% del agua. Ellas son La Angostura y Malpaso, en Chiapas, e Infiernillo en los límites de Guerrero y Michoacán.

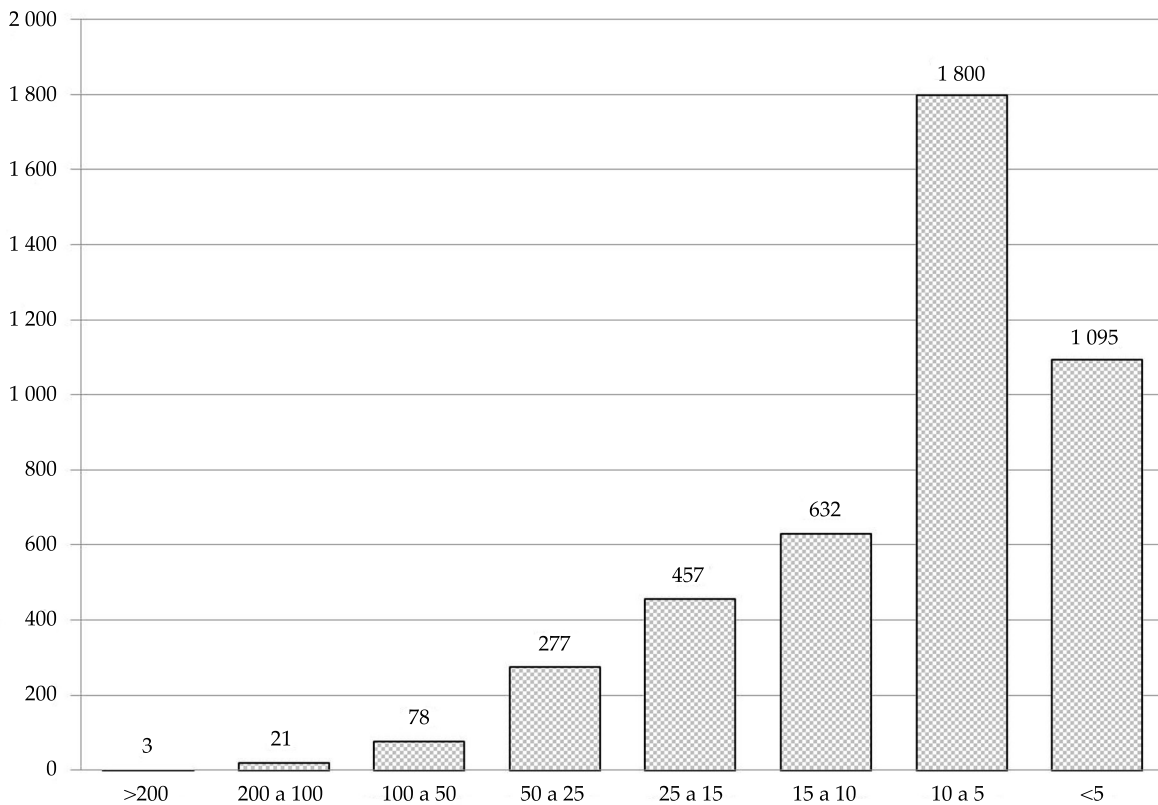


Figura 3. Altura de las cortinas (m).

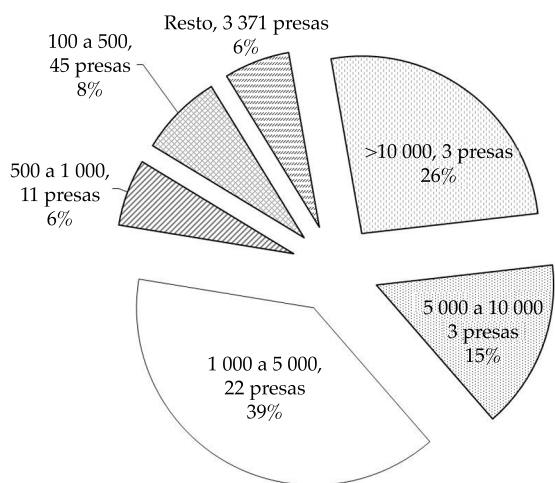


Figura 4. Capacidad de almacenamiento en porcentaje del total (volumen en hm³).

La capacidad de almacenamiento de los vasos es de 138 080 hm³, que representa el 41% de los volúmenes de escurrimiento natural medio del país (Conagua, 2011).

Algunas presas construidas desde la época colonial y durante el siglo XIX continúan en operación. En la figura 5 se muestra la fecha de terminación de aquellas que se ha logrado recopilar información.

Debido a la antigüedad de algunas de ellas y a la pérdida de datos documentales por deterioro de las fuentes de información y cambios administrativos, resulta una ardua tarea verificar el año en que se concluyó la presa, cuándo fue modernizada, quiénes fueron los diseñadores, quiénes los constructores e incluso en ocasiones no está claro quiénes son los que las utilizan y aprovechan el agua, por lo que la Conagua emitió el Acuerdo mediante el cual se identifica a los responsables de las presas en operación, para aquellas con capacidad del vaso mayor que 250 000 m³ (DOF, 2010).

En la figura 6 se muestra la distribución de los constructores de las presas, donde destaca que el sector público ha realizado la mayor cantidad de infraestructura, explica-

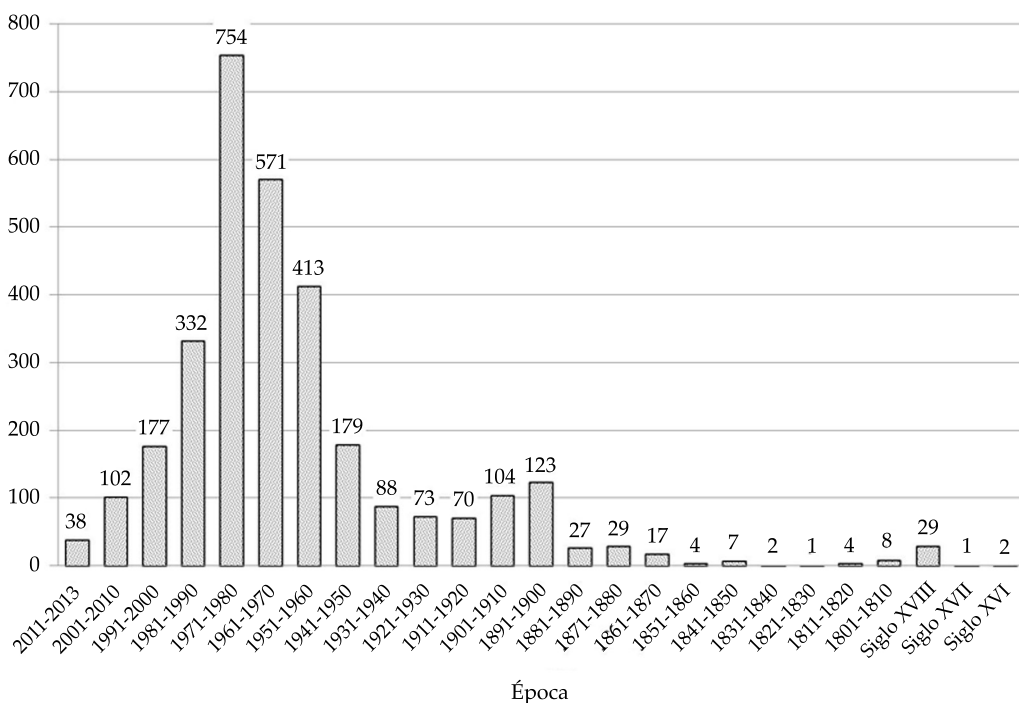


Figura 5. Año de terminación de la construcción de la presa.

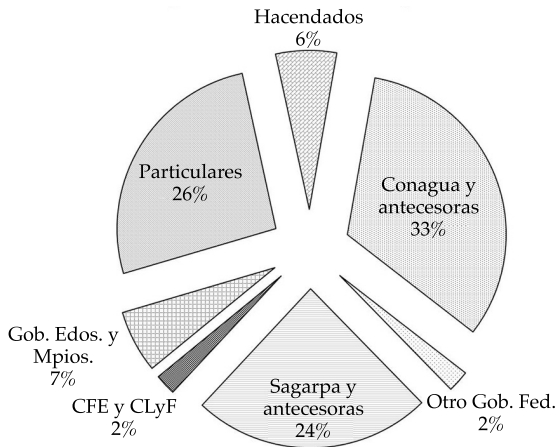


Figura 6. Constructores de presas.

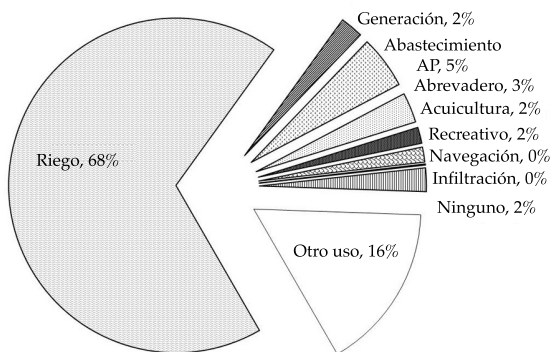


Figura 7. Uso del agua captada en las presas.

ble debido a la intensa labor que realizaron en el siglo XX las extintas Comisión Nacional de Irrigación, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Esta actividad continúa hoy por la Comisión Nacional del Agua, sucesora de las anteriores, la Comisión Federal de Electricidad y, en años recientes, también por los gobiernos estatales y Sagarpa con pequeñas obras.

Parte de la información con que se cuenta es referente al tipo de funcionamiento hidráulico

de las obras; si bien la mayoría corresponde a presas de almacenamiento (75%), existen otras muchas presas que no almacenan agua debido a que su función es regular avenidas (8%), proteger a la población (1%), o bien derivar las aguas de un cauce (12%).

Las presas son el instrumento para aprovechar de mejor forma las aguas superficiales disponibles en nuestro país, sobre todo en aquellas regiones en las cuales la temporada de lluvia se concentra en unos cuantos meses y, al mismo tiempo, permiten reducir la ocurrencia de inundaciones por avenidas. La utilización del agua es muy variada y en una sola presa pueden presentarse todos los usos imaginables. En la figura 7 se muestran los usos del agua, que en algunos casos es consuntivo, como el utilizado para riego, abastecimiento o abrevadero, mientras que en otros no es consumida, y puede usarse varias veces, como en generación eléctrica, acuicultura, recreación o navegación.

Condiciones de las presas

También se evalúa el estado de las presas y aunque se encuentran en proceso de revisión las anomalías que ocurren en las obras, las principalmente reportadas son:

- La modificación del vertedor, casi siempre reduciendo su capacidad de desfogue, lo que somete a las presas a peligro hidrológico por insuficiencia, y ocasiona rebases de las avenidas sobre la cortina, con los consecuentes daños y posibles rupturas.
- El deterioro de la cortina por descuido o envejecimiento.
- Las filtraciones con o sin arrastre de sólidos.

Como conclusión de las revisiones, se realiza una valoración sobre las condiciones generales de cada presa, la cual permite decidir si merece una atención especial, con medidas particulares de operación o reparación. En general, pocas de ellas tienen situaciones de peligro inmediato para la población. Se ha

reportado que 3% de la infraestructura tiene peligro alto; 7%, medio; 40%, bajo; 41%, nulo, y no determinado 9%.

Las causas que ocasionan los niveles alto y medio son: 1) su vertedor ha sido obstruido; 2) se ha asentado población en la zona de descarga del vertedor o del cauce aguas abajo; 3) los análisis hidrológicos con una mayor cantidad de datos han demostrado insuficiencia en la capacidad del vertedor o cauce, y 4) en menor cantidad, por deterioro de las estructuras de la presa. En todos los casos se toman medidas estructurales o de manejo de vasos para mitigar las posibles consecuencias a la población, o bien se rehabilitan, reparan o modifican las estructuras que presentan alguna deficiencia.

Conclusiones

Con el conocimiento general de las características físicas y funcionales de las presas, y en particular de cada una de ellas, es posible establecer medidas para garantizar las condiciones de seguridad, funcionamiento y eficiencia en la operación de la infraestructura hidráulica.

La ejecución del programa de seguridad de presas y su consecuente acervo de información permite establecer y verificar las políticas de renovación, rehabilitación e inclusive del necesario abandono de presas obsoletas de la mejor manera; también facilita establecer las prioridades en las actividades de planeación, construcción y mantenimiento institucionales; por último, permite tomar las medidas de operación y estructurales de protección civil tanto inmediatas como de mediano y largo plazos.

Publicado por invitación

Referencias

- BERGA, L. *Las presas y el agua: un mecanismo para el desarrollo sostenible*. Santo Domingo, República Dominicana: Comisión Internacional de Grandes Presas, 2009.
- CONAGUA. *Estadísticas del agua en México*. México, D.F.: Conagua, 2011.
- DOF. Acuerdo mediante el cual se identifica a los responsables de las presas en operación. *Diario Oficial de la Federación*, 27 mayo de 2010.
- CONAGUA. *Sistema Informático de Seguridad de Presas. Versión 2*. México: Gerencia de Ingeniería y Normas Técnicas, 2012.
- CONAGUA. *Inventario Nacional de Presas*. México, D.F.: Conagua, Gerencia del Consultivo Técnico, 2013.

Abstract

ARREGUÍN-CORTÉS, F.I., MURILLO-FERNÁNDEZ, R. & MARENGO-MOGOLLÓN, H. *National dam inventory*. *Water Technology and Sciences (in Spanish)*. Vol. IV, No. 4, September-October, 2013, pp. 179-185.

Water infrastructure is a valuable national asset which makes it possible not only to make use of water resources but also to manage water courses to protect the population and conserve volume reserves during dry seasons or prolonged drought. This work presents information about storage works, control of courses and diversions in the country. It includes all of the dams registered in the national inventory, with over 20 years of documentation and direct site observations. This study also comments on the structural conditions and functioning of the dams.

Keywords: *dams, inventory, safety.*

Dirección institucional de los autores

Dr. Felipe I. Arreguín Cortés
Subdirector General Técnico
Comisión Nacional del Agua
Insurgentes Sur 2416, piso 8
Colonia Copilco el Bajo
04340 México, D.F., MÉXICO
Teléfonos: +52 (55) 5174 44 01, 5174 4400, extensión 1620
Fax: +52 (55) 5174 4402
felipe.arreguin@conagua.gob.mx

Ing. Rodrigo Murillo Fernández

Subgerente de Seguridad de Presas
Comisión Nacional del Agua
Insurgentes Sur 2416, piso 8
Colonia Copilco el Bajo
04340 México, D.F., MÉXICO
Teléfono: +52 (55) 5174 4000 extensión 1683
rodrigo.murillo@conagua.gob.mx

Dr. Humberto Marengo Mogollón

Coordinador de Proyectos Hidroeléctricos
Comisión Federal de Electricidad
Río Mississippi 71, Tecoyotitla 262-3
Colonia Cuauhtémoc
06500 México, D.F., MÉXICO
Teléfonos: +52 (55) 5229 4400, 5525 5769
Fax: +52 (55) 5207 0287
humberto.marengo@cfe.gob.mx