

**SPANCOLD
CNEGP**

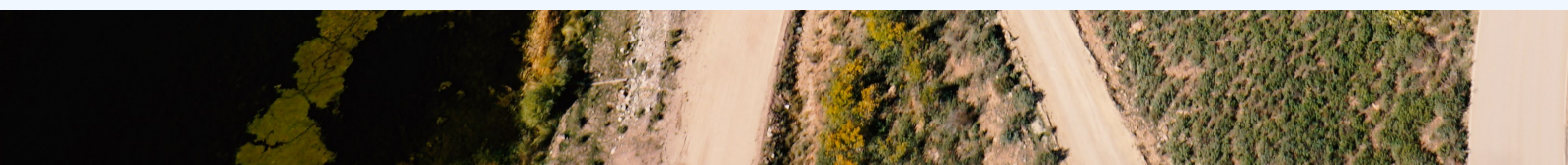
BOLETÍN SPANCOLD SPANCOLD NEWSLETTER

Diciembre 2018
Nº 14. Volumen 6, nº 1



**NÚMERO ESPECIAL
MONOGRÁFICO DE LAS**

XI Jornadas
Españolas
de Presas



ÍNDICE

EDITORIAL	3
<i>Ignacio Escuder Bueno</i>	
LAS XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS	4
INTRODUCCIÓN	5
REUNIONES PREVIAS DE LOS COMITÉS TÉCNICOS	6
COMITÉ TÉCNICO DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO Y EDUCACIÓN (CIPE)	6
<i>Begoña Suárez Castro</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE GESTIÓN DE SEDIMENTOS	7
<i>Alberto Gonzalo Carracedo</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE PRESAS PARA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	8
<i>Francisco Javier Baztán Moreno</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE PRESAS DE HORMIGÓN	8
<i>Rafael Ibáñez de Aldecoa</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE PRESAS DE MATERIALES CEMENTADOS	9
<i>Francisco Ortega Santos y Vicente Portal Roig</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE AUSCULTACIÓN Y VIGILANCIA DE PRESAS	9
<i>Fernando Vázquez Brea</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE MODELOS NUMÉRICOS EN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE PRESAS	10
<i>Estrella Alonso Tejedor</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE PRESAS	10
<i>Ismael Reviriego Vasallo</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE PRESAS Y CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL	11
<i>Lourdes Ortega Santos</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS ESTRATÉGICAS	12
<i>René Gómez López de Munain</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE SEGURIDAD DE PRESAS	12
<i>César Mayoral Ranedo</i>	
COMITÉ TÉCNICO DE PUESTA FUERA DE SERVICIO DE PRESAS	13
<i>Agustín Pastor Turullols</i>	
PATROCINADORES Y COLABORADORES DE LAS XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS	13
RESUMEN DE LAS SESIONES	14
RECEPCIÓN INSTITUCIONAL EN LA DIPUTACIÓN DE LEÓN	25
CONFERENCIAS ESPECIALES	26
CENA DE BIENVENIDA	28
LOS POSTERS DE LAS XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS	29
COMUNICACIONES PREMIADAS	30
GRANDES BALSAS COMO MEDIDAS DE ADAPTACIÓN A LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO	30
<i>Javier Cabañero Fernández, Santiago Folgueral Moreno, Francisco Gelardo Segura y Lourdes Ortega Santos</i>	
GES-Q: SISTEMA INNOVADOR DE APOYO A LAS DECISIONES PARA LA GESTIÓN HIDROLÓGICA-HIDRÁULICA EN TIEMPO REAL Y LA PLANIFICACIÓN DE LAS CUENCAS	33
<i>Ángel Ferrer Díaz</i>	
PREMIOS OTORGADOS A LA MEJOR COMUNICACIÓN	36
NUEVA TORRE DE TOMA EN LA PRESA DE GUADALMELLATO (CÓRDOBA)	37
<i>Pedro Escribano Rodríguez, José Luis Suárez Sánchez y Alberto Ruiz Ángel</i>	
LA PRESA DE ALDEADÁVILA HA SIDO UNO DE LOS ESCENARIOS DE LA PELÍCULA "TERMINATOR 6"	40
PRESAS ESPAÑOLAS: CASTROVIDO	41
LAS VISITAS TÉCNICAS DE LAS XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS	42
<i>Begoña Suárez Castro</i>	
REFLEXIONES Y CONCLUSIONES DE LAS JORNADAS	44
PRESAS Y REGADÍO EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR	46
<i>Joaquín del Campo Benito</i>	
LA PRESA DE CASTROVIDO. LA CONSTRUCCIÓN DE UN EMBALSE MULTIPROPÓSITO	50
LA PRESA DE ALMENDRA, PROTAGONISTA DEL SPOT DEL NUEVO PEUGEOT 508	54
NOVEDADES BIBLIOGRÁFICAS	54

Comité de Redacción

Coordinación:

Clemente Prieto Hernández

Redacción:

Comité de información al Público y Educación (CIPE)

Diseño y Maquetación:

Alberto de Cea Azañedo

Contacte con Nosotros

Si desea aportar para futuras ediciones de este Boletín, información que considere relevante o de interés para el sector, envíe un e-mail a:

comunicacion@spancold.es

adjuntando el texto que desea incluir (500-600 palabras) y una o dos fotografías de apoyo al mismo, si fuese necesario.

SPANCOLD no se responsabiliza de las opiniones vertidas por los autores de los artículos publicados, quienes serán los responsables legales de su contenido, autenticidad y carácter inédito.

Fotografía de Portada: **Castrovido**



XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS



Estimados amigos:

Es un placer para mí dirigirme desde el Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOLD) a todos los que día a día desarrolláis vuestra actividad en el campo de la ingeniería del agua, parte esencial de nuestro medio ambiente, nuestra capacidad de generar energía limpia, nuestra seguridad alimentaria o nuestra propia salud y bienestar.

Cuando fui elegido presidente de SPANCOLD, hace ahora un año, nos planteamos muchos retos que hemos sido capaces de afrontar gracias al trabajo de muchos de vosotros, a vuestra vocación y generosidad, a vuestra voluntad de colaborar desde este espacio que aspira a ser un espacio de todos.

Como he manifestado en numerosas ocasiones aspiramos en SPANCOLD a ser además un espacio de pensamiento libre, donde todos nos encontremos para, colectivamente, afrontar la complejidad y la magnitud de los retos a los que nos enfrentamos con la mayor honestidad y rigor, comprometidos en la búsqueda de soluciones equilibradas, innovadoras, sostenibles y eficaces, a la altura de nuestros desafíos.

En este contexto, los más de veinte Comités Técnicos activos son un ejemplo en el que podemos mirar-

nos todos con satisfacción, por nuestra capacidad de aportar al progreso técnico, científico y profesional, así como de difundir y promover el valor del ingente patrimonio hidráulico que disfrutamos y que debemos preservar y modernizar.

Si cabe destacar un hito colectivo en este año que ahora termina, éste ha sido sin duda la celebración de las XI Jornadas Españolas de Presas que se desarrollaron en León, del 26 al 29 de junio, con la participación de más de 500 personas alrededor de reuniones técnicas, presentaciones, debates y eventos sociales que destacaron tanto por su calidad como su calor humano.

Este número de nuestra merecidamente reconocida "newsletter" lo dedicamos precisamente a difundir lo que somos capaces de hacer cuando trabajamos juntos, con la mira puesta en el bien común y alejados de planteamientos dogmáticos, favoreciendo una gobernanza verdaderamente inteligente.

Os invito, con todo mi entusiasmo y en nombre de todos los que formamos parte de la gran familia de SPANCOLD, a la lectura y difusión de nuestra revista, y aprovecho para mandaros desde estas páginas mis mejores deseos para el próximo año.



**WATER STORAGE AND
HYDROPOWER DEVELOPMENT FOR
AFRICA**

Windhoek, NAMIBIA

2 to 4 April, 2019

<https://www.hydropower-dams.com/africa-2019>



87TH ICOLD ANNUAL MEETING

Ottawa, CANADA

9 to 14 June, 2019

<http://www.icold-cigb2019.ca>



**11TH ICOLD EUROPEAN CLUB
SYMPOSIUM**

Crete, GREECE

2 to 4 October, 2019

<https://www.eurcold2019.com>

XI

Jornadas Españolas de Presas

XI Jornadas
Españolas
de Presas
León, del 26 al 29 de junio de 2018



LAS CIFRAS DE LAS XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS

- **149 COMUNICACIONES RECIBIDAS**
- **50 COMUNICACIONES PRESENTADAS ORALMENTE**
- **7 CONFERENCIAS ESPECIALES**
- **3 VISITAS TÉCNICAS**
- **29 POSTERS**
- **8 STANDS**
- **450 ASISTENTES**
- **19 REUNIONES DE LOS COMITÉS TÉCNICOS CON 225 ASISTENTES**
- **450 IMPRESIONES EN TWITTER**
- **REPERCUSIÓN EN 70 MEDIOS DE COMUNICACIÓN**



Siguiendo con el desarrollo de una ya consolidada actividad de SPANCOLD, que se inició en 1985 con las I Jornadas Españolas de Presas, celebradas en Madrid y dedicadas a la Seguridad de Presas, han tenido lugar en León las XI Jornadas, entre los días 26 y 29 de Junio de 2018.

En esta ocasión, los organizadores de estas Jornadas fueron el Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOLD), Confederación Hidrográfica del Duero y el Ayuntamiento de León.

Las Jornadas se ubicaron en el Auditorio Ciudad de León (Avda. de los Reyes Leoneses, 4), y contaron con la inscripción de 450 Congresistas, y la presencia de importantes empresas relacionadas con las presas.

La mesa inaugural estuvo constituida por D. Antonio Silván Rodríguez, Alcalde de León, que presidió la inauguración, D. Eduardo Cabanillas Muñoz-Reja (Secretario General de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León), D. Francisco Castañón González (Vicepresidente Primero de la Diputación de León), D. Daniel Sanz Jiménez (Subdirector General de Infraestructuras y Tecnología del Ministerio para la Transición Ecológica), D. Juan Ignacio Diego Ruiz (Presidente de la Confederación Hidrográfica del Duero), D. José Polimón López (Vicepresidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos), D. Vicent Esteban Chaparría (Presidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos) y D. Ignacio Escuder Bueno (Presidente de SPANCOLD).

La clausura corrió a cargo de D. Juan Carlos Suárez-Quíñones y Fernández (Consejero de Fomento y Medio Ambiente de la

Junta de Castilla y León), acompañado por D. Rafael Sáez González (Subdirector de Infraestructuras Agrarias del Instituto Tecnológico Agrario de la Junta de Castilla y León), D. Daniel Sanz Jiménez (Subdirector General de Infraestructuras y Tecnología del Ministerio para la Transición Ecológica), D. Alfredo González González (Director Técnico de la Confederación Hidrográfica del Duero) y D. Ignacio Escuder Bueno (Presidente de SPANCOLD).

Los temas a tratar se agruparon en dos bloques: El Tema A, *"Presas y Cambio Climático"*, dividido en los Subtemas A1 *"Sequía y planificación de recursos hidráulicos"*, A2 *"Defensa frente a inundaciones"*, A3 *"Energía hidroeléctrica"*, y A4 *"Recuperación ambiental de ecosistemas fluviales"*, y el Tema B, *"Progreso y Tecnología en el Ámbito de las Presas y la Gobernanza del Agua"*, dividido a su vez en B1 *"La gobernanza del agua como motor de progreso"*, B2 *"Nuevos conceptos y herramientas en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de presas y embalses"* y B3 *"Experiencias internacionales"*.

Sobre estas cuestiones se presentaron 149 ponencias, de las que 50 fueron seleccionadas para ser expuestas oralmente en el Auditorio. Además, se impartió una Conferencia Inaugural, cinco Conferencias Especiales, dos Conferencias fuera de los Temas principales, éstas a cargo de AUSI-GETI y de Alfredo Granados, vocal titular de SPANCOLD y profesor de la UPM, sobre la formación en ingeniería de presas en SPANCOLD, y una Conferencia de Cierre.

También se expuso un total de 29 posters, sobre cuestiones de interés para el Sector.

Por votación directa de los asistentes mediante una APP, se premiaron la mejor comunicación y póster del tema "Presas y Cambio Climático", y a la mejor comunicación y póster del tema "Progreso y Tecnología en el Ámbito de las Presas y la Gobernanza del Agua", presentados en estas Jornadas.

Una novedad importante fue la celebración de reuniones ordinarias de los distintos Comités Técnicos que se integran en SPANCOLD, el día 26 de Junio, anterior a la inauguración oficial de las Jornadas.

Dentro del desarrollo de las Jornadas, es digna de mención especial la presentación de las nuevas Normas Técnicas de Seguridad de Presas (NTSP), por el impacto decisivo que, una vez aprobadas oficialmente, tendrán en el mundo de las presas en España.

Los últimos actos de estas Jornadas fueron tres visitas técnicas a las presas de Riaño y del Porma, la de Castrovido, y la de Campañana, esta última junto con la Central Hidroeléctrica de Cornatel y una visita a Las Médulas.

Para la organización de las Jornadas se constituyó un Comité de Honor, presidido por la Ministra para la Transición Ecológica, Dña. Teresa Ribera, un Comité Organizador, presidido por D. Carlos Granell, Secretario General de SPANCOLD, y dos Comités Científicos, uno para el tema de Presas y Cambio Climático, presidido por Dña. Lourdes Ortega, Vocal Titular de SPANCOLD, y otro para el de Progreso y Tecnología en el Ámbito de las Presas y la Gobernanza del Agua, presidido por D. Alfredo Granados, Vocal Titular de SPANCOLD.



REUNIONES PREVIAS DE LOS COMITÉS TÉCNICOS

Una importante novedad, introducida en estas XI Jornadas Españolas de Presas, a semejanza de lo que se hace en los Congresos de ICOLD, fue la celebración, a lo largo de todo el día 26 de Junio en el Hotel "TRYP León" y en el "Hotel Conde Luna", de reuniones simultáneas de los Comités Técnicos que se integran en SPANCOLD.

Estaban convocados 25 Comités Técnicos en total, de los cuales, por diversas circunstancias, se reunieron efectivamente 19, incluido el recientemente creado de "Jóvenes Ingenieros", con asistencia de 225 congresistas entre oyentes y vocales de los distintos Comités. La organización de esas reuniones posibilitó la participación sucesiva en varias de ellas, según los intereses de cada cual, lo que redundó en una gran versatilidad y utilidad de las mismas.

En conclusión, se ha podido comprobar la conveniencia de mantener esta convocatoria de reuniones de los Comités Técnicos, inmediatamente antes del inicio oficial de las Jornadas de Presas.

COMITÉ TÉCNICO DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO Y EDUCACIÓN (CIPE)

Se pasó revista a las principales actividades que están desarrollándose en el CIPE, basadas todas ellas en los Términos de Referencia de ese Comité, para el periodo 2018-2020.

En primer lugar, el documento "Las Inundaciones en España", que está elaborando Fernando Pajarón, basándose en el que en su día se redactó por un grupo formado por él mismo, José Polimón y Eduardo Echevarría. El documento, de gran interés práctico, está en fase de corrección del último borrador, antes de su publicación.

Otra actividad importante es la redacción de las Bases de los Premios de Periodismo SPANCOLD. El primer borrador ha sido elaborado por Pedro Sánchez Ortega y Diego Jalón Barroso. Se está revisando por el resto de vocales del CIPE, previamente a su sometimiento a la Comisión Delegada.

En tercer lugar, dentro de los contactos con el Consejo General del Poder Judicial, se informa de que se ha recibido la respuesta a nuestra doble propuesta, de

incluir formación para los Jueces en materia de aprovechamientos hidráulicos, y de organizar una Jornada en el Colegio de Ingenieros de Caminos, sobre las responsabilidades legales que se asumen en las distintas fases de una obra hidráulica. En la respuesta, el CGPJ solicita más información sobre la incidencia de estos asuntos en la actividad de los Jueces. Se está preparando la respuesta.

Finalmente, se informó sobre otras actividades en desarrollo, como la promoción de visitas a instalaciones, donde se propone la elaboración de un cuestionario a remitir al Comité de Titulares de Presas, para recoger las distintas circunstancias en relación con las instalaciones visitables, la metodología para el cálculo rápido de daños evitados por las presas en inundaciones, señalándose que las cuencas del Segura y del Ebro ya han avanzado en este sentido, y la elaboración de una relación de beneficios de las presas y embalses, entre otras.

Clemente Prieto Hernández (SPANCOLD)
Director Técnico del CIPE



TYPESA

www.typpsa.com

Detrás de una gran
presa siempre hay
una gran ingeniería

- Estudios Previos y de Alternativas
- Estudios Ambientales, Sociales y de Seguridad Hídrica
- Proyecto Básico y Constructivo
- Auscultación y Seguridad
- Control y Vigilancia de las Obras
- Explotación, Conservación y Mantenimiento





COMITÉ TÉCNICO DE GESTIÓN DE SEDIMENTOS

Asistieron 11 miembros del Comité Técnico y 18 oyentes.

PRINCIPALES TEMAS ABORDADOS DURANTE LA REUNIÓN:

- Problemas de seguridad en la apertura de los desagües de fondo
- Problema real de la mayoría de los embalses y presas de España.
- Problema que afecta a la seguridad e integridad de nuestras infraestructuras.
- Estudio de los empujes de tierras causados por la acumulación de los sedimentos en los desagües de fondo.
- Problema que debe ser tratado no solo desde un punto de vista técnico, si no también administrativo y legislativo → Ejemplo: en algunos países como es el caso de Italia la ley de apertura de desagües de fondo como retirada natural de sedimentos tiene un enfoque diferente al caso de España. Aprender de casos a nivel internacional.
- Falta de información sobre el volumen actual de sedimentos en los embalses y presas de España.
 - Trabajos de batimetría realizados por el CEDEX hasta 2007 – 2008.
 - Falta de actualización de datos después de 10 años.
 - Hoy en día no hay conocimiento de la capacidad real de los embalses.
- Tecnologías para monitorización de los flujos de sedimentación en los embalses.

- Gran sobrecapacidad de cálculo computacional que no está contrastada con información.
- Desarrollo de modelos complejos aún por contrastar.
- Uso de nuevas herramientas como pueden ser los drones.
- Necesidad de emprender una cam-



paña por parte de la Administración para impulsar la monitorización de estos flujos de sedimentación.

- Necesidad de actualizar los datos sobre el volumen actual de sedimentos en los embalses y presas de España que sirvan como base de datos para el desarrollo de estos modelos de cálculo.
- En la actualidad la capacidad de cálculo es mucho mayor que años atrás, pero para poder explotar este aspecto es necesario tener una base de datos sólida.
- Experiencias en embalses pequeños en España:
- Uso de bypass (Cubillas) o diques de cola. Soluciones puntuales que no resuelven el problema.

- Dificultad encontrada a la hora de valorizar el sedimento una vez extraído y desecado.
- Problemas encontrados para que las Administraciones trabajen de manera conjunta.
- Las diferentes Confederaciones deben trabajar de manera conjunta con la Administración Medioambiental para proponer soluciones comunes.
- Falta de implicación por parte de la Administración para dar solución a los problemas actuales de sedimentación en relación con el tema operacional: dragado del sedimento, tratamiento y gestión del mismo, etc.
- Dar soluciones para resolver el problema actual, pero sin olvidarnos de las futuras infraestructuras a construir que ya deben estar pensadas para evitar los problemas de sedimentación.

PROPUESTAS:

- Se propone organizar unas Jornadas Nacionales de Gestión de Sedimentos en fecha a determinar y, a la vista de las Jornadas Nacionales, la celebración de unas Jornadas Internacionales en España, en 2020.
- Se propone comenzar a elaborar una guía, con el objetivo de establecer para España, los criterios que ayuden a determinar en qué casos y cuándo es recomendable actuar.

Alberto Gonzalo Carracedo (HCC)
Vocal de SPANCOLD y Director Técnico del
C.T. de Gestión de Sedimentos



COMITÉ TÉCNICO DE PRESAS PARA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

El 26 de junio tuvo lugar la reunión del comité técnico de SPANCOLD de presas para energía hidroeléctrica. A la reunión asistieron seis de los vocales colaboradores de SPANCOLD adscritos a este comité y catorce oyentes.

Se comenzó la reunión con una breve presentación sobre el estado de la energía hidroeléctrica en España y en el mundo y sus perspectivas de futuro.

A continuación se repasaron las actividades del comité hasta la fecha, especialmente la jornada técnica organizada meses antes conjuntamente con la Comisión de Energía del Colegio de Caminos sobre "presas y energía hidroeléctrica". Dado su éxito técnico y de participación se acordó realizar una jornada similar anualmente donde se recojan las principales actividades del sector en los campos de proyecto, construcción, operación y mantenimiento, innovación y medio ambiente.

Posteriormente se propuso a la Comisión que la siguiente actividad del comité técnico a desarrollar en 2018-2019,

junto con la organización de jornadas técnicas específicas, fuera la redacción de una publicación siguiendo los criterios de la ya realizada por nuestro comité homólogo de ICOLD Dams for hydroelectric energy. Se trató entre todos los asistentes en animado diálogo sobre los temas de interés que deberían incluirse en dicha publicación que se cerraría en detalle en una futura reunión del comité. Se llegó a una primera propuesta de índice que incluía lo siguiente:

- Situación de la energía hidroeléctrica en el mundo.
- Situación de la energía hidroeléctrica en España: Potencia instalada, producción, demanda y perspectivas de futuro.
- Presas y aprovechamientos hidroeléctricos en España: Centrales hidráulicas convencionales, centrales hidráulicas reversibles, minicentrales y presas multipropósito.
- Factores clave en la producción hidroeléctrica: La hidroeléctrica en el

mercado eléctrico, servicios auxiliares, costes, operación y mantenimiento, aspectos ambientales y sociales, regulaciones estatales y locales, presas hidroeléctricas y cambio climático.

- Desarrollo hidroeléctrico: Centrales reversibles de almacenamiento, centrales de Q ecológico, hibridación de centrales, seguridad de presas hidroeléctricas, repotenciación de centrales, equipos electromecánicos y caducidad de concesiones.
- Políticas y programas. Recomendaciones.

Finalizada la reunión varios de los asistentes como oyentes mostraron su interés por participar activamente en el comité para lo que se realizará la correspondiente propuesta.

Francisco Javier Baztán Moreno
(Naturgy)

Vocal de SPANCOLD y Director Técnico del
C.T. de Presas para Energía Hidroeléctrica

COMITÉ TÉCNICO DE PRESAS DE HORMIGÓN

A la Reunión del Comité Técnico de Presas de Hormigón asistieron 10 de los 19 Vocales que lo componen y, adicionalmente, 10 personas en calidad de observadores.

Los principales asuntos tratados fueron los siguientes:

- Actualización de la composición del Comité.
- Revisión de las acciones pendientes de la anterior Reunión.
- Revisión del estado de la monografía sobre "Procesos Expansivos en Hormigones de Presas" que está redactando el subcomité creado al efecto.
- Resumen de la aportación de Vocales del Comité a las XI JEP, que se ha concretado en 16 comunicaciones publicadas, de las cuales 4 fueron seleccionadas para presentación oral y para póster. En cuanto a los observadores, en conjunto totalizaban 9 comunicaciones publicadas, 3 presentaciones orales y 2 posters. Adicionalmente, 2 Vocales han sido miembros del Comité Científico del

Tema B, y un tercero designado para actuar como Secretario Técnico del Subtema A4.

- Repaso de algunos aspectos relevantes del Congreso de ICOLD a celebrar en Viena la semana siguiente a las Jornadas de León, y revisión de los puntos principales de la agenda de la Reunión del Comité Técnico homónimo de ICOLD, con especial dedicación al nuevo Boletín de Presas de HCR, que se esperaba fuera aprobado por la Asamblea General de ICOLD en Viena, como así sucedió. También se dedicó especial atención al Boletín en preparación "Management of Expansive Chemical Reactions in Concrete Dams and Hydroelectric Projects".
- Se comentó la reciente publicación de ICOLD: "Guidelines for Technical Committees".
- Repaso de algunos eventos destacables celebrados hasta la fecha: Jornadas sobre la Presa de L'Albagés (SEPREM) y sobre Presas y Energía Hidroeléctrica (SPANCOLD), ambas celebradas en Madrid en Abril, entre otras.

- Repaso de algunos eventos destacables a celebrar dentro de este año: "Dam World 2018", en Foz de Iguaçu, en Septiembre, e "International 2018 RCC Seminar and Study Tour", en Nashville, Tennessee, USA, en Noviembre.

- Descripción de algunos nuevos trabajos destacables de miembros del Comité, relacionados con presas de hormigón y hormigones de presas y centrales hidroeléctricas.

- Debate sobre nuevas potenciales actividades a impulsar desde este Comité Técnico. Se comentaron diversas posibilidades, entre ellas el colaborar con el Comité Técnico homónimo de ICOLD en un nuevo Boletín sobre presas bóveda, la celebración de un workshop para presentar el nuevo Boletín de HCR, y la traducción al español de dicho Boletín, entre otras.

Rafael Ibáñez de Aldecoa (Dragados USA)
Vocal de SPANCOLD y Director Técnico del
C.T. Presas de Hormigón



COMITÉ TÉCNICO DE PRESAS DE MATERIALES CEMENTADOS



En la reunión del Comité Técnico de Presas de Materiales Cementados (CMD, por sus siglas en inglés) celebrada en León el día 26 de Junio pasado se recordó en primer lugar la razón de ser de este comité explicando su composición, objetivos y enlace con el Comité Técnico espejo de ICOLD. Este último se crea en la Reunión Anual de Seattle (2013) como una escisión del Comité Técnico de Presas de Hormigón. En la reunión de Praga (2017), el Comité Técnico de ICOLD se marcó como objetivo básico para el cuatrienio 2017-2021 la redacción de tres boletines:

- Boletín Presas de RFC (Escollera hormigonada) para el año 2018.
- Boletín de Presas de Hardfill con fecha objetivo 2019.

- Boletín de presas de suelo cemento para el año 2021.

En segundo lugar se hizo un repaso sobre lo tratado en la última reunión del Comité Técnico Español (Enero 2018), así como los objetivos establecidos en el mismo y que básicamente consistían en la revisión y comentarios sobre el borrador del boletín de presas de escollera hormigonada (RFC) preparado por la delegación china del Comité de ICOLD. También se había planteado como objetivo el repaso y comentarios al boletín sobre las presas de hardfill en el momento en el que el Comité de ICOLD hubiera liberado la información correspondiente. La redacción de este último boletín se ha retrasado debido al hecho de contar con dos borradores elaborados independientemente, uno de la delegación china y

otro de la japonesa, los cuales se están intentando refundir en uno solo bajo la coordinación del Secretario Técnico del Comité de ICOLD (M. Lino).

En tercer lugar se fijaron los objetivos para el Congreso de ICOLD (Viena 2018). Entre ellos se encontraban el resolver las discrepancias con la delegación francesa para que la ponencia, presentada en Praga por Francisco Ortega sobre las diferencias entre las presas de hardfill y las de RCC con bajo contenido en cemento (LCRCC), se incorpore como anejo al boletín de hardfill. La discrepancia básica se planteaba en la capacidad de las presas tipo LCRCC para emplearse también en zonas sísmicas o con mala calidad de cimentación. Asimismo se acordó trasladar las dudas y comentarios del Comité Español sobre el boletín de presas de escollera hormigonada preparado por la delegación china.

Finalmente se expusieron los objetivos del Comité Español para el resto del año y se hizo la distribución, por capítulos entre los miembros del Comité, de los trabajos de revisión del borrador del boletín de Hardfill, cuando estén disponibles.

Francisco Ortega Santos (*fosce*)

Vocal de SPANCOLD y Director Técnico del C.T. de Presas de Materiales Cementados

Vicente Portal Roig (*OHL*)

Vocal de SPANCOLD y Vocal del C.T. de Presas de Materiales Cementados

COMITÉ TÉCNICO DE AUSCULTACIÓN Y VIGILANCIA DE PRESAS

La reunión nº 24 del Comité de Auscultación y Vigilancia de Presas, tuvo lugar el 26 de Junio de 2018, en León, con motivo de la celebración de las XI Jornadas Españolas de Presas.

Debemos destacar fundamentalmente el interés despertado entre los participantes de dichas Jornadas, de forma que se contabilizó un total 45 asistentes de los que 17 eran vocales del Comité y 28 invitados.

Además de la correspondiente lectura y aprobación del acta de la reunión anterior y de la presentación de dos nuevos miembros del comité, se pasó revista a los términos de referencia y a su relación con los correspondientes T.R. de su homónimo en ICOLD.

Se expuso a los asistentes la mecánica de funcionamiento del Comité por la que estaba prevista la constitución de grupos de trabajo para llevar adelante los T.R. y la participación en grupos de trabajo transversales, esto es de carácter colaborativo con otros Comités Técnicos. Así, se comentó la solicitud del Comité Técnico de Presas de Hormigón sobre sugerencias que en materia de auscultación podíamos hacer al boletín dedicado al análisis y diagnóstico de fenómenos evolutivos en el hormigón de las presas. En el coloquio participaron dos representantes de dicho Comité Técnico.

A continuación, se constituyeron los cuatro grupos de trabajo (Estado del Arte, Representatividad y Fiabilidad, Auscultación y Modelización y Normativa y Guías Técnicas) cuyos coordinado-

res respectivos son: Carlos Moreno, Manuel Gómez de Membrillera, Maribel de la Fuente y Fernando Vázquez.

Se terminó la reunión estableciendo la sistemática de reuniones tanto del Comité como de sus grupos de trabajo, de forma que las del comité serán fundamentalmente presenciales, mientras que las de los grupos de trabajo usarán los medios audiovisuales que las nuevas tecnologías ponen a nuestro alcance (videoconferencias). Como colofón, podemos anunciar la incorporación al C.T. de cinco nuevos vocales que será sometida a la aceptación del próximo Pleno de SPANCOLD.

Fernando Vázquez Brea (*EMASESA*)

Vocal de SPANCOLD y Director Técnico del C.T. de Auscultación y Vigilancia de Presas

COMITÉ TÉCNICO DE MODELOS NUMÉRICOS EN EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE PRESAS

El pasado 26 de junio de 2018 en León, dentro del programa de las XI Jornadas Españolas de Presas, se celebró la 2ª reunión del Comité Técnico de Modelos Numéricos en el Análisis y Diseño de presas de Spancold. Se trató de una reunión de puertas abiertas, por lo que, además de los componentes del mencionado Comité Técnico, asistieron todos aquellos inscritos en las Jornadas interesados en ella.

El asunto principal de la reunión versó acerca de la organización, a partir de la próxima primavera, de una Jornada sobre la utilidad de la modelación numérica en la ingeniería de presas.

La modelación numérica es, sin duda, una herramienta indispensable sin la que la ingeniería de presas no podría entenderse tal y como es hoy en día. En las últimas décadas ha tenido un gran avance debido al mejor conocimiento de fenómenos físicos y al avance tecnológico en general. Esto ha dado lugar a una mayor especialización y, por tanto, a una mayor concentración del conocimiento, lo que ha podido provocar una cierta distancia entre quien desarrolla la mode-

lación numérica y quien puede aprovechar sus resultados (diseñador, constructor, explotador o titular de la presa).

En este sentido, el objetivo de la jornada sería el de acercar la modelación numérica y su utilidad a sus usuarios potenciales: proyectistas, constructores, titulares y explotadores de presas, acortando así la distancia entre ellos y el modelador. Se trataría de dar voz a las necesidades que estos usuarios encuentran para diseñar, construir y explotar sus presas con seguridad y, a partir de ahí, exponer las posibilidades que ofrecen los modelos numéricos, su fiabilidad y precisión, para cubrir adecuadamente esas necesidades.

La idea que subyace a la organización de la jornada es conseguir que la modelación numérica forme parte intrínseca del diseño, construcción y explotación de la presa y no se limite a proporcionar una serie de resultados que mostrar sin más.

Siendo que la modelación es una especialidad transversal que afecta a todos los ámbitos, el contenido del congreso se estructuraría considerando las diversas temáticas a abordar (geotecnia, estruc-

turas, hidráulica, análisis dinámico y normativa sobre modelación numérica), los distintos usuarios potenciales (titular, proyectista, constructor y explotador) y las diferentes fases de la vida de la presa (diseño, construcción y explotación).

La duración prevista para la jornada es de un solo día (mañana y tarde) y el formato propuesto se basa en la presentación de ponencias sobre estado del arte que permitan dar paso, como núcleo principal, a un debate abierto y honesto sobre la utilidad de la modelación numérica en cada uno de los aspectos de la ingeniería de presas.

La propuesta fue aceptada con entusiasmo por el conjunto del Comité Técnico y surgió una amplia participación en la puesta en común y discusión de estas ideas, quedando finalmente emplazados a integrar los comentarios recibidos en una nueva propuesta y seguir adelante con ella.

Estrella Alonso Tejedor (*Sers, Consultores en Ingeniería y Arquitectura, S.A.*)
Secretaria Técnica del C.T. de Modelos Numéricos en el Análisis y Diseño de Presas

COMITÉ TÉCNICO DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE PRESAS



Tras una breve introducción resumiendo las actividades desarrolladas tanto por el Comité nacional como por el homólogo del ICOLD, Eduardo Ortega explicó la nueva metodología de trabajo, que pretende dejar a un lado el objetivo de redactar una guía técnica de explotación de presas generalista para centrarse en la identificación y desarrollo de buenas prácticas en campos concretos, que sirvan al explotador de presas de apoyo en la toma de decisiones.

Posteriormente, Ismael Reviriego explicó el trabajo realizado por el Comité para identificar y seleccionar posibles temas de interés en los que trabajar a futuro, así como la metodología de selección a utilizar durante la reunión, a través del voto de todos los asistentes. Se presentaron los nueve temas preseleccionados con la colaboración de Daniel García Lorenzana, Pablo Martínez, Juan Carlos Elipe, José María Benlliure y Mario Carreras, y se procedió a la votación.

El resultado concluyó que los tres temas que más preocupan al sector, y en los que trabajará en el futuro este Comité, serán la automatización de órganos de desagüe, los criterios de operación y mantenimiento de presas y la operación de desagües de fondo y vaciado de embalses. A continuación, se abrió un intenso debate en el que todos los presentes identificaron problemáticas concretas relacionadas con estos temas y aportaron sus mejores prácticas.

Para finalizar se expusieron dos buenas prácticas, la primera sobre el empleo de buzos en trabajos subacúuticos y la normativa aplicable, realizada por Diego Pérez Cecilia y la segunda, sobre la construcción de un montacargas en el interior de la presa de Riaño, a cargo de Antonio Rodríguez de la Torre.

Ismael Reviriego Vassallo
(*Repsol Electricidad y Gas*)
Vocal colaborador del C.T. de Operación, Mantenimiento y Rehabilitación de Presas



COMITÉ TÉCNICO DE PRESAS Y CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL



El día 26 de junio, de 16.00 a 18.00 horas, tuvo lugar la reunión programada del Comité Técnico de Presas y Cambio Climático Global con la asistencia de 20 personas de los que 11 son miembros del CT y 9 oyentes que quisieron unirse en éste día y que participaron activamente aportando su ideas y comentarios.

En primer lugar hay que destacar que es la primera vez que unas Jornadas de SPANCOLD tratan el tema del Cambio Climático, lo que sin duda es un aliciente para este CT y, la presencia de un grupo tan nutrido de oyentes el día anterior a la inauguración de las propias Jornadas, da cuenta de la importancia de la temática. Debido a este incremento de asistentes que habitualmente no está en las reuniones ordinarias se decidió empezar con una breve presentación del Comité, sus funciones, integrantes, actividades realizadas hasta el momento y la presentación de los TDR que están marcando el trabajo dentro del periodo 2018-2020.

Tras una presentación del CT haciendo un poco de historia desde su constitución, en San Petersburgo en 2007, se repasaron los principales hitos del periodo, destacando la aprobación del Boletín

“nº 169 – Cambio climático global, presas, embalses y recursos hidráulicos” en Johannesburg en 2016 y, tras dar lectura al Acta de la reunión anterior (febrero de 2018) se procede a su aprobación entrando de lleno en el desarrollo de los puntos marcados en el Orden del Día.

La reunión se centró en la revisión de las tareas en curso y su estado actual, comprobando los tiempos de entrega y compromisos de cada una de ellas. Así se analizaron:

- las traducciones en curso para una mejor difusión en los países de habla hispana: manifiesto europeo y boletín nº 169,
- el funcionamiento del foro tras el cambio de la página web,
- los subtemas de los TDR y la formación de los equipos de trabajo,
- la composición de la Jornada prevista para el otoño de este mismo año, comentándose la dificultad de su realización a la vista del retraso en la tramitación de la Ley de Cambio Climático.

Los acuerdos tomados más destacados fueron:

- abandonar la traducción del manifiesto y pasar a la reorientación de mismo, en coordinación con otros comités técnicos,
- realizar las revisiones oportunas para aprobar la traducción del boletín para la próxima reunión, a celebrar a fin de año,
- continuar con el desarrollo de los casos de los distintos subtemas de los TDR, que serán repasados en la reunión de fin de año,
- anular la Jornada para la fecha prevista, manteniendo la idea para el primer trimestre del año que viene, en espera de los avances parlamentarios de la Ley.
- Nombrar un representante estable para el comité internacional.

Agradeciendo a todos el esfuerzo por acudir a León, e invitando a los oyentes a incorporarse al grupo de trabajo, se cerró la sesión a la hora prevista.

Lourdes Ortega Santos

(PYG Estructuras Ambientales)

Vocal de SPANCOLD y Directora Técnica del C.T. de Presas y Cambio Climático Global



COMITÉ TÉCNICO DE PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS ESTRATÉGICAS



Las denominadas “Infraestructuras Estratégicas” prestan a la sociedad unos servicios esenciales que se caracterizan por ser gestionados tanto pública como privadamente, tener un funcionamiento indispensable y no permitir soluciones alternativas.

Las obras hidráulicas, a efectos de esta clasificación, se engloban en el Sector Estratégico del Agua pudiendo incluir infraestructuras como redes de distribución, canales, potabilizadoras, presas y embalses, etc. Su perturbación o destrucción tendría un grave impacto, por lo que se hace necesario el diseño de una política de seguridad homogénea e integral que las proteja.

La Ley 8/2011, de 28 de abril por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas (IICC), tiene como objeto establecer las estrategias y las estructuras organizativas adecuadas que permitan dirigir y coordinar las actuaciones de los distintos órganos de las administraciones públicas en materia de protección de infraestructuras críticas. Dicha Ley tiene su desarrollo mediante el Real Decreto 704/2011 de 20 de mayo, por el que aprueba el Reglamento de medidas para la protección de las infraestructuras críticas.

Esta normativa estatal define como “Operadores Críticos” a las entidades u organismos responsables del funciona-

miento de la IICC, que en el Sector Estratégico del Agua fueron designados en septiembre de 2015.

Sin embargo, no existe, para el mundo de las presas, una guía que afronte este reto desde un punto de vista ingenieril, estableciendo sus modos de fallo, no sólo de la seguridad física, o cibernética, sino involucrando también la seguridad estructural.

El objetivo principal de este Comité Técnico es la elaboración de la “*Guía Técnica de Protección de Infraestructuras estratégicas*”, que pretende servir de soporte a los Operadores Críticos en el diseño de las medidas de protección de sus infraestructuras, y tiene por objetivo, cumpliendo con los documentos anteriores, desarrollar dos aspectos esenciales del Plan de Protección Específico de una infraestructura hidráulica de regulación: el análisis de los riesgos y amenazas que pueden afectar a las IICC, y las medidas de protección a implementar.

En la reunión del Comité, previa a las Jornadas de Presas de León, se continuó avanzando hacia el logro de estos objetivos.

René Gómez López de Munain (C.H. Ebro)
Vocal de SPANCOLD y Director Técnico del C.T. de Protección de Infraestructuras Estratégicas

COMITÉ TÉCNICO DE SEGURIDAD DE PRESAS

El Director de este Comité Técnico, Ignacio Escuder, inicia la reunión dando la bienvenida tanto a los vocales colaboradores asistentes como a los oyentes invitados.

Después se repasan los progresos realizados por cada grupo de trabajo.

El de “Implantaciones de Planes de Emergencia”, comenta que el CYII se está preparando para participar en un simulacro de emergencia previsto para octubre.

El grupo dedicado a las “Revisiones de Seguridad” está analizando la influencia del proyecto de las Normas Técnicas de Seguridad.

El de “Revisión de la Guía Técnica de Análisis de Riesgos” informa de la actualización de su plan de acción.

El grupo de trabajo de “Ponderación de la normativa de Seguridad frente a otros

aspectos como son los medioambientales y los sociales” señala la intención de realizar el estudio de la viabilidad ambiental de una Norma de Explotación. SPANCOLD pretende organizar a final de año una charla sobre responsabilidad de presas.

Los grupos de trabajo de coordinación con otros Comités Técnicos informan de:

- “Auscultación”. En su próxima reunión tratarán de la realización de una encuesta sobre el estado actual de la auscultación de presas.
- “Explotación y mantenimiento”. Se indica el gran interés mostrado por el vaciado de embalses.

Como estaba previsto, los siguientes grupos de trabajo realizaron una presentación extendida de sus actividades:

- “Seguimiento de roturas y accidentes de presas a nivel mundial”. Su

responsable nos expone las labores realizadas de actualización de la fichas de incidentes históricos y recientes en presas sucedidos en América Latina y España, que forman parte de la actualización de la base de datos de incidentes de ICOLD.

- “Seguimiento a las Normas Técnicas de Seguridad”. Daniel Sanz, Subdirector de Infraestructuras de la DGA y vocal colaborador de este Comité, realiza una exposición sobre la Normas Técnicas de Seguridad, que recientemente han salido a información pública en el borrador de Real Decreto para su aprobación. Posteriormente hubo un turno de preguntas en el que se trataron diversas cuestiones de gran interés general.

César Mayoral Ranedo (Iberdrola)
Vocal colaborador de SPANCOLD y Sec. Técnico del C.T. de Seguridad de Presas



COMITÉ TÉCNICO DE PUESTA FUERA DE SERVICIO DE PRESAS

Presentación de asistentes y debates

El día 26 de Junio, coincidiendo con las Jornadas de Presas de León, tuvo lugar la reunión programada del Comité Técnico de PFS de Presas, con la asistencia de 17 personas, de las que 9 son vocales de este Comité y 8 oyentes.

Una vez presentados todos los asistentes, los oyentes manifestaron sus razones para asistir a la reunión del Comité: casi todos tienen entre sus competencias alguna presa abandonada o sin uso actual, por lo que querían conocer las actuaciones de este Comité, para sacar sus propias conclusiones.

Se hizo una presentación y descripción del Comité de Puesta Fuera de Servicio y sus funciones, sobre todo enfocada a los oyentes: labores desarrolladas, jornada del año pasado, TDR para el trienio, objetivo final, etc.

A continuación, tomó la palabra D. Luis Berga, que demostró gran interés y participó durante toda la reunión.

Se expresaron entonces los asistentes como oyentes, contando las distintas situaciones en que se encontraban, y viendo las posibilidades de hacer una PFS. Se estableció un interesante diálogo sobre la seguridad de la presa en PFS y las consideraciones que el borrador de las nuevas normas técnicas incluye sobre el tema, así como sobre la situación administrativa en que queda la presa.

Presentación de casos prácticos

Se presentaron varios casos reales actuales:

- Carmen Solano, presentó el caso de la presa de Guadalupe, en la Cuenca del Guadalquivir, que cambiará de función en un futuro inmediato y procederá la realización de una PFS "no destructiva".
- Alicia Fruns comentó el caso de una presa privada, industrial con residuos, con interés por hacerle una PFS, aunque se encuentra frente a

numerosos problemas administrativos.

- Carlos Acosta, junto a la oyente María Caballero, hicieron una presentación sobre el parque de presas en la Isla de Gran Canaria. Bastantes de ellas se encuentran en un estado casi de "abandono administrativo", por lo que requieren un trabajo de regularización, en algunos casos de PFS.
- Todos ellos cuentan con la colaboración de este Comité.

Se puede concluir que existe gran preocupación por los responsables de explotación de presas, sobre la situación de aquellas que ya no tienen uso, o no es el primitivo, en cuanto a la situación administrativa de las mismas, por lo que una adecuada PFS resultaría de gran ayuda.

Agustín Pastor Turullols

Vocal de SPANCOLD y Director Técnico del C.T. de Puesta Fuera de Servicio de Presas

PATROCINADORES Y COLABORADORES

Muchos de los principales Organismos y empresas del Sector del Agua participaron en estas Jornadas como patrocinadores y colaboradores.

Las empresas patrocinadoras fueron FCC CONSTRUCCIÓN, IBERDROLA, HCC, ACCIONA, AZUL CONSTRUCCIÓN, EPTISA, GEOprob - TRESSAN, GRUPO ELSA-MEX, OSEPSA, SORIGUÉ y VIESGO.

Además se contó con la colaboración de ALPI CONSTRUCCIÓN, AUSIGETI, AXTER, TIERRA DE SABOR, ENEL GREEN POWER, FERROVIAL AGROMAN, INGESUR, LAFCARR, OFITECO y TENCATE GEOSYNTHETICS.

Los organismos colaboradores fueron el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Diputación de León, Instituto Tecnológico Agrario de la Junta de Castilla y León y la Junta de Castilla y León.

PATROCINADORES



COLABORADORES



ORGANISMOS COLABORADORES



RESUMEN DE LAS SESIONES



A lo largo de los días 27 y 28 de Junio fueron desarrollándose las sesiones ordinarias de las XI Jornadas Españolas de Presas, en la que distintos expertos y profesionales relacionados con las presas expusieron su visión y aportaciones sobre los temas y subtemas indicados en la introducción. A continuación se presenta un resumen de lo más destacable de sus intervenciones.

TEMA A: PRESAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Subtema A1: Sequía y planificación de recursos hidráulicos

En zonas con climatología adecuada para el desarrollo de la agricultura intensiva, como es el sureste español, se tiende a poner en regadío grandes superficies de terreno, por lo que las necesidades de agua para este fin se incrementan considerablemente.

Ello suele dar lugar a que los regantes, a título individual, construyan pequeñas balsas de riego que, si bien garantizan sus propias cosechas, lo hacen a costa de propiciar un panorama territorial "minado de balsas" y de obligar a sus titulares a afrontar importantes costes y pérdidas de agua por evaporación y fugas.

Actualmente, en un escenario de cambio climático y de necesidad de reducir costes para aumentar la competitividad de los productos agrícolas, la tendencia pasa por la agrupación de regantes para construir grandes balsas (con alturas de dique catalogados como grandes presas), centralizando el almacenamiento y distribución de agua y permitiendo una mejor gestión de su concesión y ahorro del agua.

En este sentido, la S.A.T. 3.569 Virgen del Rosario "Los Suizos" de Albufera (Alicante), constituye un caso ejemplar,

en el que se ha construido una balsa de 607.000 m³ con un dique de 31,7 m, que garantizará las demandas, hará desaparecer las pequeñas y numerosas balsas, reduciendo costes, ahorrando agua y ganando espacio para nuevas plantaciones.

Otro aspecto de gran importancia para una correcta gestión de los recursos hídricos, y para la toma de decisiones estratégicas, sobre todo en situaciones de sequía y escasez, es el disponer de herramientas de predicción de las aportaciones.

Existen modelos sencillos y de bajo coste, de predicción de aportaciones basados en la comparación estadística de la progresión del año hidrológico en curso con la serie histórica, modelos que también permiten incorporar de forma simplificada las predicciones meteorológicas estacionales publicadas por diferentes organismos oficiales.

Uno de estos modelos se puso en funcionamiento en el año 2016 para tres embalses del Alto Genil: Quéntar, Canales y Colomera, habiéndose obtenido resultados bastante satisfactorios antes del comienzo de la campaña de riego, teniendo en cuenta la sencillez del mismo. Recientemente se ha mejorado añadiendo la posibilidad de ponderar entre las predicciones optimistas, normal y pesimista, en base a las predicciones climatológicas estacionales publicadas por la AEMET.

También en orden a mejorar la gestión de los recursos hídricos en toda circunstancia, resulta de interés estimar adecuadamente las aportaciones de la escorrentía superficial que puedan llegar al río en el tramo comprendido entre la presa y las tomas, que pueden ser muy significativas, si existen grandes cuencas de aportación aguas abajo del embalse.



J. Cabañero Fernández: "Grandes balsas como medidas de adaptación a los escenarios del cambio climático"



F. Delgado Ramos: "Modelo sencillo y de bajo coste para la predicción de aportaciones dentro del año hidrológico. Aplicación a la cabecera del río Genil (Granada)"



E. Fernández Menéndez: "Propuesta de herramienta para predicción de hidrogramas de aportaciones no reguladas para optimización de la gestión del agua. Aplicación al sistema Esla-Valderaduey (CH Duero)"

En el sistema Esla-Valderaduey se ha puesto en marcha una herramienta que, tomando como datos de entrada los aforos horarios disponibles y las previsiones meteorológicas, permite la previsión de los hidrogramas horarios en los puntos de control que el gestor requiera,



asociados a una probabilidad de que el caudal no sea inferior al previsto.

El uso de esta herramienta, simple y basada en datos ya disponibles, puede suponer notables ahorros en el volumen de agua desembalsada en una campaña de riego (decenas de hm³ por año), con el objetivo de optimizar el recurso escaso que es el agua en un contexto de sequía.

Otra herramienta de gestión, basada en previsiones, es la plataforma llamada GES-Q, que incluye previsiones de precipitación, almacenamiento, recurso, circulación de caudales por ríos y ordenación, y que se basa en la "teoría del tránsito inverso de ondas", que proporciona un algoritmo de circulación en cada tramo de río.

Partiendo de las previsiones meteorológicas y de consumos, suministra desde el punto de aportación de cabecera de cada sistema el caudal necesario variable en el tiempo para asegurar los consumos, los condicionantes de cada tramo (hidráulicos y medioambientales), y permite ahorrar una media del 30% del recurso.

El desarrollo de esta herramienta se ha realizado a partir de la constatación de que el mercado cuenta con grandes avances en cuanto a previsiones meteorológicas, previsiones de consumos y gestión interna eficiente de cada consumo, pero no cuenta con la tecnología de unión que los integre.

Un aspecto de gran importancia, ante el futuro previsible de escasez y mayor variabilidad de los recursos hídricos es el aumento de la regulación obtenida mediante embalses, adecuándola a la capacidad real de la cuenca.

En el caso, por ejemplo, de la cuenca del Duero, nos encontramos con unas aportaciones de más de 12.700 hm³/año, pero su capacidad total de regulación está en torno a 8.600 hm³/año.

Además, a diferencia de otras cuencas, una buena parte de esta regulación está aguas abajo de los posibles usos consuntivos. Los embalses que se sitúan en la frontera con Portugal, suponen una capacidad de regulación de más de 4.100 hm³, un 48% de la capacidad total de regulación de la cuenca. En la situación actual, considerando además de la tendencia a la reducción de la precipitación y las aportaciones, el incremento de los fenómenos extremos debidos al cambio climático, parece absolutamente necesario que se contemplen estas infraestructuras de almacenamiento y regulación

en la planificación, si ni queremos sufrir con el máximo rigor las consecuencias de este cambio climático.

Un caso emblemático de embalse de usos múltiples es el embalse de Castroviado. Se construye este embalse con el propósito de servir agua para abastecimiento de los núcleos urbanos de aguas abajo, para la irrigación de 6.000 hectáreas de cultivos en la zona regable del Arlanza, para la generación de energía, para paliar las inundaciones en el núcleo urbano de Salas de los Infantes y para generar una zona de alto valor ambien-



A. Ferrer Díaz: "GES-Q: Sistema innovador de apoyo a las decisiones para la Gestión Hidrológica-Hidráulica en tiempo real y la planificación de las cuencas"



M. González Corral: "El papel de las presas en una correcta gestión hidrológica de la cuenca del Duero"



C. Granell Ninot: "La presa de Castroviado. La construcción de un embalse multipropósito"



J. A. Calvo Faraldo: "Desarrollo de una APP Móvil para aviso y difusión a la población del plan de emergencia de la presa de Velle (Ourense)"

tal en la cola del embalse. El diseño de los elementos hidráulicos de la presa se ha realizado teniendo en cuenta estos aspectos.

La presa cuenta con un aliviadero inferior que propicia una gran laminación de las avenidas, un aliviadero superior que garantiza la seguridad de la presa, dos torres de toma selectivas a cuatro alturas, que permite seleccionar la calidad del agua a tomar en función del uso, y se prevé, en el futuro, la implantación de una central hidroeléctrica de pie de presa. Actualmente la presa se encuentra en la fase final de su construcción.

Subtema A2: Defensa frente a inundaciones

Un caso destacable en cuanto al papel de las presas y embalses en la disminución de los riesgos por avenidas, es el efecto producido en el río Aragón, y en el propio eje del Ebro, por la entrada en explotación, en el año 2008, del embalse de Itoiz, que, en combinación con el de Yesa, han reducido sustancialmente las avenidas aguas abajo.

Actualmente, se está construyendo el recrecimiento del embalse de Yesa, que pasará de 447 hm³ de capacidad a 1.079 hm³, y posibilitará una mayor defensa frente a las avenidas.

Otro aspecto de la mayor importancia para minimizar los daños en caso de avenidas, es la optimización del aviso a las poblaciones potencialmente afectadas. Puede afirmarse que los sistemas de aviso tradicionales a instalar durante la implantación de un Plan de Emergencia de Presa (sirenas, listados de teléfonos, etc...) son una parte fundamental del Plan, para asegurar la efectividad última del mismo, contribuyendo a mejorar la autoprotección de la población.

Para evitar los problemas que se presentan en el caso de entornos urbanos o semiurbanos, donde los métodos habituales de comunicación se ven limitados por diversos factores, como son el efecto pantalla de los edificios, la limitación del Nivel de Presión Sonora para evitar daños acústicos en los puntos cercanos a las sirenas, o la alarma social que genera la implantación masiva de sirenas de aviso, Gas Natural Fenosa ha desarrollado, para la implantación del plan de emergencia de la Presa de Velle (con afección al núcleo urbano de la ciudad de Ourense), una aplicación móvil de aviso y difusión de mensajes de alerta, que optimiza el acceso a la población. La aplicación está en fase de implantación.

Por otra parte, la divulgación de los objetivos y procedimientos de los Planes de



D. Galán Martín: "Divulgación de los planes de emergencia de presas en la Comunidad de Madrid"



A. Fruns Montoya: "Laminación de avenidas en aliviaderos con compuertas. Optimización mediante la predicción del hidrograma de entrada"



I. Mediero Orduña: "Cuantificación de los cambios esperables por efecto del cambio climático en las leyes de frecuencia de caudal y volumen utilizadas en el diseño y comprobación de la seguridad hidrológica de presas"



E. Martínez Bravo: "Evaluación del impacto del cambio climático en los sistemas de producción hidroeléctrica de centroamérica y propuesta de medidas de adaptación"

Emergencia entre la población, contribuye a incrementar las posibilidades de éxito en un caso de aplicación práctica del Plan.

En este sentido, El canal de Isabel II, responsable de todos los Planes de Emergencia de Presas implantados en la Comunidad de Madrid, ha impulsado, a través de los Comités de Implantación, la puesta en marcha de la divulgación de los Planes a la población y Organismos involucrados, en una primera fase me-

dianete reuniones explicativas y en una segunda, más informativa y social, mediante folletos y vídeos explicativos dirigidos a la población mediante buzoneo o descarga en las webs de los Ayuntamientos.

En lo relativo a la laminación de avenidas mediante presas dotadas de compuertas, puede decirse que se trata de una de los métodos más eficaces para la defensa contra inundaciones.

Para lograr esa alta eficacia, cuando se presenta una avenida, las decisiones que se tomen para gestionarla eficientemente dependerán, entre otros factores, del hidrograma de la avenida entrante, de manera que, para optimizar la laminación, es necesario tener una idea, lo más aproximada posible, de dicho hidrograma.

Una herramienta útil para la predicción del hidrograma entrante es el llamado "Método de Evaluación Volumétrica" (MEV) que permite evaluar en cada intervalo de tiempo el volumen de avenida circulante entre el punto de predicción y el embalse, y compararlo con el volumen disponible.

La aplicación del MEV, utilizando los datos de predicción disponibles, consigue interesantes mejoras al ser un método iterativo que permite incorporar continuamente nuevas predicciones y corregir errores de predicciones anteriores.

En otro orden de cosas, ya en el importante campo de la seguridad hidrológica de las presas, es necesario evaluar el impacto esperable en los caudales máximos, por efecto del cambio climático.

En este sentido, un estudio reciente de la UPM, utilizando las proyecciones climáticas suministradas por EURO-CORDEX y AEMET, ha puesto de manifiesto que las precipitaciones diarias máximas anuales aumentarán en el futuro, en numerosas regiones de la España Peninsular. También se ha puesto de manifiesto que las proyecciones de AEMET subestiman las precipitaciones extremas de manera significativa y generalizada.

Como consecuencia, se ha evaluado la influencia de los cambios esperables en las precipitaciones máximas sobre los hidrogramas de avenida utilizados en el diseño y comprobación de la seguridad hidrológica de presas.

Para ello, se ha seleccionado un conjunto de cuencas vertientes a presas existentes. Se ha calibrado un modelo hidrológico HBV en cada cuenca, utilizando los

datos observados disponibles y las proyecciones de precipitación suministradas por EURO-CORDEX.

Entre las conclusiones obtenidas, cabe destacar que son esperables incrementos de los caudales punta, entre un 7 y un 37% para las avenidas de 500 años, y entre un 6 y un 40% para las de 1000 años.

Subtema A3: Energía hidroeléctrica

La Organización Latinoamericana de Energía, con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo y la Alianza en Energía y Ambiente de Centroamérica, ha procedido a analizar la vulnerabilidad de los sistemas de producción en Centroamérica, ante el Cambio Climático.

Para ello, tras identificar aquellas cuencas con generación hidroeléctrica, se han seleccionado 7 centrales, en 7 diferentes países, representando todos los casos posibles de la región: centrales con y sin regulación, cuencas Pacíficas o Atlánticas, grado de ajuste de los datos observados frente a los resultados de los modelos climáticos, recursos disponibles, grado de turbinación, y nivel de impacto del Cambio Climático en la producción eléctrica.

Los resultados indican que el impacto sobre la producción hidroeléctrica comienza a ser relevante a partir de 2030, presentándose en 2050 un decremento brusco que se mantiene hasta finales del siglo XXI.

En 2090 se prevé una disminución de la producción hidroeléctrica entre un 13 y un 40%, según el escenario contemplado.

En otro orden de cosas, en España resulta interesante analizar el potencial hidroeléctrico de los regímenes de caudales ecológicos impuestos en los nuevos Planes Hidrológicos de Demarcación.

En concreto, en la cuenca del Duero, se ha aprobado recientemente El Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación, para el periodo comprendido entre 2015 y 2021.

Para el estudio del potencial hidroeléctrico de los caudales ecológicos, exclusivamente en las presas operadas por el Organismo de cuenca, se parte de los datos de los embalses en estudio: saltos máximo, mínimo, medio; caudales estacionales, dificultades específicas del emplazamiento, condiciones ambientales, etc. se evalúa la potencia instalable, la producción anual esperada y el coste preliminar de la inversión, a partir de la



selección del equipamiento de generación adecuado y las obras civiles complementarias, con el fin de determinar, a nivel de estudio previo de viabilidad, qué proyectos superarían una rentabilidad mínima, y por tanto cuantificar el potencial existente que es posible desarrollar.

Se llega a cuantificar ese potencial en unos 5.000 kW.

Un caso práctico de aprovechamiento de los caudales ecológicos, en una presa de titularidad privada, es el llevado a cabo por Iberdrola, en el aprovechamiento de Villarino.

El salto de Villarino, formado por la presa de Almendra, la Central Reversible de Villarino y la conducción en túnel de 7,50 m de diámetro que conecta ambas instalaciones, toma agua del embalse de Almendra, aprovecha un salto de 400 m y está equipada con seis grupos con una potencia de turbinación de 810 MW y de 726 MW en bombeo.

Para el aprovechamiento hidroeléctrico de los caudales ecológicos se ha ejecutado una nueva toma en la presa. Los trabajos incluyeron tareas de demolición para descubrir el desagüe de fondo existente, corte de su tubería, montaje de nuevas conducciones y perforación aguas abajo de la cámara de válvulas, así como ensamblado y montaje de una compuerta Bureau de diámetro 1800 mm y una válvula de chorro hueco de diámetro 350 mm.

A otra escala de aprovechamientos hidroeléctricos, el Sistema Electroprodutor del Alto Tamega es un complejo hidroeléctrico que Iberdrola está desarrollando en el norte de Portugal, en la cuenca río Tamega. El Sistema contará con una potencia instalada total de 1158 MW, y contará con de tres aprovechamientos hidroeléctricos: Alto Tamega, Daivões y Gouvaes.

El aprovechamiento de Alto Tamega contará con una potencia instalada de 160 MW.

La presa correspondiente será una bóveda de 106 m de altura máxima, con dos aliviaderos, para un caudal de 1826 m³/s cada uno de ellos. En la ponencia se expone el proceso de diseño y encaje geoestructural de la presa, así como las modelaciones numéricas tanto de la presa como de los aliviaderos.

Actualmente la obra se encuentra en construcción y se prevé la entrada en explotación del total de los aprovechamientos antes del año 2023.

Cambiando de tema, y desde un punto de vista de la imprescindible consideración de los efectos sobre el medio am-

biente, es obligado analizar los impactos ambientales de las nuevas infraestructuras hidroeléctricas.

Así se ha planteado, dentro del Plan Eléctrico de Bolivia 2025. Este Plan prevé una serie de proyectos hidroeléctricos, siendo los más relevantes los contemplados sobre el río Grande, donde se incluye la construcción de 7 centrales hidroeléctricas en cascada. El proyecto Rositas, incluido en este sistema, es uno de los más importantes, tanto por capacidad como por complejidad.

En el marco del Proyecto "Construcción Central Hidroeléctrica Rositas", se está realizando un gran esfuerzo para analizar los impactos ambientales que conlleva la construcción de un sistema de presas como el proyectado, así como las interacciones potenciales con otros proyectos regionales para las próximas décadas (regadíos, grandes infraestructuras, minería, etc.).

La realización de este análisis se basa en la metodología denominada "Evaluación de Impactos Acumulativos", una técnica poco conocida en general, particularmente en España, y que es interesante implementar en estos proyectos.

Otro aspecto interesante de los aprovechamientos hidroeléctricos es su potencial contribución a la sostenibilidad de otros usos prioritarios, por ejemplo, el abastecimiento a poblaciones.

El acceso al agua potable es un derecho de todo ser humano, reconocido internacionalmente. Para hacer efectivo ese derecho, resulta imprescindible abaratar los costes de captación, aducción y tratamiento del agua. Por otro lado, los procesos industriales necesarios para llevar el agua hasta el usuario requieren consumos energéticos importantes que se traducen en una mayor contaminación.

Para mitigar esos efectos adversos, desde hace años, la Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla, EMASESA, viene implantando y explotando instalaciones de aprovechamiento hidroeléctrico en las presas adscritas al abastecimiento de Sevilla, optimizando así el uso del agua, y mejorando la sostenibilidad del conjunto.

Subtema A4: Recuperación ambiental de ecosistemas fluviales

Dentro del ámbito de la recuperación ambiental de ecosistemas fluviales, se están ejecutando en el río Manzanares trabajos de reparación de compuertas y construcción de una nueva escala de peces en la Presa nº 9 del Río Manzana-



S. Husein Morgado: "Ejecución de nueva toma para futura minicentral y línea de caudal ecológico en la presa de Almendra - C. H. Villarino"



J. Ortas González: "Proyecto de diseño final del aprovechamiento hidroeléctrico de Rositas - Bolivia"



F. Vázquez Brea: "Aprovechamientos hidroeléctricos como aportación a la sostenibilidad en el abastecimiento de agua a Sevilla"



E. de la Paz Cobos: "Renaturalización del río Manzanares y rehabilitación de compuertas en la presa número 9"

res en el parque Madrid Río, para la Subdirección General de Agua del Ayuntamiento de Madrid.

El proyecto se engloba dentro del objetivo del Ayuntamiento de mejorar el ecosistema del río Manzanares, fomentando la proliferación de la fauna y la flora del mismo, además de facilitar la práctica de actividades lúdicas y deportivas.

La construcción de una nueva escala de peces asegurará la continuidad en el desplazamiento de ciprínidos, hacia aguas arriba de las compuertas.



L. Ortega Santos: "Adaptación al Cambio Climático de la laguna de Alvarado (Veracruz, México) ante la modificación del régimen de caudales por centrales hidroeléctricas"



U. Sanz Cantalejo: "Proyectos de corrección de las alteraciones hidromorfológicas de las masas de agua de las provincias de León, Ávila, Salamanca, Zamora y Orense, dentro de la demarcación hidrográfica del Duero (2018-2021)"



M. Sanz-Ramos: "Evaluación de las posibilidades de remoción de macrófitos mediante avenidas controladas"



R. Carreras Conte: "Innovación tecnológica en la gestión de la explotación y seguridad de presas y balsas en el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León"

Un importante y preocupante aspecto ambiental de los embalses es el aterramiento provocado por la pérdida de velocidad del flujo de agua, hasta el punto de que la gestión de los sedimentos generados será, en opinión del Banco Mundial, uno de los grandes retos del siglo XXI.

Se calcula que, en 2040, sólo quedará disponible el 40 % de la capacidad de embalse de las presas del mundo; el 60

% restante serán sedimentos. En el Comité Técnico de Sedimentación de ICOLD, se ha podido comprobar que estamos ante un problema mundial no satisfactoriamente resuelto en ningún país.

En SPANCOLD se está haciendo un gran esfuerzo para el desarrollo de una nueva tecnología de Gestión de Sedimentos, que nos permita abordar el grave problema nacional y, que obviamente pueda ser exportado.

La alteración de los caudales naturales de los ríos, originada por las presas y embalse, y entre ellos por los aprovechamientos hidroeléctricos, requiere esfuerzos adicionales de adaptación de los ecosistemas implicados, a los nuevos escenarios de cambio climático.

En el caso de México, se trata de un país donde la aparición de fenómenos extremos relacionados con el cambio climático se muestra con gran virulencia, creándose una profunda conciencia social sobre este problema, incluso entre las comunidades de ámbito rural más humildes.

A esto se le añaden las alteraciones antrópicas, y entre ellas las derivadas del manejo de caudales en los grandes saltos hidroeléctricos, como el embalse de Miguel Alemán, uno de los mayores de México, con 47.000 ha ocupadas por el agua embalsada.

El INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, de México) ha promovido una serie de proyectos piloto como parte fundamental de su estrategia de adaptación al cambio climático en el Golfo de México y el Caribe mexicano.

El complejo lagunar de Alvarado, es uno de los sistemas lagunares estuarinos más importantes del estado de Veracruz, compuesto por más de 200 lagunas costeras interiores. Dichas lagunas se han visto transformadas desde la construcción de la presa, pero en las últimas décadas su degradación se ha acelerado por la agregación de los efectos del cambio climático.

El proyecto de adaptación al cambio climático realizado se compone de 5 subproyectos piloto que agrupan la aplicación de técnicas novedosas de recuperación ambiental basada en ecosistemas, con la implicación de las comunidades encargadas de su sostenibilidad y recogida de beneficios económicos y ambientales.

El uso de los recursos naturales es necesario para el normal desenvolvimiento de la humanidad. Este uso conlleva la

aparición de alteraciones hidromorfológicas de las masas de agua, que es necesario corregir en la medida de lo posible.

En el caso de la cuenca del Duero, sus ríos, con más de 3.500 obstáculos transversales detectados, presentan un elevado grado de compartimentación. Este hecho implica una importante repercusión en el estado ecológico de las masas de agua.

En consonancia con los requerimientos de La Directiva Marco Europea del Agua, la Confederación Hidrográfica del Duero ha desarrollado numerosas actuaciones, enfocadas en gran medida a la mejora de la conectividad de los ríos, permeabilizando los obstáculos transversales, bien mediante su eliminación, o bien mediante la instalación de sistemas de paso para peces.

La problemática asociada al crecimiento masivo de macrófitos -un tipo de flora acuática que modifica considerablemente la morfodinámica del río-, en el Bajo Ebro, ha llevado a autoridades y gestores a examinar la posibilidad de paliar los efectos negativos que producen sobre el sistema hídrico y sobre los usos del agua, mediante la evacuación periódica de avenidas controladas que provoquen su remoción.

Con el fin de conocer la eficacia de esas medidas correctoras, se ha procedido a evaluar la capacidad erosiva de las avenidas controladas en el tramo del río Ebro comprendido entre la presa de Flix y la CN de Ascó, tramo que se encuentra fuertemente colonizado por macrófitos.

Empleando técnicas de modelización hidráulica (modelo Iber) se pudo contrastar cómo los macrófitos tienen una alta capacidad de fijación del sedimento, dificultando su eliminación. Además, fue posible determinar, para el tramo analizado, el caudal umbral a partir del cual se produciría movilización de sedimentos de manera generalizada, y previsiblemente la eliminación de los macrófitos.

TEMA B: PROGRESO Y TECNOLOGÍA EN EL ÁMBITO DE LAS PRESAS Y LA GOBERNANZA DEL AGUA

Subtema B1: La gobernanza del agua como motor de progreso

Con el fin de paliar las dificultades de tipo técnico y económico de la mayoría de los titulares de las presas y balsas de regadío en Castilla y León, y lograr así una mayor garantía de la seguridad de esas infraestructuras, el ITACyL (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León) comenzó en 2007 a dar apoyo a dichos titulares.



El reto que se planteó el ITACyL consistía en disponer de las mismas herramientas de gestión y control que los titulares con mayores recursos, pero adaptadas a un presupuesto más limitado. Con este fin, se optó por recurrir a un centro de control móvil para el desarrollo de las labores de explotación y emergencias que permitiese gestionar varias presas y balsas simultáneamente.

La aplicación de este centro móvil en dos presas ha supuesto un ahorro de un 43% en la inversión de las instalaciones y una reducción en los costes de mantenimiento, explotación, licencias, actualización de equipos y gestión de la ciberseguridad.

Como una herramienta de apoyo a la planificación para la Confederación Hidrográfica del Tago, se ha llevado a cabo en esa cuenca un trabajo sistemático de inspección y vigilancia de las presas de titularidad no estatal, exceptuando las de empresas hidroeléctricas.

En general, se ha hecho evidente la falta de mantenimiento y conservación el conjunto de las presas. Además, la falta de documentación que refleje la realidad de las obras es un denominador común para la mayoría de las presas inspeccionadas.

El 45% de las presas analizadas han sido calificadas como de riesgo elevado, el 35% de riesgo medio y el 20% han sido consideradas sin riesgo.

Este trabajo es una herramienta que puede servir para la planificación de actuaciones más o menos críticas para la seguridad de cada presa y, consecuentemente, para tomar decisiones de mayor o menor calado sobre las mismas, incluyendo su posible demolición.

Los Sistemas de Ayuda a la Gestión de Recursos resultan de utilidad para la operación de aprovechamientos hidráulicos y más aún en circunstancias extraordinarias, sea de exceso como de escasez de recursos. Un aspecto importante es que, en su mantenimiento evolutivo, se vaya logrando la optimización del coste de explotación y la mejora de las prestaciones ofrecidas por los propios sistemas.

En este sentido, el disponer de una filosofía del tipo IoT (Internet of Things), integrada en sistemas como el SAIH, ofrece la oportunidad de "dotar de inteligencia" al terreno, lo que podríamos denominar IoB (Internet of Basin), pudiendo disponer de puntos de medida implementables muy rápidamente, y en casi cualquier punto de la cuenca para

controlar remotamente los parámetros hidrológicos y meteorológicos que fuesen necesarios en cualquier situación, además de dotar a estos puntos de capacidades de procesamiento basados en computación GRID.

En el ámbito de las comunicaciones, esta filosofía obliga a replantearse los sistemas globales, evolucionando hacia soluciones integradas tipo M2M y asumiendo la coexistencia de diferentes tecnologías durante esa evolución, con el objeto de reducir paulatinamente el coste efectivo de explotación del sistema.

Dentro de la Ingeniería de Presas, se enmarca una actividad que, en países como el nuestro, con una larga tradición presista, cobra especial relevancia. Se trata de la recuperación y puesta en servicio de presas abandonadas.

Existen en España más de 800 presas con una antigüedad superior a 50 años. La mayor parte permanece en servicio, pero algunas han sido abandonadas, o están en un estado precario, debido a que las necesidades para las que se construyeron han cambiado. Este mismo problema de abandono se produce en presas de explotaciones mineras, tras el término de la actividad.

Al cabo del tiempo estas presas revierten a la administración competente, que debe decidir entre su puesta fuera de servicio o su recuperación. Este es el caso de las presas de Sotiel-Olivargas y Cueva de la Mora, ubicadas en la cuenca minera de la provincia de Huelva, cuyos embalses de 29 y 2 hm³, respectivamente, pueden mejorar la disponibilidad y garantía de los abastecimientos y riegos locales.

Si la estructura permanece en buenas condiciones, las obras de recuperación y puesta en servicio de la presa, consisten básicamente en la renovación de los equipos mecánicos (desagües de fondo y tomas) e instalaciones eléctricas, la adecuación de los accesos, la colocación de elementos de auscultación y la implantación del Plan de Emergencia, lo cual tiene un costo pequeño en comparación con los beneficios que reportan.

La tecnología BIM (Building Information Modeling) es una metodología de trabajo que se basa en la creación de un modelo 3D, o maqueta digital, que incorpora una gran base de datos con información relevante de cada uno de los elementos, y favorece la gestión de la infraestructura a lo largo de todo su ciclo de vida.



M. Martín-Cleto Sánchez: "La experiencia de la inspección de presas de titularidad no estatal como herramienta para la planificación"



A. Paniagua de la Calle: "Oportunidades para el mantenimiento evolutivo en sistemas de ayuda a la gestión de recursos para su explotación en situaciones extraordinarias"



J. A. Remesal Guijarro: "Recuperación y puesta en servicio de presas abandonadas. Casos de Sotiel-Olivargas y Cueva de la Mora"



Mª. Luz Moreda Sampedro: "El futuro en la gestión en presas. Un paso adelante con tecnología BIM"

En países como Reino Unido, Noruega o Suecia su uso ya es obligatorio en la licitación pública. En España, el Ministerio de Fomento está tratando de impulsar el desarrollo de esta metodología con el objetivo inicial de que se incluya en las licitaciones públicas de edificación en 2018 y en las de obra civil en 2019.

La tecnología BIM ofrece también muchas ventajas como modelo de diseño y de gestión para la explotación y el mantenimiento de presas, así como de centrales hidroeléctricas. Se trata de un instrumento de optimización y mejora



J. Castillo-Rodríguez: "Lecciones aprendidas en la gestión de seguridad informada en riesgo en presas de la Consejería de Economía e Infraestructuras de la Junta de Extremadura"



J. A. Alonso Pérez: "Influencia en la seguridad al deslizamiento de la distribución de subpresiones en presas de gravedad y contrafuertes"



Y. J. Concepción Guodemar: "Modelización numérica en el diseño de la auscultación en una presa bóveda en el contexto de un cambio de aprovechamiento. Análisis de la presa de Soria (Gran Canaria)"



P. Escribano Rodríguez: "Nueva torre de toma en la presa de Guadalquivir (Córdoba)"

en las labores de operación, mantenimiento y control de la seguridad, y constituye una apuesta por la eficiencia y la modernización en la gestión de las más de 1.200 grandes presas que tiene nuestro país en explotación.

El análisis de riesgos, aplicado a la gestión de la seguridad de presas, es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones de priorización de inversiones en el marco habitual de escasez de recursos económicos en el que nos movemos.

Como ejemplo, la Junta de Extremadura ha aplicado esta metodología a cuatro presas de las que es titular: El Horcajo, Membrio, Jaime Ozores y San Marcos. Las actividades han consistido en el desarrollo de modelos de riesgo completos, para cada presa, incluyendo el análisis de distintas medidas de reducción del mismo. Estos trabajos han tenido lugar en el periodo 2014-2017.

Las conclusiones derivadas del análisis de las cuatro presas han servido de apoyo hacia una gestión integrada de la seguridad, permitiendo una priorización de medidas de forma robusta y transparente para los cuatro sistemas en su conjunto. Los resultados han servido para definir las acciones a realizar, algunas de ellas ya implementadas en los últimos años.

En los próximos meses finalizarán los análisis de otras tres presas, continuando así con la estrategia de gestión iniciada en 2014 y que tiene como visión la gestión informada en riesgo del parque de presas que se encuentran bajo la responsabilidad de la Junta de Extremadura.

Subtema B2: Nuevos conceptos y herramientas en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de presas y embalses

Como es sobradamente conocido, en las presas de gravedad, y en las de contrafuertes, la distribución de subpresiones es un aspecto de la máxima importancia en cuanto a la seguridad frente al deslizamiento del cuerpo de presa, hasta el punto de que, en determinados casos, puede estar justificado el recálculo de estos aspectos. Esto puede ocurrir en presas diseñadas con criterios que se han demostrado anticuados, o faltos de herramientas actuales, como los modelos representativos del conjunto presa-terreno, con métodos de elementos finitos.

Así se ha hecho en dos importantes presas de contrafuertes (Prada y San Sebastián) y cuatro presas de gravedad (Monteareñas, Las Ondinas, La Campañana y Peñarrubia) de altura media-baja, pero situadas en ríos de gran caudal comparado con su altura. Se ha estudiado la resistencia al corte en el contacto hormigón-roca, y la resistencia a tracción de ese contacto, mediante perforaciones y ensayos ad-hoc.

Los resultados obtenidos dejan clara la importancia de disponer de una adecuada red de drenaje y en buen estado de funcionamiento, sin obturaciones y con capacidad de evacuación.

Un caso que requiere especial atención, en cuanto a la seguridad de la infraestructura, es aquél en el que se prevé el cambio de uso de una presa, ya que las nuevas circunstancias de explotación pueden dar lugar a nuevas solicitudes, ante las que resulta de todo punto necesario conocer el comportamiento que tendrá la presa en ese nuevo escenario.

Esto ha ocurrido con la Presa de Soria, en Gran Canaria, que ha sido incluida en el proyecto de la central hidroeléctrica reversible Chira-Soria.

La Presa de Soria es una presa bóveda de 132 metros de altura, caracterizada por su complejidad geométrica, ya que durante su construcción la sección tipo fue cambiada de arco puro a bóveda, y finalmente a bóveda con tres centros. Además, presenta algunas irregularidades de replanteo en el paramento de aguas arriba. A pesar de ser una de las diez presas más altas de España, no tiene ningún sistema de auscultación geométrica.

Para el diseño del sistema de auscultación que se requerirá en el futuro, de forma que sea útil para una explotación segura, se ha realizado un modelo tenso deformacional en tres dimensiones, empleando el software FLAC3D, para conocer el comportamiento de la presa. Los resultados de este trabajo han demostrado la versatilidad de los modelos numéricos, no solo para estudiar el comportamiento de las presas, sino también para el diseño óptimo de los sistemas de auscultación.

Es conocida la utilidad de las torres de toma en embalses, especialmente en los destinados al abastecimiento a poblaciones, en los que la calidad del agua puede resultar crítica. En estos casos, las torres de toma permiten seleccionar el nivel al que se extrae el agua, para acomodarlo a la calidad requerida.

Un caso práctico ha sido el de la presa de Guadalquivir. Esta presa deriva un caudal nominal de 2 m³/s para el abastecimiento de la ciudad de Córdoba. Por necesidad del mismo se debía realizar una selección de la calidad de agua a distintos niveles del embalse. Para ello, se llevó a cabo la perforación de la presa con carga de agua, utilizando un escudo metálico de protección aguas arriba y con métodos de demolición y perforación convencionales atacando desde aguas abajo. Posteriormente, y siempre con el embalse en carga, se colocó una torre de toma metálica exenta de diámetro 1.300 mm y altura 38 m con 7 tomas a distintas alturas, que permiten seleccionar la calidad del agua derivada.



En ocasiones, a lo largo de la vida de una presa, se ve la conveniencia o la necesidad de proceder a su recrecimiento. En esos casos, es evidente la necesidad de replantearse todo lo relativo a la seguridad de la presa y, muy en especial, el nuevo sistema de auscultación.

Este es el caso de la presa de Yesa, actualmente con una sección de hormigón convencional de 78 m de altura, que se está recreciendo mediante una nueva presa de gravas con pantalla de hormigón, de 108 m de altura, apoyada a 2/3 de altura sobre la presa existente.

Durante las obras, la actual presa de Yesa ha seguido estando en explotación y se ha incrementado su auscultación para controlar el efecto de la construcción del recrecimiento sobre la presa actual.

Como ya se ha dicho anteriormente, en ocasiones es aconsejable el recálculo de la seguridad de una presa, especialmente en casos singulares, como es el de las presas de bóvedas múltiples, construidas hace años.

El caso presentado, se trata además de uno especialmente singular, debido a que la presa se construyó empleando elementos prefabricados y varios sistemas de postesado combinados.

La presa en cuestión lleva 55 años en explotación, y está formada por 17 bóvedas, con una altura máxima de 35 m sobre un cimientado de calizas y dolomías, una longitud de coronación de 531 m, creando un embalse de 15 hm³.

La cuestión de mayor relevancia en la presa la constituye su seguridad estructural, muy ligada al estado de conservación de los sistemas de postesado y los elementos prefabricados de las bóvedas.

En este sentido, se describen las inspecciones visuales, los ensayos realizados en la presa para conocer el estado del postesado, y los que se han efectuado sobre el hormigón in situ, con el objetivo de alimentar un modelo numérico tridimensional de la estructura, que está actualmente en elaboración.

En las presas de materiales sueltos, son de gran importancia los procesos de erosión interna. Los fenómenos de erosión interna en presas son bien conocidos desde hace muchas décadas, sin embargo, esto no impide que sigamos padeciéndolos.

Los mecanismos actuales de control de la erosión interna en el cuerpo de presa (filtro y dren) están suficientemente bien estudiados y generalmente ejecutados y

por ello, no son frecuentes en la actualidad estas patologías. Sin embargo, las erosiones por el cimientado, o sifonamiento, se siguen produciendo y acaban afectando también al cuerpo de presa.

Los casos presentados en las XI Jornadas corresponden a procesos de erosión del cimientado a través de areniscas miocenas subhorizontales poco cementadas, y generalmente fracturadas, de la Cuenca del Ebro, en las presas de La Sotonera y Torrollón (Huesca), San Bartolomé (Zaragoza), La Estanca y Caspe II (Teruel). También se han dado casos en margas miocenas con yesos, como en la presa de La Loteta (Zaragoza).

En los conocidos aliviaderos del tipo "morning glory", es esencial que el aire arrastrado por el flujo del agua pueda ser evacuado debidamente. De lo contrario, se pueden generar grandes sobrepresiones, llegando a afectar a la seguridad de la infraestructura.

Este caso se ha dado en el aliviadero de la presa de Nagore (Navarra). La presa de Nagore fue ideada como dique de cola de la presa de Itoiz, para mantener los niveles de la lámina de agua en el entorno urbano de Nagore. El aliviadero de superficie se diseñó en pozo, con vertedero en morning glory, y con una galería de descarga que discurre bajo el cuerpo de presa. Este aliviadero puede funcionar en lámina libre con el control en el vaso de Nagore, o anegado por los niveles del embalse de Itoiz.

La CHE solicitó el apoyo CEDEX para la realización del estudio hidráulico mediante modelización numérica 3D y física. Este estudio ha permitido detectar la formación de bolsas de aire comprimido en la galería que discurre bajo el cuerpo de presa, en determinadas condiciones de funcionamiento, que pueden presentarse con frecuencia.

El aire arrastrado por el flujo en el morning glory no encuentra salida cuando los niveles de embalse de Itoiz anegan el aliviadero, frenando el flujo. Estas bolsas de aire generan importantes sobrepresiones y se desplazan por la zona superior del conducto, de forma intermitente. Para evitar daños en la estructura se han diseñado unas chimeneas verticales que facilitan la evacuación del aire antes de que se acumule en la conducción.

Como es de sobra conocido, los desagües de fondo constituyen un elemento de seguridad de la máxima importancia, tanto en la operación normal de la presa, en situaciones de evacuación de avenidas ordinarias, como en circunstancias excepcionales, en las que se puede requerir el vaciado del embalse.



M. Merino Arroyo: "Análisis de la nueva auscultación en la presa de Yesa como consecuencia de su recrecimiento"



M. G. de Membrillera Ortuño: "Análisis estructural de una presa de bóvedas múltiples construida con elementos prefabricados y varios sistemas de postesado combinados"



R. Gómez López de Munain: "Casos de erosión interna en presas de la cuenca del Ebro"



D. López Gómez: "Problemas de evacuación de aire en el aliviadero en pozo de la presa de Nagore (Navarra)"

En el caso de la presa de El Grado, en la cuenca del Ebro, se ha detectado un importante deterioro en los conductos del desagüe de fondo. En 2015, tras fuertes ruidos y vibraciones en la maniobra de los desagües del túnel izquierdo, se observó que el blindaje de los conductos había colapsado, y que había comenzado un proceso de erosión del hormigón del trasdós. Los cuatro desagües de la presa quedaron inutilizados (los del túnel derecho adolecen de la misma patología en una fase incipiente) y se declaró el escenario 1 de emergencia.



Entre 2016 y 2017 se han efectuado las obras de reparación.

Los trabajos acometidos son muy singulares por la magnitud de los conductos (1.250 x 1.800 mm), la carga hidrostática a que están sometidos (83,4 m), su ubicación en el interior de un túnel, y, además, por las servidumbres de explotación (Riegos del Alto Aragón, abastecimiento a poblaciones y producción de energía).

En la concepción de la solución adoptada se han tenido en cuenta estos condicionantes, y ha primado la seguridad en las actuaciones efectuándose una intervención mínimamente invasiva, dada la necesidad de mantener los servicios que presta el embalse.

La construcción de la presa de Enciso sobre el río Cidacos, en la Comunidad Autónoma de La Rioja, se encuentra cercana a su finalización. Se trata de una presa de gravedad de planta recta, de 103 metros de altura sobre cimientos, construida con la técnica de hormigón compactado con rodillo (HCR).

En la comunicación presentada se resumen los principales condicionantes geológico-geotécnicos abordados durante la construcción de la presa: excavaciones para el apoyo de la presa, tratamiento del cimientado, ensayo "in situ" para determinar la resistencia del cimientado y la estabilidad de las laderas del embalse.

Un aspecto de la mayor importancia, en relación con la seguridad de la presa, es la adecuación de los órganos de desagüe. Con este planteamiento, se ha abordado un conjunto de mejoras en los órganos de desagüe de las presas del río Turia, en Valencia.

El embalse de Loriguilla forma parte, junto con el de Benagéber, del sistema de regulación del río Turia, permitiendo conjuntamente la laminación de avenidas, la producción de energía, el riego y el abastecimiento. Aunque su capacidad es de 73,2 hm³ a NMN, ha existido históricamente un límite de 40 hm³ en su llenado, debido a la aparición de filtraciones en su estribo derecho.

Para mejorar el comportamiento del estribo frente a un eventual llenado del embalse, se ha ejecutado una obra que ha consistido fundamentalmente en la ejecución de una nueva pantalla de impermeabilización por el estribo derecho de la presa, con el fin de reducir las filtraciones desde el embalse a través del mismo, así como la ejecución, aguas abajo de la citada pantalla, de toda una serie de drenes profundos para alivio de presiones intersticiales en el interior del macizo, ejecutados desde el exterior y desde el túnel de desvío, con el fin de mejorar su estabilidad frente al deslizamiento. La actuación se completa con la implantación de nuevos sistemas de auscultación en el estribo derecho (piezómetros e inclinómetros).

La expansión del hormigón en el cuerpo de presa es un fenómeno bien conocido, pero difícil de prever y gestionar.

En Iberdrola, a través de su Departamento de Explotación de Presas, se ha puesto a punto una nueva metodología para la predicción de la expansión del hormigón. Una de las misiones del Departamento de Explotación de Presas es el mantenimiento de los activos de producción hidráulica de la empresa, en condiciones óptimas de seguridad y funcionamiento. Esto incluye las grandes presas, entre las que destaca San Esteban como una de las más estudiadas desde su construcción, por la expansión química en su hormigón.

Hasta el desarrollo del llamado "proyecto PREXES", la expansión química

del hormigón se ha venido diagnosticando con el tipo de reacción y la distribución y nivel de daño en un determinado instante. El objetivo de este proyecto ha sido aplicar a San Esteban una nueva metodología de caracterización del hormigón, que permita definir la cinética de la reacción en las distintas zonas de la presa. Más específicamente, se estima la fracción de reacción consumida en el momento de estudio que, junto con el análisis de la documentación disponible y ensayos complementarios de caracterización del hormigón, permite zonificar los hormigones con características expansivas distintas.

El modelo permite prever la evolución futura de la presa, y la incidencia de posibles actuaciones o cambios en la forma de operarla.

El estudio de la permeabilidad de los materiales con los que construir el núcleo de una presa de materiales sueltos es un aspecto fundamental. Es práctica habitual estimar la permeabilidad in situ de estos materiales, por medio de ensayos de campo. Asimismo, se suelen efectuar ensayos de permeabilidad en laboratorio, que sirven de contraste. Los ensayos más ampliamente utilizados para determinar la permeabilidad en laboratorio son el permeámetro, el equipo triaxial y la célula Rowe. Estos ensayos tienen ciertas limitaciones. Por ejemplo, no se pueden ensayar materiales con partículas de gran tamaño, cuya presencia es habitual en materiales heterogéneos.

Por ello, se ha realizado un estudio de la permeabilidad de materiales heterogéneos utilizando un permeámetro de grandes dimensiones, adquirido por el laboratorio de geotecnia de la ETSICCP de la UPM.

El material heterogéneo empleado para realizar los ensayos de permeabilidad, de tipo morrénico, se ha tomado de 3 localizaciones diferentes en la zona de la Laguna Negra (Sierra de Urbión, Soria). El trabajo realizado ha servido para tener una referencia de la permeabilidad del material morrénico heterogéneo tomado en campo, mejorando el conocimiento de ese tipo de materiales.

Subtema B3: Experiencias internacionales

Las estructuras hidráulicas en Egipto constituyen los principales elementos de control de caudales y niveles de agua en el valle del Nilo y en la región del delta, y su misión consiste en lograr una utilización adecuada de los recursos hídricos. Hay miles de estructuras de control, pero las principales son unas 150.



El ministerio egipcio de recursos hídricos se enfrenta al problema de planificar los trabajos de rehabilitación o reemplazo de las estructuras que así lo requieran, y de asignar sus recursos lo mejor posible, con el objetivo de minimizar los riesgos de fallo o mal funcionamiento de las mismas.

Con este fin, el ministerio incluyó 150 estructuras en un plan maestro cuya finalidad era inspeccionarlas todas para evaluar sus condiciones, seguridad, y funcionalidad, describiendo las actuaciones a aplicar, e implementando un sistema de toma de decisiones con criterios múltiples, para determinar la prioridad de las acciones a ejecutar, concluyendo con el establecimiento de planes quinquenales de actuación hasta el año 2050.

Finalmente, y como resultado de la aplicación del plan, para la rehabilitación de una de las estructuras prioritarias se desarrolló un estudio de factibilidad, proyecto constructivo y documentación de licitación, incluyendo la posibilidad de implementar un nuevo aprovechamiento hidroeléctrico.

En Bolivia, se ha desarrollado el proyecto del Aprovechamiento Hidroeléctrico Carrizal, situado en el río Camblaya.

La finalidad del proyecto es la generación eléctrica y el abastecimiento para el desarrollo de las zonas regables, situadas aguas abajo. En las primeras fases del proyecto se desarrolló el estudio de alternativas, partiendo de 24 esquemas posibles, seleccionándose el esquema óptimo, que consiste en una presa de regulación en cabecera y un túnel único de derivación hasta la central hidroeléctrica.

La presa de El Carrizal es de gravedad, de hormigón compactado con rodillo, con una altura máxima sobre cimientos de 160 m. El túnel de aducción tiene 23 km de longitud y 5,5 m de diámetro interior, con monteras que llegan a superar los 1.000 m.

El salto bruto es de unos 850 m, que con un caudal de 51 m³/s, y proporciona una potencia nominal de 366 MW.

En la comunicación presentada se incide especialmente en el estudio de soluciones, los estudios geotécnicos, que tuvieron que superar una serie de retos singulares, y el diseño del túnel de aducción, cuya longitud y presión interior ha supuesto un importante reto de diseño.

En la India, se ha desarrollado el llamado "Proyecto DAMSAFE", destinado al análisis de riesgos, por un consorcio internacional de empresas.

Los sistemas presa-embalse desempeñan un importante papel en India, para garantizar el suministro de agua para abastecimiento y riego, proporcionar protección frente a inundaciones y generar energía hidroeléctrica.

Con un parque de más de 5.000 grandes presas, son necesarias tanto acciones de gestión y planificación, como de mantenimiento y rehabilitación para fortalecer su funcionamiento y seguridad a largo plazo.

En el período 2017-2018, el proyecto DAMSAFE incluye acciones para la integración de diferentes tecnologías de monitorización, análisis y gestión, a implementar, como caso piloto, en la presa de Bhadra (Kamataka).

En la comunicación presentada se describe el análisis de riesgo cuantitativo elaborado para el sistema presa-embalse de Bhadra. El objetivo principal del análisis ha consistido en evaluar el riesgo existente y analizar el impacto potencial de diferentes medidas de reducción del mismo, priorizando acciones según criterios tanto de eficiencia como de equidad. Los resultados ayudarán a impulsar la aplicación en India de herramientas innovadoras para la gestión de seguridad de presas.

Como actuación relevante, en Canadá, se presenta la modificación del aliviadero de la central hidroeléctrica de Ruskin.

La estación de generación de Ruskin se encuentra cerca de la localidad de Mission, en la Columbia Británica, en Canadá. La presa, de gravedad de hormigón, y la central hidroeléctrica asociada, se construyeron entre 1929 y 1930. La Propiedad, BC Hydro, ha procedido en los últimos años a reformar toda la instalación. Cabe destacar la renovación del aliviadero de la presa, que incluye la demolición de las ocho pilas existentes, y la retirada de las siete compuertas Taintor, de 10,06 x 8,52 m, y la construcción de seis nuevas pilas para emplazar cinco nuevas compuertas de 13,50 x 8,52 m.

Para llevar a cabo la remodelación, manteniendo la central en operación, ha sido necesario instalar, en tres fases consecutivas, una ataguía metálica provisional. Esta ataguía actuaba como una defensa, permitiendo condiciones de trabajo en seco para reemplazar las pilas y compuertas en cada una de las fases.

En esta comunicación se pasa revista, primeramente, al diseño cuidadosamente estudiado de la ataguía. En segundo lugar, se describe la sistemática detallada del ensamblaje de la ataguía para una



P. Baztan Moreno: "Plan maestro para la rehabilitación o reemplazo de las principales estructuras hidráulicas en Egipto"



A. Bernal Couchoud: "Aprovechamiento hidroeléctrico El Carrizal (Bolivia)"



R. Ibáñez de Aldecoa Lorente: "Modificación del aliviadero de la presa de la Central Hidroeléctrica de Ruskin manteniendo la instalación en operación"

de las fases, seguida de una explicación de la secuencia de las diferentes fases necesarias para sustituir todos los pilares y compuertas radiales.

También en Bolivia, en relación el aprovechamiento hidroeléctrico de Rositas, ya citado, se ha llevado a cabo el diseño final del mismo.

El Proyecto Hidroeléctrico Rositas, impulsado por la corporación pública boliviana Empresa Nacional de Electricidad (ENDE), es la piedra angular del sistema de embalses previsto a lo largo de la cuenca media del río Grande, para maximizar el aprovechamiento del recurso hídrico. Es un aprovechamiento hidroeléctrico de pie de presa, con 600 MW de potencia instalada y con una producción estimada de 3.064,63 GWh/año.

El embalse generado tendrá una capacidad de 19.094,5 hm³. La presa es de tierras con núcleo de arcilla, con una altura sobre cimientos de 171 m, y está cimentada sobre un lecho rocoso de areniscas erosionables, deformables y



P. Martínez Almagro: "Reinyección de juntas verticales y sellado de filtraciones en la presa de El Cajón (Honduras)"



ligeramente cementadas. El aliviadero se encuentra en la margen izquierda y ha sido diseñado para la avenida de 10.000 años atenuada ($11.995,63 \text{ m}^3/\text{s}$), y se ha comprobado para la Avenida Máxima Probable (PMF) atenuada ($12.265,21 \text{ m}^3/\text{s}$).

La central hidroeléctrica se sitúa a pie de presa, en la zona central del cauce del río, y está equipada con 4 turbinas Francis de eje vertical y 150,00 MW de potencia unitaria. El salto bruto máximo es de 152,00m y el caudal turbinado es de $440,00 \text{ m}^3/\text{s}$ ($4 \times 110,00 \text{ m}^3/\text{s}$).

En Honduras, se ha llevado a cabo la reinyección de juntas verticales y el se-

llado de filtraciones en la Presa de El Cajón.

Se tomó como referencia la reinyección de juntas verticales con resinas epoxi que, por primera vez en el mundo, se llevó a cabo en la presa de Susqueda, gestionada por Endesa.

La presa de El Cajón es una bóveda de 226 m de altura. Presentaba una situación que sugería la necesidad de reinyectar sus juntas verticales y tratar algunas retomas horizontales, trabajos que se desarrollaron entre los años 2015 y 2017.

De forma novedosa, se diseñó en 3D la malla de taladros y se implementó un

moderno sistema de auscultación para monitorizar en tiempo real el proceso de reinyección, durante el cual se inyectaron a alta presión resinas epoxi viscosas de diferentes características técnicas, adaptando el tratamiento a cada situación.

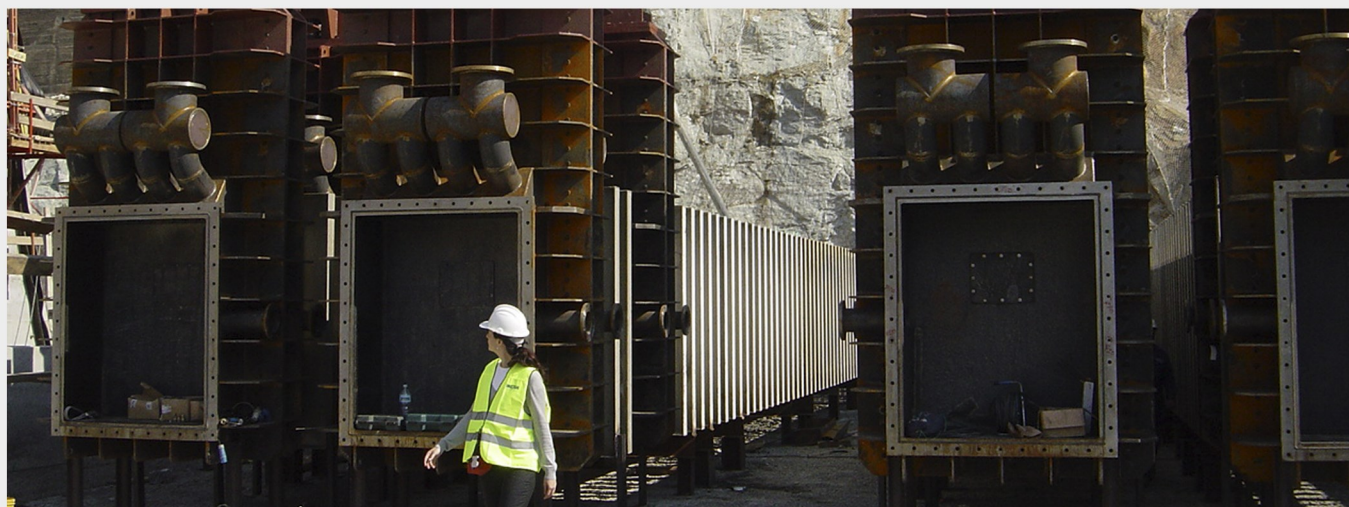
El resultado alcanzado confirmó la idoneidad de esta innovadora metodología para el tratamiento de este tipo de patologías.

Clemente Prieto Hernández

Vocal de SPANCOLD y miembro del Comité Científico de Presas y Cambio Climático



Pol. Ind. La Palmera 21 y 22
41703 Dos Hermanas. Sevilla
+34 954 69 02 21
ingesur@ingesur.es



Compuertas Bureau del desagüe de fondo de la presa de la Breña II.

INGESUR, con más de 30 años de experiencia en el mercado de equipos electromecánicos en instalaciones hidráulicas, se posiciona como líder en el sector por sus capacidades técnicas, de fabricación, de montaje y de mantenimiento y reparación.



RECEPCIÓN INSTITUCIONAL EN LA DIPUTACIÓN DE LEÓN



Con ocasión de la celebración de las XI Jornadas Españolas, D. Francisco Javier García Álvarez, Diputado Delegado de Desarrollo Rural y Medio Ambiente de la Diputación de León ofreció una Recepción Institucional a las Autoridades, Vocales Colaboradores de SPANCOLD e invitados asistentes a dichas Jornadas, que tuvo lugar en el Palacio de los Guzmanes de la Diputación de León (Plaza de San Marcelo, 6).

Este palacio perteneció a los Guzmanes, una importante familia leonesa. Se construyó por orden de Juan de Quiñones y Guzmán, obispo de Calahorra. Los trabajos fueron encargados al maestro constructor Rodrigo Gil de Hontañón, que lo construyó sobre un antiguo palacio gótico mudéjar perteneciente a esta familia leonesa, situado junto a la antigua muralla de la ciudad, edificio que se

demolió para dar cabida a la nueva construcción. Los trabajos para levantar este edificio renacentista con toques platerescos se iniciaron en 1560 y se paralizaron en 1572, dejándolo inacabado. El palacio pasó a manos de la Diputación Provincial de León en 1882 y no fue hasta el año 1977 cuando el edificio se terminó, incluyendo una gran ampliación. En la actualidad es la sede de la Diputación de León.

A pesar de las inclemencias del tiempo, el Acto se pudo llevar a cabo en el Atrio del Palacio. A continuación se sirvió un cóctel patrocinado por Tierra de Sabor, marca de garantía que permite identificar los alimentos de excelencia producidos, elaborados y/o transformados en la Comunidad de Castilla y León que cumplen con los requisitos y condiciones exigidos en el Reglamento de Uso de la

Marca de Garantía Tierra de Sabor.

D. Ignacio Escuder, presidente de SPANCOLD; hizo entrega a D. José Polimón en nombre de todos los miembros del Comité, del libro titulado “Historia de las obras públicas en Castilla y León: ingeniería, territorio y patrimonio” cedido por Dña. María González Corral, Decana de la Demarcación de Castilla y León del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Así mismo, se resaltó la brillante trayectoria profesional de nuestro compañero Juan Saura, anterior Director Técnico de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, y Vocal Titular de SPANCOLD, a quien el Gobierno Español ha distinguido recientemente con el otorgamiento de la Encomienda de Número de la Orden Civil del Mérito Medioambiental.



Ignacio Escuder Bueno (izda.) y Francisco Javier García Álvarez (dcha.)



Autoridades asistentes a la recepción institucional.

CONFERENCIAS ESPECIALES



Como parte del programa de las Jornadas se impartieron una serie de conferencias especialmente seleccionadas por su interés y oportunidad, incorporándose a este número de la Newsletter el resumen de las impartidas por **D. Juan Ignacio Diego Ruiz**, Presidente de la Confederación Hidrográfica del Duero, **D. Rodolfo Dalmati**, Presidente del Organismo Regulador de Seguridad de Presas Argentino y **D. Carlos Granell**, Secretario General de SPANCOLD.

Además de éstas, **D. Daniel Sanz** (Sub-Director General de Infraestructuras y Tecnología) impartió una conferencia de presentación de la propuesta de Normas Técnicas de Seguridad de Presas, **D. Nathan Snorteland** (Director del Risk Management Center del USACE) disertó sobre Oroville y otros incidentes de seguridad de presas recientes en los Estados Unidos, **D. Víctor Arroyo** (Coordinador de gestión del conocimiento en agua de la CAF) presentó el rol de la CAF en la seguridad hídrica de América Latina y **D. David Rivera** (Director del proyecto Táme-ga, Iberdrola) explicó la evolución de un proyecto complejo como es el del aprovechamiento hidroeléctrico del Táme-ga.

Juan Ignacio Diego Ruiz expuso la primera Conferencia Especial, que trató sobre **“LA SATISFACCIÓN DE LAS DEMANDAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO”**.

Tras exponer una serie de datos generales sobre la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero, resaltó que los recursos medios de la cuenca son de unos 12.700 hm³/año, con una desviación típica de 6.500 hm³/año, que es muy elevada. La capacidad de almacenamiento de la cuenca es de 4.300 hm³, sin tener en cuenta los embalses hidroeléctricos, con 3.200 hm³ adicionales. Evidentemente, se trata de un nivel de regulación escaso.

A continuación, el ponente relató la evolución de la Normativa de Planificación Hidrológica en España, desde los primeros Planes Hidrológicos, de 1998, hasta la actualidad, cuando, basándose en la Directiva Marco Europea del Agua, se está empezando a desarrollar el Plan Hidrológico para el período 2022-2027.



Se observa un cambio sustancial en el objetivo principal de la planificación en 1998, en comparación con la actual. Los planes del 98 pretenden, según la Ley de Aguas vigente, *“conseguir la mejor satisfacción de las demandas de agua...”*, con una serie de condicionantes, entre ellos los medioambientales. Actualmente, con el nuevo Reglamento de Planificación Hidrológica, el objetivo principal es *“conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas...”*, sin desatender, en la medida de lo posible, la satisfacción de las demandas.

Cumpliendo con lo establecido en la Normativa, el Plan del Duero ha optado por resolver los déficits estructurales detectados, en los Sistemas Carrión, Órbigo y Cega-Eresma-Adaja, mediante balsas laterales o cauces secundarios. En el último Plan se proponen 17 nuevas regulaciones, pendientes de estudio.

A futuro, el incremento de regadíos y la previsible disminución de recursos, debida al cambio climático, aconsejan prudencia, tanto a los demandantes de riego como a las administraciones responsables, para no comprometer la garantía de suministro hasta niveles inadmisibles.

La segunda Conferencia Especial, con el título **“REGULACIÓN DE PRESAS: EL CASO ARGENTINO, DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS”** fue impartida por **Rodolfo E. Dalmati**, Presidente de ORSEP.

En la Argentina el control de la presas nacionales concesionadas se realiza a través del **“ORGANISMO REGULADOR DE SEGURIDAD DE PRESAS (ORSEP)”**, un ente autónomo que fue creado en 1999, cuya misión es lograr que las presas cumplan con los estándares de seguridad, tanto estructural como operativo, a fin de proteger a la **población aguas abajo**, sus **recursos naturales** y resguardar el **patrimonio del Estado Nacional**.



Los **Ríos** y el **Agua** son dominio de las provincias, donde se forman Autoridades de Cuenca con la participación de los estados provinciales y un representante del Estado Nacional.

El **ORSEP** controla el correcto funciona-



miento estructural de las presas y el adecuado funcionamiento operativo de los órganos de evacuación, tales como aliviaderos, compuertas, válvulas y descargadores de fondo; en cambio el manejo del agua corresponde a la autoridad de cuenca.

La gestión de ORSEP se basa en tres premisas:

- **INDEPENDENCIA**, dado que el ente no depende de la Secretaría de Energía, tiene la facultad de controlar la seguridad sin tener en cuenta la producción eléctrica;
- **RECURSOS HUMANOS ESPECIALIZADOS**, cuenta con un total de 85 agentes, de los cuales 55 son profesionales universitarios especializados;
- **RECURSOS ECONÓMICOS**, el presupuesto se basa en dos fuentes; el 80% proviene de aportes del Tesoro Nacional, y el 20% de recursos propios. Los mismos se generan con la venta de los servicios a terceros, y de un pequeño porcentaje de la venta de la energía al sistema.

Las tareas fundamentales del organismo son:

- Fiscalizar el cumplimiento de los Contratos de Concesión de Presas, en relación a la seguridad.
- Asesorar al Estado Nacional en el proyecto y la ejecución de nuevos aprovechamientos.
- Mantener actualizada la normativa técnica sobre Seguridad de Presas.
- Controlar los Planes de Acción Durante Emergencias (PADE) y capacitar en aspectos relacionados con el manejo de emergencias hídricas.
- Difundir los beneficios y riesgos que implican las presas en las comunidades cercanas, en colegios y en centros comunales.
- Colaborar con las Provincias y Autoridades de Cuenca, mediante Convenios para realizar controles en las presas de propiedad provincial.

El ORSEP cumple las actividades de fiscalización de presas mediante el libre acceso a las instalaciones de la Presa en cualquier momento y la realización de inspecciones visuales mensuales como mínimo. Además, el Concesionario tiene la obligación de presentar un Plan de Seguridad de la Presa e informes mensuales y anuales de su situación.

En función de esos informes y de las visitas, el ORSEP puede dar instrucciones al operador para realizar estudios com-

plementarios, llamar a una auditoría extraordinaria, o directamente ordenar acciones sobre la presa siempre relacionadas a la seguridad.

A partir del año 2016 y del inicio de la nueva gestión de gobierno, el ORSEP decidió comenzar a aplicar los criterios **de análisis de riesgo** para evaluar la seguridad de las presas de su jurisdicción. Con este objetivo, se hizo un análisis cualitativo para la evaluación de cada presa, tanto de las acciones (hidrológicas, sísmicas, etc.) como del estado y la potencial respuesta de cada una, a través de una matriz con los ítems principales. El uso de esta matriz permitió hacer una evaluación rápida en forma comparativa e identificar cuáles presas aparentemente presentan un riesgo más elevado. A partir de las conclusiones de este análisis cualitativo, se realizó el análisis de riesgo del complejo Cerros Colorados en forma completa y exhaustiva, indicando qué medidas resultan más efectivas para reducir el riesgo de falla y aumentar la seguridad de la población aguas abajo.

Actualmente se están desarrollando análisis de riesgo en las presas que presentaron mayores incertidumbres en cada región del país, a fin de determinar cuáles son las inversiones más eficientes para reducir el riesgo.

Finalmente, la Conferencia de Clausura fue impartida por **Garlos Granell**, con el título **“DISEÑO Y CONCEPCIÓN DE PRESAS”**.

España posee alrededor de 1.200 grandes presas que han permitido alcanzar el actual nivel de desarrollo. Las primeras presas se construyeron por los romanos en el siglo II y algunas siguen todavía en servicio. Desde entonces y hasta ahora se han construido de manera ininterrumpida. El mayor desarrollo en este campo se produjo entre 1940 y 1990, con la construcción de unas 900 presas.

España, a diferencia de lo que ha ocurrido en otros países, es un ejemplo de una ingeniería de presas ecléctica, que ha desarrollado soluciones ingenieriles de todo tipo, adaptando estas soluciones a las condiciones particulares de cada caso.

Las distintas presas construidas en el estrecho de Puentes (hasta 4) son un buen ejemplo de como la técnica ha evolucionado hasta hoy. La presa de Puentes IV, de finales del siglo pasado, recrece Puentes III, de finales del siglo XIX, por aguas arriba. La nueva presa respeta y protege la estructura antigua, aprovecha algunos de sus elementos hidráulicos, y juega con sus formas en lo que podría ser considerado un ho-

menaje que la ingeniería moderna rinde a la tradición presística española.

Rafael López, insigne ingeniero de la Confederación Hidrográfica del Duero, escribió en 1988:

“Una de las labores más importantes del proyectista –que bastantes veces es la principal– reside en la elección del tipo de presa, y en la concepción y encaje conjunto de todos los elementos (presa, aliviadero, desagües, etc.). Si este diseño conjunto es acertado, resultará una obra que nos causará una impresión agradable, reflejo de una disposición racional, segura y normalmente, económica.”



El proyecto, la construcción y la explotación de una gran presa abarca especialidades diversas, como son la hidráulica, el cálculo estructural, la geología y geotecnia y el medioambiente. Frecuentemente, la mejor solución para una presa no es la óptima de una de esas especialidades, sino que es aquella que equilibra y armoniza de manera ponderada el conjunto de aspectos y elementos que componen la presa. En mi opinión esto es lo que viene a decir Rafael López y lo que ha definido, en buena parte de los casos, la ingeniería de presas española.

Actualmente existen herramientas que, bien empleadas y puestas al servicio de la búsqueda de la mejor solución, permiten estudiar las formas de la presa y sus elementos anexos de manera más precisa que antes. Me refiero a la modelación numérica en sus distintos campos.

El afán en la búsqueda de las mejores soluciones de ingeniería implica necesariamente el empleo de las más modernas técnicas de diseño, cálculo y construcción. Y ello desde la importante experiencia acumulada en siglos de construcción de presas, así como apoyados en las enseñanzas de los mejores ingenieros que nos precedieron. Este afán es el que no debemos perder de vista para seguir proyectando presas en nuestro país y fuera de él.

CENA DE BIENVENIDA



Para continuar con la tradición de las anteriores Jornadas Españolas de Presas, el miércoles 27 de junio tuvo lugar la cena de bienvenida a la que asistieron tanto las autoridades invitadas como los congresistas. El sitio elegido para este evento fue el Cigarral de Cembranos, finca situada a 15 Km de la ciudad de León. En los jardines se sirvió el cóctel y la cena se sirvió en el Salón Villa Carlota. Para el traslado de los asistentes se dispuso de un servicio de autocares desde los hoteles del Congreso.

Un acto de especial relevancia fue el merecido homenaje a D. José Polimón López, anterior presidente del Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOLD) durante el periodo comprendido entre el año 2008 y el año 2017, y al anterior Secretario General D. Juan Carlos de Cea (periodo del 2003 al 2017).

D. Ignacio Escuder entregó a D. José Polimón una placa conmemorativa. No se pudo hacer entrega de la placa a D. Juan Carlos de Cea por no encontrarse presente.



AZUL CONSTRUCCIÓN

AZUL CON

LOS POSTERS DE LAS XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS



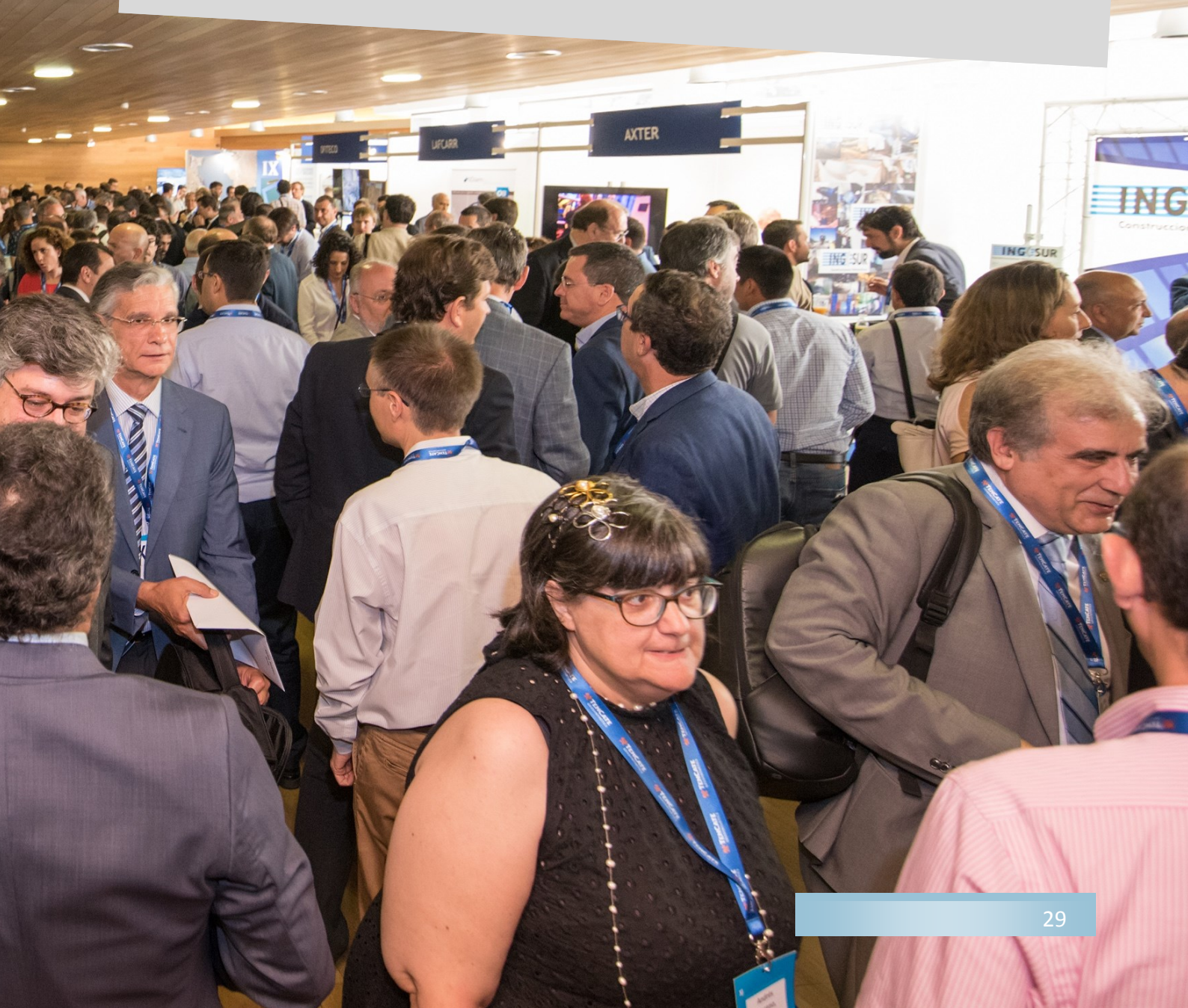
Se presentaron 29 pósters, 4 pósters del Tema A “Presas y Cambio Climático”, uno del Subtema A1 (Sequía y planificación de recursos hidráulicos), otro del Subtema A2 (Defensa frente a inundaciones), otro del Subtema A3 (Energía hidroeléctrica) y otro del Subtema A4 (Recuperación ambiental de ecosistemas fluviales).

De los 25 pósters presentados del Tema B “Progreso y Tecnología en el Ámbito de las presas y la Gobernanza del Agua”, 3 eran del Subtema B1 (La gobernanza del agua como motor de progreso), 18 eran del subtema B2 (Nuevos conceptos y herramientas en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de presas y embalses) y 4 del subtema B3 (Experiencias Internacionales).

El premio al mejor póster del Tema A fue para Pablo Roa Prieto titulado “Afrontar los cambios. Una visión retrospectiva del embalse de Barrios de Luna”.

El mejor póster del Tema B se otorgó a Dña. Dolores Cordero Page titulado “El Duero en el Laboratorio de Hidráulica. Un paseo por la historia”.

La entrega de las placas se realizó el día 28 de junio tras la finalización de la sesión técnica del Tema B y previamente a la clausura de las Jornadas.



PREMIO A LA MEJOR COMUNICACIÓN DEL TEMA “PRESAS Y CAMBIO CLIMÁTICO” GRANDES BALSAS COMO MEDIDAS DE ADAPTACIÓN A LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

1. ANTECEDENTES. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

La realidad física del sureste español se define con gran cantidad de cultivos intensivos y una gran escasez de agua. Es un hecho paradójico que donde los embalses no llegan al 20% de capacidad se le pueda denominar la “huerta de Europa”.

Sin un inventario de balsas existente se estima que en la Comunidad Valenciana se asientan más de 3.000 balsas y 15.000 balsas en la Región Autónoma de Murcia.

Las balsas sirven como instalaciones de reserva de agua para riego con suficiente capacidad para regular y almacenar el agua proveniente de las diferentes fuentes de abastecimiento. Así mismo evitan cortes en el suministro cuando se producen roturas o averías y es necesario un cambio o reparación de las bombas de agua o de las tuberías.

El arco mediterráneo posee un clima estepario cálido o subárido de absoluta filiación mediterránea caracterizado fundamentalmente por sus escasas e irregulares precipitaciones. Por ello, la cantidad de agua que en la actualidad se puede embalsar como reserva, resulta insuficiente para garantizar, en condiciones de cierta seguridad, el suministro de agua en el periodo estival, que coincide con la época de mayor demanda. Las necesidades hídricas en los meses de verano, son superiores a la capacidad de extracción de los pozos produciéndose pérdidas de algunos cultivos por falta de agua en la época de maduración del fruto.

Así, las balsas permiten:

- Realizar funciones de reserva y de regulación del caudal de los pozos y/o recursos superficiales.
- Gestionar el agua y distribuirla a regadío o del reparto que el organismo de cuenca establezca.
- No depender en todo momento de los pozos de bombeo para la extracción y suministro de agua de riego, evitando sufrir cortes en el suministro cuando se produce alguna rotura o avería y es necesario realizar un cambio o reparación de las bombas de agua o de las tuberías.
- Reducir los consumos de agua actuales, ya que facilita la implantación de riego por goteo al disponer de garantías en el suministro, en cuanto al caudal y presión, lo que permite una disminución de los actuales sistemas de riego a caballería o manta.
- Facilitar la reducción en los consumos de agua de riego pudiendo realizar los trabajos típicos del regante de forma eficiente y eficaz, dando mejor servicio a los agricultores y socios de las comunidades de regantes.
- Promover el desarrollo económico de la zona, ya que los agricultores se sienten respaldados y seguros a la hora de realizar una inversión en sus tierras, así como la mejora y tecnificación en sistema de riego, al saber que existen instalaciones modernas preparadas para garantizar el caudal y la presión necesaria del agua para riego en cualquier época del año, particularmente en periodo estival.

La estructura socio-económica del sureste español se caracteriza por una atomización de propietarios, lo que dificulta en gran medida la tecnificación para abordar la necesaria construcción de infraestructuras eficientes, como son las balsas, y sus sistemas de distribución.

En la actualidad conviven balsas individuales, que tienen áreas pequeñas y su uso se basa en un almacenamiento a medio plazo para ajustar la demanda diaria a las necesidades de los

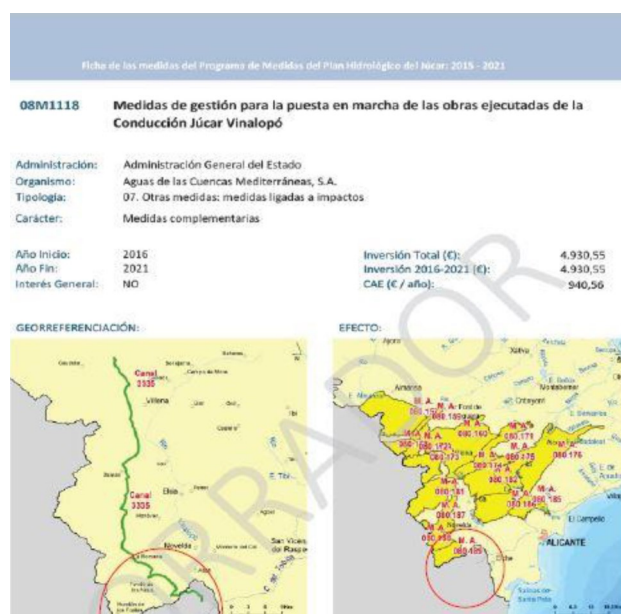
cultivos, con otras balsas colectivas, que ocupan grandes superficies y suministran agua a colectivos de riego. Estas últimas son gestionadas principalmente por comunidades de regantes y tienen visiones a más largo plazo del control de sus demandas.

Al contrario que en las presas, que se llenan cerrando compuertas, en las balsas el agua tiene coste. Coste de llenado para llenarlas por bombeo. Es por ello que se impermeabilizan los vasos para no desperdiciar el agua; esto sin mención de la necesidad de impermeabilizar por cuestiones estructurales de estabilidad y de evitar problemas asociados a las tubificaciones. Estas balsas experimentan una alta evaporación, debido a la alta relación superficie – profundidad, resultando una elevada pérdida de una fracción del agua almacenada en la balsa.

En cuanto a éste último aspecto, se observa la tendencia de las comunidades de regantes a realizar cada vez balsas más profundas que disminuyan la relación superficie-profundidad consiguiendo menos evaporación, lo que impacta directamente sobre la gestión del regante y sobre la gestión del agua, al poder contar con mayor cantidad de un recurso natural finito.

Otro de los aspectos más relevantes en los últimos años es la construcción de grandes balsas, agrupando balsas existentes en otras de nueva construcción, de gran relación superficie-volumen, siempre buscando un mejor aprovechamiento de los escasos recursos de que se disponen, más aún en los actuales escenarios de cambio climático que se anuncian en los pronósticos.

Así, se observa como una medida adecuada de lucha contra el cambio climático, la construcción de balsas de más entidad que las existentes, que pueden sustituir o no a otras de menor entidad y que, adicionalmente, ayudan al sector primario a agruparse en entidades mayores profesionalizando la gestión de los recursos hídricos.



DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

Esta medida se ha previsto en el plan con el fin de reducir las presiones detectadas en determinadas masas de agua con el fin de alcanzar los objetivos medioambientales.

Ilustración 1. Medida contenida en el PHJ con el fin de reducir las presiones detectadas en determinadas masas de agua con el fin de alcanzar los objetivos medioambientales.

Un ejemplo de esta medida de lucha contra el cambio climático es la actuación de la S.A.T. Nº3.569 “Virgen del Rosario” de Albatera conocida como “Los Suizos” quienes van a construir una balsa de 607.000m³ y un dique de 31,7m de altura, en sustitución de las balsas existentes de 37.800m³ actuales.

2. PROYECTO DE LA Balsa DE “LOS SUIZOS”

2.1. CONCEPCIÓN DE LA Balsa

La S.A.T. Nº3.569 de Albatera “Los Suizos” va a realizar la instalación mencionada lo que le permitirá disponer de una instalación de reserva de agua para riego con capacidad suficiente para regular y almacenar el agua proveniente del trasvase Júcar-Vinalopó. Esta actuación permitirá reducir la extracción desde los pozos gestionados por la S.A.T “Virgen del Rosario” situados en la masa de agua subterránea Sierra de Crevillente, además de otros muchos, situados en esa y otras masas de agua subterráneas, que abastecen los riegos del sistema de explotación Vinalopó-Alancatí.

La justificación de la obra a realizar se fundamenta principalmente en tres factores:

El volumen de reserva actual está limitado a los 37.800m³ de las dos balsas existentes, el cual resulta totalmente insuficiente para la superficie de regadío de la S.A.T. La demanda de riego, sólo de los cultivos del término municipal de Albatera de acuerdo a las últimas estimaciones realizadas es superior a 1,5Hm³ en el periodo estival. Por tanto la capacidad de las balsas existentes únicamente representa el 2,5% de la demanda estival de los cultivos de Albatera. De hecho, la capacidad de reserva de la balsa de Los Suizos con 607.000m³ tan sólo supone un 43% de la demanda estival de este municipio, a la que habría que sumar la del resto de cultivos y usuarios abastecidos en los municipios de Elche y Crevillente desde las instalaciones de la S.A.T. “Virgen del Rosario” localizadas en la finca de la Algüeda (Albatera).

La balsa realizaría las funciones de reserva descritas anteriormente así como las funciones de regulación del caudal proveniente del Trasvase Júcar-Vinalopó, debido a que se dispondría de una infraestructura que permitirá gestionar el agua que se distribuirá desde la cola del Trasvase en Hondón de los Frailes, a través de la galería actualmente existente. Por último, las superficies regadas por la S.A.T. poseen un clima estepario cálido o subárido de absoluta filiación mediterránea, caracterizado fundamentalmente por sus escasas precipitaciones. Por todo ello, la cantidad de agua que en la actualidad se puede embalsar como reserva, resulta insuficiente para garantizar, en condiciones de cierta seguridad, el suministro de agua en el periodo estival, que coincide con la época de mayor demanda. Las necesidades hídricas en los meses de verano, son superiores a la capacidad de extracción de los pozos (326 l/s), incluso más del doble en el mes de julio, produciéndose pérdidas de algunos cultivos por falta de agua en la época de maduración del fruto, como en el caso de la granada, y en la época de desarrollo del fruto, como en el caso de los cítricos.

Por todo lo citado anteriormente, se construirá una balsa de 0,6 hm³ conjuntamente con la adecuación de las instalaciones necesarias para las tareas de llenado y la adaptación de las instalaciones complementarias para la conexión con las infraestructuras de abastecimiento.

Además, la realización del proyecto, con todas las acciones que ello conlleva aporta como factor positivo la generación de empleo directo y de rentas por servicios. La mano de obra podría ser absorbida en parte por la población activa local en paro del sector de la construcción.

2.2. EJECUCIÓN DE LA Balsa

Tras la tramitación administrativa del Proyecto, de su Estudio de Impacto Ambiental y la aprobación del mismo, la balsa se ha visto expuesta a leve rediseño de la obra debido a las realidades geotécnicas en aras de la seguridad y/o mejora de la poste-

rior explotación, así como a las indicaciones contenidas en los distintos informes de aprobación. Los cambios realizados son:

- Doble impermeabilización en la solera del vaso debido a la existencia de suelos margosos y evaporíticos.
- Disminución de altura de agua sobre el vaso de la balsa de 24,25 a 20,75 m.
- Disposición de cuatro salidas horizontales del dren chimenea en lugar de tres.
- Supresión de la arqueta de fondo del embalse para evitar problemas asociados a la unión hormigón lámina
- PEAD, sustituyéndola por macizo de hormigón con dren envuelta.
- Eliminación de berma intermedia interior.
- Talud interior más tendido pasando de 2,3H/1V a 2,5H/1V.
- Impermeabilización de la solera de la galería con lámina de PEAD de 2,00 mm de espesor.
- Aseguramiento de la independencia del dren de envuelta del dren chimenea mediante impermeabilización.
- Redimensionamiento del drenaje del fondo del vaso, sustituyéndolo por un geodren, además de zanjas perimetrales con tubos dren para captar las filtraciones de los taludes.
- Sustitución de la galería de hormigón por galería de acero grecada galvanizada y con pintura epoxi para evitar problemas asociados a la corrosión, con dren envuelta.
- Redimensionamiento de la cámara de válvulas, permitiendo la salida del agua a nivel lo cual asegura que la galería nunca será inundable, además de suponer una mejora en la explotación.
- Nuevos accesos para mejorar y facilitar el mantenimiento y la auscultación de la balsa.
- Cambio de pretil de new jersey a zuncho de hormigón en coronación con vallado de 1 metro.

Estos cambios permiten aumentar la seguridad de la balsa en cuestiones asociadas a la estabilidad del dique y a disponer una mejora de la impermeabilización que reduzca la posibilidad de que se produzcan filtraciones que afecten a los suelos evaporíticos. Además, se ha aumentado el número de salidas horizontales del dren chimenea, facilitando la identificación de posi-

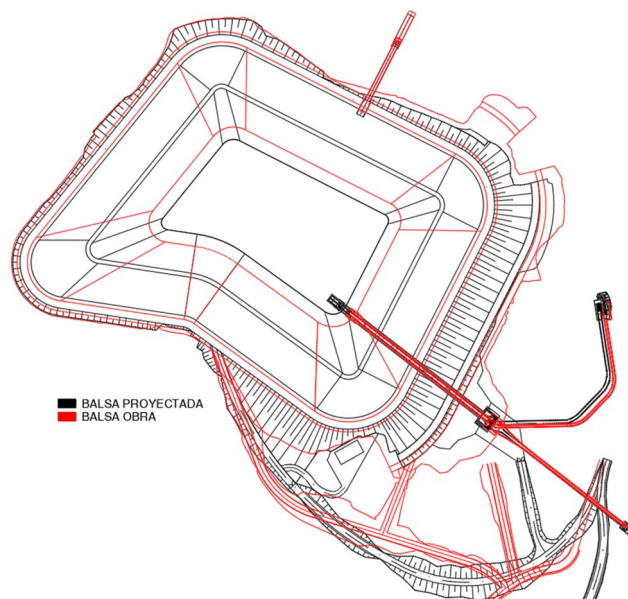


Ilustración 2. Comparación en planta de la balsa proyectada (negro) y la balsa de la obra (rojo).

bles filtraciones que pudieran darse y reduciendo el tiempo de estancia del agua en el interior del núcleo del dique.

En cuanto a la mejora para la posterior explotación, tender el talud interior cuenta con los siguientes beneficios:

- Se reduce la tensión en la lámina.
- Mejor comportamiento de la lámina con la balsa vacía.
- Mayor facilidad de ejecución del refino de los taludes, mejorando la terminación.
- Aumento de la comodidad en la ejecución de las soldaduras.

La berma interior se ha suprimido puesto que de esta forma se elimina un punto débil en la lámina. La independencia del dren chimenea del dren en vuelta de la galería permite identificar con mayor precisión el origen de las filtraciones, contribuyendo a conocer con precisión las patologías que pudieran producirse.

En la Ilustración 2 se pueden comprobar los cambios en la balsa, los cuales son muy sutiles en lo que se refiere al concepto de la misma. El fondo del vaso es más amplio, lo cual se debe a que, al tener la balsa menos profundidad (de 24,25 a 20,75 metros), éste se cierra menos. Por otro lado, se aprecia que la coronación se ha visto ligeramente desplazada, lo que se debe a que su anchura se ha reducido (desde 7,80 hasta los 7,15 metros) y a que las pendientes de los taludes se han visto alteradas (talud interior más tendido, de 2,3H/1V a 2,5H/1V, talud exterior pasa de ser 2,0H/1V sobre berma y 1,5H/1V bajo berma a 2,0H/1V en toda su longitud). El talud de desmante queda exactamente en el mismo punto (se ha mantenido la inclinación 1H/1V) mientras que el talud de terraplén se ha ampliado en superficie dado que los taludes se han tendido desde el 2,0H/1V sobre berma y 1,5H/1V bajo berma hasta un 2,0H/1V en toda la altura.

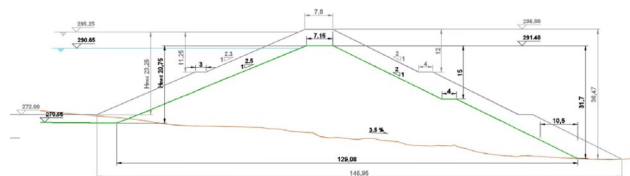


Ilustración 3. Comparación de la sección del talud máximo de la balsa proyectada (gris) y la balsa de la obra (verde).

Además, el trazado de los caminos se ha visto ligeramente alterado, si bien esto se ha realizado únicamente con el fin de mejorar la circulación por el interior de las instalaciones, habilitando además un camino de acceso a la berma exterior que facilita el mantenimiento y la auscultación de la balsa.

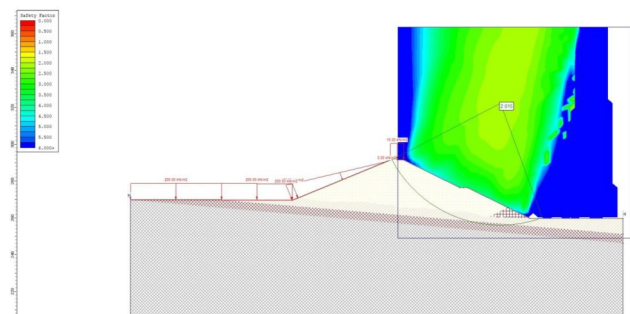


Ilustración 4: Comprobación de estabilidad del talud principal.

Los cambios generados aportan un incremento en los coeficientes de seguridad de la balsa respecto a las situaciones iniciales.

El volumen estimado de desmante será de 293.436,54 m³ y el volumen de terraplén de 278.661,79 m³. Siendo el excedente

de tierra 14.774,75 m³ con un alto contenido de yesos pertenecientes a la vaguada, además del volumen de tierra vegetal de 5.531,32 m³, que está previsto reutilizar en la restauración de la zona de obras e instalaciones auxiliares y de los taludes de la balsa.

La balsa ocupará una superficie de 75.885,54 m² incluyendo la intersección de los taludes de terraplén y desmante con el terreno, de los que 49.794,96 m² corresponden a la lámina de agua en N.M.N. Teniendo en cuenta la altura de resguardo, la nueva balsa permitirá una capacidad de almacenamiento de 0,606 Hm³ (3.368 horas) en N.M.N, lo cual permitirá el almacenamiento de una reserva de agua con caudal y presión suficiente para garantizar el riego a los socios de la S.A.T. durante el mes de mayor demanda. La altura de la lámina de agua será de 20,75 m a Nivel Máximo Normal.

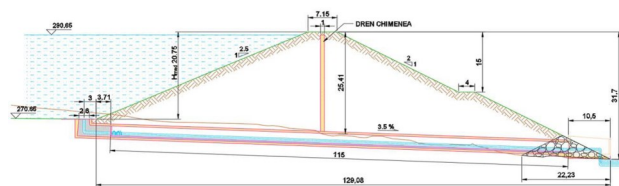


Ilustración 5. Sección del dique principal por la galería visible.

El comportamiento de las actuales láminas de polietileno o geomembranas es excelente. No obstante, en aras de conseguir mayor seguridad se han adoptado drenes estructurales, que permitan controlar las posibles filtraciones que puedan producirse desde el talud interior de la balsa, por rotura o filtraciones de la pantalla impermeabilizante hasta la cota más baja posible.



Ilustración 6: Foto a vista de dron de dique de cierre principal, galería visible y trabajos de terraplenado con traíllas.

Esta balsa bien puede valer de ejemplo del presente de las actuales balsas y la tendencia que están siguiendo las Comunidades de regantes en un futuro cercano. Se trata de la respuesta que está dando el sector agrario a la obligatoria necesidad de aunar los requisitos ambientales con los escenarios de incertidumbre del cambio climático y la necesaria producción de sus cosechas.

Javier Cabañero Fernández
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Jefe Obras Hidráulicas Elsamex-Eneas

Santiago Folgueral Moreno
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Gerente ARVUM

Francisco Gelardo Segura
Arquitecto Técnico.
Junta Directiva S.A.T. 3.569 Virgen del Rosario. Los Suizos

Lourdes Ortega Santos
Ingeniero de Montes.
Gerente PyG Estructuras Ambientales, S.L.

PREMIO A LA MEJOR COMUNICACIÓN DEL TEMA “PRESAS Y CAMBIO CLIMÁTICO”

GES-Q: SISTEMA INNOVADOR DE APOYO A LAS DECISIONES PARA LA GESTIÓN HIDROLÓGICA-HIDRÁULICA EN TIEMPO REAL Y LA PLANIFICACIÓN DE LAS CUENCAS

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2011 se plantea por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo la necesidad de optimizar la gestión de la distribución en el canal principal de la Real Acequia del Jarama por existir problemas derivados del deficiente estado de las infraestructuras, sin modernización, con riegos por gravedad, con un desajuste entre la demanda y la capacidad del canal, así como la necesidad de no realizar inversiones de alto coste.

Con estas premisas se planteó el estudio de un nuevo sistema de distribución que no requiriera de fuertes inversiones y a su vez permitiera administrar el canal con criterios hidráulicos y consiguiendo un reparto igualitario de las demandas. Después de tres años de investigación se logró definir matemáticamente y controlar el tránsito inverso de ondas permitiendo cálculos explícitos. Una vez definido el sistema de forma matemática, se desarrolló un modelo prototipo denominado RECA que permite gestionar canales en tiempo real que se aplicó y se sigue aplicando con excelentes resultados contrastados en diversos canales de riego.

Los riegos suponen un consumo de más del 40% de los recursos hídricos, por lo que RECA supone un gran avance frente a la adaptación al cambio climático. Su ahorro del orden del 20% supone un complemento muy eficaz de GES-Q.

2. DESAFÍO Y SOLUCIÓN

Actualmente los gestores del agua se enfrentan al reto de satisfacer las crecientes demandas de agua mientras mantienen la sostenibilidad ambiental en un contexto de cambio climático, aumentando la escasez de agua y la alta probabilidad de eventos extremos (sequías e inundaciones), por ello una de las principales preocupaciones de todos los actores de la gestión del agua es la creciente necesidad de ahorrar recursos hídricos. El desafío actual consiste en optimizar el recurso hidráulico a la vez que se cumple con todos los condicionantes impuestos para cada tramo de río (hidráulicos y medioambientales). La única solución útil pasa por definir en cada momento la previsión óptima, comprobando y corrigiendo en tiempo real. Es necesaria una gestión íntegra que aúne en una misma plataforma las demandas, las previsiones meteorológicas, las prioridades de usos del agua, las políticas, los condicionantes de cada tramo (hidráulicos, ecológicos y sociales) y la gestión hidráulica.

A todo lo expuesto, hay que añadir que la gran sequía que afectó a España desde 2016 hasta los primeros meses de 2017, pone aún más de relieve la necesidad del control y optimización de los recursos. Por todo lo anterior, dada la bondad de la metodología del tránsito inverso de ondas, que aporta excelentes resultados teóricos - prácticos, se decidió plantear el mismo sistema para la regulación de cauces naturales, que aunque difieren sustancialmente en su geometría con los canales, son una sección hidráulica por la que circula el agua. Los primeros ensayos teóricos pusieron de manifiesto que, aunque el transporte de ondas difiere de canales a ríos, no dejan de comportarse de igual manera frente a la aplicación del tránsito inverso de ondas. Estos resultados satisfactorios se han desarrollado en el Proyecto Ges-Q para el Control y Gestión de Cuencas Hidrográficas financiado por el CDTI.

3. ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, para definir los caudales variables en el tiempo que deben ser evacuados desde cabecera de un sistema hidráulico,

se utilizan software hidráulicos que existen en el mercado capaces de modelizar el flujo en régimen variable (HEC.RAS-SWMM-MIKE 11-IBER, etc.) siendo la dificultad básica de todos ellos que necesitan en cada cálculo tener definidos todos los condicionantes; (entradas y salidas aguas abajo) así como los datos en cabecera para obtener los parámetros hidráulicos resultantes; (velocidades, calados, etc.). Dada la incertidumbre a la hora de introducir unos datos de partida "veraces" no se asegura que el "hidrograma prueba-error" de previsión en cabecera sea el óptimo, no ajustándose la oferta a la demanda en todos los puntos del sistema a abastecer y no cumpliendo satisfactoriamente los condicionantes del tramo, tanto los hidráulicos como los medioambientales. Los modelos actuales por tanto, no son suficientemente útiles para definir adecuadamente los caudales óptimos en cabecera, por seguir un camino de cálculo desde aguas arriba – hacia aguas abajo de un sistema.

A. MODELOS CON SOFTWARE DE MERCADO

Se realizan múltiples cálculos hasta aproximarse a una previsión que satisfaga lo mejor posible los condicionantes (no alcanzándose el óptimo).

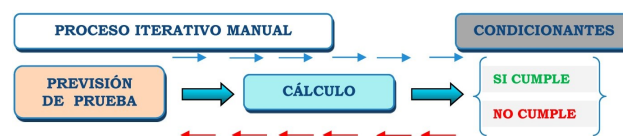


Figura 1. Proceso de los modelos con software de mercado.

Consecuencias de este método A con software de mercado.

- Imposibilidad de cumplir todos los condicionantes satisfactoriamente.
- Proceso muy largo, costoso y sin garantías.
- No permite correcciones en tiempo real.
- Necesita personal muy cualificado con alta experiencia.
- Bajo rendimiento y altos costes.

>> **Esta metodología de alto coste resulta NO satisfactoria <<**

B. SOFTWARE ESTADÍSTICO

A menudo los modelos tradicionales se complementan con software de probabilidad. El proceso toma los resultados (Q-t) de cálculo de una serie de hipótesis, y como resultado obtiene en un momento dado el porcentaje de acierto en el cumplimiento de condicionantes. Nunca tienen en cuenta la hipótesis óptima, ni su resultado se basa en cálculos hidráulicos. Por todo lo anterior, FERMAC plantea en su método seguir el camino contrario, es decir, desde aguas abajo – hacia aguas arriba y para ello se requiere el conocimiento del tránsito real de las ondas del agua.

4. TEORÍA DEL TRÁNSITO INVERSO DE ONDAS

La técnica aplicada para el desarrollo de esta teoría está registrada por FERMAC Ingenieros Consultores SLPU, y se basa en la definición y conocimiento del comportamiento en el transporte de las ondas de flujo originadas en cabecera (aguas arriba) a lo largo de una sección hidráulica y las deformaciones que sufre en su tránsito. Una vez definida la función de distribución de las ondas, que depende de múltiples factores como son: velocidad lineal, velocidad transversal, cantidad de movimiento, deforma-

ción, ciclos de histéresis, efectos rotacionales, etc. se establece el algoritmo que permite prever espacial y temporalmente en cada punto la onda de llegada.

Este hecho determinante, nos permite definir en cabecera cuál ha de ser la onda original a producir para alcanzar en un punto determinado las condiciones de nivel y caudal necesarias que permitan cumplir los condicionantes exigidos.

Es evidente que cada canal y cada río tienen comportamientos totalmente diferentes por lo que es necesario definir éstas funciones de forma individualizada. También es importante reseñar que por no estar ante sistemas hidráulicos cerrados, las funciones de distribución no son fijas y se rigen por un algoritmo de variación temporal que da lugar a un modelo matemático complejo que depende de múltiples factores como son: condiciones iniciales, variación de rugosidades, ciclos de histéresis, deformaciones, etc.



Figura 2. Proceso con el método del tránsito inverso de ondas.

Se realiza un único cálculo y se obtiene de forma directa la previsión óptima.

Consecuencias de este método mediante el tránsito inverso de ondas.

- TOI (Tránsito de onda inversa) elimina las iteraciones.
- Alcanza el óptimo de manera directa.
- Asegura correcciones en tiempo real (cada 15 minutos).
- Personal sin necesidad de alta experiencia.
- Óptimo rendimiento y bajo coste.
- Tiempo de ejecución = 15 min (posibilidad de previsión semanal).

5. SISTEMA RECA

La aplicación de la metodología del tránsito inverso de ondas ha permitido el desarrollo de un sistema de gestión y regulación de canales para el riego denominado RECA. El modelo se basa en un concepto simple: **"Dar el agua que se necesita cuando se necesita y con el nivel adecuado"**, es decir:

>>> AJUSTA LA OFERTA A LA DEMANDA EN TIEMPO REAL <<<

Está implantado en las zonas regables del Canal de las Aves y la Acequia Real del Tajo (Aranjuez) todos ellos pertenecientes a la demarcación de la CHTajo y con unas 7000 Has de riego. Los resultados prácticos obtenidos han sido buenos, cumpliendo las concesiones y proporcionando a los usuarios un sistema de riego en cuasi-demanda. Un vídeo sencillo explicativo está disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=KHcJHt7tTqk>.

En la ponencia titulada "Gestión Integral y optimizada para la explotación de canales" realizada por la Confederación Hidrográfica del Tajo y FERMAC en la Jornada Técnica organizada por SPANCOLD "Gestión en grandes infraestructuras para riego" del día 9 de marzo de 2016, se expusieron los resultados obtenidos en las zonas donde está implantado RECA en la CHTajo:

<https://www.spancold.org/wp-content/uploads/2017/08/JT-Infraestructuras-Riego-20160309-08-Angel-Ferrer.pdf>

De las conclusiones de los test realizados por la CHTajo en las zonas de implantación del modelo RECA se puede reseñar que, el ahorro del recurso con respecto al consumo medio de los 10 últimos años es del 20% y respecto al año de máximo consu-

mo, es el 32%. Hay que sumar el ahorro energético por reducirse y optimizarse la utilización de una estación de bombeo, con una disminución del consumo eléctrico del 26% con respecto a la media del gasto de los 10 últimos años y del 40% con respecto al año de mayor gasto. Mediante RECA se asegura que no hay en ningún momento desbordamientos ni carencias de agua, por lo que no se producen roturas de las instalaciones, no sufriendo cortes de suministro y por tanto un ahorro económico para los gestores. La CHTajo ha valorado el ahorro producido en ejecución de obras de reparación con respecto a los 10 años anteriores en un 95%.

6. SISTEMA GES-Q

Como solución a las necesidades de los gestores de cuencas se decidió plantear la teoría del tránsito inverso de ondas a sistemas abiertos en lámina libre en cauces naturales. Los primeros ensayos teóricos del Proyecto GES-Q pusieron de manifiesto la fiabilidad del método para el control de los ríos y la Gestión de sistemas de explotación de Cuencas Hidrográficas.

Para aplicar el método es necesaria la modelización hidráulica del río y para ello se dispone del "motor" del SWMM5 de la EPA que es abierto mediante una DLL. Los puntos de control pueden estar cada 15-20 Km así como en los puntos donde existan en la actualidad elementos de control (SAIH). Una vez modelizado el tramo de río, se realiza el proceso de calibración del modelo GES-Q realizando las pruebas necesarias. Se obtienen así unas funciones dinámicas de distribución de ondas y su comportamiento en el tránsito físico y temporal por el cauce. En el sistema se integran dos componentes, que en conjunto lo convierten en un DSS:

- 1) *Software de simulación hidrológica-hidráulica*: basado en el Tránsito inverso de ondas.
- 2) *Red de monitoreo*: en puntos de control para comprobar el funcionamiento en tiempo real.



Figura 3. Operación de la gestión Treal con el Sistema GES-Q.

Enlace video: <https://youtu.be/nMIKlnzxKdg>.

6.1. CUENCA PILOTO. CASO PRÁCTICO

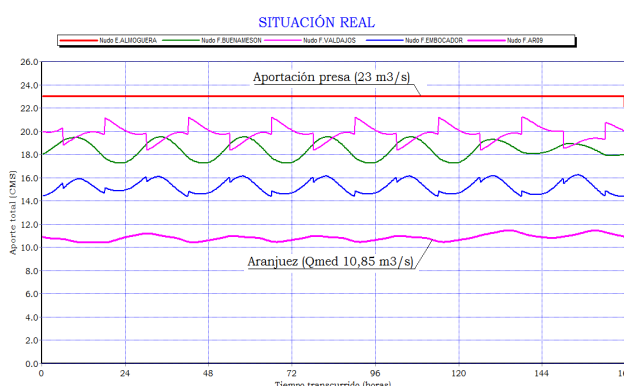


Figura 4. Aportación media desde la presa de 23 m³/s.

Volumen semanal aportado por la presa: 13,91 Hm³
Volumen punto control Aranjuez: 6,56 Hm³ > 3,63 Hm³
Exceso en Aranjuez: 2,42 Hm³ (40%)

Se ha estudiado el tramo de 117 Km en la cabecera del Tajo entre Bolarque (Almoguera) – Aranjuez y se muestran dos gráfi-



cos comparativos de las calibraciones realizadas. La figura 4 ofrece los resultados de caudal obtenidos en los puntos de control con el funcionamiento real en la 4ª semana de junio de 2017, siendo el caudal medio de aportación (rojo) desde la presa de 23 m³/s, resultando un volumen de 13,91 Hm³/semana, mientras que en el punto de control de Aranjuez (magenta) donde el caudal medio diario mínimo debe ser de 6 m³/s (equivalente a 3,63 Hm³/semana), se ha registrado un caudal medio diario muy superior de 10,85 m³/s.

Esto supone un exceso de aportación desde la presa del orden del 40% siendo un volumen de recurso que se podría ahorrar y reservar para otros momentos comprometidos o para otros usos, así como permitir una mejora en la regulación interanual de los embalses de cabecera que presentan mínimos continuados desde 1980.

En la figura 5, se observan los resultados para la *calibración II*, con caudal medio en Aranjuez de 6,06 m³/s. Cumpliendo el condicionante ambiental en Aranjuez al 100 %.

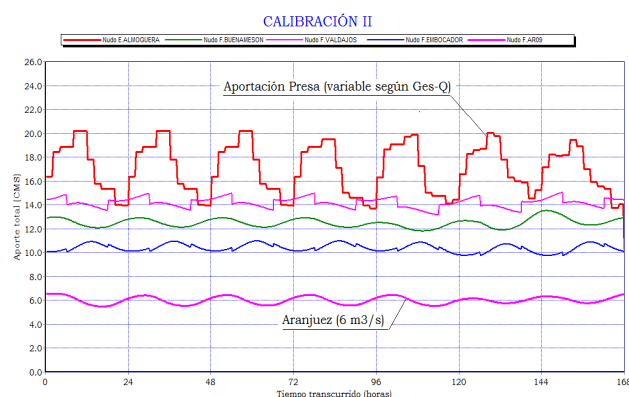


Figura 5. Aportación variable según GES-Q desde la presa de Almoguera.

Volumen semanal aportado por la presa: 10,98 Hm³
Cumplimiento en Aranjuez: 3,63 Hm³ (100%) <<<

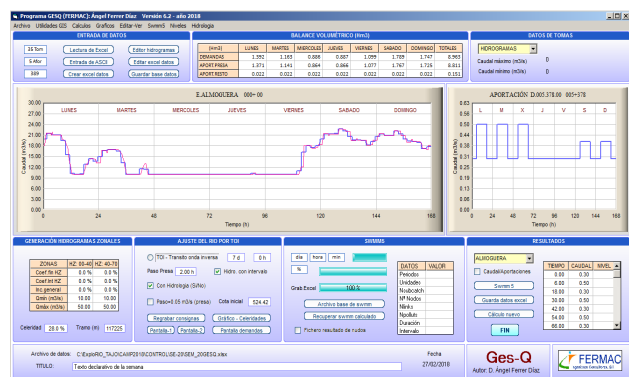


Figura 6. Pantalla general de GES-Q con previsión de lluvias.

A estos excelentes resultados de ahorro hay que añadir los derivados por la gestión de RECA en dos zonas regables (7000 has) de la cuenca piloto, resultando un ahorro total del orden del 30% en este caso práctico, siendo un complemento perfecto de GES-Q.

6.2. DESARROLLOS COMPLEMENTARIOS

Dentro del prototipo del sistema GES-Q, se ha implementado un módulo de previsiones meteorológicas que calcula por métodos hidrológicos los caudales de las cuencas vertientes y de este modo permite gestionar el sistema hidráulico de forma completa. En la figura 7 se muestran los resultados de GES-Q para la calibración II con unas previsiones meteorológicas de lluvias aprovechando la escurrentía producida y ahorrando aún más agua (1 Hm³).

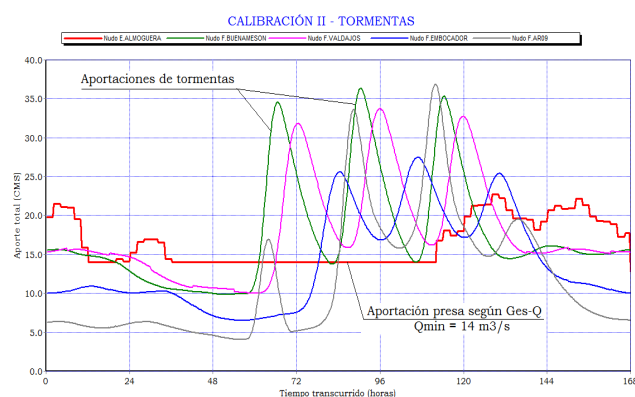


Figura 7. Calibración II con GES-Q 2ª semana julio: con previsiones de lluvia.

Volumen aportado: 9,98 Hm³
Volumen punto control Aranjuez: 7,19 Hm³
Exceso en Aranjuez: 3,56 Hm³ (50%)

Se prevé la implementación próximamente de módulos capaces de aprovechar los datos de satélites (humedad) para la estimación de parámetros hidrológicos y su aplicación en tiempo real, así como el módulo EcoGes para dar cumplimiento a los condicionantes ambientales según la normativa Reglamento de Dominio Público Hidráulico y la Instrucción de Planificación Hidrológica, apoyándonos en la Red SAICA.

6.3. OBJETIVOS ALCANZADOS Y SU CUANTIFICACIÓN

En esta primera fase del Proyecto GES-Q se han conseguido los siguientes objetivos:

- 1) Se mejora el funcionamiento de la gestión del río, consiguiendo mantener el régimen del río estable con oscilaciones de caudal entorno a 1,5 m³/s y no de 4,5 m³/s. Esto se ha conseguido haciendo variar el caudal desaguado de la presa adecuadamente mediante la aplicación del tránsito inverso de ondas. La estabilidad de régimen conseguida es del 67%.
- 2) Se consigue un notable ahorro de agua. Se ha comprobado que es posible un ahorro total en una semana de 3 Hm³, lo que supone un ahorro del 22%. Este ahorro es posible gracias a las variaciones de caudal desaguado desde la presa mediante el cálculo de GES-Q aplicando el algoritmo del tránsito inverso de ondas. Resultando el ahorro anual posible cercano a los 90 Hm³.
- 3) Se ha implementado con éxito el desarrollo del módulo de cálculo de hidrogramas de previsión meteorológica para el aprovechamiento de agua teniendo en cuenta las aportaciones por escurrentía directa en los distintos puntos del tramo así como los retornos. El posible aprovechamiento de retornos resulta del 12%.

7. BENEFICIOS DE GES-Q

7.1. HIDRÁULICOS

- Correcciones en tiempo real del flujo hidráulico (15 minutos).
- Ajusta la oferta a la demanda con el consiguiente ahorro.
- Previsiones más ajustadas mejorando los planes de actuación.
- Mejor aprovechamiento de las aportaciones por tormentas con una antelación de 3-5 días y la respuesta frente a avenidas extraordinarias.
- Aprovechamiento efectivo de las reservas hidráulicas.
- Complemento eficaz de los sistemas actuales SAIH.
- Mejor regulación interanual de los embalses y su mejora en la capacidad de almacenamiento respondiendo con más garantías ante sequías.
- Optimización de los recursos demandados frente a la capacidad real.
- Control del gasto efectivo en tiempo real.
- Aprovechamiento de las infraestructuras existentes sin un gasto significativo de implantación.
- Cumplir objetivos sociales y económicos.

7.2. MEDIOAMBIENTALES

Control de los condicionantes ecológicos de calidad y cantidad. Apoyado en la Red SAICA existente y en los Planes Hidrológicos de Cuenca.

Mejorar las medidas de adaptación a los objetivos medioambientales.

7.3. FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Adaptación de los recursos escasos al cambio climático.

Sistema acorde con el siglo XXI y sus nuevas tecnologías.

“Abrir el río” a las nuevas tecnologías.

Adaptación a módulos de captación de datos por satélite.

CONCLUSIONES

GES-Q aporta un sistema integral de gestión de cuencas, tecnológicamente puntero, de un bien escaso como es el agua y más aún en los actuales escenarios de cambio climático. Se pretende aunar la gestión de la oferta y la demanda del agua en los usos consuntivos previstos o futuros, con el mantenimiento y mejora ecológica y ambiental de los ríos de acuerdo a la Directiva Marco del Agua.

GES-Q puede ser una herramienta de gran ayuda como Sistema Soporte de Decisión (SSD) para la Planificación y Gestión de Cuencas, así como en las tareas de diseño de los “Planes Especiales de Sequía” y de los “Planes Hidrológicos de las Demarcaciones Hidrográficas”. Los resultados que proporciona sirven de adaptación frente a los impactos del cambio climático por el ahorro del recurso del orden de un 22% en los casos estudiados, así como en las medidas de cumplimiento de objetivos medioambientales, de satisfacción de demandas consuntivas y no consuntivas, y de forma transversal cumplir objetivos sociales y económicos.

*Conjugando en la gestión de la cuenca los sistemas **GES-Q** + **RECA** se consigue un ahorro medio total de agua del orden del 30% como mínimo.*

FERMAC ha presentado este proyecto “*GES-Q. Innovate Decision Support System for the real time hydrologic-hydraulic management and planning of river basins*” a la convocatoria SME-INSTRUMENT-2020, obteniéndose el sello de excelencia que otorga la Comisión Europea a los mejores desarrollos y ha sido premiado por MINECO para realizar el estudio de expansión europea del producto.

Ángel Ferrer Díaz

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

PREMIOS OTORGADOS A LA MEJOR COMUNICACIÓN



Javier Cabañero Fernández recibiendo el premio de manos de Lourdes Ortega Santos



José Luis Suárez Sánchez recibiendo el premio de manos de Alfredo Granados García

En cada una de las sesiones técnicas, mediante una APP se posibilitó la votación directa de los asistentes, a las distintas comunicaciones de los Temas A y B.

En el caso del tema A se entregaron dos premios a la mejor comunicación. Los premiados fueron D. Javier Cabañero Fernández por su comunicación titulada “Grandes balsas como medidas de adaptación a los escenarios de cambio climático” y D. Ángel Ferrer Díaz por la comunicación titulada “GES-Q: Sistema Innovador de apoyo a las decisiones para la Gestión hidrológica-hidráulica en tiempo real y la planificación de las cuencas”.

D. Pedro Escribano Rodríguez fue premiado en el Tema B por su comunicación titulada “Nueva Torre de Toma en la presa de Guadalmeñato (Córdoba)”. Recogió el premio D. José Luis Suárez Sánchez.

La entrega de las placas se realizó el día 28 de junio tras la finalización de la sesión técnica del Tema B y previamente a la clausura de las jornadas.

PREMIO A LA MEJOR COMUNICACIÓN DEL TEMA “PROGRESO Y TECNOLOGÍA EN EL ÁMBITO DE LAS PRESAS Y LA GOBERNANZA DEL AGUA”

NUEVA TORRE DE TOMA EN LA PRESA DE GUADALMELLATO (CÓRDOBA)

1. PLANTEAMIENTO

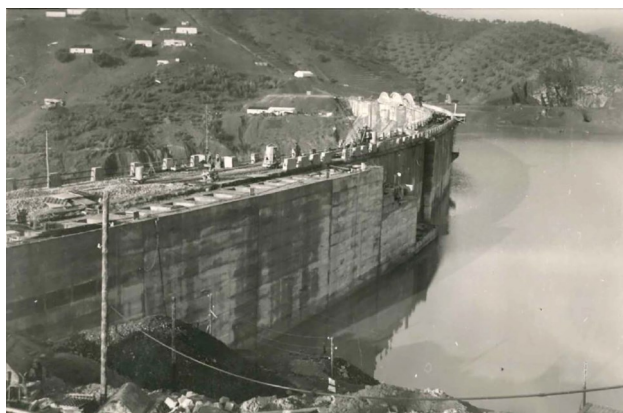
1.1. INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

La presa de Guadalmellato se ubica entre los términos municipales de Adamuz y Obejo (Córdoba), sobre el río Guadalmellato afluente del Guadalquivir por margen derecha, cierra una cuenca de 1200 km² dentro de Sierra Morena y el Valle de los Pedroches y embalsa 147 hm³, siendo la más antigua en servicio de la cuenca.

Data de 1909 en que comenzó su construcción en la cerrada de la Tabla de Don Sancho, promovida por el Sindicato de Regantes con financiación del Estado, aunque finalmente se abandonó esta cerrada y se reinició la construcción en 1911 en la cerrada de Peñasrribias. La capacidad de embalse era de 100 hm³ para uso exclusivamente de regadío, entrando en servicio en 1930 la presa principal de embalse, la presa de derivación (ubicada unos 5 km aguas abajo) y el canal principal que se iniciaba en ésta última y que discurría por el estrecho valle del Guadalmellato hasta la vega del Guadalquivir, en la que continua regando de este a oeste desde la barriada de Alcolea hasta Almodóvar del Río, atravesando Córdoba capital, entre las faldas de Sierra Morena al norte y el río Guadalquivir al sur. Ya en estas fechas la ciudad comenzó a utilizar el canal con una concesión de 12.500 m³/día como conducción complementaria a los acueductos y conducciones antiguas, incorporando los caudales de fuentes y veneros de su titularidad que se encontraban al paso al canal, y derivándolos al cruzar Córdoba a la altura del actual camping municipal.

En los años 40, tras la reparación de los daños provocados durante la Guerra Civil, pasaron a titularidad estatal la presa y el canal principal al no poder hacer frente la promotora Comunidad de Propietarios Regantes del Pantano del Guadalmellato a los pagos de la financiación estatal.

En los años 50 se proyectó un recrecimiento de la presa de 7,90 m, para aumentar la regulación y permitir abastecer también el consumo urbano de Córdoba capital con una concesión ampliada a 60.000 m³/día. Se proyectó también la 1ª conducción, rodada, con tubería de hormigón de 1.300 mm, la ETAP de Villa Azul y la inicial red arterial.



El recrecimiento proyectado era solo por aguas abajo y coronación y la inicial torre de tomas para el abastecimiento se diseñó adosada al paramento aguas arriba de la presa antigua, cimentada en terreno natural atravesando el cuerpo de presa en mina. Finalmente fue necesario incorporar como refuerzo una

potente pantalla de hormigón en masa adosada al paramento aguas arriba, pantalla de Levy aligerada con pozos encofrados, por lo que la torre finalmente se ejecutó de nuevo junto con el módulo de pantalla correspondiente.

Esta torre es de hormigón, diámetro interior 1,50 m, y dispone de 5 tomas, cada 7 metros, a las cotas 207,0,195,5,188,7 y 176,5. Los huecos de paso son de 0,60 x 0,60 m y el cierre se realiza con compuertas tajadera de fundición accionadas desde un balconcillo en coronación de presa mediante volante y husillo roscado, sin desmultiplicador, y la tubería que atraviesa la presa es de palastro, con 800 mm de diámetro, con válvula de compuerta para cierre y aislamiento del conjunto.

A final de los años 70 se amplió la concesión hasta 150.000 m³/día construyéndose la 2ª conducción, en presión, de hormigón armado con camisa de chapa de 1.300 mm. Actualmente se está rehabilitando por fases la 1ª conducción para adaptarla a presión.

En los años 80 se construyó la presa de San Rafael de Navallana, ubicada inmediatamente aguas debajo de Guadalmellato, inundando la presa de derivación y sustituyendo su función. Finalmente en los años 90 se instaló la estación de Bombeo de San Rafael de Navallana que permite elevar agua del río Guadalquivir a este embalse y al canal principal, conectando el abastecimiento de Córdoba con el Sistema Regulación General, como toma de emergencia.

1.2. PROBLEMA Y SOLUCIÓN

Los problemas que se presentaban en la toma eran por un lado de capacidad, con excesivas pérdidas de carga localizadas tanto en las embocaduras de entrada como en el tramo de tubería que atraviesa el cuerpo de presa con velocidades de 4 a 5 m/s, sumando pérdidas de más de 2 m.

Por otro lado tenía graves problemas de explotación para la Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A. (EMACSA): en varias ocasiones se han producido pandeos en los husillos de accionamiento por exceso de apriete, arrancando los anclajes de las guías, al ser el accionamiento manual y con deficiente estanqueidad; los husillos eran inicialmente de acero normal por lo que requerían pintura periódica, y aunque los tramos superiores se habían sustituido con acero inoxidable no se habían podido sustituir los inferiores; las compuertas bajas llevaban muchos años sin abrirse por las dudas de poder cerrarlas luego por lo que solo se usaban tres de las cinco compuertas de toma; y la válvula de compuerta de aislamiento tenía problemas similares de fiabilidad, por lo que era necesario realizar los cierres con la válvula mariposa de explotación de EMACSA.

Las actuaciones de reparación requerían dejar fuera de servicio la conducción por un tiempo de corte que no era asumible por el abastecimiento, aun disponiendo de la toma de emergencia del canal del Guadalmellato alimentada desde el embalse de San Rafael de Navallana. Por lo tanto, la torre de toma debía ser de nueva construcción y se debería entroncar aguas abajo, fuera del cuerpo de presa, con la tubería existente de 1.300 mm.

La solución por la que se optó fue dotar a la presa de una nueva torre de tomas adosada al paramento aguas arriba, metálica prefabricada en taller de diámetro con 7 tomas independientes de diámetro 1.000 mm, perforar el cuerpo de presa para instalar una nueva tubería de aducción de 1.300 mm con válvula de aislamiento, y finalmente conectar la torre a la tubería y la tu-

bería a la conducción de abastecimiento a Córdoba que debía permanecer en servicio hasta este momento.

2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA

La torre de toma a colocar sería una torre de toma metálica, realizada en acero inoxidable de acuerdo con los más modernos requerimientos de AEAS, anclándose a la presa con eje a la cota 174,61, a 38 m de profundidad respecto a la cota de coronación 212,65. La longitud de la torre sería de 37,54 m con diámetro 1.300 mm y 7 tomas selectivas de agua cada 5 m (cotas 207, 202, 197, 192, 187, 182 y 177), de diámetro 1.000 mm, dotadas cada una de ellas de válvula mariposa para apertura y cierre y rejilla de toma.

El accionamiento de estas válvulas se realizaría desde una caseta instalada en coronación sobre la torre, desde la que partirían los ejes de transmisión para realizar la apertura o cierre de las válvulas, siendo el accionamiento motorizado mediante actuador eléctrico, señalización y mando.

El cuerpo de presa se atravesaría mediante la realización de una galería de dimensiones 3,60 x 4,50 en la que se instala una tubería de hormigón con camisa de chapa de diámetro 1.300 mm y, ya fuera del cuerpo de presa, se colocaría una compuerta de seguridad de tipo Bureau de dimensiones 1.020 x 1.300 mm antes del entronque con la tubería existente mediante pantalón de acero inoxidable. En el mismo entronque se colocarían también una válvula de mariposa de 1.000 mm de aislamiento con respecto a aguas arriba y un caudalímetro de ultrasónicos para control de los caudales circulantes.

3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

3.1. CONDICIONANTES

El principal condicionante para la realización de los trabajos fue la necesidad de que se realizarán con la presa en carga, sin vaciar el embalse y manteniendo como mínimo la cota del umbral de reserva de abastecimiento en estado de normalidad (cota 199,50). Por lo tanto la presa tuvo que ser perforada con carga de agua, debiéndose además construir el anclaje para la nueva torre de toma por debajo del nivel del agua.

El segundo que la conexión debía realizarse en verano durante la campaña de riego mientras el canal principal estaba en servicio para facilitar el funcionamiento de la toma de emergencia de la ETAP de Villa Azul,

3.2. FASES DE OBRA

La ejecución de la obra se divide en las siguientes fases:

3.2.1. Colocación de un escudo



Para evitar perforar contra el agua se optó por colocar un escudo en forma de cilindro peraltado cerrado por uno de sus lados

con un fondo tipo Klopper de diámetro 3,50 m y longitud 4,00 m de forma que dispusiéramos de una cámara suficiente para que una vez se hubiera realizado la perforación se pudiera trabajar en el interior de ella para colocar el primer tramo del codo de anclaje de la torre de toma así como las necesarias fijaciones al paramento de la presa.

El escudo fue diseñado completamente metálico y disponía de los sistemas necesarios para permitir su vaciado de agua (desequilibrado de presiones), entradas de aire y posterior llenado y equilibrado de presiones para poderlo retirar.

La colocación del escudo se realizó mediante equipo de submarinistas fijando su posición mediante topografía, plomadas y profundímetros. El error de posición verificado tras la perforación fue de escasos centímetros. El escudo se dejó fijado al paramento mediante tacos de anclaje, no procediéndose en ese momento a su disequilibrio de presiones.

3.2.2. Perforación del muro de presa



Como se ha descrito la presa de Guadalmellato tiene como peculiaridad que es una presa recrecida, presentando distintos materiales: hormigón en masa moderno en el recrecimiento por la cara de aguas abajo; hormigón ciclópeo antiguo (con piedras de más de 2.000 kg) en la presa antigua, que forma su núcleo; y hormigón en masa moderno por la cara de aguas arriba formando una pantalla de Levy, con un total de 36 m a perforar.

Así, la perforación se realizó en dos fases, una primera mediante sistemas convencionales con máquina con martillo realizando el picado/demolición hasta llegar a la pantalla de Levy, de forma que los apoyos de sus arcos de descarga quedaran intactos. Esta perforación se amplió hasta unas dimensiones aproximadas 4,5 x 4,5 m para permitir el desplazamiento de la máquina oruga por la misma en los 30 m de perforación.

En segunda fase se perforó la pantalla de Levy (1,50 +3,00 (hueco) +1,50) mediante frezadoras mecánicas en distintos diámetros (alrededor de 200 mm), para ir extrayendo los "testigos" y hasta conseguir paso para la tubería a colocar de diámetro 1.300 mm.

Entre la primera y la segunda fase se procedió a la realiza-





ción de una de las actividades críticas de la obra: el desequilibrado de presiones en el escudo y la comprobación de su posición y la presencia, en su caso, de fugas en el escudo en la zona de apoyo en el paramento de hormigón de la presa.

Para ello, se hizo funcionar la bomba de agua previamente colocada en el interior del escudo hasta comprobar que ya no expulsaba más agua. Desde el momento en que se extrae algo de agua y entra aire en el escudo la presión interior es la atmosférica y la exterior la del nivel del embalse, con lo que el escudo queda en carga.

Para comprobar la correcta colocación del escudo se realizó un taladro de diámetro 200 mm, de forma que en caso de que saliera al agua fuera por un conducto de un diámetro dominante mediante una válvula de corte. El taladro quedó dentro del escudo sin que saliera agua por él.

Para comprobar la posición y las fugas por su perímetro de cierre se utilizó algo tan simple como un teléfono móvil y un palo selfie que se introdujo por la perforación y se giró 360º grabando vídeo para seguir la línea de cierre del escudo, comprobándose la colocación correcta así como que las fugas eran muy pequeñas y asumibles.

3.2.3. Ejecución de la tubería de aducción hacia aguas abajo

Una vez asegurado el escudo, para poder proceder a su retirada para la colocación de la torre de toma era necesario instalar la conducción desde el taladro hasta el elemento de cierre a colocar, que es una compuerta Bureau situada en el exterior de la presa.

En sentido de aguas arriba hacia aguas abajo lo primero que se colocó, en el interior del escudo fue la pieza de anclaje al hormigón y el primer tramo del codo, al que posteriormente debía fijarse la torre, procediéndose al anclaje y posterior hormigonado del conjunto en la zona de la pantalla de Levi. Este tramo se realizó mediante piezas metálicas de acero inoxidable.

A continuación se continuó con tubería de hormigón con camisa de chapa por el interior de la nueva galería realizada en una longitud de unos 25 m.

Finalmente se realizaron las piezas metálicas para anclaje del conjunto al hormigón del recrecimiento de presa de aguas abajo y absorber los esfuerzos del empuje del agua, el codo de salida y la compuerta Bureau de seguridad con sus correspondientes transiciones metálicas.

3.2.4. Retirada del escudo

Con la conducción de aguas abajo asegurada, se podía realizar la retirada del escudo. Para ello se abrió mediante submarinistas la válvula de llenado del mismo hasta la puesta en carga de toda la conducción hasta la compuerta Bureau.

Una vez comprobada la estabilidad y la estanqueidad de todo el conjunto se procedió mediante equipos de submarinistas a la retirada del escudo y sus elementos auxiliares.

3.2.5. Colocación de la torre de toma

Para el transporte y manipulación de la torre de toma, esta se construyó en dos tramos de aproximadamente 18,50 m cada uno, el inferior con cuatro tomas y el codo de anclaje y el superior con tres tomas y su sombrerete de coronación. Cada tramo llevaba sus correspondientes barras de transmisión para accionamiento de las válvulas de selección de calidad de agua, es decir, el tramo inferior cuatro barras y el superior siete barras. Igualmente iban montadas las válvulas de mariposa y las rejas de entrada para minimizar los trabajos a realizar bajo el agua.

La concepción como estructura de la torre de toma es la de una estructura empotrada en su parte inferior y libre de desplazarse en sentido vertical mediante tres apoyos deslizantes anclados al paramento que permiten absorber dilataciones en sentido vertical. De las dos mitades, la inferior llevaba el anclaje y la superior los tres apoyos deslizantes.

La torre se montó desde coronación mediante grúa y su unión a la brida del inicio del codo, colocada en el interior del escudo en su momento, se realizó mediante submarinistas.

A destacar la precisión necesaria en la colocación de la brida inicial ya que, un error de tres décimas de grado en 18,50 m produce una desviación de 10 cm, que hubiera imposibilitado la unión de los dos tramos de torre, y ese mismo error en 37 m hubiera producido un desvío de 20 cm en la zona más alta.

Para la colocación del segundo tramo también se necesitó la participación de submarinistas para la unión de la



brida que los conecta así como para la unión de las 4 barras de transmisión del accionamiento de las cuatro tomas inferiores.

Los dos anclajes deslizantes superiores que van al paramento, pudieron ser colocados sin necesidad de submarinistas dado que el nivel del embalse así lo permitió.

Finalmente se realizó el montaje de la caseta superior que alberga los mecanismos de accionamiento.

3.2.6. Terminaciones de galería y urbanización

Para terminar la galería se revistieron los hastiales con hormigón, se rellenó el trasdós de la tubería de salida con grava que se cubrió con solera de hormigón armado, y se ejecutó la bóveda con encofrado metálico.

En el exterior se ejecutó la arqueta de la nueva válvula de aislamiento de la antigua torre, se amplió la arqueta del caudalímetro, se protegieron con hormigón en masa los tramos de tubería metálica de conexión y se repusieron los acerados, firme de calzada, jardinería e iluminación.

Finalmente se realizó la alimentación a los nuevos cuadros eléctricos de accionamiento, y se conectaron las señales de posición de verdulería y caudalímetro tanto al SAIH como sistema de información de EMACSA.

4. PRUEBAS Y PUESTA EN CARGA

Antes de iniciar la conexión se realizaron las comprobaciones de estanqueidad de la tubería contra la válvula Bureau de aislamiento con cotas en torno a la 205 (en torno al 80% de la carga máxima estática), y la comprobación de movimientos de válvulas mariposa.

Entre el 25 de mayo y el 26 de julio de 2016 se realizó la conexión con la conducción existente dejando fuera de servicio temporalmente la toma. Una vez conectada la nueva aducción se repuso el servicio por la antigua torre al disponer de la nueva



válvula mariposa de aislamiento, continuando las pruebas de movimientos en carga de la válvula Bureau y de las válvulas mariposa.

Finalmente el 20 de octubre de 2016 se abrió la nueva válvula de aislamiento de la nueva torre de toma y se cerró la de la antigua torre, prestando desde entonces servicio para el abastecimiento de la ciudad de Córdoba.

Pedro Escribano Rodríguez

*ICCP, Jefe de Servicio de Proyectos y Obras.
C.H. Guadalquivir, Zona de Córdoba*

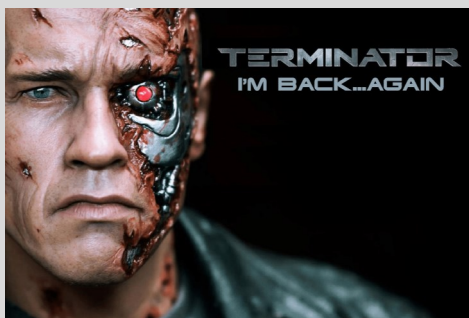
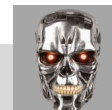
José Luis Suárez Sánchez

Ingeniero Industrial. Director Comercial. INGESUR

Alberto Ruíz Ángel

ICCP. ISOLUX CORSÁN

LA PRESA DE ALDEADÁVILA HA SIDO UNO DE LOS ESCENARIOS DE LA PELÍCULA "TERMINATOR 6"



La presa de Aldeadávila, propiedad de Iberdrola, se ha convertido en uno de los escenarios de la nueva película de la saga hollywoodiense Terminator. Esta sexta entrega de la afamada superproducción cinematográfica, que también se ha rodado en otros parajes de España, cuenta con la participación de James Cameron y Arnold Schwarzenegger.

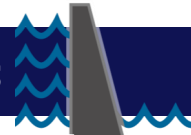
Esta instalación hidroeléctrica, enclavada en el impresionante cañón del tramo inferior del río Duero en el Parque Natural de Arribes del Duero, a su paso por la provincia de Salamanca, con más de medio siglo a sus espaldas, cuenta con 140 metros de alto por 250 metros de ancho y es capaz de embalsar 115 hectómetros cúbicos en una superficie de 368 hectáreas, equivalente a casi 97 estadios como el Bernabéu.

El rodaje en la presa ha contado con la participación de cerca de 200 personas, de las cuales una veintena pertenecen a la localidad salmantina de Aldeadávila, contratadas para los preparativos de las escenas y el rodaje. Asimismo, miembros de la plantilla de la central hidroeléctrica de Iberdrola intervinieron como extras de la película.

Las secuencias que se rodaron en este paraje han contado con un relevante despliegue de medios tecnológicos de última generación, incluidos drones y cámaras de alta velocidad para afrontar la grabación de las escenas más complicadas.

[...]

[\[www.iberdrolaespana.es\]](http://www.iberdrolaespana.es)



CASTROVIDO

CARACTERÍSTICAS DEL EMBALSE

La finalidad del embalse de Castrovido es la regulación del río Arlanza, de manera que puedan evitarse estas inundaciones periódicas y se garantice un régimen de caudales adecuado para los usos demandados de la cuenca inferior.

Estos usos se han estimado en 30 h³/año para regadíos de unas 6.010 ha, el abastecimiento de la población de distintas localidades, fijado en 3 hm³/año y el mantenimiento de un caudal ecológico mínimo circulante por el río de 1 m³/s.

El embalse de Castrovido, situado en una cerrada próxima a la localidad de Terrazas, en el término municipal de Salas de los Infantes, permitirá regular una cuenca de 336 km², cuya aportación media anual está cifrada en 146 hm³.

A la cota de máximo nivel normal del embalse (1.032 msnm) permitirá almacenar un volumen de agua de 44 hm³, ocupando la lámina de agua unas 214 hectáreas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PRESA

La presa será del tipo gravedad, de planta recta, necesitará de 800.000 m³ de hormigón, tendrá una altura sobre el cauce de 73,14 metros y una longitud en coronación de 534,30 metros, rematada con una calzada de 6 metros y dos aceras laterales de 1,50 metros cada una.



OTROS ELEMENTOS DE LA OBRA

Aliviadero Superior

Se sitúa en el umbral del vertedero a la cota 1.042 msnm, es del tipo de superficie y estará formado por dos vanos de 6 m de anchura cada uno, localizados uno a cada lado del bloque central.

Aliviadero Inferior

Se ubica en el bloque central, con dimensiones de 1,75 m de anchura, 1,25 metros de altura y el umbral del vertedero a la cota 1.032 msnm. Su funcionamiento es del tipo de lamina libre o en carga, según el nivel de agua.

Desagüe de Fondo

Dispone de dos conductos para desagües de fondo provistos de doble compuerta ("Bureau" y "Taintor") cada uno.

Torre de Toma

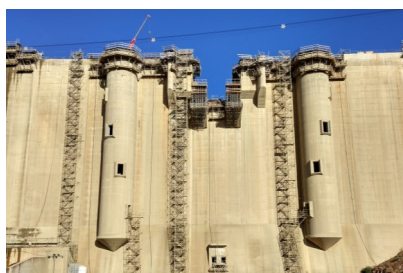
Dos torres semicilíndricas adosadas al paramento de la presa.

Torre de Toma de la Central

Aunque la construcción de la central no está contratada, se construye su toma para poder construir la central posteriormente sin realizar ninguna modificación en la presa.

Se realiza a partir de un conducto circular de 1.900 mm de diámetro, provisto de dos compuertas de cierre rectangulares, tipo "Bureau" de 1,50x1,90 m² y una compuerta de control mediante válvula de mariposa de 1.600 mm de diámetro.

Caudal máximo desaguado a máximo nivel normal: 58 m³/s.



Algunos Datos de la Presa

Cuenca Hidrográfica	Duero
Río	Arlanza
Proyectista	Daniel Sanz Jiménez
Finalización Obras	En Construcción
Tipo	Gravedad
Altura	95,330 m
Long. Coronación	528 m
Cota de Coronación	1.048,000 m
Cota de Cimentación	952,670 m
Cota de Cauce	973,500 m
Volumen del cuerpo presa (1000 m ³)	800.000 m ³
Capacidad Total	44,125 hm ³
Superficie Embalse	214,200 ha
Nº Desagües	1
Capacidad	79,000 m ³ /s
Nº Aliviaderos	2
Regulación	No, Labio fijo
Capacidad	0,000 m ³ /s



LAS VISITAS TÉCNICAS DE LAS XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS

Las visitas técnicas son un punto fundamental de las Jornadas Españolas de Presas y que el Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOL) lleva celebrando desde el año 1985.

En esta ocasión, el viernes 29 de junio tuvieron lugar las tres visitas técnicas que se realizaron simultáneamente.



En la Visita Técnica N°1 los congresistas salieron desde la Plaza Guzmán de León para dirigirse a las presas de Riaño (Bóveda de doble curvatura y contorno asimétrico) y Porma o Juan Benet (Gravedad de planta mixta). Desde el Auditorio de León salieron los asistentes a las otras dos visitas.

En la Visita Técnica N°2, visitaron la presa de Castrovido (presa de Gravedad) y en la Visita Técnica N°3 visitaron la presa de La Campañana (presa de Gravedad) y la Central Hidroeléctrica de Cornatel. Además por cortesía de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León los asistentes a la Visita Técnica N°3 realizaron un pequeño recorrido por Las Médulas.



En la presa del Porma los congresistas fueron recibidos a pie de presa por D. Antonio J. Rodríguez de la Torre, Director de la Explotación de las presas de la Confederación Hidrográfica del Duero de

Riaño y Juan Benet de León, que junto con su equipo les acompañó durante todo el recorrido.

“El embalse del Porma ocupa el segundo lugar en importancia, después del de Riaño, de la provincia de León, y fue puesto en servicio en el año 1968. Formado por una presa de gravedad de unos 75 metros de altura sobre el cauce, puede almacenar más de 300 millones de metros cúbicos de agua procedente del río que le da nombre, que es un afluente del río Esla. Este embalse cumple una misión fundamental en la regulación de los ríos leoneses y su capacidad ha permitido disminuir el riesgo de numerosas avenidas en las tierras situadas a cientos de kilómetros aguas abajo, entre las cuales destaca la comarca de Benavente, en la provincia de Zamora.

Este embalse, también conocido como de Vegamián, está situado a escasos 10 kilómetros de la localidad de Boñar y a menos de 60 de León capital. El muro de hormigón que lo cierra lleva el nombre del ingeniero y escritor Juan Benet, que trabajó en el mismo durante la construcción. La presa mide de largo en coronación más de 250 metros y para levantarla se emplearon alrededor de 345.000 metros cúbicos de hormigón.

Gracias a este embalse es posible regar cerca de 45.000 hectáreas y en sus aguas puede practicarse una amplia variedad de deportes náuticos, excepto la navegación a motor. Su situación abierta facilita la entrada de los vientos en todas las direcciones, lo que hace de él un lugar inmejorable para los deportes de vela, razón por la cual la Junta de Castilla y

León ha implantado aquí su Escuela de Deportes Náuticos.”

“El embalse de Riaño es el más grande de todos los embalses construidos por el Estado en la cuenca del Duero. Su capacidad, superior a los 650 millones de metros cúbicos de agua, es suficiente para garantizar el riego de 80.000 hectáreas ubicadas, fundamentalmente, en la provincia de León.

Se localiza al noroeste de la provincia de León, en la parte meridional de la Cordillera Cantábrica, en una comarca de grandes valores naturales y paisajísticos. Esta zona fue declarada en 1994 por la Junta de Castilla y León, Parque Regional por haberse conservado en ella ecosistemas propios de la región eurosiberiana, que tiene como expresión más significativa extensas áreas de bosque atlántico caracterizadas por robledales y hayedos, con unas poblaciones de fauna entre las que destacan el oso pardo y el urogallo.

Aunque su construcción dio comienzo a mediados de la década de los años sesenta del pasado siglo, el cierre de la presa no fue posible hasta el mes de diciembre de 1987. El muro de hormigón que, en forma de bóveda, retiene las aguas del Esla en uno de los más hermosos valles de la provincia leonesa, tiene una longitud de 337 metros y se alza casi 100 desde el suelo.

El embalse de Riaño tiene más de 100 kilómetros de costa y en sus aguas pueden practicarse, además de la pesca, una amplia variedad de deportes náuticos.” (Información extraída de la Página Web de la C.H. Duero)



El embalse de Riaño es el más grande de todos los embalses construidos por el Estado en la cuenca del Duero





Grupo de asistentes de la Visita Técnica Nº 1 en el paramento de aguas abajo de la presa Porma (Juan Benet)

En la Visita Técnica Nº2 los congresistas fueron recibidos por D. Ramón Pérez-Cecilia, Jefe del Área de Proyectos y Obras de la Dirección Técnica de la Confederación Hidrográfica del Duero.

La presa de Castrovido, es de tipo de gravedad, de planta recta, de categoría A frente al riesgo potencial y ha sido proyectada por D. Daniel Sanz Jiménez. Se encuentra situada en el río Arlanza, en el municipio de Salas de los Infantes (Burgos). El embalse tiene una capacidad de 44 hm³ y la finalidad principal del mismo es la regulación del río Arlanza, de manera que puedan evitarse las inundaciones periódicas y se garantice un régimen de caudales adecuado para los usos demandados de la cuenca inferior. Estos usos, se han estimado en 30 hm³/año para regadíos de unas 6010 ha, el abastecimiento de la población de distintas localidades, fijado en 3 hm³/año y el mantenimiento de un caudal ecológico mínimo circulante por el río de 1 m³/s.

D. Julián A. Alonso Pérez, Responsable de la Unidad Territorial de Ponferrada (Unidad de Producción Hidráulica Noroeste) de Enel Green Power acompañó a los congresistas de la Visita Técnica Nº3.

La presa y embalse de La Campañana (Salto de Cornatel), perteneciente a la Demarcación Hidrográfica Miño-Sil, se encuentra situada en el municipio de Carucedo. Su titular es Enel Green Power y su uso es hidroeléctrico. La construcción de esta presa finalizó en el año 1963. Es una presa de gravedad con una altura de 50m.

La central hidroeléctrica de Cornatel, en el bajo Boeza y el río Meruelo, es la más productiva de toda la comarca del Bierzo con 257.000 MW/hora, con una potencia instalada de 121,6 MW.

Como hemos comentado anteriormente, la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León invitó a los congresistas que realizaron esta Visita Técnica, a realizar un pequeño recorrido por Las Mé-



Grupo de asistentes de la Visita Técnica Nº 2 en el paramento de aguas arriba de la presa de Castrovido

dulas, entorno paisajístico considerado como la mayor mina de oro a cielo abierto de todo el Imperio Romano y que se encuentra en el Bierzo. Fue declarado Bien de Interés Cultural en el año 1996, Patrimonio de la Humanidad por UNESCO en 1997 y Monumento Natural en 2002.

El trabajo de ingeniería realizado para la extracción del mineral supuso la alteración del medio ambiente pero dio como

resultado un paisaje de arenas rojizas, cubierto en la actualidad parcialmente de vegetación predominando los castaños y los robles. Se considera un "paisaje cultural" y tiene la denominación de "Parque Cultural".

Con la realización de estas visitas técnicas finalizaron las XI Jornadas Españolas de Presas.

Begoña Suárez Castro (SPANCOLD)



Grupo de asistentes de la Visita Técnica Nº 3 en la Central Hidroeléctrica de Cornatel

REFLEXIONES Y CONCLUSIONES DE LAS JORNADAS

Las reflexiones y conclusiones que se presentan a continuación, han sido establecidas a partir, obviamente, del trabajo de los Conferenciantes, Ponentes y Asistentes a las XI Jornadas Españolas de Presas de León, pero también se basan en la importante labor de seguimiento y síntesis, de un equipo compuesto por Fernando Vázquez, Jéssica Castillo, Enrique Fernández y Clemente Prieto.

Se distingue entre “reflexiones” y “conclusiones” en el sentido de que, de alguna forma, las primeras dan origen a las segundas. Así, las reflexiones, para los que nos desenvolvemos en el mundo de las presas, pueden ser sobradamente conocidas, e incluso repetitivas, pero a medida que el entorno cambia -y lo hace-, las reflexiones “de siempre” pueden y deben dar lugar a nuevas conclusiones.

Por ello, aún a riesgo de resultar reiterativos, se recogen, agrupadas por temas, las que, en opinión del equipo de seguimiento, han sido las reflexiones más destacables de entre las expuestas en las Jornadas, y, finalmente, se destacan las conclusiones que pueden aportar posibles y deseables efectos prácticos, para mejorar en el futuro próximo la competencia y el desempeño de nuestra actividad de profesionales de las obras hidráulicas.

Como una aportación original, y de gran utilidad para enmarcar en los próximos años la actuación del Comité Español de Grandes Presas, se incluye lo que podría llamarse el “decálogo de SPANCOLD”, presentado por el Presidente Ignacio Escuder como los hitos por los que apuesta el Comité.

EL DECÁLOGO DE SPANCOLD

El Comité Español de Grandes Presas apuesta por:

1. La gobernanza inteligente
2. El fomento de la innovación
3. La formación de capacidades
4. Las alianzas internacionales
5. La honestidad
6. El rigor
7. El compromiso
8. La pedagogía
9. La difusión
10. La transparencia

REFLEXIONES, AGRUPADAS POR TEMAS

USOS AGROPECUARIOS

1. Es necesario modernizar los regadíos, para reducir las pérdidas en infraestructuras de riego.
2. En Castilla-León, se requiere incrementar la capacidad de regulación, especialmente la hiperanual.
3. Como en la mayor parte de las regiones, en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Duero la satisfacción de la demanda de riegos en el periodo 2015-2040 está sometida a la incertidumbre debida al cambio climático
4. Acciones alternativas y complementarias, para mejorar la garantía de suministro agrícola, ante el cambio climático: recarga de acuíferos, reutilización del recurso e incremento de la regulación.
5. La principal fuente de riqueza en las explotaciones agrarias es la garantía de las dotaciones para la cobertura de las demandas.
6. En Castilla-León, el regadío multiplica por 3,5 el valor agregado bruto de la tierra.
7. El 12% del territorio de Castilla-León dispone de regadío. La población en esas zonas es el triple que la de secano.
8. Actualmente, la cuenca del Órbigo es deficitaria en la cobertura de las demandas agrarias.

RECURSOS

1. Las aportaciones totales de la cuenca

del Duero, en un año medio, son de 12.700 hm³. Pero la variabilidad es grande: la desviación típica es de 6.700 hm³.

2. En grandes números, las demandas anuales de la cuenca del Duero son de 4.330 hm³, y además, en virtud del Convenio de Albufeira, se deben suministrar a Portugal otros 3.800 hm³.
3. En nuestro entorno próximo, aún hay posibilidades de acometer grandes infraestructuras hidráulicas (caso del Alto Támega, 1.500 M€ de inversión). En España es prácticamente imposible.
4. La gobernanza del agua es uno de los principales aspectos de la gestión de recursos hídricos. Es un auténtico motor de progreso. Es una tarea de todos, no solo de la Administración.
5. Hay que implementar todas las medidas tecnológicas disponibles, para optimizar los usos del agua, actuando tanto sobre la oferta como sobre la demanda.

CAMBIO CLIMÁTICO

1. Hay que incorporar los condicionantes derivados del cambio climático, tanto al diseño de nuevas infraestructuras, como a la adaptación de las existentes.
2. Es necesario cuantificar mejor el impacto del cambio climático.
3. En la medida en que, debido al cambio climático, los periodos de sequía e inundación van a ser más frecuen-

tes y más profundos, es más necesario disponer de más presas, que mitiguen los daños en ambos casos.

4. Es posible que, a medida que el cambio climático incremente la variabilidad hidrológica, la población sea más proclive a entender y aceptar la importancia de la regulación de los recursos hídricos.
5. Para la adaptación al cambio climático, es preciso recurrir también a medidas no estructurales.
6. El desafío del cambio climático se ha incorporado al Plan Estratégico del Colegio de Caminos.
7. Por primera vez, se trata a fondo el tema del cambio climático en unas Jornadas Españolas de Presas.
8. La reciente alternancia entre una gravísima sequía y la abundancia de precipitaciones y aportaciones, pone de manifiesto la utilidad de las presas para mitigar los efectos del aumento de la variabilidad hidrológica, debido al cambio climático.

PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

1. Hay que esforzarse especialmente en que las medidas previstas en la en la planificación hidrológica no se queden solo en el papel.
2. El análisis de riesgos es una herramienta de gran utilidad para la priorización de inversiones.
3. Un grave problema de las presas es el aterramiento del vaso. Hay grandes dificultades de todo tipo (técnicas, económicas y medioam-

bientales) para gestionar correctamente los sedimentos en los embalses. La gestión de los sedimentos en embalses va a ser uno de los grandes problemas durante el siglo XXI.

COMUNICACIÓN

1. Es mejor hablar de embalses, o de cómo almacenar agua (balsas, etc.), que de presas.
2. Los técnicos del ámbito de las presas debemos esforzarnos en adecuar nuestro lenguaje para transmitir de forma eficaz a la sociedad los mensajes sobre la necesidad de las presas en nuestro país.
3. Además, para lograr que nuestros mensajes lleguen a la sociedad hay otros obstáculos a vencer, como la educación en diversos estamentos, y los derivados de la manipulación interesada por parte de determinados colectivos.

ENERGÍA

1. La producción hidroeléctrica es una de las principales medidas para la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.
2. En términos generales, la disminución de los recursos hídricos disponibles, debida al cambio climático, provocará una reducción de la producción hidroeléctrica.
3. En lugares sin conexión con el Sistema Eléctrico (p. ej., islas), resultan de interés los sistemas renovables híbridos, que combinan tecnologías verdes, como la eólica y la hidráulica de bombeo. Caso de la isla del Hierro.
4. Hay que hacer un esfuerzo para aprovechar energéticamente los caudales ecológicos. Es interesante analizar la viabilidad económica, medioambiental y social del aprovechamiento energético de los caudales ecológicos.
5. La única tecnología de almacenamiento de energía, masiva y de disponibilidad suficientemente rápida, a día de hoy, es el bombeo.
6. Para optimizar el ciclo integral del agua, las empresas abastecedoras podrían explorar las opciones de producción hidroeléctrica de los aprovechamientos que gestionan.

SEGURIDAD DE INFRAESTRUCTURAS

1. Es imperativo que la Administración dedique, anualmente, fondos suficientes para garantizar un nivel razonable de seguridad en las infraestructuras hidráulicas, especialmente en las presas.
2. El incidente de Oroville pone de manifiesto que es fundamental una

buena planificación de riesgos. El daño inicial puede dar lugar a decisiones erróneas, que alteren dramáticamente el riesgo. También se mostró la importancia de una buena comunicación al público.

3. Varios de los elementos de las presas españolas han superado su vida útil. Es un asunto que afecta a la utilidad y la seguridad de las infraestructuras. Las nuevas Normas Técnicas de Seguridad de Presas influirán profundamente en esta situación.

PLANES DE EMERGENCIA

1. Una dificultad para la implementación de los Planes de Emergencia es que la mayoría de los Ayuntamientos afectados carecen de todo tipo de infraestructura para la gestión del incidente.
2. Un problema para la implantación de los Planes de Emergencia de presas es la ausencia de referencias previas, y la falta de metodología bien definida.

AVENIDAS

1. Es importante dar difusión a las buenas prácticas en la implantación de avances tecnológicos, p. ej., en la automatización de compuertas.
2. Un déficit en nuestras estrategias de evacuación de avenidas es la falta de coherencia con la gestión del suelo (ocupación de zonas inundables).
3. Sería muy útil crear y mantener una base de datos de daños evitados por cada presa, en valor monetario, tras el paso de las sucesivas avenidas.
4. Puede resultar de interés plantearse la creación de un organismo oficial que preserve la seguridad y la integridad de las personas y bienes situados aguas debajo de las presas, como, p. ej., el ORSEP (Organismo Regulador de Seguridad de Presas), creado en Argentina en 1999.
5. El control remoto de los elementos de desagüe de las presas puede resultar de utilidad, pero siempre atendiendo a la redundancia de elementos clave, y con respaldo de personal en la propia presa.
6. La defensa frente a inundaciones requiere la puesta en práctica de medidas estructurales (presas y otras obras de defensa) y no estructurales (predicción de avenidas, reglas de operación, etc.)
7. Es importante gestionar adecuadamente las presas durante la evacuación de avenidas, para no incrementar los riesgos o daños.

MEDIO AMBIENTE

1. Para el equilibrio de los ecosistemas

litorales, es preciso adoptar medidas para proteger los humedales costeros.

2. El mejillón cebra es una especie invasora que no puede ser erradicada de nuestros embalses. Se trata de adoptar medidas de gestión, para contener el crecimiento de la población de mejillones.
3. La masiva proliferación de macrófitos en embalses es un problema debido, en parte, a la existencia del embalse. Una forma de minimizar su impacto es la evacuación de avenidas artificiales, especialmente diseñadas al efecto.
4. Hay que aplicar nuevas herramientas de análisis medioambiental, como la "Evaluación Rápida de Impactos Acumulativos" (ERIA).

FORMACIÓN

1. En los planes de estudios de las Escuelas de Caminos en España, se dedican pocas horas a la formación en presas.

CONCLUSIONES DE LAS XI JORNADAS ESPAÑOLAS DE PRESAS

1. Hay que incorporar los condicionantes derivados del cambio climático, tanto al diseño de nuevas infraestructuras, como a la adaptación de las existentes, considerando también las medidas no estructurales.
2. En la medida en que, debido al cambio climático, los períodos de sequía e inundación vayan a ser más frecuentes y más profundos, serán necesarias más embalses, que mitiguen los daños en ambos casos. Esa variabilidad podrá favorecer que la población entienda y, consecuentemente, acepte la importancia de la regulación.
3. Los técnicos del ámbito de las presas debemos esforzarnos en adecuar nuestro lenguaje para transmitir de forma eficaz a la sociedad los mensajes sobre la necesidad de los embalses en nuestro país. Es mejor hablar de embalses, o de cómo almacenar agua (balsas, etc.), que de presas.
4. La gobernanza del agua es uno de los principales aspectos de la gestión de recursos hídricos. Es un auténtico motor de progreso. Es una tarea de todos, no solo de la Administración.
5. Es imperativo que la Administración dedique, anualmente, fondos suficientes para garantizar un nivel razonable de seguridad en las infraestructuras hidráulicas, especialmente en las presas. Según el Banco Mundial, al mantenimiento anual debería dedicarse del orden de un 2% del valor patrimonial.



PRESAS Y REGADÍO EN LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR

La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir fue creada por el Real Decreto Ley de 22 de septiembre de 1927 por iniciativa del Ingeniero Manuel Lorenzo Pardo y del Ministro Rafael Benjumea y Burin, Conde de Guadalhorce, durante el reinado de Alfonso XIII. La Cuenca abarca una superficie de 57.680 Km², en cuatro Comunidades Autónomas: Andalucía, Castilla La Mancha, Extremadura y Murcia. El 90 % de la Cuenca se encuentra en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

El Espacio Geográfico de la Demarcación del Guadalquivir está delimitado por Sierra Morena al Norte, las Cordilleras Béticas al Este y al Sur y el Océano Atlántico al Oeste. La zona montañosa que delimita el espacio, con altitudes comprendidas entre los 1.000 m y los 3.480 m, contrasta con la escasa altitud del amplio Valle del Guadalquivir.

El clima es mediterráneo y viene definido por el carácter templado cálido de sus temperaturas.

La pluviometría media de la Cuenca es de 583 mm, produciendo tanto lluvias torrenciales como largos periodos de sequía. Igualmente, la distribución geográfica de las lluvias es muy heterogénea, lo que da lugar a la necesidad de realizar grandes infraestructuras con el fin de regular las aguas y gestionar los recursos de la forma más eficaz. La lluvia media total caída en un año es de 33.000 hm³, lo que da lugar a una escorrentía de 7.043 hm³, 223 m³/s

La Cuenca se encuentra regulada al 52 % de su superficie y tiene una capacidad de embalse de 8.115 hm³, la tercera cuenca de España, después de las del Tago y Guadiana.

La aportación media a los embalses en los últimos 25 años ha sido de 3.603 hm³, aunque esta aportación ha sido muy irregular, con ciclos de sequías de aportes menores a los 1.000 hm³/año, y otros lluviosos, con aportes de hasta 10.000 hm³/año. Esta gran disparidad nos obliga a la construcción de infraestructuras de regulación que amortigüen el efecto negativo que produce la heterogeneidad de las lluvias y aportaciones.

A principios del siglo XX, la idea de la Administración hidráulica era triple, por una parte hacer navegable el río Guadalquivir entre Córdoba y Sevilla. Así mismo, con el fin de impulsar el

desarrollo agrario de la cuenca, resultaba indispensable realizar las infraestructuras necesarias para el regadío de sus tierras. Igualmente era necesario que ambas márgenes del río Guadalquivir estuvieran bien conectadas mediante estructuras sobre los ríos.

En este tiempo la empresa Mengemor, antes Compañía Sevillana de Electricidad, y ahora Endesa, estaba en pleno desarrollo de las infraestructuras precisas para producir la energía eléctrica necesaria en toda la Cuenca.

Por ello, en marzo de 1919 Mengemor presentó en el Ministerio de Fomento la solicitud oficial para la construcción de once presas móviles, que determinaban once saltos eléctricos, entre las provincias de Córdoba y Sevilla, a base de embalses escalonados, por los que transitaría la navegación, pasando de un embalse a otro a través de esclusas. Las presas darían apoyo a puentes públicos y los embalses facilitarían las derivaciones para riegos.

El Decreto Ley de Concesión que dio final al expediente es de fecha 29 de abril de 1925.

Para estas fechas estaban contruidos los saltos de Mengibar (1916) y El Carpio (1922).

Antes de la Guerra Civil se construyó el salto de Alcalá del Río (1930), que sería el último escalón en el Guadalquivir, y se iniciaron los estudios para la Presa de Cantillana, segundo escalón del Guadalquivir.

El Estado asumía los costes de las esclusas y los tableros de los puentes, y podría explotar todo libremente, excepto las Centrales Hidroeléctricas.

Después del frenazo de los proyectos u obras que supuso la Guerra Civil, se construyeron los saltos de Villafranca (1947) y Cantillana (1948), que los explotaría Mengemor.

Los siguientes escalones deberían ser los saltos de Alcolea del Río, Lora del Río y Peñaflo, y deberían estar terminados en diez años.

El proyecto global estaba resultando muy costoso. Sin embargo, la construcción para riego del Canal del Bajo Guadalquivir



supuso un cambio importante, hizo que Mengemor propusiera que se hiciera navegable el tramo origen del Canal, de 28 km de longitud y capacidad para 90 m³/s, y se llevara a cabo también el aprovechamiento hidroeléctrico en tres saltos.

Se modificaron las características de la concesión: el Estado pagaría las obras del Canal y el de las esclusas necesarias para la entrada en Peñaflores y salida al Embalse de Cantillana. Mengemor pagaría un Canon Anual por su utilización y los tres saltos que sustituirían a los saltos de Alcolea, Lora y Peñaflores.

Sin embargo, un estudio realista de la situación concluyó que el interés del Proyecto había desaparecido por varias razones; un mejor conocimiento de las dificultades y coste de las construcción en el río y las reclamaciones de presuntos daños por los propietarios de los terrenos ribereños; la falta actual de interés por un transporte fluvial tras el incremento del transporte terrestre; y la pérdida de productividad del aprovechamiento eléctrico como consecuencia de las derivaciones de las aguas para riegos, imprevistas, crecientes y nunca indemnizadas.

En consecuencia se dictó un Decreto el 8 de octubre de 1964, por el que se zanjaban las obligaciones pendientes del proyecto original. De este modo quedaba truncado el proyecto de "Canalización y Aprovechamiento de energía del río Guadalquivir, entre Córdoba y Sevilla".

Para la Administración Hidráulica el proyecto más importante era la construcción de presas para el gran desarrollo de regadío que se estaba gestando en Andalucía, con la iniciativa del regeneracionista Joaquín Costa, el Plan Gasset de 1902 y el Real Decreto de 22 de noviembre de 1927 por el que se crea la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

El Plan Nacional de Obras Hidráulicas de Manuel Lorenzo Pardo de 1933 sería el continuador del inicial Plan Gasset.

La Ley de Colonización y distribución de tierras de 1950, la creación del IRYDA, en 1971, y la nueva Ley de Aguas de 1985 serían el impulso definitivo a la consecución final de los Planes iniciados a principio de siglo.

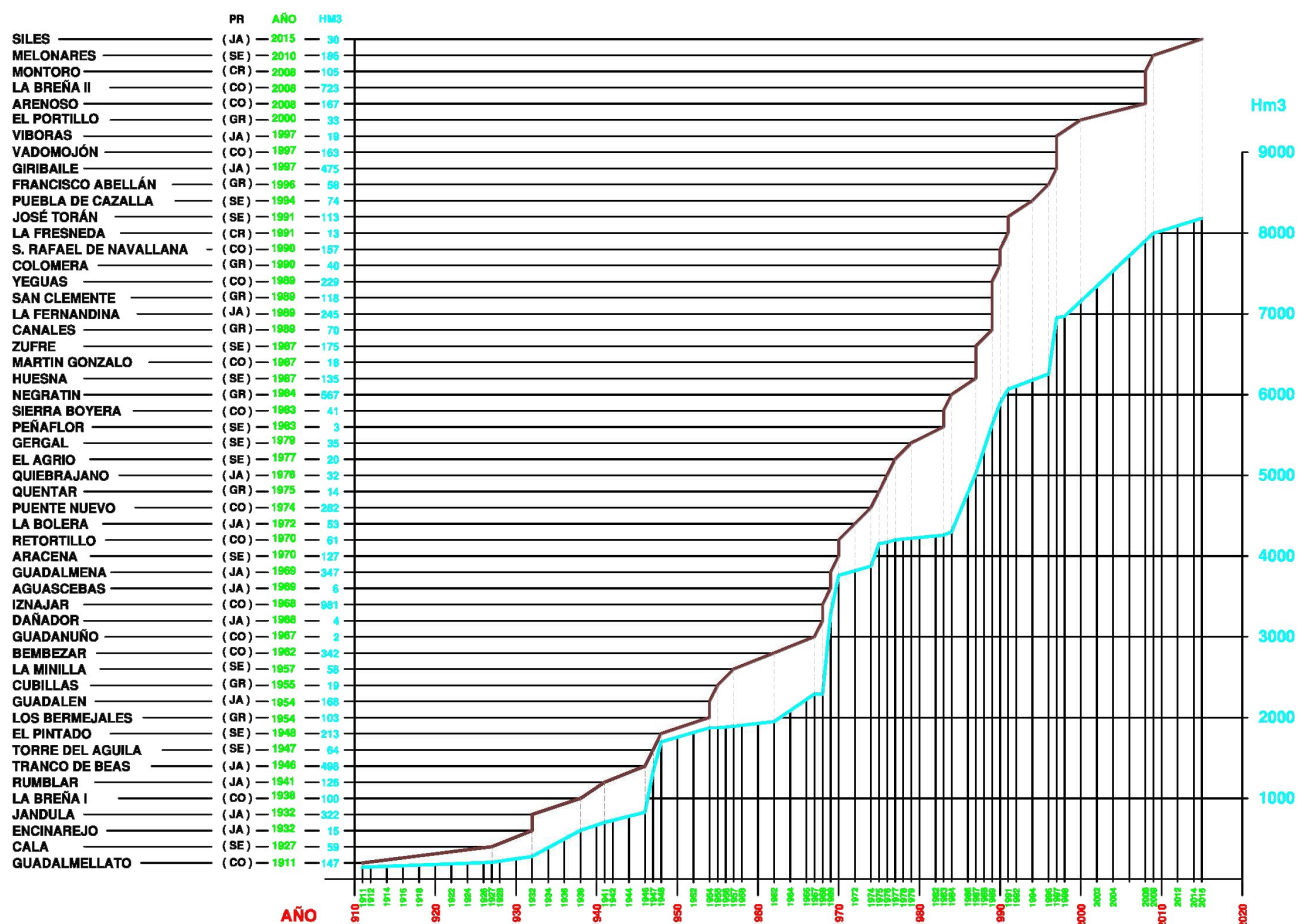
En la actualidad, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir es titular de 55 presas, con una capacidad de embalse de 8.115 hm³. Las de mayor volumen son la Presa de Iznájar sobre el río Genil, con 981 hm³ de capacidad y la Presa de La Breña II, sobre el río Guadiato, con una capacidad de 823 hm³.

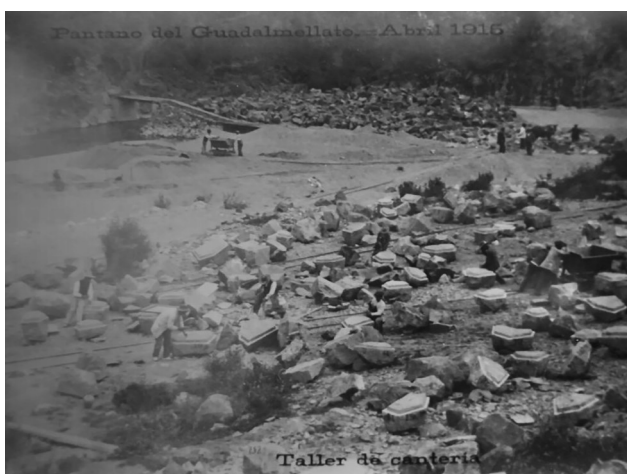
El crecimiento en la capacidad de embalse ha sido constante desde el año 1930. En este año la capacidad de embalse en la Cuenca del Guadalquivir era de 147 hm³. Destaca la década de los años 60, con un incremento de 1.870 hm³ en tan solo diez años, y la década de los 80, con un incremento de casi 1.600 hm³. A partir de 1960 y hasta 2010 el crecimiento ha sido constante. La última presa terminada ha sido la Presa de Siles en la cuenca alta del río Guadalimar, con 30 hm³ de capacidad, que ha entrado en servicio en el año 2018.

Los usos principales de las presas de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir son: Regadíos, Abastecimiento a poblaciones, Usos Industriales, Aprovechamiento Hidroeléctrico, además de la de laminación de avenidas y usos medioambientales y recreativos.

La primera etapa 1927-1950 corresponde a una época difícil que comprende los años previos a la Guerra Civil, la propia contienda y los duros años de la posguerra, caracterizada por una gran penuria económica en todos los ámbitos de la vida española.

En este periodo se construyeron ocho presas: El Pintado y Torre del Águila en Sevilla, Tranco de Beas, Rumblar, Encinarejo y Jándula en Jaén, y La Breña y Guadamellato en Córdoba.





Guadalmellato. Abril de 1916

Además se iniciaron las obras de las Presas de Bermejales y Cubillas en Granada y Guadalén en Jaén. Se continuó con la explotación de la Presa de Guadalcacín, terminada en 1922, y ante los problemas económicos del Ayuntamiento de Sevilla, se finalizaron las obras de la Presa de la Minilla, iniciada por el propio Ayuntamiento.

En el periodo 1951-1985 la economía española experimentó una paulatina mejoría que permitió incrementar las dotaciones económicas para las Infraestructuras Hidráulicas, especialmente a partir de la década de los años 60. Se realizaron más de veinte grandes presas de todo tipo, la mayoría de, gravedad, como las de Guadalén, Bornos, Bembézar, Retortillo, los Hurores, Iznájar o Guadalmena. De contrafuerte, como Aracena. De bóveda, como Quiebrajano y Quentar, o de materiales sueltos como Cubillas y Sierra Boyera, o mixtas como Negratín.



Negratín

El periodo 1986-2018, se inicia con la nueva Ley de Aguas, de 2 de agosto de 1985, lo que supuso para las Confederaciones cambios cualitativos de gran importancia que incrementaron de manera notable sus competencias y responsabilidades: las aguas subterráneas, la calidad de las aguas y la planificación hidrológica y la recaudación del Canon de Regulación y Tarifas de utilización del agua, de las que la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir es pionera en España.

En este periodo se construyeron veinticinco presas. En la provincia de Granada: Canales, San Clemente, Colomera, Francisco Abellán y Portillo. En la provincia de Jaén las presas de la Fernandina, Giribaile, Víboras y Siles. En la provincia de Córdoba: Martín Gonzalo, Yeguas, San Rafael de Navallana, Arenoso y Breña II. En la provincia de Huelva: Zufre y en la Provincia de Cádiz: Zahara-El Gastor, Barbate y Guadalcacín 2. En el año 2005, las cuencas del Barbate y Guadalete fueron transferidas a la Comunidad Autónoma, constituyendo la Demarcación Atlántica Andaluza.

En la provincia de Sevilla, además de las presas para abastecimiento de Huesna, José Torán y Castiblanco de los Arroyos y la Presa de La Puebla de Cazalla para riego, se realizó la Presa de Melonares, de apoyo al abastecimiento de Sevilla y su comarca.

El 88 % de las demandas de la Cuenca del Guadalquivir son para los riegos de sus tierras.

En el conjunto de la Cuenca hay una superficie regable de 856.429 ha, de las cuales 535.165 ha corresponden a aguas superficiales y 321.264 ha a aguas subterráneas.

La dotación media global de la Cuenca es de 3.919 m³/ha, siendo de 4.667 m³/ha para los regadíos con aguas superficiales y 2.673 m³/ha para los regadíos con procedencia subterránea de sus aguas.

Estas dotaciones son teóricas, previstas en el Plan Hidrológico de la Demarcación. En la temporada de riego 2017-2018, el consumo medio de los regadíos con tomas en los cauces y presas (aguas superficiales) ha sido de 3.400 m³/ha, debido al retraso del inicio de la campaña de riego por las numerosas lluvias de primavera.

El menor consumo en los riegos con procedencia en aguas subterráneas es debido a que, en un gran porcentaje, se utilizan para cultivo de olivar, el cual tiene una dotación en su concesión de 1.500 m³/ha.

En cuanto a los abastecimientos de población y usos industriales, el Plan Hidrológico contempla un volumen de 458 hm³/año. La población total incluida en la Cuenca del Guadalquivir es de 4.361.469 habitantes.

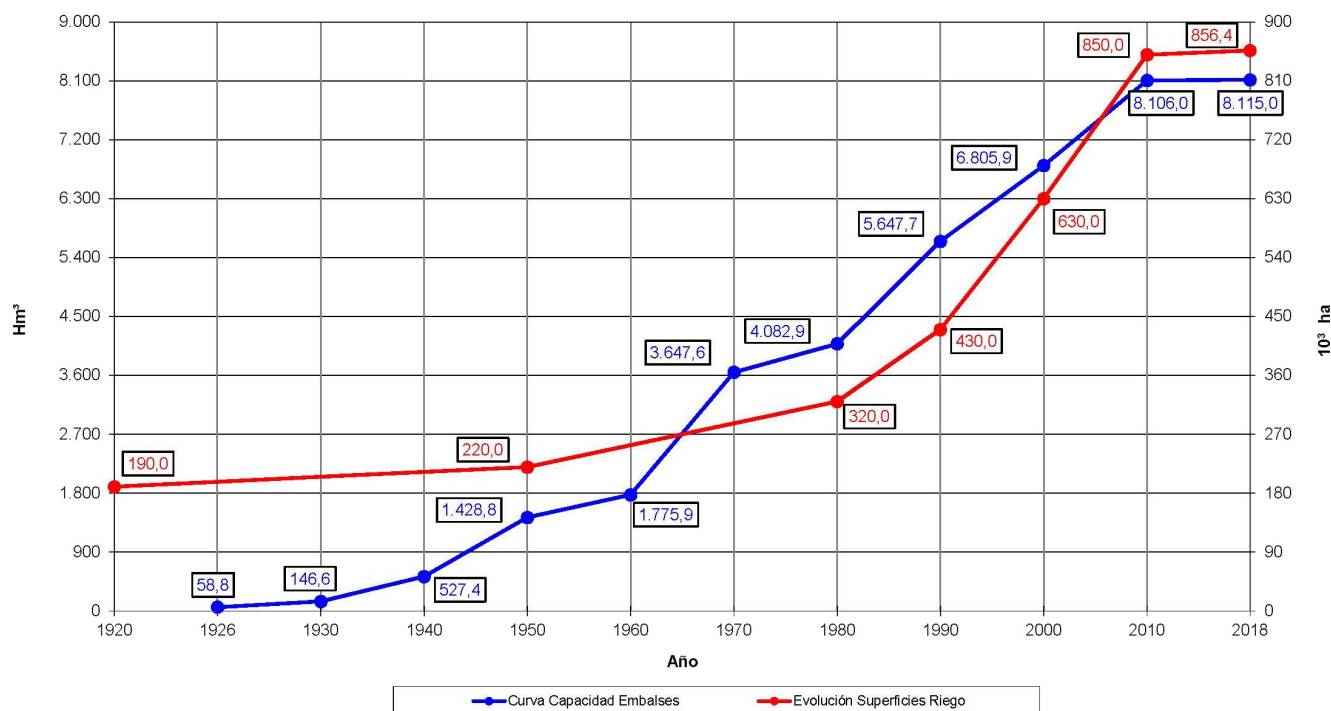
Por tanto, el consumo anual por habitante, incluido los usos industriales, viene a ser del orden de 100 m³/año, lo que corresponde a unos 275 l/hab.día.

La puesta en riego de tierras de secano era un objetivo generalizado de la España Rural y de la política hidráulica del inicio del siglo XX y, en consecuencia, la Confederación dedicó desde el principio una atención específica a esta cuestión, apoyando las actuaciones que ya se habían iniciado y poniendo en marcha nuevos proyectos. Alguno de ellos, como el canal del Bajo Guadalquivir, se prolongaría durante décadas.

En el año 1930 había una superficie de riego en la cuenca de unos 200.000 ha, y al final del periodo, 1950, unas 230.000 ha. En este periodo se puso en regadío una superficie total de 32.314 ha en las provincias de Sevilla, Córdoba y Jaén, siendo los principales cultivos el algodón, el maíz, el girasol, los cereales, los cítricos y el olivar, efectuándose los riegos por gravedad.

Las Zonas Regables más importantes que se hicieron en esta

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA CAPACIDAD DE EMBALSE Y SUPERFICIE REGABLE DE LA C.H.G.



época fueron Valle Inferior (Sevilla) con 18.975 ha, Guadalmeillato (Córdoba) con 6.660 ha, Rumblar (Jaén) con 5.199 ha y Salado de Morón (Sevilla) con 1.480 ha.

En el periodo 1951-1985 el regadío se desarrolló por el sistema de Planes Coordinados entre los Ministerios de Obras Públicas y Agricultura. Para cada sistema de riego se constituía una Comisión de Coordinación integrada por ingenieros de la Confederación y del Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA) que aportaban el conocimiento de los problemas, y por ingenieros de los Ministerios respectivos que aportaban de la experiencia acumulada en todas las actuaciones estatales así como el control de los proyectos.

La Confederación asumía las obras de regulación, presas, los canales y acequias principales, así como la red primaria de drenaje y la red de caminos. En este periodo se pusieron en regadío más de 120.000 ha, en la Cuenca del Guadalquivir, siendo Sevilla con mas de 73.000 ha la provincia que alcanzó el mayor número de actuaciones.

Las nuevas zonas de riego que se realizaron en esa época fueron: en Granada, Canal de Huétor-Tájar-Villanueva de Mesía (1.915 ha), el Canal de Albolote (1.825 ha), el Canal de Cacin

(6.228 ha) y el Guadaletín (5.800 ha). En Córdoba: Bembézar (15.373 ha) y Fuente Palmera (5.260 ha). En Jaén: Guadalén (874 ha), Vegas altas del Guadalquivir (9.672 ha), Jandulilla (2.091 ha) y Guadalmena (3.434 ha). En Sevilla: Margen Izquierda del Genil (4.981 ha), Viar (12.040 ha) y Bajo Guadalquivir (56.267 ha).

En el último periodo 1986-2018 los regadíos han sufrido un freno debido a la insuficiencia de recursos hidráulicos de la Cuenca del Guadalquivir y a los criterios de la Política Agraria de la Unión Europea. Se han puesto en riego un total de 40.000 ha repartidas entre las provincias de Granada, Córdoba y Sevilla, magnitud significativamente menor a la del periodo anterior.

Se han puesto en riego la Zona Regable del Canal de Jabalcón (3.673 ha) y Canal Huéscar-Baza (8.823 ha) en Granada, la Zona Regable de Marismas del Guadalquivir (12.836 ha) en la provincia de Sevilla y la Zona Regable del Genil-Cabra (23.946 ha en regadío en la actualidad) en la provincia de Córdoba.

A partir de la década de los noventa del pasado siglo XX ha habido un incremento notable de los regadíos de iniciativa privada, especialmente en riegos de olivar con aguas subterráneas, alcanzándose en la actualidad una superficie total superior a 850.000 ha de regadío en la Cuenca del Guadalquivir.

A partir del año 2000, se han modernizado prácticamente todas las grandes Zonas Regables de la Cuenca, pasando de riegos de gravedad a sistemas de riego a presión, fundamentalmente riegos por aspersión y goteo, reduciendo de forma importante los consumos.

Este hecho y la elevación del precio de la energía eléctrica necesaria para dar presión a los nuevos sistemas de regadío han ayudado de forma considerable a rebajar los consumos de agua en la cuenca.



Quentar

Joaquín del Campo Benito (Director Adjunto de la CHG)
Vocal de SPANCOLD



LA PRESA DE CASTROVIDO. LA CONSTRUCCIÓN DE UN EMBALSE MULTIPROPÓSITO

1. INTRODUCCIÓN

La construcción de la presa de Castrovido, de 98 m de altura sobre cimientos y algo más de 815.000 m³ de hormigón se encuentra próxima a su finalización. La presa se ubica en el río Arlanza, afluente del Pisuerga por su margen izquierda, en el Término Municipal de Salas de los Infantes en Burgos.

En el presente artículo se tratan de manera específica los siguientes aspectos:

- Los amplios antecedentes que han conducido hasta la solución actual próxima al final de su construcción.
- El dimensionamiento del embalse y la concepción de sus elementos hidráulicos, que determinan la funcionalidad multipropósito de la presa.

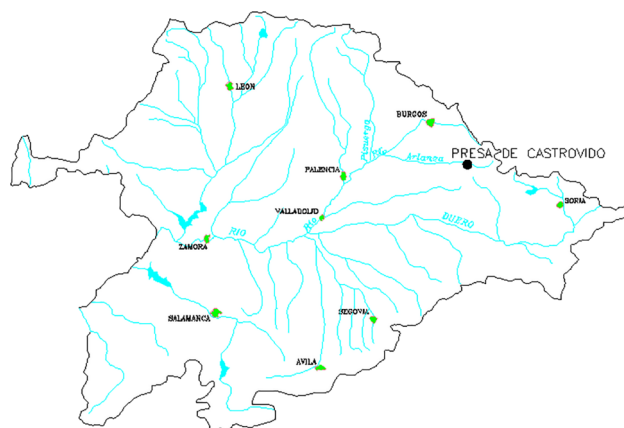
2. ANTECEDENTES

Los antecedentes de la presa de Castrovido tienen 90 años. El documento técnico más antiguo que se posee referente a la regulación del Arlanza data de 1928 y se trata de los “Estudios preliminares del embalse de Retuerta”. Dicho estudio considera la localización de la presa entre las poblaciones de Retuerta y Covarrubias.

El denominado “Pantano de Retuerta” fue incluido en 1930 en los planes de obras de la Confederación Hidrográfica del Duero y posteriormente y de forma sucesiva en el Plan Nacional de Obras Hidráulicas (conocido como Plan Prieto) de 1933. El primer proyecto se redacta en 1946 con una presa de gravedad a ubicar aguas abajo de Retuerta.

Tras el inicio de su construcción, por motivos técnicos (problemas de cimentación) y la posterior quiebra de la empresa constructora adjudicataria, se pone en cuestión el emplazamiento debido a la afección al Monasterio de San Pedro de Arlanza y la pérdida de los valores naturales del valle del Arlanza en el tramo ocupado por las aguas.

Dada, por un lado, la clara necesidad de regular el Arlanza y, por otro, la controversia con respecto de la ubicación de la presa y sus afecciones, en los años 80 se constituye la Comisión para el Estudio de la Regulación y Aprovechamiento del río Arlanza.



CUENCA HIDROGRÁFICA DEL DUERO

Figura 1: Cuenca hidrográfica del Duero y ubicación de la presa de Castrovido

Se llega a la conclusión de que es preciso realizar un estudio adicional de alternativas de regulación en la cabecera del Arlanza. A la vista de los resultados del estudio encargado y de otras aportaciones de los miembros de la comisión se obtiene una serie de conclusiones, a finales de 1985. Entre ellas:

- La sustitución de la presa de Retuerta por alguna de las alternativas resultantes del estudio realizado, solo puede plantearse desde la perspectiva de conservación de las actuales ruinas del Monasterio de San Pedro de Arlanza y su entorno y la utilización de las mismas en toda su amplia dimensión cultural, histórica y sentimental, tanto para la provincia de Burgos como para la región castellano-leonesa y el conjunto de España.
- Dada la trascendencia económica de la sustitución del actual proyecto de la presa de Retuerta por alguna de las alternativas al mismo, la comisión, sin pronunciarse expresamente por una u otra de las contempladas en el estudio de posibilidades de regulación del río Arlanza, determina elevar las conclusiones precedentes a los organismos competentes por razón de la materia, a la vez que recomienda que, con la mayor urgencia, se tomen las decisiones y los acuerdos oportunos que permitan poner en marcha las

actuaciones precisas para la redacción de un proyecto que armonice la regulación del Arlanza con la conservación del patrimonio cultural que representan el Monasterio de San Pedro de Arlanza y su entorno.

Siguiendo la pauta marcada por las conclusiones de la Comisión, la Confederación Hidrográfica del Duero prosigue los estudios encaminados a encontrar la alternativa más conveniente a la regulación del Arlanza. En 1991, la Dirección General de Obras Hidráulicas autoriza la redacción del Proyecto de Construcción de la Presa de Castrovido en el Río Arlanza, proyecto que se finaliza en febrero de 1995 y en el que se analizan 4 posibles ubicaciones, con distintos niveles de embalse.

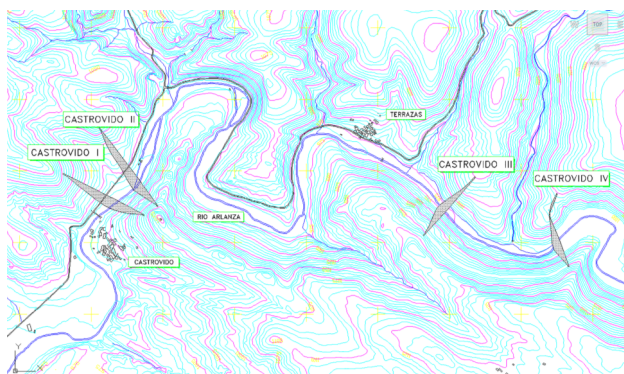


Figura 2: Estudio de soluciones

Todas las alternativas se estudiaron con dos tipologías distintas: de gravedad y de materiales sueltos siendo en total 16 posibilidades diferentes. Los resultados indicaban que las opciones de Castrovido I y II consiguen una mayor regulación puesto que tienen mayor capacidad de embalse (entre 120 y 200 hm³), sin embargo, presentan una mayor incidencia social al anegar la pequeña localidad de Terrazas. Se eligió la SOLUCIÓN DE CASTROVIDO III como la más conveniente: suficiente regulación y menor afección al medio.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA PRESA

La presa de Castrovido es una presa de gravedad de hormigón convencional, de 98 m de altura máxima sobre cimientos formada por un total de 31 bloques delimitados por juntas encofradas espaciadas, la mayoría, 17 m. La cota de coronación de la presa es la 1.048 m. La longitud de coronación de la presa es de 534 m.

La sección tipo de la presa responde, en su parte superior, al clásico perfil triangular con el vértice resistente a la cota 1.048 m (coincidente con la cota de coronación), el talud del paramento de aguas abajo 0,80 H / 1,00 V y paramento de aguas arriba mixtilíneo o quebrado. En efecto, el paramento de aguas arriba es vertical hasta la cota 991,50 m, cota a la que se quiebra para adoptar un talud 1,00 H / 3,00 V hasta que alcanza la cota 976,50 m, en la que enlaza con el tacón de aguas arriba de la presa.

La cimentación, en alternancia de areniscas y limolitas, tiene un perfil quebrado como el que se adjunta. Su forma es el resultado de un proceso de optimización de la estabilidad de la presa.

Se disponen cuatro niveles de galerías horizontales, junto al paramento de aguas arriba, además de una galería perimetral en el pie de aguas arriba. Adicionalmente, dada la anchura de la sección en su parte inferior se disponen dos galerías más en los bloques más altos de la presa: una en el tramo intermedio de la cimentación y una segunda en el pie de aguas abajo. Ambas galerías permiten una auscultación adicional de la cimenta-

ción, un drenaje (y correspondientemente una reducción de las subpresiones) muy eficaz y la de aguas abajo, además, facilita la inyección y control de la junta longitudinal que existe en los 6 bloques centrales.

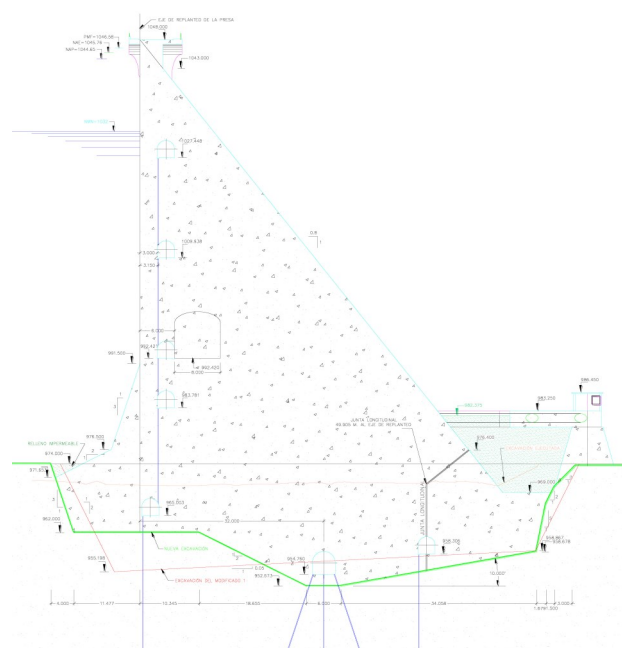


Figura 3: Sección tipo de la presa

En el bloque central (bloque 0) se dispone el desagüe de fondo, formado por dos conducciones gemelas con un doble sistema de cierre, con el eje a la cota 982,00 m y el aliviadero inferior, con el umbral a la cota 1.032,00 m. El aliviadero superior, de labio fijo y con el umbral a la 1.042 m tiene dos vanos que se disponen de manera simétrica en los bloques 0 y 1 el izquierdo y en los bloques 0 y 2 el derecho. Ambos aliviaderos discurren por el paramento de aguas abajo de la presa, hasta el cuenco de resalto hidráulico en el que evacuan los caudales junto con los de los desagües de fondo.



Figura 4: Vista de aguas abajo de la zona central de la presa

Lateralmente a los dos vanos del aliviadero superior y adosadas al paramento de aguas arriba, en los bloques 3 y 5, se disponen dos torres de toma gemelas y simétricas respecto del eje transversal de la presa. Son dos torres inundables y selectivas a cuatro alturas, de cuya base parte un colector metálico. La torre izquierda es la toma para riego y abastecimiento mientras que la torre derecha es la toma para el aprovechamiento hidroeléctrico.



Figura 5: Vista de aguas arriba de la zona central de la presa

4. LA CONFIGURACIÓN HIDRÁULICA DE CASTROVIDO

4.1. LOS OBJETIVOS DEL EMBALSE

Las necesidades ecológicas del río Arlanza son de $1 \text{ m}^3/\text{s}$, constante a lo largo de todo el año, salvo una semana en el mes de noviembre en la que se deben servir $9,50 \text{ m}^3/\text{s}$, dando así cumplimiento a la Declaración de Impacto Ambiental en su apartado 3.1.

La demanda hidráulica anual para abastecimiento urbano a satisfacer es de 3 hm^3 , distribuidos de manera constante a lo largo de todo el año. La demanda agraria a satisfacer es de $30,05 \text{ hm}^3$ anuales, para la consolidación de 6.000 ha de regadío del valle del Arlanza.

En cuanto a defensa contra inundaciones, el objetivo a satisfacer es reducir la probabilidad anual de inundación de Salas de los Infantes al 4%. Esto es, se debe laminar la avenida de 25 años de periodo de retorno por debajo del umbral de inundación de Salas de los Infantes.

4.2. EL ESTUDIO DE REGULACIÓN

El estudio de regulación ha consistido en la simulación de la explotación del embalse, para distintos Niveles Máximos Normales y dada la curva característica del embalse y a partir del registro de las aportaciones del Arlanza en 48 años.

Los criterios de garantía de servicio empleados han sido una Garantía Mensual Estricta mínima del 97,75% y una Garantía Anual según el Plan Hidrológico mínima del 89,50%. El resultado de las simulaciones es el siguiente:

ESTUDIO DE REGULACIÓN				
N.M.N. (m.s.n.m.)	EMBALSE AL N.M.N. (Hm^3)	EMBALSE INICIAL (Hm^3)	GARANTÍAS	
			PLAN HIDROLÓGICO (%)	MENSUAL ESTRICTA (%)
1.031,00	42,014	25,208	95,833	97,569
1.032,00	44,125	26,475	95,833	98,611
1.033,00	46,304	27,782	95,833	98,785
1.034,00	48,554	29,132	95,833	98,785

Figura 6: Tabla resumen del estudio de regulación de Castrovido

El Nivel Máximo Normal (NMN), por tanto, se fijó a la cota 1.032,00 m, siendo este el mínimo nivel de embalse que cumple con los criterios de garantía estipulados.

4.3. PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES

4.3.1. Caudales de inundación

Se ha realizado un estudio de los umbrales de inundación aguas abajo de la presa, en las distintas poblaciones e infraestructuras afectadas. El estudio se ha basado en la modelación hidráulica de los tramos fluviales de interés combinando los caudales punta de las avenidas de cálculo con distintos caudales de suelta desde la presa.

Los resultados han sido los siguientes:

- $30 \text{ m}^3/\text{s}$ con la avenida de 25 años de periodo de retorno.
- $20 \text{ m}^3/\text{s}$ con la avenida de 50 años de periodo de retorno.
- Un desagüe de $75 \text{ m}^3/\text{s}$ en la presa sin avenida, no provoca inundación.

Bajo la ocurrencia de estas avenidas, y si la presa de Castrovido no las lamina hasta los caudales indicados, se produce inundación en Salas de los Infantes por desbordamiento del cauce, tanto aguas arriba del puente como en la zona comprendida entre éste y el azud de Salas o en la zona inferior (confluencia del arroyo Ciruelos).

4.3.2. Laminación de avenidas. Dimensionamiento de los aliviaderos

Determinado el NMN a la cota 1.032, el objetivo es establecer una carrera de embalse en la que la avenida de 25 años de periodo de retorno se lamine a $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Para maximizar el uso del embalse y aminorar la altura de la presa se dimensiona un elemento hidráulico que entrando en funcionamiento a la 1.032, evacua como mucho, en la carrera de embalse necesaria para laminar la avenida de 25 años, $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

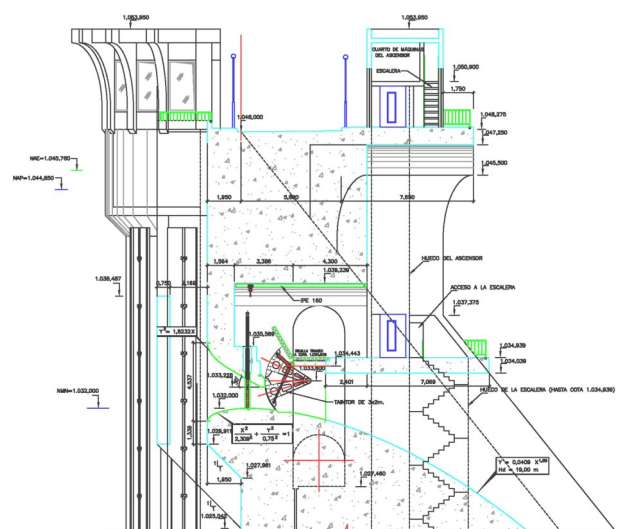


Figura 7: Aliviadero inferior

La morfología de este elemento es una mezcla de aliviadero de superficie en lámina libre y de desagüe en carga. De este modo se distinguen dos formas claras de funcionamiento:

- Inicialmente como un vertedero en pared curva de tal manera que su capacidad hidráulica crece con la potencia $3/2$ de la carga hidráulica.
- A partir de cierto momento como un desagüe en carga, de

tal modo que su capacidad hidráulica crece con la raíz cuadrada de la carga hidráulica de tal manera que la curva de capacidad hidráulica se dispone más horizontal y el caudal queda limitado a los mencionados $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

Este tipo de estructura hidráulica se materializa mediante formas hidráulicas específicas. La parte inferior tiene la forma de un perfil en pared curva (Bradley en este caso), mientras que la forma superior es un "perfil de despegue". Este último perfil permite unas transiciones cortas en los procesos de puesta en carga y descarga con el objeto de que el funcionamiento del elemento sea lo más claro posible. Tanto el perfil inferior Bradley como el perfil de despegue se blindan.

El eje de este aliviadero inferior coincide con el eje transversal de la presa y evacua a la rápida de descarga del aliviadero superior, que a su vez finaliza en el cuenco de resalto hidráulico. La laminación en el embalse de la avenida de 25 años de periodo de retorno queda representada en los siguientes gráficos.

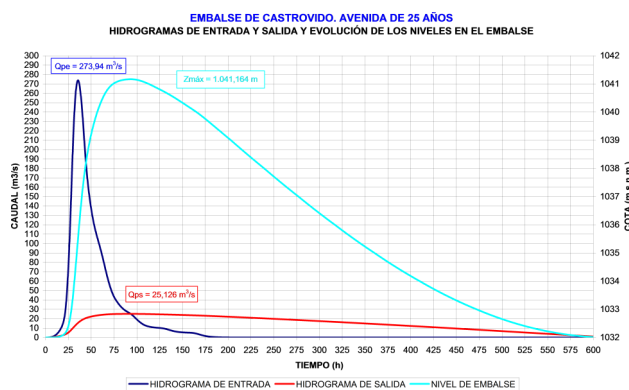


Figura 8: Laminación de la avenida de 25 años

Se aprecia cómo, en todo el proceso, el caudal máximo desaguado es de $25,13 \text{ m}^3/\text{s}$ de tal modo que la protección de Salas de los Infantes está garantizada. El máximo nivel alcanzado en el embalse es la 1.041,16 m, con lo que en la laminación de la avenida se emplean 9,16 m para laminar, contando con el aliviadero inferior, la avenida de 25 años por debajo de $30 \text{ m}^3/\text{s}$, caudal umbral de inundación aguas abajo.

Se dispone de este modo el umbral del aliviadero superior a la cota 1.042 m, de tal modo que estando el NMN a la 1.032 se dispone una **carrera de embalse de 10 m exclusivamente para la protección frente a las inundaciones de aguas abajo.**

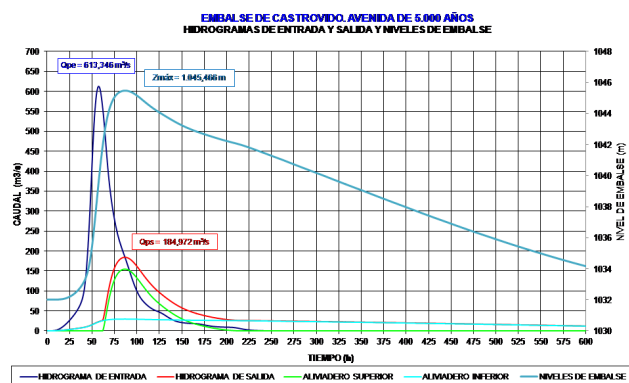


Figura 9: Laminación de la avenida de 5.000 años

A la cota 1.042 se dispone el aliviadero superior formado por dos vanos, situados de manera simétrica respecto del aliviadero inferior y con 6 m de anchura. Estos aliviaderos sólo entrarían en funcionamiento para avenidas superiores a la de 25

años de periodo de retorno. Las avenidas de cálculo para las que deben dimensionarse el conjunto de elementos hidráulicos de una presa de este tipo (Categoría A y de fábrica) son la de 1.000 años y la de 5.000 años de periodo de retorno.

Se aprecia la enorme capacidad de laminación de la presa. La avenida de 1.000 años con una punta de entrada de $510,69 \text{ m}^3/\text{s}$ es laminada a $126,61 \text{ m}^3/\text{s}$, mientras la avenida de 5.000 años, con una punta de $613,35 \text{ m}^3/\text{s}$ es laminada a $184,97 \text{ m}^3/\text{s}$.

La coronación se dispone a la cota 1.048,00 m que permite, más allá de la Normativa, la evacuación en condiciones adecuadas de seguridad de la avenida de 10.000 años de periodo de retorno y de la Avenida Máxima Probable.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La lectura de los antecedentes históricos relacionados con la construcción de una presa en la cuenca alta del Arlanza revela dos aspectos significativos que los numerosos estudios realizados han pretendido compatibilizar. Ciertamente, el proyecto, la construcción y la explotación de un embalse —y Castrovido no es una excepción— deben conciliar la satisfacción de unas necesidades reales y los indudables beneficios de todo tipo derivados de la adecuada regulación de un río, con las probables afecciones ambientales y sociales que genera la construcción y explotación de la infraestructura. Los objetivos finalmente a resolver por la infraestructura han sido los siguientes:

- Suministro de agua potable a núcleos urbanos de la zona en una cantidad total anual de 3 millones de metros cúbicos.
- Garantía de los caudales ecológicos adecuados en el cauce, a lo largo de todo el año, con el fin de preservar el hábitat fluvial y su biodiversidad en una cantidad total anual de 36,67 millones de metros cúbicos de agua.
- Consolidación del regadío de 6.010 hectáreas situadas en la vega del río Arlanza, aguas abajo del embalse en una cantidad total anual de 30 millones de metros cúbicos de agua.
- Protección de las poblaciones ribereñas situadas aguas abajo del embalse contra las inundaciones, en especial Salas de los Infantes, reduciendo el riesgo de inundación por debajo del 4%, cuando antes de la construcción de la presa éstas se inundaban con carácter anual. Para ello se reserva una carrera de embalse en la presa de 10 m (desde la cota 1.032 m hasta la 1.042 m), que comprende un volumen de 26,5 millones de metros cúbicos.

La consecución de estos objetivos se ha materializado mediante un diseño específico de una presa de 98 m de altura sobre cimientos y una configuración de los elementos hidráulicos particular:

- Con una capacidad de embalse al NMN de $44,13 \text{ hm}^3$, que permite atender con garantías suficientes las necesidades ecológicas, la demanda de abastecimiento y la demandas de riego y, de manera subsidiaria, la generación de energía.
- Con un aliviadero inferior, con el umbral a la cota 1.032 y su capacidad hidráulica limitada a $30 \text{ m}^3/\text{s}$ y que proporciona una carrera de embalse de 10 m que comprende un volumen de $26,54 \text{ hm}^3$.
- Con un aliviadero superior que salvaguarda la seguridad de la presa y proporciona una gran capacidad de laminación.
- Con un sistema de tomas de agua, que permiten seleccionar la calidad del agua a tomar en función de su uso.



LA PRESA DE ALMENDRA, PROTAGONISTA DEL SPOT DEL NUEVO PEUGEOT 508



La presa de Almendra, enclavada sobre la penillanura zamorano-salmantina y que forma parte del sistema hidroeléctrico conocido como Saltos del Duero, se ha convertido en protagonista de la nueva campaña que la empresa automovilística francesa Peugeot acaba de lanzar de su nuevo 508, "diseñado para conquistar la carretera".

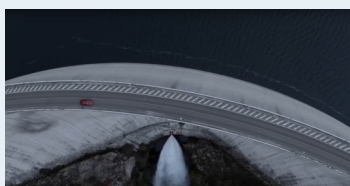
Para ello, el fabricante francés ha querido contar con algunos de los parajes más espectaculares de la geografía española, entre ellos, la instalación hidroeléctrica de Iberdrola que une dos provincias, Salamanca y Zamora, y que sorprende por sus más de 200 metros, convirtiéndola en una de la presa de mayor altura de España y su capacidad para albergar más de 2.600 hectómetros cúbicos de agua en su embalse.

La secuencia de Almendra, que interpreta a las mil maravillas su papel de escenario principal, se filmó durante dos jornadas completas de trabajo, con un despliegue sorprendente de medios técnicos. El equipo encargado de la grabación utilizó material de última tecnología, donde los drones y las cámaras de alta velocidad se encargaban de grabar las escenas más complicadas.



La construcción de la presa de Almendra, con casi medio siglo a sus espaldas, supuso romper moldes y abrir páginas en la historia de la ingeniería civil. Hoy sigue sorprendiendo por su grandeza y su belleza que atrae a centenares de visitantes cada año.

Aquí se puede ver el vídeo:
https://youtu.be/hW9QVx_2uOU



[\[zamoraneews.com\]](http://zamoraneews.com)

Boletines de ICOLD

Novedades



Bulletin Preprint-174
Action Plan on Capacity Building



Bulletin Preprint-173
Integrated Operation of Hydropower Stations and Reservoirs



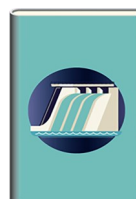
Bulletin Preprint-172
Technical Advancements in Spillway Design - Progress and Innovations from 1985 to 2015



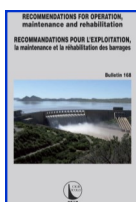
Bulletin Preprint-171
Multipurpose Water Storage - Essential Elements and Emerging Trends



Bulletin Preprint-170
Flood Evaluation and Dam Safety



Bulletin Preprint-169
Global Climate Change, Dams, Reservoirs and related Water Resources



Bulletin 168
Recommendations for Operation, Maintenance and Rehabilitation



Bulletin Preprint-167
Regulation of Dam Safety: An overview of current practice world wide

«Bulletin Preprint» significa que el Comité Técnico ha entregado el documento, pero a este le falta el diseño final de página y normalmente la traducción.

Los Boletines «Preprint» se cobrarán al precio normal de un documento definitivo publicado. Los compradores recibirán automáticamente una versión «publicada» cuando esté disponible.

Más información en: <http://www.icold-cigb.org/>

SÍGUENOS EN:

twitter
[@SPANCOLD](https://twitter.com/SPANCOLD)
#PresasEspanolas
#SpanishDams

LinkedIn
<http://www.spancold.es/linkedin>

You Tube
<http://www.spancold.es/youtube>

Google+
<http://www.spancold.es/google>



COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS

C/Jenner, 3 - 1º Dcha, 28010 Madrid (ESPAÑA)
Telf: +34 91 553 71 43 / +34 91 553 71 53
Fax: +34 91 533 89 86

comunicacion@spancold.es
<http://www.spancold.es>

PREVISION SOCIAL COMPLEMENTARIA

Mutualidad Caminos **garantiza una estabilidad económica al complementar voluntariamente las pensiones** que se reciben de la Seguridad Social ante determinadas contingencias:

- 1 **Jubilación**
- 2 **Fallecimiento**
- 3 **Invalidez**
- 4 **Orfandad**
- 5 **Viudedad**



VENTAJAS DE LA MUTUALIDAD

- ★ La **confianza y tranquilidad** que ofrece al contratar con una Institución del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- ★ **Revalorización de tus ahorros** ante el reparto del rendimiento obtenido por la Mutualidad en las inversiones afectas a pólizas con **Participación en Beneficios**.
- ★ Una **atención personalizada** y diferenciada al ser tratado como un amigo y compañero.
- ★ Facilidades y **transparencia** a la hora de solicitar información, pedir **asesoramiento** y/o realizar modificaciones.

MÁS INFORMACIÓN

ALMAGRO 42 3°. 28010 MADRID

seguros@mutualidadcaminos.es

91 319 10 00

www.mutualidadcaminos.es

VIDA RIESGO

- ★ SEGURO DE VIDA ENTERA
- ★ SEGURO DE VIDA TEMPORAL ANUAL RENOVABLE
- ★ SEGURO DE VIUEDAD-ORFANDAD
- ★ SEGURO DE AMORTIZACIÓN DE PRÉSTAMOS

AHORRO

- ★ SEGUROS DE AHORRO
- ★ RENTAS VITALICIAS
- ★ PLANES INDIVIDUALES DE AHORRO SISTEMÁTICO (PIAS)



Somos los caminos que elegimos

Nadie llega a ser lo que es sin tomar decisiones. Y una decisión es, a fin de cuentas, como un camino.

Nosotros hemos elegido el de la transparencia y el compromiso para llegar donde más queríamos estar: a tu lado.

bancocaminos.es



**Banco
Caminos**
BANCO PRIVADO