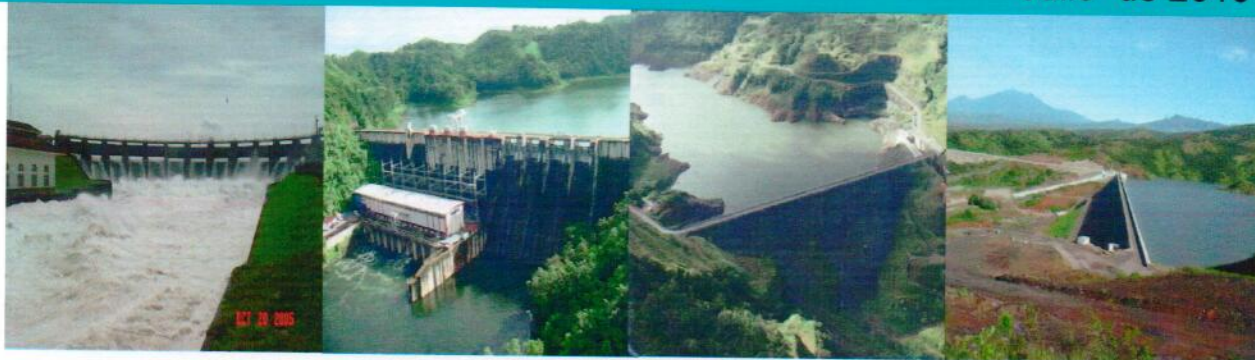


## COMITÉ PANAMEÑO DE PRESAS

Boletín No.6

Julio de 2010

**En esta edición:**

- Presa de Fortuna (III y última parte)
- Avanza el Proyecto Hidroeléctrico Changuinola I
- 78va Reunión Ejecutiva de ICOLD, Hanoi, Vietnam (Resumen del Presidente)
- Sabías que...
- Miembros Registrados en COPAPRE
- Calendario de Actividades

**Colaboradores:**

Rogelio Pinilla  
Carlos Córdoba

**Comisión de Publicaciones:**

Rogelio Pinilla  
Rafael Matas  
Carlos Córdoba

**Visite nuestro sitio web:**

[www.copapre.org](http://www.copapre.org)

**PRESA DE FORTUNA, PANAMÁ - II Parte (continuación...)****5. PANTALLA DE CONCRETO EN LA SEGUNDA ETAPA DE LA PRESA****5.1 Comparación de Alternativas**

Relativamente temprano se había tomado la decisión de hacer un cambio en el diseño de la pantalla de concreto. El espesor iba a ser uniforme de 300 mm y el refuerzo se redujo a 0.30% horizontal y 0.35% vertical. De acuerdo al viejo diseño la junta perimetral tenía dos tapajuntas, una en el fondo de la losa y otra en el medio. La última fue eliminada.

Durante la discusión acerca de la construcción de la pantalla en la sección del viejo vertedero, surgió la pregunta sobre la conveniencia de acelerar la construcción en esa área aceptando torcreto entre las elevaciones 1009 y 1018. Para usar el procedimiento normal con formaleta deslizante significaba ya sea esperar hasta que el enrocado de la presa alcanzara la elevación final o hacer una interrupción durante el tiempo necesario para construir esta sección de 60 m de ancho. Ninguna de las alternativas era atractiva considerando que el torcretado de esta área podría ser hecho en la oportunidad más temprana conveniente utilizando una plataforma en una grúa móvil ubicada en la losa de cimentación. Se decidió aceptable usar la alternativa de torcreto pensando que quedaría un área con una apariencia algo diferente comparada al resto de la pantalla de concreto.

Dándole vueltas a esta idea se cuestionó si toda la pantalla de la segunda etapa podría ser construida de torcreto. El mayor interés era poder completar una losa técnicamente aceptable en un tiempo más corto que la pantalla convencional de formaleta deslizante y a menor costo. La superficie de la pantalla era de 31,000 m<sup>2</sup>.

## PRESA DE FORTUNA, PANAMÁ - III Parte

Las evaluaciones iniciales comenzaron a finales de 1992. Hay relativamente pocos casos históricos de nuevas presas construidas con pantalla de torcreto, siendo la presa Pindari en Australia un ejemplo actual. Varias presa viejas de enrocado han recibido una protección aguas arriba con torcreto para reemplazar la pantalla de madera original. Algunos ejemplos de presas de 30 m son las presas de Meadow Lake y Upper Bear River en California y Port Mellon en Canadá. La presa de enrocado de 55 m de altura La Joie en Canadá se sobreelevó a 70 m de altura y la madera se reemplazó por torcreto en el enrocado existente y nuevo.

Los estudios mostraron que la colocación del concreto de la pantalla podría ser reducido de 5 a 3.5 meses. También un tiempo de preparación menor en el caso de la alternativa de torcreto, comparado a la alternativa convencional, junto con la posibilidad de tener el relleno de la presa completado antes de lo programado, indicando que el cierre de la compuerta podría hacerse a principios de octubre, 1993 en vez de a fines de enero de 1994. El beneficio económico para el IRHE de un temprano cierre de compuertas sería muy importante, especialmente ya que diciembre es uno de los meses más lluviosos mientras que los siguientes meses son secos. Desde el punto de vista técnico, se juzgó aceptable usar la alternativa de torcreto, especialmente tomando en consideración que la carga máxima normal de agua en la losa de torcreto en su conexión con la vieja losa sería 32 m y 41 m en el área del viejo vertedero. Durante las estaciones secas la mayor parte de la losa estaría por encima del nivel de aguas y podrá inspeccionarse. La decisión de usar la alternativa de torcreto fue tomada por el IRHE en enero de 1993.

### 5.2 Aspectos de Diseño y Construcción de la Alternativa de Torcreto

Desde el inicio estaba claro que el torcreto sería aplicado por el método de mezcla húmeda. La forma más práctica de trabajar sería desde una plataforma halada en dirección hacia arriba utilizando el mismo ancho de paneles que en la presa existente, es decir 15 m. Primero se consideró un espesor de losa de 150 mm disminuyendo a 100 mm en la cresta, pero el espesor fue finalmente fijado en 130 mm uniformemente en base a consideraciones prácticas. El recubrimiento mínimo requerido sobre la malla de refuerzo es 40 mm. La malla se coloca a 70 mm por encima de la superficie del talud. En los puntos verticales el espacio debajo de la malla es sólo de cerca de 30 mm debido a la altura de la cama de mortero y la tapajunta de PVC colocada en la superficie del talud existente bajo todas las juntas verticales.

Al principio, antes de no tener ninguna prueba de campo, se consideró aplicar la primera capa de torcreto separada, y regresar y colocar la malla y la segunda capa de torcreto algunos días después. En tal caso la adherencia entre las dos capas era un factor importante a ser considerado. Sin embargo el procedimiento más apropiado con el objeto de ganar tiempo era aplicar las dos capas más o menos simultáneamente desde la misma plataforma. En tal caso la malla de refuerzo debería ser colocada primero, lo cual mejoraba el esquema de trabajo. Se realizaron pruebas en paneles especiales preformados colocados en el talud de la presa en un lugar de fácil acceso. Diferentes aplicaciones con respecto a lanzar una o dos capas con diferentes intervalos de tiempo fueron probadas así como los diseños de mezcla. Se tomaron núcleos de muestra para inspección visual y pruebas de resistencia. Los resultados de las pruebas probaron ser muy satisfactorios y demostraron que las dos capas podrían colocarse dentro de minutos.

## PRESA DE FORTUNA, PANAMÁ - III Parte

La idea era aceptar ondulaciones en la superficie de la losa terminada, sólo rellenando limitadas y localizadas depresiones con más del espesor nominal. En la conexión del pie de la losa de cimentación a la losa más gruesa existente el espesor se incrementó a 300 mm en una zona de transición de 2 m de ancho.

Un asunto importante era la cantidad de refuerzo a ser colocado en la losa de torcreto. Finalmente se decidió utilizar una malla prefabricada de 150 mm por 150 mm con diámetro de 8mm, resultando en un refuerzo de 0.26 % calculado de la sección nominal del concreto. Esto es menor al refuerzo normal requerido para la distribución de grietas de acuerdo a la formula del estándar ACI 224.2R-86. Por otro lado la interacción entre la losa y la fundación en la cual se coloca, reduce el área de refuerzo necesaria. Experiencias de pantallas de concreto convencionales muestran que 0.3 % es aceptable. El refuerzo no pasa a través de las juntas verticales ya que no era necesario y desde el punto de vista constructivo esta solución fue favorecida sobre la que requería que el refuerzo pasara.

En todas las juntas verticales y perimetrales se instaló una tapajunta sencilla de PVC bajo la losa. Las juntas verticales se hicieron como juntas de construcción sin rellenanente, mientras que en las juntas perimetrales se colocó asphaboard de 20 mm de espesor. El concreto se cinceló en forma de V en la junta perimetral y la muesca se rellenó de IGAS-mastic formando una cubierta convexa que se cubrió con una banda de PVC, fijada al concreto mediante perfiles de acero apernados.

### 5.3 Procedimiento de Construcción

La construcción de la pantalla de concreto comenzó con las losas en el canal del viejo vertedero. Estas fueron rociadas desde la elevación 1009 a la 1018 utilizando una plataforma montada en una pluma de grúa. El espesor fue controlado colocando pequeñas estacas de plástico. La bomba de concreto una Putzmeister BSA 1002 D, se colocó en la cresta de la presa resultando una manguera de 80 m de largo. Al principio ocurrieron muchas paradas, especialmente si el valor del slump era menor de 7 cm. Así la capacidad de producción varió considerablemente y fue de 4 a 8 m<sup>3</sup>/h. El área del vertedero se torcretó durante 3 semanas en junio luego de lo cual el nivel del embalse se permitió subir a la elevación 1018. La ataguía en frente del túnel de desvío se había elevado a esa elevación. El nivel del embalse podría temporalmente subir por encima de esta elevación durante crecidas pero las mismas son generalmente de corta duración.

La preparación de las losas por encima de la elevación 1018 se inició con la colocación de las camas de mortero y las tapajuntas de PVC de 200 mm cada 15 m para las juntas verticales. Las formaletas de las juntas eran tableros preconstruidos, cada uno con largo de 2 m para ser acomodados para deformaciones en la cara de la presa. En el siguiente paso se colocó la malla de refuerzo en los paneles primarios, es decir cada segundo panel. Se usó una plataforma especialmente diseñada sobre ruedas halada por un cable desde la cresta de la presa. Las dimensiones de las mallas eran de 7.7 m x 2.2 m permitiendo cubrir el panel por dos mallas. Las mallas fueron luego levantadas desde la superficie y se colocaron espaciadores de barras como soportes. Los soportes de concreto normales fueron probados y mostraron tendencia a crear vacíos y segregación.

## PRESA DE FORTUNA, PANAMÁ - III Parte

Antes de colocar el torcreto húmedo la superficie era humedecida. El torcretado se hizo desde una plataforma de 16 m de ancho especialmente diseñada en rieles de 4 ruedas fuera de las guías. Esta estructura en rieles fue la misma utilizada para la construcción de la pantalla en la primera etapa y se utilizó también para desplazar a los siguientes paneles. La plataforma tiene dos cubiertas y los torcreteros usaban la superior para lanzar el torcreto. El acabado de la superficie con flotas de madera y rociado del compuesto de curado fue hecho desde la cubierta inferior.

Normalmente se utilizaron dos bombas Putzmeister colocadas en la cresta para suministrar a las dos lanzadoras colgadas en una viga transversal en la plataforma. Una tercera bomba estaba disponible en caso de daños. Con dos bombas trabajando cada operador cubría la mitad del ancho del panel, pero en caso de que una bomba parara temporalmente un operador podría cubrir todo el ancho. La altura o ancho de la banda rociada entre cada movimiento de la plataforma fue de cerca de 0.7 m. En cada una de tales bandas la primera pasada era llenar el concreto hasta la malla y cerca de 3 minutos más tarde una segunda pasada hasta el espesor final. Como guía para el espesor el operador tenía una manguera de caucho de 40 mm de diámetro colocada en el límite superior de la banda que era rociada. Esta manguera se movía junto con la plataforma. Un cierto ondulamiento de la superficie terminada que coincidía con la altura de cada banda rociada se puede observar en despecho del flotado con madera el cual sólo hace a la superficie más lisa. Aquellos paneles con la porción inferior triangular fueron rociados desde una estructura triangular especialmente diseñada con una cubierta de trabajo que colgaba detrás de la plataforma regular.

Un panel de 60 m de longitud requería cerca de 155 m<sup>3</sup> de torcreto y normalmente podía ser terminado en 12 horas, es decir 5 m/h o 12 m<sup>3</sup> de concreto por hora. Sin embargo, se lograron avances de 7.5 m/h. El espesor real aplicado normalmente variaba entre 140 y 160 mm. El avance fue influenciado por bloqueos en las mangueras de hasta 70 m de largo, pero los mismos no fueron tan frecuentes. El mayor problema fue las lluvias fuertes. Se probaron diferentes métodos para cubrir el área por encima de la plataforma de trabajo o desvío del agua del frente de trabajo, pero sin éxito real cuando la lluvia era muy fuerte. Franjas oblicuas de mortero debajo de la malla combinada con lonas las cuales alcanzaban hasta la siguiente hilera servía cuando la lluvia era moderada. La solución a la lluvia fuerte era parar temporalmente el torcretado y casi siempre era posible reiniciar mientras el concreto aún estaba fresco. De otra forma la junta era tratada como junta fría.

La construcción de la pantalla por encima de la elevación 1018 se inició el 24 de junio y terminó el 1 de septiembre, con 3 semanas adelanto al programa de trabajo preparado antes del inicio. Normalmente el torcretado se hizo cada segundo día, debido principalmente a la limitada capacidad de la planta concretera que proveía concreto también a otros frentes. Cuando era necesario, sin embargo, se vaciaba un panel cada día.

## PRESA DE FORTUNA, PANAMÁ - III Parte

### 5.4 Mezcla de Concreto para el Torcreto

Se especificó una resistencia de diseño de 28 Mpa. Se probaron mezclas con 400 a 450 kg de cemento por  $m^3$  y una mezcla con  $425 \text{ kg}/m^3$  se seleccionó como la más apropiada y tiene la siguiente composición de agregado: 25 % de grava con tamaño máximo de partículas de 9 mm, 37.5 % de arena gruesa y 37.5 de arena fina. Se usó el plasticizer Plastiment VZ, en concentración de 0.3 %. La mezcla tenía un slump típico de 9 a 10 cm al salir de la concreteira y 7 a 8 cm cuando se introducía a la bomba. La relación a/c variaba entre 0.53 y 0.56. Un contenido menor de cemento de cerca de  $400 \text{ kg}/m^3$  era preferible pero resultaba en una relación a/c por encima de 0.60.

La resistencia fue medida tanto en cilindros tomados en la concreteira como en testigos perforados en los paneles rociados en sitio en formas rectangulares desde la plataforma de trabajo. Para los cilindros se obtuvieron los siguientes valores: resistencia promedio 37.7 Mpa, desviación estándar 1.9 Mpa, y coeficiente de variación 5 %. Para los testigos de los paneles los valores correspondientes fueron: 35.0 Mpa, 2.2 Mpa y 6 %.

### 5.5 Comportamiento de los Paneles de Torcreto

Cuando se completó toda la pantalla se realizó un inventario completo de grietas. Algunas grietas se observaron en los paneles primarios en el área del viejo vertedero antes que los paneles secundarios adyacentes fueron colocados. Las grietas encontradas eran horizontales, con sólo algunas pocas oblicuas y casi todas se encuentran en la mitad derecha de la presa y más frecuentes en los paneles del viejo vertedero.

En la mitad izquierda de la presa muy pocos paneles tienen grietas y en general sólo una grieta horizontal. Como la mayoría d estos paneles están localizados por encima de la primera etapa de la presa, que es la porción alta de la misma, parece que una pequeña pero posible compresión por asentamiento secundario, contrarrestan las fuerzas de tensión por encogimiento en esta área. En la mitad derecha la compresión es posiblemente menor debido a la menor altura de la presa y puede también estar influenciada por efecto de arco alrededor o entre las paredes verticales del viejo vertedero. Además el efecto del agua pasando a través de la parte inferior durante el relleno durante la construcción pudo haber influenciado la compresibilidad.

En el área del vertedero aparecieron típicamente cerca d cinco fisuras separadas de 6 a 7 m en la parte inferior de los paneles. El ancho de las grietas en la superficie es de 0.25 mm o más finas. Pocas grietas de 0.5 mm de ancho aparecieron principalmente en juntas frías. Hasta el momento tres cilindros de prueba de las grietas están disponibles. Las muestras de las gritas de 0.5 mm mostraron que pasaban a través del panel. En el caso de las grietas de 0.25 mm y 0.10 mm estas se hacían gradualmente más finas con la profundidad y no eran visibles en el fondo.

Más muestras deben ser tomadas y la inspección de la losa será repetida para detectar cualquier cambio. La idea es tratar las grietas con microcemento.

Traducido al español por Ing. Rogelio Pinilla.

## Avanza el Proyecto Hidroeléctrico Changuinola I.

La Central Hidroeléctrica Changuinola I de 223 MW de capacidad, reporta un avance de 79% a junio de 2010.

En el túnel de presión principal se han excavado 2,900 metros de un total de 4,100 metros. Los trabajos de la presa continúan a buen ritmo con la colocación de concreto rolado compactado (RCC) a una rata promedio de 1,600 metros cúbicos por día con picos que alcanzan los 4,700 metros cúbicos diarios.

Ya están ubicados en la casa de máquinas los tres transformadores principales: dos de 127 MVA y uno de 13 MVA. Ya están en sitio los rodets de las unidades 1 y 2. Se trabaja en la tala y limpieza del área de servidumbre para la línea de transmisión de 230 KV y se trabaja en las fundaciones para los equipos de la subestación elevadora. En cuanto a la parte social, se ha dado énfasis al reforzamiento y ampliación del programa de becas a los jóvenes estudiosos de la zona, como una contribución de la empresa AES a elevar la calidad de vida, la cultura y el desarrollo autosostenible (170 familias beneficiadas del BPPS, Almirante, Changuinola). Se han intensificado los programas de educación ambiental y asistencia económica para la protección y conservación del bosque y el reconocimiento de los derechos de los indígenas al uso, manejo y aprovechamiento sostenible tradicional de los recursos naturales, mediante los Planes de Mejoras de las tierras de cultivo, foros ambientales comunitarios, aportes de capital semilla para los viveros a organizaciones comunitarias para los planes de reforestación, capital para microempresas de mujeres, etc.



**CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CHANGUINOLA – 223 MW**

## 78va Reunión Ejecutiva de ICOLD, Hanoi, Vietnam (Resumen del Presidente)



1. Como actividad técnica antes y durante la Reunión Ejecutiva se desarrolló el simposio: Presas y Desarrollo Sostenible de los Recursos Hídricos. En el Anexo 1 se presenta el índice de los 180 artículos presentados para este simposio estarán disponibles para los miembros de COPAPRE interesados en formato digital.
2. Reunion de INCA (Icold National Committees of America), resumen:
  - a. Se escoge como presidente de INCA a Johanne Bibeau, de Canada. La presidencia de INCA es rotativa por país en orden alfabético.
  - b. El taller anual de INCA ha sido programado para realizarse durante el VI Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos del 3 al 6 de noviembre de 2010 en Neuquén, Argentina. Se solicita que todos los países aporten artículos a este taller en relación a las actividades de presas nacionales. El taller de INCA será el 3 de noviembre de 2010. (<http://www.congresocomahue2010.com.ar/>)
  - c. Se establece como fecha para enviar un resumen de las contribuciones al taller, finales de julio de 2010.
  - d. Se recordó que ICOLD ha ofrecido los boletines libre de costo a los comités nacionales, solo con el pago del flete, Panamá procedió a solicitarlos.
  - e. Se recordó el fallecimiento de Hernan Roo, venezolano, impulsador de INCA.

## 78va Reunión Ejecutiva de ICOLD, Hanoi, Vietnam (Resumen del Presidente)

### 3. Reunión Ejecutiva de ICOLD, resumen:

- a. Se seleccionaron los temas para el 24avo Congreso de ICOLD a celebrarse en Kioto, Japón, junio del 2012, estos fueron:

Tema	Título
92	Environmental friendly techniques for dams and Reservoirs
93	Safety
94	Flood Discharge
95	Ageing and Upgrading

En el anexo 2, se describe el contenido detallado de cada tema

- b. Panamá puede presentar hasta 6 artículos para este congreso según el reglamento del congreso. Los reglamentos y normas para la presentación de artículos para el congreso están disponibles en la secretaría de COPAPRE.
- c. Se aprueba a Mozambique y Ucrania como miembros 91 y 92 de ICOLD.
- d. Reportes sometidos por los Comités Técnicos de ICOLD durante el período 2009 – 2010, estos reportes no han sido aprobados por ICOLD pero están disponibles para los miembros de COPAPRE a través de la Secretaría:
- *Sedimentation and Sustainable Use of Reservoirs and River Systems*
  - *Seismic Parameters for Large Dams*
  - *Position Paper on an Improved Planning Process for Water Resources Infrastructures*
  - *Role of Dams in the Development and Management of River Basins*
  - *Cutoffs for Dams*
  - *Tropical Residual Soils as Dam Foundation and Fill Material*
- e. Próximas reuniones de ICOLD:
- 79ª Reunión Ejecutiva de ICOLD: mayo/junio de 2011, Lucerna, Suiza
  - 80ª Reunión Ejecutiva y 24º Congreso de ICOLD
- f. COPAPRE no forma parte de ningún comité técnico de ICOLD, en el Anexo 3 se presenta el listado completo de los comités técnicos, si algún miembro de COPARE desea participar de los reportes que realizan puede participar como oyente, posteriormente COPAPRE puede solicitar ingresar como miembro.



## 78va Reunión Ejecutiva de ICOLD, Hanoi, Vietnam (Resumen del Presidente)

### ANEXO 2 TEMAS PARA EL 24<sup>VO</sup> CONGRESO DE ICOLD

#### QUESTION 92

##### ENVIRONMENTAL FRIENDLY TECHNIQUES FOR DAMS AND RESERVOIRS

1. Environmental and social friendly planning, design and construction techniques for dams
2. Mitigation and compensation measures
3. Water quality and sediment issues
4. Sustainable management of dams and reservoirs

#### QUESTION 93

##### SAFETY

1. Accidents and incidents in dams and reservoirs – Recent case studies
2. Risks associated with human and organisational factors
3. Legislation, regulatory concepts, guidelines and good practice
4. Specific risks for small dams
5. Risks specific to tailing dams, pump-storage schemes, flood control structures and other special purpose dams

#### QUESTION 94

##### FLOOD DISCHARGE

1. Evaluation, revision and selection of extreme and design floods
2. Recent trends in spillway design and spillway upgrading
3. Special risks from gates operation and floating debris
4. Energy dissipation: stepped spillway, stilling basin and downstream erosion

#### QUESTION 95

##### AGEING AND UPGRADING

1. Risks associated with long-term behaviour of dam foundations
2. Long-term behaviour of dam materials and structures
3. Decommissioning or upgrading?
4. Upgrading for seismic safety

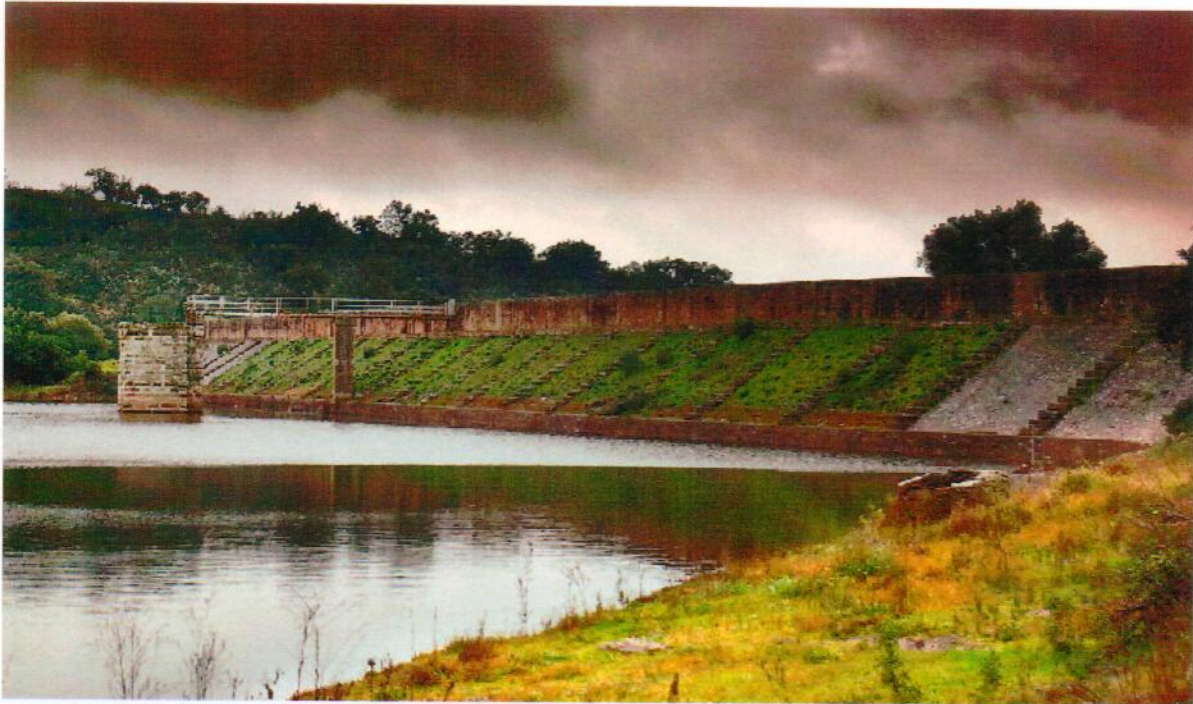
## 78va Reunión Ejecutiva de ICOLD, Hanoi, Vietnam (Resumen del Presidente)

### COMITES DE ICOLD

Committee on Computational Aspects of Analysis & Design of Dams  
Committee on Seismic Aspects of Dam Design  
Committee on Hydraulics for Dams  
Committee on Concrete Dams  
Committee on Materials for Fill Dams  
Committee on Dam Surveillance  
Committee on the Environment  
Committee on Dam Safety  
Committee on Engineering Activities for Water Resources Projects  
Committee on Sedimentation of Reservoirs  
Committee on Dam Decommissioning  
Committee on Tailings Dams  
Committee on Operation, Maintenance and Rehabilitation of Dams  
Committee on Public Awareness & Education  
Committee on the Register of Dams & Documentation  
Ad Hoc Constitutional Committee  
Committee on Dams for Hydroelectric Energy  
Ad Hoc Committee on Small Dams  
Committee on Dams and Floods  
Committee on Dams and Water Transfers  
Committee on the Role of Dams in the Development and Management of River Basins  
Ad Hoc Committee on Cost Savings in Dam Construction  
Committee on Groundwater Dams  
Committee on Global Change and Dams  
Ad Hoc Committee on Capacity Building and Dams

## SABIAS QUE...

- La presa de Proserpina, localizada cerca de Sevilla, España, se considera la más antigua de las presas españolas. Se construyó en el año 9 de nuestra era, hace aproximadamente 2000 años. La presa se utiliza para riego y con algunas reparaciones durante su historia todavía opera.
- La presa de Gatún construida entre 1906 y 1913, durante la construcción del Canal de Panamá, está cumpliendo 100 años. Esta presa formó y retiene el Lago Gatún y ha rendido enormes beneficios a Panamá y al mundo, permitiendo regular los caudales del Río Chagres para disponer de agua para abastecer a la región metropolitana de Panamá, Colón, Arraiján y La Chorrera; la materia prima para el esclusaje de alrededor de un millón de buques en los 96 años de operación del canal de Panamá y la generación de energía limpia y soberana que requiere la operación de la vía.
- Sin contabilizar el agua derramada por los vertederos, el agua utilizada para generación en la planta hidroeléctrica de Gatún, el agua que se utiliza para consumo doméstico en la región metropolitana, el agua que se pierde por evaporación, infiltración y otras pérdidas menores, durante los pasados 96 años de operación del Canal el río Chagres ha aportado alrededor de  $5 \times 10^{12}$  galones de agua al sistema del Canal.
- Con el concreto utilizado (875,000 metros cúbicos) para la construcción de la presa de RCC de Changuinola se puede construir una carretera de 4 vías desde Panamá a Divisa.
- De acuerdo al Informe del Programa de Sedimentos Suspendidos-Período 1998-2007, preparado por la Unidad de Hidrología Operativa, de la Sección de Recursos Hídricos, División de Aguas, del Departamento de Ambiente, Agua y Energía de la Autoridad del Canal de Panamá, la vida media del embalse de Alhajueta es de 515 años y la vida media del embalse de Gatún es de 5,826 años. Este estimado está basado en las tasas de sedimentación actuales, volúmenes disponibles de almacenamiento de agua y niveles máximos de operación al inicio del año 2008. La vida media de los embalses se define como el tiempo requerido para acumular sedimentos a la mitad de la capacidad máxima actual.



**PRESA DE PROSERPINA – CERCA DE SEVILLA, ESPAÑA**