



INGENIERÍA NACIONAL

REVISTA OFICIAL DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO NACIONAL

EDICIÓN 13 - 2014
AÑO 4

**Comitiva CIP en Tacna por
Fallo de Corte de La Haya**

**Ingeniero Alberto Benavides
de la Quintana: vida y obras**

**Aprovechamiento de los ríos
y la vida de los embalses
¡50 años, nunca más!**

**Perspectiva a futuro
de la Geotecnia**

**Alcances de la Reforma
de la Ley Universitaria**

OBRA DE INGENIERÍA:

RED VIAL NACIONAL

“INGENIERÍA NACIONAL”

**REVISTA OFICIAL DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO NACIONAL**

EDICIÓN 13-2014 AÑO 4

El aprovechamiento de los ríos y la vida de los embalses: ¡50 años, nunca más!

Arturo Rocha Felices
Consultor de Proyectos Hidráulicos

"Son los ríos los que deben determinar la vida de los pueblos, mientras que éstos con mucho pueden determinar la muerte de los ríos, pero no su vida..."

Heródoto

Los ríos constituyen parte vital de la riqueza de un país. Desde los más remotos tiempos su aprovechamiento ha estado asociado al progreso y bienestar de la humanidad. En épocas antiguas se hacían sencillas obras de ingeniería; en los tiempos actuales se requiere obras complejas con una intensa participación de la más avanzada ingeniería, lo que permite satisfacer la creciente demanda de agua, alimentos y energía.

Muchas veces el aprovechamiento fluvial se ve dificultado porque en determinadas regiones, como las áridas y semiáridas, las variaciones de las descargas de los ríos son muy notorias a lo largo del año hidrológico, y también de un año a otro. Hay un periodo de avenidas, a veces muy grandes, y otro en el que los caudales de los ríos disminuyen notablemente y, ocasionalmente, desaparecen por completo. Así ocurre en los ríos de la costa norperuana, a uno de cuyos problemas en su aprovechamiento se refiere fundamental, pero no exclusivamente este artículo.

Para satisfacer oportunamente las demandas un proyecto hidráulico requiere regularidad en la disponibilidad de agua. Por tanto, cuando se trata de ríos de régimen irregular surgen las presas y los respectivos embalses como una necesidad inherente al proyecto. Los embalses son lagos artificiales cuya función es el almacenamiento y la regulación temporal de las erráticas descargas naturales para utilizarlas en un proyecto de riego, de generación hidroeléctrica, de abastecimiento poblacional o industrial, o para otros fines como el control de avenidas, la navegación o la recreación. Eventualmente, los embalses constituyen parte de un proyecto de propósito múltiple.

Para la creación de embalses se ha construido numerosas presas que han contribuido notablemente a mejorar la calidad de vida de los seres humanos y todo indica que en las próximas décadas se continuará construyéndolas. Las presas que pasan de 15 metros de altura se denominan grandes. Se estima que en la actualidad hay en el mundo unas 40 000 grandes presas, la mitad de las cuales está en China. El Perú tiene aproximadamente 60. El año 2003, según la última información disponible de ICOLD (International Commission on Large Dams) la capacidad total de los embalses era de 6700 km³.

Como en la época de abundancia de agua, que es cuando se le debe guardar en los embalses para usarla en tiempos de escasez, muchos ríos vienen cargados de sedimentos (azolves) se produce la sedimentación (azolvamiento) de los embalses cuya consecuencia es la disminución o pérdida del volumen de regulación requerido. Este es un proceso natural que en determinadas circunstancias puede acelerarse por diversas circunstancias y que constituye un serio problema para lograr y mantener los objetivos de un proyecto.

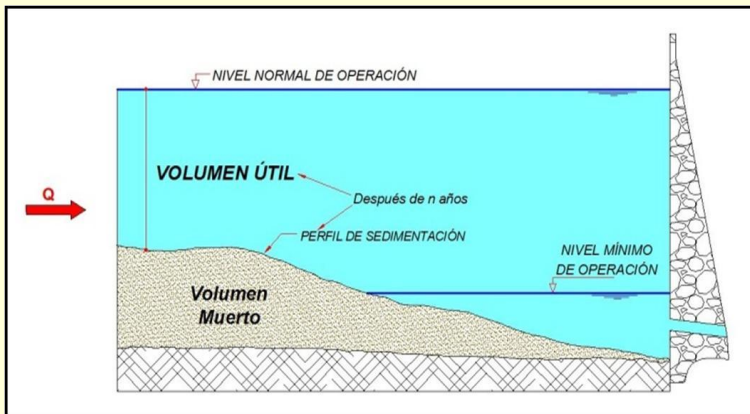
El problema no es exclusivo del Perú, sino que ocurre en diversas partes del mundo. Anualmente se pierde entre 0,5 y 1% de la capacidad total de los embalses existentes. En muchos embalses ha ocurrido una sedimentación acelerada, es decir a un ritmo mayor que el previsto, y en pocos años han perdido una parte significativa de su volumen útil. En trabajos anteriores del autor hay numerosas consideraciones sobre la colmatación acelerada de embalses.

En la costa norperuana se tiene graves problemas de sedimentación de embalses, que conviene estudiar para no repetirlos y que hacen necesaria una evaluación de la factibilidad de construcción de presas de regulación en cuencas muy erosionables, semiáridas, sujetas al Fenómeno El Niño, con escasa información, concebidas con una vida útil excesivamente corta y sin un proyecto sustitutorio evidente. Este problema tiene graves repercusiones, puesto que la importancia social y económica de mantener el volumen de un embalse el mayor tiempo posible es innegable. La pérdida de un cierto porcentaje del volumen útil puede significar el fracaso del proyecto.

De acá que sea necesario llamar la atención acerca de las enormes dificultades que significa tratar de calcular a futuro, con un razonable grado de aproximación, la producción de sedimentos de una cuenca y su impacto en el embalse proyectado. Una sola medición puntual de la concentración de sólidos en suspensión puede tener un error del 50%.

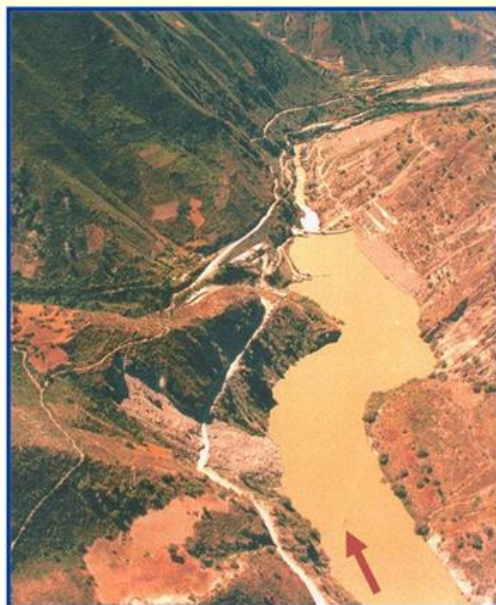
Como toda obra de ingeniería, la construcción de presas implica no sólo un beneficio, sino, eventualmente, un impacto ambiental negativo que debe contrarrestarse. A veces estos impactos son inevitables y debe hacerse un balance entre los aspectos positivos y negativos del proyecto. Es, pues, tarea de la ingeniería procurar que en un proyecto el impacto negativo de las grandes presas sea mínimo y que se tomen medidas para atenuarlo.

En la actualidad, y desde hace algunos años, existen en diversas partes del mundo corrientes de opinión que sostienen que no debería seguirse construyendo grandes presas, pues sus impactos negativos serían mayores que los beneficios. No deja de ser significativo que quienes sostienen estas teorías pertenezcan a países que construyeron muchas grandes presas y que ya han logrado un desarrollo social, infraestructural y económico significativo.



Existen básicamente dos tipos de embalses. Los que están ubicados sobre el cauce fluvial (embalses frontales) y los que están fuera del cauce (reservorios laterales). Una presa construida sobre el lecho del río representa

una alteración, a veces muy intensa, del equilibrio fluvial. El embalse resultante actúa como una trampa de sólidos y se produce su azolvamiento.

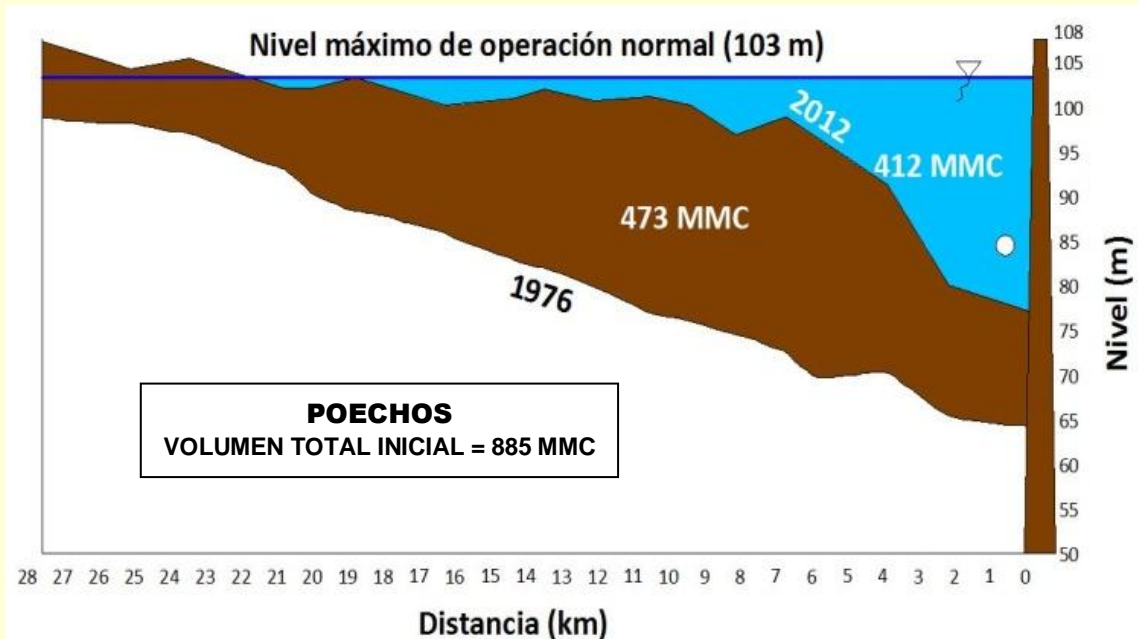


EMBALSE DE TABLACHACA
Vista desde aguas arriba (embalse lleno)

Los embalses frontales son de dos clases. Los que tienen condiciones para mantener el volumen de regulación mediante purgas, generalmente anuales (Ejemplo, Tablachaca) y aquéllos que no tienen esta condición. A estos se les da un volumen adicional al útil para el depósito de sedimentos durante un cierto tiempo al que se le llama vida útil del embalse (Ejemplos: Poechos, Gallito Ciego, Olmos original). Esta última solución implica una mayor altura de presa y una confianza muy grande en el cálculo del aporte de sólidos de la cuenca. A esos embalses se les podría llamar "desarenadores sin purga".

Los reservorios laterales también pueden perder su volumen útil, pues su conservación está asociada a la cantidad y características de los sólidos que salen del sistema bocatoma-desarenador, que debe protegerlos adecuadamente.

Cuando es inevitable que una parte importante de los sólidos transportados por la corriente deposite en el embalse se reserva una parte de su volumen total para que sea ocupado por ellos: es el Volumen Muerto por sedimentación, el que va aumentando con el tiempo.



El cálculo del Volumen Muerto es bastante difícil e incierto. Esto se debe al gran número de variables involucradas y a la incertidumbre respecto a lo que ocurrirá en el futuro, tanto como consecuencia de acciones humanas como del comportamiento de la naturaleza. En nuestro caso la ocurrencia eventual del Fenómeno El Niño juega un papel preponderante. En el cálculo del Volumen Muerto tendrían que tomarse coeficientes de seguridad bastante altos; usualmente, no se toma ninguno.

El éxito sedimentológico de un proyecto de embalse depende de la capacidad del sistema para mantener el volumen útil todo el tiempo que sea necesario. Pero, ¿qué significa, desde el punto de vista de un proyecto de aprovechamiento hidráulico, que un embalse tenga una vida limitada? Significa que cuando ella termine el embalse empezará a perder volumen de regulación y que al llegar a un valor límite el proyecto habrá “terminado”. En 37 años Poechos perdió el 53 % de su volumen total; la tercera parte de dicha pérdida se debió a los dos últimos Meganiños.

La consideración de la vida útil de un embalse sin purga está íntimamente ligada a la naturaleza del proyecto. Al terminar la vida útil de un proyecto hidroeléctrico puede reemplazarse por otras soluciones como la interconexión con otras centrales o instalarse una central térmica. En cambio, los proyectos de irrigación significan una transformación de la naturaleza en provecho del hombre, lo que implica una actividad permanente. No se puede decir al cabo de n años que el proyecto “ha terminado” y que se regrese a la situación “sin proyecto”. La sedimentación de un embalse significa, además, la pérdida de un recurso natural: el vaso.

De acá que resulta muy difícil relacionar el concepto de “vida útil” de un embalse frontal sin purga o de un reservorio lateral, que obviamente son limitadas, con la duración de un proyecto de irrigación que debería ser prácticamente ilimitada. Mucho menos sentido tiene pensar en una “vida útil” de 50 años para un proyecto de riego. En consecuencia, debería haber un proyecto sustitutorio que entre en operación en la oportunidad debida, o descartar el proyecto original por carecer de factibilidad sedimentológica.

En la segunda mitad del siglo XX se consideró en el Perú una vida útil de 50 años para el volumen útil de los embalses (Cazaderos, Poechos, Gallito Ciego, Limón, Palo Redondo). Este es un tiempo absolutamente corto e inadmisibles para proyectos de riego, pues pudiera ocurrir que cuando el proyecto no haya terminado de desarrollarse en todas sus etapas, ya el embalse haya perdido una parte importante de su volumen útil. Es, pues, imprescindible realizar en los proyectos de embalse frontales o laterales un Estudio del Riesgo Sedimentológico involucrado, lo que implica calcular la probabilidad de aparición de uno o más Meganiños durante la vida del embalse y recordar que: ¡50 años, nunca más!