



2ª Fase del proyecto de impulsión y balsa para la puesta en riego de 838,4 ha en los parajes de La Sarda y El Terreno en el T.M. de Pedrola (Zaragoza)

- **Aplicación:** Riego
- **Año:** 2017
- **País:** España
- **Localización:** Pedrola (Zaragoza)
- **Constructor:** UTE Riegos Pedrola (Hermanos Caudevilla S.L. - Tecniriego S.L.)
- **Promotor:** Riegos Avisa - Ansó A.I.E.
- **Ingeniería:** AGRARTIS



1. Antecedentes

En abril de 2014 la SAT Ansó presentó en el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) un Documento de Consultas Previas con el **objeto** de iniciar los trámites para la **transformación en regadío de 244 hectáreas** en el paraje **La Sarda** del término municipal de **Pedrola (Zaragoza)**. Tras las gestiones realizadas por SAT Ansó con otros propietarios de la zona, se incorporó al proyecto la sociedad Agrícolas Villahermosa S.A. (AVISA). Con la compra por parte de SAT Ansó de nuevas parcelas y la superficie aportada por AVISA, el perímetro a transformar alcanzaba las **853, 22 has** cuando se redactó el anteproyecto y el estudio de Impacto Ambiental.

La Confederación Hidrográfica del Ebro manifestó que aunque hay agua disponible en el sistema puede haber problemas de suministro por las limitaciones de transporte del Canal a partir de Gallur, lo que impide tomar agua entre semana. Este organismo autoriza la captación en los fines de semana (28 h) de 1.100 l/s y permitirá tomar agua durante la semana si hay aguas sobrantes y no se afecta al funcionamiento normal del Canal.

Las condiciones de suministro, con un caudal instantáneo muy alto en un periodo de tiempo muy corto, han obligado a reconsiderar la solución técnica prevista en el anteproyecto, de tal manera que parece imprescindible, si las limitaciones concesionales se mantienen, el construir una balsa junto al Canal Imperial, pese al coste económico que puede suponer.



Teniendo en cuenta que la implantación y la puesta en riego de los cultivos leñosos va a ser lenta y que, por lo tanto, los consumos máximos no se producirán hasta dentro de unos años, los promotores han decidido postergar la construcción de la balsa del Canal hasta que no se confirme su necesidad.

Ésta no sería necesaria, si en los próximos años se mejoraran las condiciones de suministro dadas por la Confederación Hidrográfica del Ebro.

2. Objeto de la obra

El objeto de este proyecto es **diseñar y valorar las actuaciones comunes necesarias para la puesta en riego 838,4 has** de los parajes **La Sarda** y **El Terrero**.

En la memoria del proyecto se incluyen las obras que son precisas para captar e impulsar agua desde el Canal Imperial hasta una balsa de regulación que se construirá en el paraje de La Sarda, en la linde de las dos explotaciones.

- Estación de bombeo
- Impulsión
- Balsa de 80.000 m³
- Electrificación. Baja tensión
- Control y automatización



3. Fases de ejecución

Ante la necesidad de realizar con urgencia las obras de captación, aprovechando el cierre del canal en el mes de febrero de 2017, el proyecto se divide en dos fases:

1ª FASE

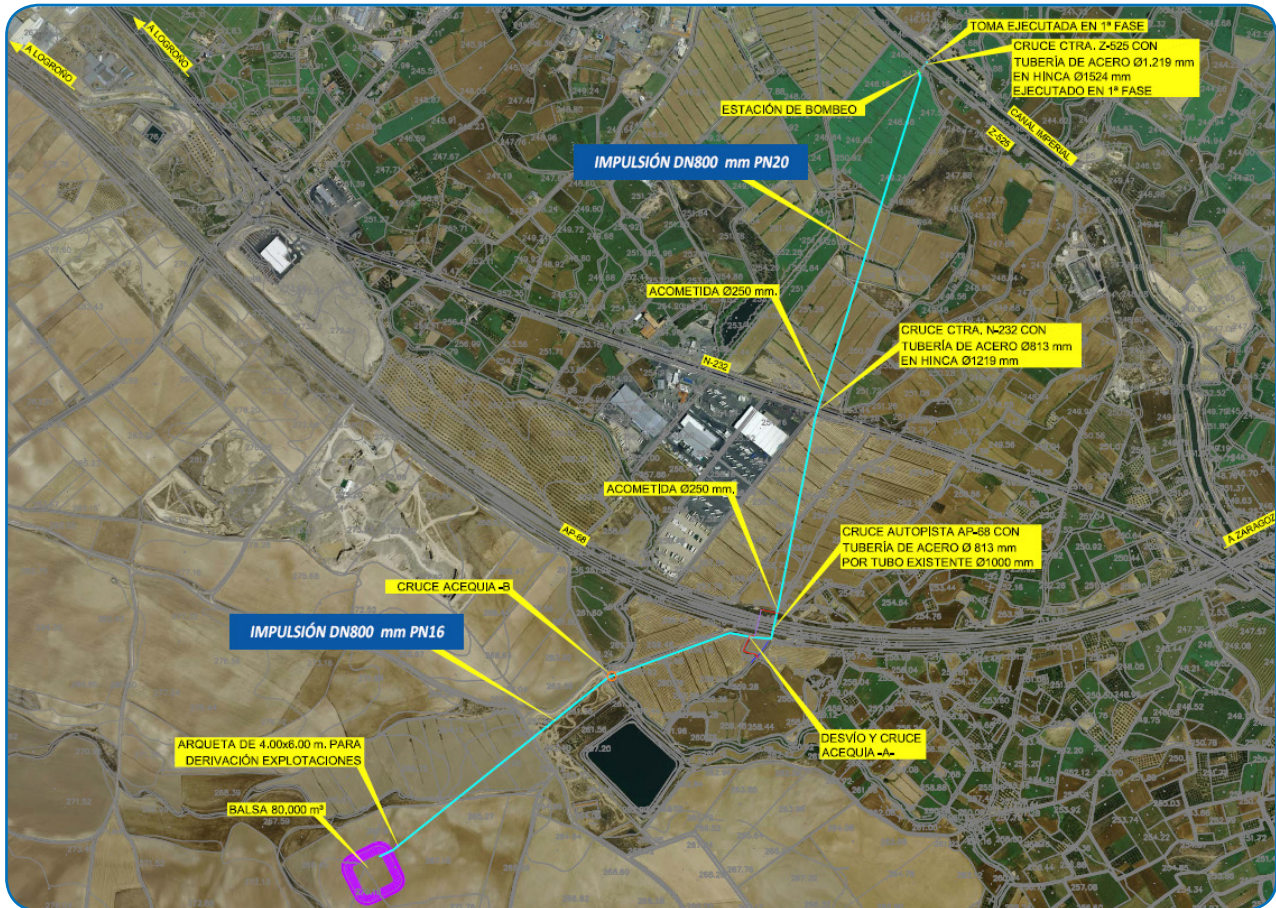
- Demolición toma actual.
- Demolición cántara y caseta bombas actuales.
- Desvío de la acequia.
- Construcción de la nueva toma.
- Cruce de la carretera Z-525.
- Cántara de captación.

2ª FASE

- Construcción del edificio de la estación de bombeo de la captación.
- Instalación de los equipos de bombeo, colectores y mecanismos hidráulicos.
- **Instalación de la tubería de impulsión**, ventosas, tomas y desagües.
- Ejecución de los cruces en carretera, autopista y acequias.
- Construcción de una balsa con una capacidad de 80.000 m³.
- Conexión e instalaciones eléctricas.



4. Solución proyectada



5. Estimación golpe de ariete

Estimación de la **altura manométrica** en las diferentes condiciones de funcionamiento:

	Desnivel	Con todas las bombas funcionando	Con una bomba funcionando
Balsa llena	29,4	40,45	34,33
Balsa vacía	23,4	35,45	29,33

El rendimiento de las bombas en cualquier situación será superior al 75 %.

Se ha calculado el **golpe de ariete** y se ha obtenido un **valor de 68,24 m.c.a.** que provoca una **sobrepresión máxima de 97,24 m.c.a.** Aunque la tubería prevista es de 12,5 atm, se instalarán 2 válvulas anticipadoras de onda de 6" para evitar la fatiga de material por paradas fortuitas. Se completará la protección con la instalación de 3 unidades de ventosa trifuncional de paso total para agua limpia DN100, con un sistema anti golpe de ariete con cierre en dos etapas y disco de protección anti-golpe de ariete.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

$$\Delta H = \pm \frac{a \cdot v}{g} \quad k = \frac{10^6}{E}$$

Material	E(kg/m ²)	e(mm)	a(m/s)
TOM® PVC-O (PN16)	4x10 ⁸	13	318
Fundición (k9)	170x10 ⁸	9	1095
Acero	210x10 ⁸	5	1011
PRFV	20x10 ⁸	7	492
PVC-U (PN16)	3x10 ⁸	29,7	424
HDPE (PN16)	1x10 ⁸	45,4	320

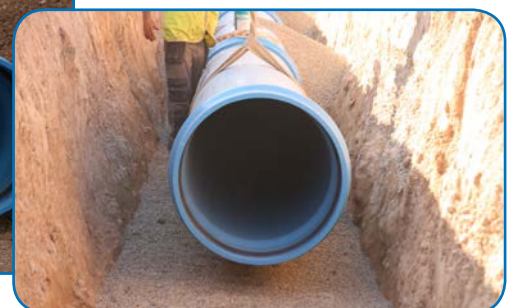
6. Impulsión PVC-O TOM® Molecor

Debido a la importancia de los servicios afectados en el recorrido de la tubería de impulsión, se analiza detenidamente su trazado. La longitud de la tubería de impulsión sería de 3.034 metros, desde la captación hasta la balsa, y el trazado viene determinado por los puntos de cruce de las carreteras existentes.

La elección del material PVC-O es debido, entre otras razones, por su resistencia a la corrosión, su facilidad en el montaje y a que es una tubería más económica.

Se calcula el diámetro más adecuado teniendo en cuenta los costes de inversión y los energéticos, siendo designado para esta actuación el diámetro 800 mm.

DN	PN	L (m)
800	20	1.059,10
800	16	1.981,35
Total		3.040,35



Para su correcto funcionamiento y protección se instalan ventosas para la expulsión/admisión de aire con un doble objetivo. En primer lugar asegurar un correcto funcionamiento en situación normal evacuando el aire que se pueda acumular dentro de la conducción. En segundo lugar, proteger la conducción frente a transitorios por la onda de presión negativa y las depresiones asociadas a ella que se pudieran producir.

La tubería se instalará en zanja completamente enterrada bajo la sección tipo que se describe a continuación. La cama de la tubería tendrá un espesor de 15 cm, estará perfectamente rasanteada y estará compuesta de gravilla de tamaño 6/20 mm. El tapado se realizará de la siguiente manera:

- El espacio comprendido entre el terreno natural hasta 15 cm por encima de la generatriz superior del tubo (1 m como mínimo) se rellenará con material que no sea inadecuado, procedente de la propia excavación o de préstamos realizando un compactado, con rodillo o similar hasta un PN de 85 %.
- El espacio comprendido entre la generatriz inferior del tubo y 15 cm por encima generatriz superior del tubo se rellenará con gravilla 6-20 mm.
- El espacio comprendido entre la base de la zanja y la generatriz inferior de la tubería se rellenará con gravilla 6-20 mm.

Una vez finalizada la ejecución, se debe dejar el terreno en su estado original, libre de elementos gruesos, material granular, etc., las márgenes de las parcelas reconstruidas y en perfectas condiciones para el riego.



7. Ejecución de la balsa

El diseño de la balsa se ha realizado tratando de conseguir una definición geométrica que optimice los movimientos de tierra necesarios. Considerando este criterio, la cota de fondo de la balsa será la 264,30 m, mientras que la de coronación será de 272,40 m. La anchura de la coronación será de 5,00 m, con el fin de permitir el paso por la misma de la maquinaria. Los taludes que formarán las tierras será 2,5/1 (interior) y de 2/1 (exterior).

- Superficie neta de la balsa a pie de dique: 24.229 m² a pie de talud exterior.
- Volumen del terraplén dique con retirada de 25 cm de suelo: 26.789 m³.
- Volumen excavación en desmonte: 46.609 m³.
- La capacidad de la Balsa resulta de 80.295 m³.
- La superficie total de lamina de polietileno de 2 mm de espesor es de 20.860 m².
- La balsa se impermeabilizará con 20.280 m² lámina de PEAD de 1,5 mm. Debajo de ésta se colocará una capa de geotextil de protección.



8. Conclusiones

Se analizan las diferentes ofertas de los tipos de tubería (Fundición, Acero helicoidal, PVC Orientado, Hormigón armado con camisa de chapa) y se elige la opción cuya relación calidad / precio sea mejor.

Se contempla el diámetro más económico, considerando el coste energético y el coste de la inversión para tres diámetros, resultando el diámetro 800 mm el de menor coste global.

La tubería instalada es uno de los elementos más importantes de la red, por ello, la importancia en la elección del material a proyectar. En este punto es muy importante tener en cuenta, la calidad del material, su durabilidad y como no, la contribución al medio ambiente.



Las tuberías TOM® de PVC-O se presentan como una excelente alternativa como material en redes de regadío gracias a su eficiencia en explotación y a sus bajos costes de mantenimiento, debido a sus altas propiedades físico-mecánicas y químicas.

Algunas de las características a destacar de las tuberías TOM® de PVC-O por las cuales fue prescrito dicho material son:

- Debido a su estructura laminar, son muy resistentes al impacto por golpes y a la propagación de grietas, esto hace que se minimicen de forma significativa las roturas durante su manipulación e instalación en obra.
- Garantizan un consumo energético eficaz, gracias a su superficie interior extremadamente lisa que reduce al mínimo las pérdidas de carga. Además, su mayor sección de paso, le permite transportar mayor cantidad de agua con costes energéticos equivalentes, lográndose así una mayor capacidad hidráulica.



- Gracias a su mejor comportamiento frente a los golpe de ariete, la sobrepresión que sufre la canalización es menor, con lo que todos los demás elementos que componen dicha red sufrirán menos, teniendo así en definitiva una instalación mucho más segura.
- Su inalterabilidad química hace que la tubería sea inmune a la corrosión y muy resistente a los fertilizantes y productos fitosanitarios utilizados en las redes de riego. Esto unido a la excepcional estanqueidad de sus uniones, hace que se eviten fugas o contaminaciones del agua canalizada.
- El mayor rendimiento de colocación de tubos y el menor coste en maquinaria y mano de obra, hacen que se puedan acometer la obra en un tiempo y con un coste mucho menores que si fuese realizada con materiales tradicionales.
- Son la solución más respetuosa con el medio ambiente, presentando una huella ambiental significativamente inferior a otros productos. Esto se debe tanto a la eficiencia energética que se consigue durante su fabricación y su uso, como a la menor emisión de CO₂ a la atmósfera a lo largo de todo su ciclo de vida. De esta manera, presentan una menor contribución en el efecto invernadero y en el cambio climático del planeta.

