

## Cuestiones del Congreso

# Q-70: CONSTRUCCIÓN POR FASES. RECRECIMIENTO O MODIFICACIÓN DE PRESAS

Rodrigo del Hoyo Fernández-Gago.

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

*Unión Fenosa Ingeniería. Vocal del Comité Nacional de Grandes Presas.*

### RESUMEN

*Se expone en primer lugar un resumen del informe del Relator General, en el que analiza las comunicaciones presentadas sobre este tema, y que se encuentra en el volumen III de las publicaciones del Congreso y a continuación se comenta lo tratado en las sesiones del 10 de noviembre.*

### ABSTRACT

*A summary of the General Report presenting the papers on this subject from Vol. III of the publications of the Congress is followed by topics discussed at the meeting of November 10th in Durban.*

### 1. INTRODUCCIÓN

El tema elegido para la Q.70 del 18 Congreso Internacional de Grandes Presas, celebrado en Durban, del 7 al 11 de noviembre de 1994 ha sido "Construcción por fases: Recrecimiento o Modificación de Presas", y para su desarrollo se proponen cuatro apartados:

a) Diseño específico de presas para ser modificadas o recrecidas con posterioridad: razones físicas y económicas para estas modificaciones y descripción de las medidas a tomar en el proyecto original.

b) Control del comportamiento de las presas modificadas y comparación con los cálculos.

c) Problemas específicos de la unión entre obra antigua y nueva con especial consideración a los procedimientos modernos de pretensado.

d) Modificación de las obras auxiliares y control de avenidas durante la construcción.

El Presidente de la sesión correspondiente del Congreso ha sido T.C. Kabell de Zimbabwe, apoyado por dos Vicepresidentes, el Dr. Yamamura de Japón y W. Shenouda de Egipto. El Relator General es el Dr. B. Gilg, de Suiza, y el secretario V. Choga de Zimbabwe.

Se expone en primer lugar un resumen del informe del Relator General, en el que analiza las comunicaciones presentadas sobre este tema, y que se encuentra en el volumen III de las publicaciones del Congreso y a continuación se comenta lo tratado en las sesiones del 10 de noviembre en Durban.

## 2. INFORME DEL RELATOR GENERAL

### 2.0. GENERALIDADES

En el informe del Dr. Gilg se indica que se han recibido 54 comunicaciones procedentes de 29 países.

Teniendo en cuenta el tiempo que puede transcurrir desde que se desarrolla el estudio de factibilidad de una presa hasta que se termina su construcción, no es de extrañar que el proyecto inicial sufra modificaciones, durante la fase de construcción.

Si tenemos en cuenta que un gran número de presas pueden necesitar algún día una modificación o recrecimiento, es conveniente, en la fase de proyecto, tener presente esta posibilidad, que puede influenciar, en algunos casos, el tipo de presa a adoptar.

### 2.1. RAZONES PARA RECRECER O MODIFICAR UNA PRESA.

Las causas que pueden aconsejar el recrecimiento o modificación de una presa pueden estar relacionadas con la explotación (mayor demanda de agua, aumento de volumen destinado a laminación de avenidas, etc.) nuevos datos relacionados con las condiciones físicas (geología, hidrología, envejecimiento de los materiales) y otros.

En general, todos los materiales a emplear en la construcción de la presa deben analizarse convenientemente para reducir al máximo el peligro de envejecimiento. También es recomendable que las presas estén dotadas de galerías, tanto las de hormigón como las de materiales sueltos, situándolas, en estas últimas, al pie de los elementos de estanqueidad.

### 2.2. CONSTRUCCIÓN POR FASES

Un gran número de presas se construyen por etapas programadas previamente, más o menos separadas en el tiempo (por ejemplo, con parada del hormigonado en época de invierno).

Aunque la presa se construya en una sola etapa, su comportamiento tensional está ligado a la historia de su construcción y puesta en carga como por ejemplo, cota de embalse y temperatura del hormigón en el momento de inyectar las juntas de una presa bóveda. En las presas de materiales sueltos, el proceso constructivo produce una

compactación, y por tanto una variación de sus características geomecánicas. Por consiguiente, se deben prever las condiciones de construcción, y si éstas se modifican, ver su influencia en la seguridad de la estructura, repitiendo los cálculos, si se considerase necesario.

En general podemos decir que en los trabajos hidráulicos, siempre se debe dejar capacidad resistente en reserva, es decir, no agotar la capacidad resistente de las estructuras que se proyectan.

Las modificaciones o recrecimientos pueden hacerse sin cambiar el tipo de presa, o bien cambiándolo, como por ejemplo, transformando una presa de gravedad en una de contrafuertes, o recreciendo una de gravedad con escollera aguas abajo. Suele ser ventajoso conservar el tipo de presa original, por lo que es útil tenerlo en cuenta al redactar el proyecto.

### 2.3. CAUSAS QUE PROVOCAN LA NECESIDAD DE INTRODUCIR MODIFICACIONES

#### A) Investigación insuficiente

Hoy en día, una investigación insuficiente es debida principalmente a una mala utilización de los medios que la tecnología pone a disposición del ingeniero. Entre los errores que se presentan y que obligan a introducir modificaciones tenemos los relacionados con la hidrología, la geología, la sismología, etc.

#### B) Incidentes durante la construcción.

Durante la construcción de una presa pueden presentarse una serie de incidentes que obligan a modificar su concepción. Entre estos tenemos los relacionados con los materiales, cambio del programa de trabajos (incidentes climatológicos, falta de capacidad de los constructores, falta de medios financieros) accidentes geológicos, tales como deslizamiento de terrenos, etc.

#### C) Fenómenos observados durante la explotación.

El hecho de que la vida de una presa sea larga, de varios decenios, e incluso siglos, hace que puedan presentarse nuevas necesidades de uso,

ó determinados fenómenos que no se manifiestan en un plazo corto de tiempo. Es por tanto necesario el control y vigilancia frecuente de la estructura, que puede poner de manifiesto problemas a largo plazo, que requieren introducir modificaciones.

## 2.4. MODIFICACIONES MONOLÍTICAS

Las modificaciones que el Relator General denomina "monolíticas" son aquellas en que la parte de presa antigua y la parte nueva, añadida en la modificación, trabajan solidariamente.

Evidentemente, este monolitismo debe estar controlado permanentemente, ya que la discontinuidad que existe entre las dos partes de la obra podría activarse.

El uso de anclajes, y la posibilidad actual de controlar en el tiempo la evolución de su estado tensional, y retensarlos en caso necesario permite que el empleo de esta solución tienda a generalizarse.

En el caso de presas de fábrica (hormigón y mampostería) tenemos primeramente las presas de gravedad en las que es aconsejable, siempre que sea posible, recrecer por el paramento de aguas abajo, que evita el vaciado total del embalse y las excavaciones al pie del paramento de aguas arriba. Deben tomarse precauciones para que la superficie de contacto de la fábrica antigua y nueva sea lo más rugosa posible; tener en cuenta que con bulones cortos se pueden "coser" estos dos materiales, usar hormigón con bajo calor de hidratación, conservar las juntas de la parte antigua en la nueva, etc.

En el caso de presas bóveda, la elevación de una altura equivalente al doble del espesor del arco de coronación suele ser sencilla, siempre que se tome la precaución de repicar de 0,50 a 1 m para lograr una unión buena entre hormigones antiguos y nuevos, y conservar exactamente las juntas antiguas en la parte nueva. La inyección de estas juntas debe hacerse en la situación óptima tanto en lo referente a temperatura como cota de embalse (lo más baja posible).

Evidentemente, estos recrecimientos, incluso ampliando el ancho del arco de coronación ligeramente, son factibles siempre que la bóveda antigua esté dimensionada con una cierta amplitud.

Las presas de contrafuertes son más complicados, ya que exigen ampliar las almas de los contrafuertes y reforzar las cabezas.

El hormigón compactado con rodillo se tiende a utilizar en los recrecimientos en lugar del hormigón clásico.

En las presas de materiales sueltos, con núcleo de arcilla, a veces se hace necesario aumentar la seguridad, aunque no se aumente la capacidad de embalse, haciendo más suaves los taludes, a causa de una sobrevaloración, en proyecto, del ángulo de rozamiento interno, o bien de una infravaloración de las presiones intersticiales ó de tomar en consideración efectos sísmicos. El refuerzo del talud aguas abajo es relativamente sencillo, cosa que no ocurre con el de aguas arriba, que obliga a vaciar el embalse.

A veces se usan inyecciones para mejorar la impermeabilidad del núcleo.

Al cabo de un cierto tiempo, la compactación natural aumenta el ángulo de rozamiento interno con lo que es posible un aumento de la altura, admitiendo unos taludes ligeramente más inclinados, y una reducción del ancho de coronación.

Deben tomarse precauciones para recrecer el núcleo impermeable. En las presas con núcleo bituminosos o de hormigón es necesario cuidar la unión del núcleo antiguo con el nuevo.

En el caso de presas con pantalla, el recrecimiento de la pantalla aguas arriba y la compactación de los nuevos materiales sobre el talud de aguas abajo suele ser fácil. En estos casos la existencia de una galería al pie aguas arriba de la pantalla es un elemento de control muy útil y siempre aconsejable.

## 2.5. MODIFICACIONES DISCONTINUAS

Las modificaciones discontinuas son aquellas en las que, la modificación introducida cambia, de alguna forma, el tipo de presa.

En las presas de fábrica, el recrecimiento de mampostería con hormigón, o bien hormigón con hormigón, pero en los que se considera que la junta entre el material nuevo y antiguo es, de alguna forma, activa, es decir, con posibilidad de deslizamiento, debe cuidarse especialmente el drenaje de esa junta, para evitar subpresiones indeseables, aunque se utilicen procedimientos para solidarizar al máximo los materiales.

El hormigón compactado con rodillo se emplea para recrecer presas de gravedad, y se está empleando, parece ser que con éxito, para el recrecimiento de presas bóveda.

En cuanto a las presas de materiales sueltos, lo más delicado es garantizar la continuidad del

elemento impermeable, con inyecciones o a veces con pantallas continuas. También se ha recrecido alguna presa de gravedad añadiendo escollera aguas abajo y ligando la presa antigua a una pantalla de hormigón armado situada sobre el paramento de aguas arriba de la escollera.

## 2.6. MODIFICACIONES SECUNDARIAS O EXCEPCIONALES

Evidentemente, la mayor parte de las modificaciones de las presas, y concretamente los recrecimientos, requieren modificaciones en las compuertas de aliviadero, y muchas veces del propio aliviadero. Cada uno de estos casos es un caso singular, y no hay reglas generales.

Una consideración que debe hacerse siempre que la modificación de una presa sea importante es analizar la posibilidad de construir una presa nueva, que la sustituya.

## 2.7. CONCLUSIONES DEL RELATOR GENERAL

Entre las conclusiones del Relator General destacamos:

▼ La modificación de una presa es una operación frecuente.

▼ Los refuerzos motivados por un reconocimiento defectuoso son cada vez menos necesarios, pero los refuerzos a causa de nueva información obtenida durante la explotación (hidrología, sismología) continúan siendo bastante frecuentes.

▼ Los recrecimientos se realizan en muchas ocasiones por disponer de nuevos datos hidrológicos, más fiables que los utilizados en la fase de proyecto.

▼ Muchas presas pueden modificarse, y el pretensado debe ser considerado un elemento constructivo fácil y seguro.

▼ Para recrecimientos o modificaciones de presas de hormigón se requiere:

- a) Cimentación rocosa de buena o media calidad.
- b) Hormigón aceptable en cuanto a resistencia al hielo, aguas agresivas y reacción álcali-árido.
- c) Dimensiones apropiadas, con una capacidad resistente en reserva aceptable.

▼ Para el recrecimiento o modificaciones de presas de materiales sueltos se requiere:

- a) Cimentaciones rocosas o de suelos bien compactados no propensos a la licuefacción.
- b) Propiedades geomecánicas adecuadas de los materiales, buena compactación y dispositivo de estanqueidad en buenas condiciones.
- c) La presencia de galerías al pie de los elementos de estanqueidad es conveniente en presas de 60 metros de altura o más, ya que facilitan siempre un refuerzo de la estanqueidad y de los dispositivos de drenaje.

▼ Es importante el disponer de elementos de auscultación e información del comportamiento durante un período lo más grande posible.

## 3. DESARROLLO DE LA SESIÓN

El jueves 10 de noviembre se inicia la reunión del Congreso, a las 8:30 de la mañana con un saludo del Presidente C. Kabell. A continuación hace una breve exposición el Relator General Sr. Gilg, en la que reitera lo ya expuesto en su informe y da entrada al primero de los cuatro temas de debate seleccionados.

### **a) Diseño específico de presas para ser modificadas o recrecidas con posterioridad: razones físicas y económicas para estas modificaciones y descripción de las medidas a tomar en el proyecto original.**

En primer lugar, y entre los informes seleccionados, J. Aster comenta el caso de la presa de la Ganguise, en Francia, construida en 1979, y en la que se previó un recrecimiento de 6 m. a los 10 años, pero que no se realizará hasta los 20 años (1999), lo que viene a justificar la conveniencia de no haberla construido en su totalidad en la primera fase.

La presa, con núcleo arcilloso, plantea varios problemas técnicos que obligarán a una ejecución cuidadosa del recrecimiento. Posiblemente, la solución elegida en 1979 no haya sido la más adecuada para efectuar el recrecimiento. No obstante se piensa llevar a cabo, ya que es económicamente interesante y necesario.

A. Yziquel hace una exposición que completa la presentada en la R. 25 de esta Q.70

Analiza en modelo matemático el efecto de una puesta en carga parcial de una presa bóveda,

la de Tuzkwel (Kenya) antes de terminar su construcción, lo que obligará a hacer una inyección de juntas previa a alcanzar con el hormigonado la cota de coronación en todos los bloques.

Se simuló el efecto de presión hidrostática con juntas inyectadas hasta una determinada altura y por otra parte el efecto de peso propio cuando a partir de esa cota, no todos los bloques alcanzan la coronación.

Las conclusiones que se obtienen es que en un valle estrecho como el analizado, las tensiones producidas por la presión hidrostática no sufren variaciones importantes pero el proceso constructivo simulado afecta notablemente a las tensiones verticales de peso propio que sufren variaciones en su distribución.

B. Mahiov habla a continuación de la presa de Puylaurent en Francia, presa bóveda de 73 m. de altura y 220 m. de longitud de coronación, con aliviadero libre en salto de Sky, dotada de elementos fusibles tipo HYDROPLUS de 1,1 m. de altura, que se cambiarán por otros de 2,6 m. de altura en una 2ª fase, con lo que se logrará un incremento del orden del 10% de la capacidad útil del embalse.

Después de estas tres presentaciones principales se abre un turno de debate en la sala.

En relación con la solución adoptada en la presa de Puylaurent se aclara, contestando a una pregunta, que se estudiaron las caídas de los bloques hydroplus y se reforzó con ferralla la zona de impacto. También se proyectaron los elementos hydroplus para soportar el golpe. En el modelo hidráulico no se vieron problemas especiales de funcionamiento al paso de la avenida.

Sobre los problemas que puede presentar un recrecimiento en zonas sísmicas, las presas de gravedad pueden aceptar, en general, recrecimientos, siendo conveniente estudiar por elementos finitos su comportamiento.

Se comenta que las bóvedas con coronaciones gruesas son relativamente fáciles de recrecer.

Entre las comunicaciones preparadas, J.J. Gerlinger expone un procedimiento constructivo empleado en la presa de Wriggleswade en Sud Africa, presa de hormigón compactado con rodillo, en la que este hormigón se ha colocado en montículos, con pendiente de caída de hasta un 20%. Este procedimiento, que elimina las juntas y no ha presentado fisuras importantes, permite gran flexibilidad en la construcción y es un procedimiento aplicable a recrecimientos.

C.H. Yeh comenta a continuación el recrecimiento de la presa de Gurí en Venezuela. Estaba

prevista su construcción en tres etapas; la primera, hasta la cota 220, se terminó en 1969, y se preveía un recrecimiento hasta la cota 263 en otras dos etapas diferentes. La crisis del petróleo de 1970 aconsejó recrecer la presa en una etapa en vez de dos, hasta la cota 272,9.

Para prever los problemas derivados de la interacción entre los hormigones de edades diferentes se realizó un análisis tensional muy detallado, y se cuidó la construcción y el drenaje de la interfase entre estos dos hormigones.

El problema de evacuar las avenidas en el período de construcción del recrecimiento se resolvió dividiendo el aliviadero en tres zonas, trabajando en la estación seca en una de ellas, con las otras dos operativas, y manteniendo en la estación húmeda las tres operativas.

Se instrumentó notablemente la presa para su control posterior al recrecimiento.

En el debate posterior a estas dos presentaciones, se indica que los recrecimientos, si no se han previsto previamente en el proyecto, pueden obligar a un doble desplazamiento de poblaciones afectadas por el embalse.

Se habla también de la posibilidad de construir por fases las presas de pantalla (Salvajina) lo que permite una explotación parcial.

Resumiendo lo tratado en este Subtema a), el Vicepresidente Shenouda dice que las presas se pueden recrecer varias veces, sin que exista un límite en la vida de las mismas.

Los motivos para recrecer una presa pueden ser muchos, entre otros el económico, ya que una construcción por fases puede hacer que las inversiones se rentabilicen antes. Otros motivos de recrecimiento son nuevas necesidades de usos del agua que no se preveían en el momento de desarrollar el proyecto.

Parece que una gran mayoría de las presas son susceptibles de recrecimiento, con algunas limitaciones por motivos sísmicos, y en muchas ocasiones es más económico recrecer una presa antigua que construir otra nueva.

## **b) Control del comportamiento de las presas modificadas y comparación con los cálculos.**

Entre las comunicaciones seleccionadas para el Subtema b), tenemos en primer lugar el recrecimiento en la presa de Alsa, incluida en el Salto de Aguayo, situado en Santander (España). J. Telleira expone la necesidad de recrecer esta presa, de 41 m. de altura en siete metros más, mediante una

pantalla de hormigón de un espesor variable entre 4 y 11 m, adosada al paramento de aguas arriba. La junta entre el hormigón ciclópeo de la fábrica antigua, construida entre 1917 y 1920, y la nueva, se ancló con bulones de 20 mm. y 5 m. de longitud, y se dotó de un drenaje adecuado, con tres galerías horizontales de control.

H.J. Morlans expone a continuación la solución prevista para el recrecimiento de la presa de La Tranquera, en el río Piedras, afluente del Ebro (España).

La razón del recrecimiento es la insuficiencia del embalse actual para regular las aportaciones.

La presa, de gravedad, de 43,5 m. de altura sobre el lecho del río, se piensa recrecer en 5,35 m., ampliando la coronación, con lo que, según el estudio tensional desarrollado, la presa conserva buenas condiciones de seguridad estructural, y la solución es más simple y económica que el recrecido ampliando su perfil sobre los paramentos.

Se expone también la forma de modificar el aliviadero.

H.E. Minor expuso la comparación entre las medidas y los cálculos de deformaciones en la presa de Mauvoisin después de un recrecimiento de 13,5 m. de esta bóveda de 250 m. de altura.

Dada la existencia de instrumentación abundante, fundamentalmente péndulos, desde 1958, se pudo calibrar adecuadamente al modelo de elementos finitos.

Una conclusión importante que se ha visto en el modelo, es que los puntos de anclaje de dos péndulos situados 47 m. bajo la cimentación no pueden considerarse fijos, ya que sufren desplazamientos de hasta 5 mm.

En el debate posterior a estas comunicaciones seleccionadas se trató de la importancia de conocer el comportamiento de la presa, por medio de la auscultación, antes del recrecimiento, y que en muchos casos es conveniente prever, a la hora de proyectar el sistema de auscultación, los posibles recrecimientos futuros.

Entre las comunicaciones preparadas Shelly expone detalles de la construcción y dispositivos de auscultación de la presa de Stettynskloof, de gravedad de unos 20 m. de altura, construida en 1954 que se recreció 30 m. en 1981, mediante una presa de materiales sueltos, con núcleo impermeable inclinado que apoya en el paramento de aguas abajo de la presa antigua. Se colocaron piezómetros, células de presión, células para medir asientos, etc.

B. Lehocine expone muy brevemente el proyecto de "Pont des Trembles" en Argelia, dotado de una presa de escollera en la que se prevé un recrecimiento.

En el debate posterior a estas presentaciones se recalca la importancia de instrumentar bien la presa, sobre todo si se piensa recrecer en el futuro.

Se hacen algunas preguntas sobre las comunicaciones presentadas, y a continuación el Vicepresidente Yamamura hace un resumen del Subtema b), remarcando la importancia de la instrumentación y control de la presa, no solo de la estructura, sino también de los materiales que la constituyen, para vigilar la posible variación de sus propiedades.

### **c) Problemas específicos de la unión entre obra antigua y nueva con especial consideración a los procedimientos modernos de pretensado.**

Se inicia este tema, con la presentación por parte de R. Straubhaar del recrecimiento de la presa de Mauvoisin, mediante un arco de 13 m. de alto. Expone que el trabajo se desarrolló en tres años, iniciándose con una demolición de la parte superior de la coronación, y la realización de ensayos para comprobar la unión de los hormigones. Comenta el proceso constructivo y los controles realizados durante las obras.

R. Cornut hace una exposición de los últimos desarrollos en relación con los anclajes. Comenta primeramente sus limitaciones de uso, considerando valores aceptables una longitud de 100 m. como máximo y 10.000 KN. de esfuerzo. También indica que no se debe pedir al anclaje más de lo que puede dar, es decir, comenta sus limitaciones en cuanto a su colaboración en la estabilidad al deslizamiento de la presa.

Se citan los progresos más recientes en cuanto a la protección contra la corrosión, entre los que se incluyen las protecciones eléctricas, y la posibilidad de comprobar el estado de tensión y retensar si hace falta.

En el debate posterior se citan ciertos puntos débiles ante la corrosión que quedan en los anclajes, así como otros procedimientos de protección. También se habla de la posibilidad de comprobar el estado de anclajes antiguos inyectados con cemento.

Entre las comunicaciones preparadas, Barry Cooke comenta la posibilidad de recrecer las presas de escollera con pantalla de hormigón arma-

do, así como la posibilidad de construirlas por fases. Señala que entre 20 presas de este tipo de más de 70 m. de alto solo una tiene galería en el rastrillo del pie del talud de aguas arriba. En general, en su opinión, no es necesaria esta galería. Cita también la conveniencia de proteger con filtros las zonas erosionables o sifonables de la cimentación.

G. Tarbox expone el recrecimiento de la presa de hormigón ciclópeo "Theodore Roosevelt" construida entre 1903 y 1911.

Se analizó el tipo de recrecimiento (doble o simple curvatura), y se optó por la simple curvatura por ser más favorable en relación con las tracciones.

Este recrecimiento, de 23,5 m., se realizó entre otras razones para posibilitar la evacuación de la P.M.F.

Se realizaron ensayos sobre la forma de tratar el contacto del nuevo hormigón con el ciclópeo, analizando la forma de enfriar el nuevo hormigón y las presiones de la inyección de contacto. Se dotó a la presa de una red de drenaje de la que carecía. También se sustituyeron compuertas en el aliviadero.

Una comprobación interesante, y sobre la que podrían centrarse futuras investigaciones, es el efecto de la fluencia y variaciones no lineales de la temperatura, en la reducción de las concentraciones de tensiones.

C. Watermeyer amplía en su presentación la R. 28 sobre la construcción de la presa de Balfour en Africa del Sur, en la que en su segunda fase, se hace una especie de mampostería en hormigón ciclópeo (cosa rara en el momento actual) con lo que se pretende, quizás por razones coyunturales de la zona, que el empleo de mano de obra sea grande.

En el debate posterior se hacen algunos comentarios sobre la protecciones de los anclajes.

El Relator General indica que el uso de anclajes inyectados, en los que no es posible comprobar su estado tensional a posteriori, es una aventura. Defiende por otra parte, el empleo de la galería al pie de elemento de estanqueidad de las presas de materiales sueltos.

Del resumen que hace W. Shenouda de este Subtema c), destacamos:

▼ Conveniencia de instrumentar las presas que se piensa recrecer varios años antes de efectuar el recrecimiento para poder evaluar su comportamiento y seguridad.

▼ En presas en que se busca monolitismo entre la parte antigua y la nueva, deben tomarse precauciones en la junta. El solidarizar las dos partes con anclajes, bien protegidos y con posibilidad de control posterior es una buena solución.

▼ Para recrecer presas de gravedad conviene usar hormigón con cemento de bajo calor de hidratación.

▼ El R.C.C. es útil para recrecimientos por la rapidez de construcción y su bajo coste.

#### **d) Modificación de las obras auxiliares y control de avenidas durante la construcción.**

A. Merchan presenta el futuro recrecimiento de la presa de Guadarranque en Cádiz (España). Esta presa, de materiales sueltos con núcleo de arcilla, construida en 1966, de 71 m. de alto, se pretende recrecer en unos 10 m.

Entre las soluciones estudiadas, la que parece más adecuada es la constituida por un muro de tierra armada, en el paramento de aguas arriba, y recrecimiento del talud de aguas abajo. El núcleo se prolongará como núcleo vertical inmediatamente aguas abajo del muro de tierra armada, y se protege con filtros y drenes. La obra no se ha iniciado por el momento.

F. Mendaña (España) expone la modificación de la construcción por fases de la presa de La Esperanza en Ecuador, presa de 47 m de altura proyectada en los años 70, y en la que, por problemas geotécnicos de la cimentación se preveía su construcción en dos fases; la primera consistente en unas ataguías y dos pantallas continuas, que permitían sustituir una parte del material de la cimentación y dejarlo un tiempo para que se estabilizasen los asientos.

A finales de los ochenta se propuso variar el proyecto, tratando las arenas por compactación dinámica. Se hicieron estudios más detallados, por elementos finitos, en los que se vio que los asientos eran menores de los inicialmente previstos y que se producían en su mayor parte durante la fase de construcción. Se decidió efectuar la construcción en una fase, no sustituyendo el material inicialmente previsto, y colocando una sola pantalla de hormigón plástico en el eje de la presa.

Entre las comunicaciones preparadas A. Chermaly trata del recrecimiento de la presa de Sebawe en Zimbabwe, de 47 m. de altura construida en 1957. Esta presa de contrafuertes, se transformó, con el recrecimiento de 7 m., en presa de grave-

dad hueca. El tema fundamental de la exposición se centra en el método utilizado para instalar un desagüe de 1,4 m. de diámetro entre dos contrafuertes sin vaciar el embalse.

P. Mason habla del recrecimiento de la presa de Rosieres en Sudán, construida entre 1960 y 1963, de 68 m de altura y que en una longitud de 1 Km. es de contrafuertes, prolongada por dos diques laterales de varios kilómetros. Se ha previsto realizar en un futuro su recrecimiento, y se expone la forma que últimamente se ha estudiado para ampliar los contrafuertes y reformar el aliviadero, prestando especial atención a los anclajes de los pivotes de las compuertas de sector.

Benhenni expone los problemas presentados como consecuencia del recrecimiento de la presa de Zardezas en Argelia.

Esta presa de gravedad se construyó entre 1927 y 1935. En 1967 se decidió recrecerla, al perderse gran parte de la capacidad de embalse por aterramientos. Entre 1968 y 1970 se recreció 12,7 m con hormigón y anclajes. Posteriormente (1973) se comprobó que 14 de los 111 anclajes estaban total o parcialmente rotos. Las roturas de los cables se produjeron en la proximidad de la cabeza de anclaje por problemas de corrosión. Se decidió bajar la cota de embalse para garantizar la seguridad. En 1992 se decidió dragar el vaso para aumentar la capacidad de embalse útil.

Yamamura hace un resumen de este Subtema en el que comenta algunas de las presentaciones hechas, y concluye que los ingenieros que se ocupen del recrecimiento de presas deben tener amplia experiencia y conocimiento de diferentes materias relacionadas con la construcción. Por razones económicas, debe estudiarse bien el plan de

obra del recrecimiento (sobre todo por su influencia en la explotación).

Como Resumen Final de la Q.70 el Relator General, Sr. Gilg hizo varias consideraciones, entre las que destacamos:

▼ No debe confundirse la modificación de una presa con su construcción en etapas. En realidad todas las presas se construyen en etapas.

▼ La necesidad de modificar las presas por investigación previa incompleta es cada vez menor.

▼ Las modificaciones para mejorar la explotación suelen reforzar la seguridad, y están motivadas, en general, por capacidad del aliviadero insuficiente ó necesidad de mayor volumen de embalse.

▼ Al proyectar una presa se debe prever la posibilidad de recrecerla. Es conveniente dejar en reserva un margen de seguridad suficiente.

▼ Es conveniente disponer de amplia instrumentación de control de la presa, con miras a su posible recrecimiento. Las galerías de inspección son muy importantes.

▼ Las bóvedas y las presas de materiales sueltos con pantalla aguas arriba son fáciles de recrecer. En las presas de gravedad, el pretensado facilita hoy en día su recrecimiento. Estos recrecimientos se pueden hacer en general sin bajar el embalse.

▼ Las presas de contrafuertes son menos favorables para el recrecimiento.

▼ Cada recrecimiento es un problema único. No hay reglas generales. Al recrecer hay que ser generoso. Es conveniente sobredimensionar ligeramente las obras.

Con esto se da por terminada la sesión técnica del Congreso en relación con la Q.70. ●