

Inventario nacional de presas, Bolivia 2010

Augusto I. Prudencio Vacaflor

Departamento de Ciencias Exactas e Ingeniería, Universidad Católica Boliviana San Pablo, c. Márquez esq- Plaza J. Trigo, s/n, Cochabamba, Bolivia

prudencioa@ucbcbba.edu.bo

Introducción

Recurriendo a la historia, durante los años setenta y principios de los ochenta, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos realizó un programa nacional de inventario e inspección. Este esfuerzo recopiló datos sobre la mayoría de las presas de propiedad federal o privada que cumplieran con una cierta dimensión. Se asignaron números de identificación a las presas y se registraron los datos técnicos básicos. Los resultados del estudio se informaron en el *National Program of Inspection of Non-Federal Dams, Final Report to Congress* (Programa nacional de inspección de presas no pertenecientes a la federación, informe final al Congreso), presentado al Congreso en 1982 (P.L. 92-367).

Para tal efecto, se requirió recopilar cierta información básica por cada una de las presas a ser registradas en el inventario. La información proveniente del estudio del Cuerpo de Ingenieros sirvió como una base para crear un propio archivo de inventario de presas. En la oportunidad, la *Association of State Dam Safety Officials* (Asociación de funcionarios estatales de seguridad de presas) (ASDSO, por sus siglas en inglés) desarrolló una metodología para registrar y actualizar el inventario del Cuerpo de Ingenieros que incluye un formato de archivo estándar. El inventario actualizado se conoce como National Inventory of Dams (Inventario Nacional de Presas) o NATDAM (por sus siglas en inglés) y se encuentra ahora en una base de datos computarizada.

Ante la necesidad de contar con información técnica clasificada en Bolivia, el Programa de Desarrollo Agropecuario Sustentable – PROAGRO con recursos de la cooperación alemana contrató un grupo de profesionales entre los años 2008 a 2010 para llevar adelante el Inventario Nacional de Presas Bolivia 2010 que fue publicado oficialmente el primer semestre de la gestión 2011 con la participación del viceministerio de recursos hídricos y riego.

El referido inventario además de establecer una información técnica sobre las características de cada embalse, detalles del contexto de operación y mantenimiento, área de influencia y cobertura del beneficio en cuanto al agua embalsada, refleja alertas preventivas de riesgo y necesidades de inversiones para mejorar desde la propia infraestructura, la gestión de la misma y por ende la vida útil de la presa hacia un uso más eficiente del agua.

Para la clasificación e inventario de las presas construidas en Bolivia, se ha considerado la metodología aplicada y propuesta por el Comité Internacional de Grades Presas - ICOLD (International Comission of Large Dams) de acuerdo la Tabla 1

Tabla 1. Clasificación de presas por el ICOLD

Dimensión	Pequeña	Mediana	Grande
Altura de Cortina (m)	< 10	10-15	>15
Longitud de Corona (m)	< 1.000	< 500	>500
Capacidad del embalse (m ³)	< 0,5	< 1.000.000	> 1.000.000

Resumen de resultados del inventario nacional de presas en Bolivia

El inventario cuenta con una descripción pormenorizada con datos técnicos de cada presa existente en Bolivia, que incluyen mapas de ubicación, características técnicas, dimensiones, esquemas constructivos y aplicaciones del agua que proveen.

Tabla 2. Número de presas por tamaño y departamento

Departamento	Pequeña	Mediana	Grande	Total
Chuquisaca	10	13	7	30
Cochabamba	82	9	24	115
La Paz	15	0	15	30
Oruro	8	0	1	9
Potosí	64	15	6	85
Sta Cruz	5	0	4	9
Tarija	0	1	8	9
Total	184	38	65	287

Los datos más importantes que aportan información del inventario de presas a nivel nacional se traduce en la existencia de un total de 287, diferenciadas por su capacidad de embalse, tipo de embalse y material de construcción (ver Tabla 3), destacando que casi la totalidad de las mismas han sido ejecutadas por empresas constructoras bolivianas, incluyendo algunas rústicas trabajadas personalmente por los propios beneficiarios

Tabla 3. Número de presas según tipo

Departamento	Tierra	Enrocado	Arco	Gravedad	Contrafuertes	Rústica
Chuquisaca	5	2	18	5	0	0
Cochabamba	86	2	1	23	0	3
La Paz	17	0	1	12	0	0
Oruro	2	1	1	4	1	0
Potosí	38	4	4	39	0	0
Santa Cruz	7	0	0	2	0	0
Tarija	7	1	1	0	0	0
Total	162	10	26	85	1	3

De los datos del cuadro 4, se establece que el 74% de los embalses están destinados a riego, 15% para agua potable, 3% para energía, 3% para minería, 3% para uso múltiple y 2 % para uso ambiental.

En cuanto al estado de funcionamiento, el 67% de las presas tiene adecuado nivel de operación, 28% regular, 3% no funciona y 2% se encuentra en etapa de construcción por empresas nacionales.

Tabla 4. Número de presas según su uso

Departamento	Riego	Agua Potable	Energía	Riego/ Agua P.	Energía/ Riego	Industria/ riego	Minería	Ambiental
Chuquisaca	29	0	0	0	0	0	0	1
Cochabamba	110	3	1	0	0	1	0	0
La Paz	14	6	7	3	0	0	0	0
Oruro	8	0	0	0	1	0	0	0
Potosí	45	28	1	1	1	0	9	0
Sta Cruz	3	6	0	0	0	0	0	0
Tarija	3	0	0	0	1	0	0	5
Total	212	43	9	4	3	1	9	6

En Bolivia se tiene 596.123.300 300 m³ embalsados de agua, que permiten el aprovechamiento de 8.032 km² de área de cuencas, destacando al departamento de Cochabamba que tiene la mayor cantidad embalsada por infraestructura construida que asciende a 323.584.300 m³.

En base a esta información actualizada corresponde a las autoridades nacionales y departamentales la responsabilidad de establecer a corto plazo y en el marco normativo de los recursos hídricos, las suficientes bases para el funcionamiento de una estructura institucional encargada y responsable de la gestión de presas en Bolivia y de la seguridad de las mismas.

La implementación de medidas correctivas para solucionar las deficiencias de seguridad de una presa, puede resultar en impactos ambientales que pueden ser muy pequeños para algunas reparaciones o cambios en operación, hasta incluir impactos mayores en situaciones tales como la falla de una presa, modificaciones estructurales substanciales o reemplazo de una presa.



Figura 1: Fotografía de la presa de gravedad: La Cañada – en Comarapa Santa Cruz.



Figura 2: Fotografía de presa de tierra: Chankas en Tiquipaya – Cochabamba

Necesidades de seguridad en las presas

El primer paso en el proceso de garantizar la seguridad de presas es identificar todas las presas que se encuentran en propiedad, administración u

operadas por la organización u organismo, o bajo la jurisdicción de la autoridad competente del Estado.

El número de presas en el inventario determinará por tanto, el alcance del programa de seguridad de presas y los recursos necesarios para mantener el mismo de manera efectiva.

Con el fin de equiparar los recursos con las necesidades, se deben desarrollar criterios para clasificar, de acuerdo con las prioridades, las actividades del programa en base al inventario de presas.

Archivo de seguridad de presas

Un archivo de seguridad de presas es una recopilación de toda la información pertinente a la seguridad de una presa específica. Una evaluación completa y oportuna de la seguridad de una presa no puede realizarse sin contar con un acceso disponible a esta información. Algunas organizaciones cuentan, por lo general, con sus propios lineamientos con respecto a la estructura de archivos de seguridad de presas. Ciertas organizaciones establecen un archivo de seguridad de presas individual por cada una de las presas, en tanto que otras dependen de la recopilación de archivos de proyectos existentes.

Un archivo de seguridad de presas individual puede establecerse con información que es pertinente a la seguridad de presas tomada de archivos de proyectos. Con frecuencia los archivos de proyectos contienen información que no es relevante para la seguridad de presas. Puede ser más fácil utilizar, mantener, actualizar y almacenar un archivo técnico abreviado, exclusivo para la seguridad de presas.

El archivo de seguridad de presas destinado a una presa en particular puede ser simplemente el lugar donde se guarden todos los archivos del proyecto o copias de archivos del proyecto en una ubicación. Por lo regular, este es el caso cuando se encuentra disponible información limitada, la organización es responsable de un número pequeño de estructuras, o no existe ninguna persona responsable de la administración de los registros.

Clasificación de riesgo

La clasificación de riesgo de una presa constituye una expresión del potencial de muerte y destrucción con respecto a una población y propiedades aguas abajo en caso de destrucción de la presa. La condición de la presa, o el potencial de falla, no tiene relación con la clasificación de riesgo.

Importancia de la clasificación de riesgo

En comparación con las presas que tienen clasificaciones de riesgos inferiores, las presas con riesgos superiores deben:

- Inspeccionarse más frecuentemente, dependiendo del propietario o de las políticas del organismo regulador.
- Recibir una gran parte de los fondos para mantenimiento.
- Asignar una mayor prioridad para cualquier medida correctiva necesaria.

Sistemas de clasificación de riesgo

Los sistemas de clasificación de riesgo varían, pero están integrados, por lo general, en tres o más categorías, definidas por las consecuencias de la falla repentina de una presa y descarga sin control del embalse. El grado anticipado de daños materiales y pérdida de vida determina las categorías. Los números específicos de vida y el valor en dólares de los daños materiales no pueden definirse. (Normalmente, los daños materiales no incluyen la pérdida de la presa en sí ni la pérdida de los beneficios económicos derivados de la presa).

Un esquema típico para la clasificación de riesgos es el siguiente:

- **Las presas de alto riesgo** son aquellas cuya falla provocaría una gran pérdida de vidas y/o enormes daños materiales.
- **Las presas de riesgo moderado o significativo** son aquellas cuya falla ocasionaría moderados daños materiales y la pérdida de algunas vidas.
- **Las presas de bajo riesgo** son aquellas cuya falla resultaría en daños reducidos a propiedades y ninguna pérdida de vida.

Asignación de la clasificación de riesgo

La clasificación de riesgo asignada a una presa debe basarse en las consecuencias resultantes de la condición de falla que ocasionará el mayor potencial de pérdidas de vidas y de daños materiales. Por ejemplo, la falla de una presa que mantiene un bajo embalse durante las condiciones normales de operación puede resultar en que el agua descargada se confine al cauce del río, lo que indica un potencial de bajo riesgo. Sin embargo, si la presa falla debido a un desbordamiento, el resultado puede ser una cantidad elevada de pérdida de vidas y enormes daños materiales, lo que representa un potencial de alto riesgo. Por lo tanto, la clasificación de riesgo apropiado para la presa sería alta.

Clasificación preliminar de riesgo

Una evaluación preliminar de la clasificación de riesgo de una presa puede hacerse con base en un reconocimiento de campo y en una revisión de los datos disponibles que incluyen mapas topográficos. El propósito del reconocimiento de campo es reconocer el área de aguas abajo para observar que riesgos potenciales existen y su proximidad con el cauce del río. La probabilidad de que la gente y las propiedades se afecten debido a una inundación por una falla de la presa se evalúa entonces en forma empírica y se asigna una clasificación preliminar.

Clasificación formal de riesgo

Cuando la clasificación de riesgo no es evidente a partir de una evaluación preliminar, entonces se requiere una evaluación formal de riesgos para lo cual se debe llevar a cabo un estudio de inundación por una falla de la presa. El estudio de falla de presa se utiliza para predecir la profundidad y la velocidad de la onda de crecida de la falla en ubicaciones con riesgo potencial de aguas abajo. Los mapas de inundación se desarrollan, por lo general, durante estudios de inundación de falla de presa. Estos mapas muestran las áreas que se inundarían debido a una descarga sin control del agua del embalse.

Las evaluaciones periódicas de la clasificación de riesgo deben realizarse de tal forma que tomen en consideración los cambios en el desarrollo o de viviendas aguas abajo.

Existen cinco tipos generales de inspecciones de seguridad de presas:

- Inspecciones formales de seguridad de presas
- Inspecciones periódicas o intermedias de seguridad de presas.
- Inspecciones rutinarias de seguridad de presas
- Inspecciones específicas
- Inspecciones de emergencia.

Los impactos potenciales también pueden variar con el transcurso del tiempo. Algunas alternativas tendrán un efecto inmediato en los recursos naturales, en tanto que otras alternativas pueden afectar en los recursos a largo plazo.



Figura 3: Fotografía de presa de arco - gravedad: Cayara en el Municipio de Yocalla - Potosí.

Referencias

- [1] Design of Small Dams, A Water Resources Technical Publication.U.S. Department of Interior, Bureau of Reclamation, Third Edition, 1987.
- [2] Inspection and Performance Evaluation of Dams - A Guide for Managers, Engineers, and Operators, Electric Power Research Institute, AP-0710, Project I705-10. MorrisonKnudsenEngineers, September 1986.
- [3] Inventario Nacional de Presas Bolivia 2010 - Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Programa de Desarrollo Sustentable de la Cooperación Técnica Alemana (PROAGRO-GTZ), 2011
- [4] Safety Evaluation of Existing Dams, A Water Resources Technical Publication.U.S. Department of Interior, Bureau of Reclamation, 1983.
- [5] Safety of Small Dams. American Society of Civil Engineers, August 1974.
- [6] Seepage Analysis and Control for Dams, Engineer Manual, Army Corps of Engineers, September 1986.