

# COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS

## HCR EN LA PRESA LA BREÑA II

Francisco Rodríguez Lucena<sup>1</sup>

*RESUMEN: La presa La Breña II, que se está construyendo en la actualidad en el término de Almodóvar del Río (Córdoba / España), se convertirá en breve, en la mayor presa HCR de España, la mayor de Europa, y una de las mayores del mundo. Su altura, su volumen de hormigón, y las duras condiciones climáticas y de temperatura en la elaboración y colocación del hormigón, la hacen ser, por ello, un referente en el panorama nacional de presas H.C.R.*

---

<sup>1</sup> Sika. S:A:U:

DRAGADOS se ha apoyado en su propia experiencia en la construcción de presas similares, tanto en España como en el extranjero - especialmente en BENI HAROUM (Argelia), por su similitud y características - para garantizar la idoneidad de su fabricación



Sika, consciente de la relevancia de esta obra, y del referente internacional de DRAGADOS en este y otros tipos de obra, ha ofrecido su experiencia, sus soluciones técnicas, y su equipo humano, para dar el mejor servicio posible a la obra. El reto era - teniendo en cuenta las velocidades de producción de hormigón de hasta 500 m<sup>3</sup>/hora, discontinuos - idear un plan de producción, almacenamiento y transporte de productos específico para garantizar el suministro adecuado.

Dentro del mix de soluciones suministradas por Sika caben destacar Sika Retarder 50, Sikament 185 y Sikament T-1404, Sika Viscocrete 3500, Siginita L22R y Sika Monotop 638

**Nombre del proyecto:** PRESA LA BREÑA II

**Ciudad / País:** Córdoba / España

**Presupuesto total:** 264 millones €

**Propiedad:** Ministerio de Medio Ambiente

**Promotor:** Aguas de la Cuenca del Guadalquivir S.A. (AQUAVIR)

**Constructor:** DRAGADOS S.A.

**FICHA TÉCNICA DE LA OBRA:****Cuenca hidrográfica:** GUADALQUIVIR**Río:** GUADIATO**Afluente:** GUADALQUIVIR**Comunidad:** ANDALUCÍA**Superficie de la cuenca punto de cierre:** 1.490 km<sup>2</sup>**Superficie de la subcuenca de la Breña:** 510 km<sup>2</sup>**Aportación natural del río en punto de cierre:** 223,86 hm<sup>3</sup>/año**Capacidad total del embalse:** 823,38 hm<sup>3</sup>**Tipo de presa:** GRAVEDAD DE HORMIGÓN COMPACTADO CON RODILLO**Altura máxima de presa sobre cimientos:** 124 metros**Longitud de coronación:** 685 metros**Hormigón Cuerpo de presa (únicamente):** 1.472.544 m<sup>3</sup>**Capacidad de producción de áridos:** 550 Tn/h de áridos**Ensilado Cemento/Cenizas/Filler:** 2 x 1000 m<sup>3</sup> / 3 x 1000 m<sup>3</sup> / 2 x 400 m<sup>3</sup>**Fábrica de escamas de hielo:** 2 fábricas hielo total producción 90 Tn/días**Amasadoras de hormigón HCR:** 4 amasadoras x 4m<sup>3</sup> (cada una)**Producción de HCR:** 500 m<sup>3</sup>/hora**Amasadoras hormigón auxiliar:** 2 amasadoras x 1,5 m<sup>3</sup> (cada una)**HORMIGÓN HCR:****CUALIDADES FUNDAMENTALES:**

Mínimo calor de hidratación que evite la retracción y por tanto la fisuración del hormigón.

Trabajable teniendo en cuenta que será colocado por vertido desde la cinta o desde los dumpers, pero que debe permitir la mayor compactación posible, de manera que no queden huecos internos, es decir; cohesión.

No plástico, ello se consigue evitando añadir plastificantes en dosis inadecuadas, y con una correcta consistencia 12 sg de tiempo Vebe. De no ser así, la maquinaria pesada se hundiría a la vez que realiza las pasadas de compactación.

Baja tendencia a la segregación; que garantice la impermeabilidad de la presa.

Rico en pasta, con una curva granulométrica muy ajustada para tener un elevado aporte de finos no plásticos, una gran cantidad de conglomerante, del cual gran parte es adición, principalmente cenizas volantes que actúan aportando finos al hormigón, y consiguiendo así un hormigón más compacto y más impermeable en ejecución final.

Retraso de fraguado : ralentizando la reacción de hidratación del cemento, favoreciendo también la compactación e impermeabilidad del hormigón, y además aportando un retraso de fraguado, que sumado al que aporta el aditivo SIKA

RETARDER 50 nos garantice una óptima soldadura en las juntas calientes entre capas.



### **EJECUCIÓN DEL CUERPO DE PRESA:**

Inicialmente hay que construir un by-pass a la tubería que lleva el agua a la pequeña central actual, para que no cese a lo largo de toda la obra el cauce del río Guadiato, que abastece los riegos todo el año. Además, hay que construir un sistema de desvío del río para crecidas del río, así como preparar el aliviadero de la presa.

Se excava las laderas de ambos márgenes, el cuenco, y los ramales. Se procede a desbrozar la zona afectada por las excavaciones y se excava toda la tierra que forma la capa superior de la formación geológica sobre la que se apoyará la presa, aproximadamente unos 42.000 m<sup>3</sup>. La excavación de la roca por medios mecánicos supone unos 170.000 m<sup>3</sup>, en parte haciendo uso de voladuras.

Antes de fabricar el HCR, se ejecutan tres bloques de hormigón, el cual se fabrica en dos plantas auxiliares que posee la obra. En estos bloques se aloja el portillo para el desvío de futuras avenidas extraordinarias del río, los conductos y los elementos hidromecánicos para la generación hidroeléctrica y bombeo de agua, para posteriormente hormigonar hasta las cotas superiores.

Para este hormigón vibrado, se necesitaba un aditivo que permitiese el bombeo, adecuado a los áridos de la obra, con alto poder reductor de agua, y retraso de fraguado capaz de soportar las duras condiciones climáticas de la zona. Tras realizar ensayos en obra, y teniendo en cuenta volúmenes de con-

sumo cercanos a las 300 Tn de aditivo en total sólo para este tipo de hormigón, Sika ofreció el Sikament 185, un aditivo de alta calidad, que cumplió todos estos requisitos a dosificaciones bajas del 0,6 % peso de cemento, que lo hacían más rentable que otros aditivos más económicos a dosificaciones más elevadas para conseguir rendimientos similares.

En el punto exacto donde se instalan dichos elementos hidromecánicos para la generación hidroeléctrica, hubo que realizar un hormigón armado que quedaba embebido dentro de estos bloques de hormigón cubriendo dichos elementos mecánicos. Se hicieron ensayos en el laboratorio de la obra, y se obtuvo una sinergia muy buena de aditivos, en la que participaba otro aditivo el Sika Viscocrete 3500, creado para generar hormigones de altas prestaciones, muy fluidos pero con bajas relaciones agua/cemento, de manera, que sin provocar segregación alguna en el hormigón, se conseguía una gran fluidez que favorecía su colocación, y sobre todo, garantizaba que rellenaba completamente todo el armado.

Se acometen otras acciones, además de estas, previas al HCR, como son el saneamiento de la cimentación, eliminando las irregularidades de la piedra mediante agua a presión, regularizando la superficie del cuenco para que quede plana sobre la que irá el HCR y en las laderas también, con un hormigón vibrado, con este mismo aditivo, “hormigón de contacto.”



Con carácter previo, se ensayaba en el Laboratorio de DRAGADOS en Vivalcaro (Madrid) un HCR que atendía a los parámetros claves para su idoneidad en esta presa conforme a la experiencia y los criterios técnicos del equipo de Presas de DRAGADOS. Aún así, era preciso verificar a escala real tres meses antes, y para ello se realiza una losa de ensayo, que servía para determi-

nar el tiempo máximo de recubrimiento para las capas, aspecto y colocación del hormigón, acabado sobre piedra, densidades, colocación de juntas, etc.

La importante repercusión en el HCR que tienen las duras condiciones climáticas de la zona se tuvieron en cuenta desde el inicio, para lo cual la planta se habilitó con tres mecanismos de enfriamiento del HCR, el primero enfriando los áridos en unas galerías previas a la entrada en planta. Otro mecanismo posibilita la fabricación con agua fría, y un tercer mecanismo da la posibilidad de incorporar escamas de hielo en lugar de agua al HCR.

El aditivo propuesto por Sika para fabricar el HCR debería ser capaz de garantizar el retraso mínimo que establecía el equipo técnico de DRAGADOS responsable de la Presa, con unas resistencias finales adecuadas, pero no excesivamente altas a edades tempranas (90 días), permitiendo la compactación máxima del hormigón sin llegar a plastificarlo. Dentro del rango que va de 0 a 1 % en peso de conglomerante, se aceptó que un 0,8 % de Sika Retarder 50 sería la opción más adecuada. Se realizó la losa de ensayo, y tres meses después se obtuvieron los resultados en los que este aditivo se mostraba como el más adecuado.

Comenzó posteriormente el cuerpo de presa con un plazo de ejecución de 18 meses, con rendimientos medios mensuales de 82.000 a 120.000 m<sup>3</sup> de hormigón, 24 horas al día 7 días a la semana, con volúmenes medio de tongada de 30 cm, de 3000 a 4000 m<sup>3</sup>.

El transporte de hormigón HCR desde la planta hasta la presa se realiza por cintas móviles de alta movilidad, que terminan en un distribuidor giratorio y telescópico que soporta todo ese mecanismo y distribuye el hormigón del cuerpo de presa. Dicho distribuidor se apoya en una bancada realizada con Sika Monotop 638, un producto que ofrecía garantía de superar los 50 N a 24 horas de manera que se redujo al máximo el costo de las enormes grúas que sujetaban el distribuidor, consiguiendo una bancada autonivelante de gran resistencia y rapidísima colocación, en un tiempo y con un costo muy reducidos.

El distribuidor deposita hormigón sobre dúmperes, de 35 tn, que descargan en el lugar, cuando no sea posible la descarga directa, se extiende en capas de 35 cm con bulldozers D5-CAT nivelados con láser, compactado por compactadores mixtos de único tambor, ejecutados en calles paralelas al eje de presa de 10 a 12m.

El hormigón junto a los paramentos de la presa vibrado, el de las galerías, y el de las losas superiores prefabricadas se fabrica en las plantas auxiliares. Las galerías internas de la presa se ejecutan a la vez que se levanta el cuerpo de Presa. Alcanzan la roca del cimientado y se adentra en ella mediante unos túneles ejecutados con gunita por vía húmeda fabricada con Sikament T-1404, como acelerante al proyectar sobre la piedra se empleó Sigunita L-22R.



\* Hay que resaltar que en toda la presa hay una serie de instrumentos de auscultación para el control de temperaturas, movimientos tridimensionales de juntas entre bloques, posibles fisuraciones por deformación del hormigón en los bloques superiores, deformaciones del cimiento, posibles desplazamientos del cuerpo de presa, sismicidad, control de filtraciones, etc. que informan permanentemente del estado de esta construcción.

Entre las últimas presas de DRAGADOS caben destacar:

- Presa y central de Caruachi : 74 m altura central hidroeléctrica 2.160 mw. 1.700.000 m<sup>3</sup> de hormigón vibrado, en el río Carona Guayana Venezolana
- Presa Beni Haroun: 1.600.000 m<sup>3</sup> HCR, 118 m altura, en el río El Kebir en Argelia
- Presa y central Alqueva : 90 m altura, 1.300.000 m<sup>3</sup> vibrado, sureste de Portugal
- Presa y central Porce II : 123 m altura, 1.300.000 m<sup>3</sup> HCR, norte de Medellín Colombia

## **Conclusiones**

Sika, empresa con una fuerte apuesta en I+D - clave para poder ofrecer las mejores soluciones frente a problemas específicos que demandan los mayores requerimientos - ha sabido valorar consecuentemente la importancia de trabajar con DRAGADOS en esta obra tan característica, adaptando sus instalaciones y programando sus procesos de fabricación, almacenamiento, y transporte, para dar el mejor servicio posible, en el menor tiempo y con la presencia técnica más apropiada.

Consciente del panorama nacional e internacional de la Obra Civil y la Obra Hidráulica, de los grandes retos medioambientales que depara el futuro, y de la enorme importancia de las grandes empresas constructoras españolas -DRAGADOS entre ellas - en el mercado mundial, Sika quiere aprovechar la experiencia en proyectos de este tipo para afianzar cada vez más su liderazgo tecnológico en el mercado, situándose en una posición privilegiada frente a los próximos desafíos en el sector de la construcción.

## **Agradecimientos:**

A la empresa DRAGADOS y en especial a todo el equipo de La Breña II