

Typsa abastece de agua el desierto saudí

Rafael López Manzano,
director de Proyectos de Gestión
del Agua. Dirección Territorial
de Oriente Medio de Typsa

Fue en 2011 cuando Typsa empezó a trabajar con intensidad en proyectos relacionados con el ciclo del agua en la península arábiga, principalmente con la National Water Company (NWC), empresa pública saudí responsable del abastecimiento de agua y saneamiento en el país. Desde entonces, se han sucedido los contratos: abastecimiento de agua a Riad, la supervisión de los tanques de almacenamiento de Jeddah (Briman y Faysaliah), el diseño conceptual de Waad Al Shamal...

Durante el año 2015, se produjo el asentamiento definitivo de Typsa en proyectos hidráulicos, con siete nuevos proyectos relativos al ciclo del agua: el Contrato Marco, los tanques estratégicos de Riad (4 Hm³), los lotes 1, 2, 3, 4 y 6 de Saad, las plantas desaladora y fotovoltaica de Al Khafji (Advanced Water Technology), Harad, Networks Design Review y Hunnai 2. El valor de las inversiones actualmente supervisadas por Typsa relacionadas con recursos hídricos ronda los 1.800 millones de euros y las proyectadas superan los 5.200 millones de euros.

Para todos estos proyectos, Typsa cuenta con unos 50 ingenieros españoles, en una plantilla de 230 personas y una proyección para 2016 de unas 400 personas.

Uno de los proyectos más ambiciosos de la compañía española en

Hace 30 años que Typsa aterrizó en Arabia Saudí, con el diseño de una planta depuradora en las instalaciones de la Universidad Al-Imam Muhammad Bin Saud





Arabia Saudí es la supervisión de los proyectos de abastecimiento de agua a Riad, adjudicada en 2011.

En sus inicios, el contrato abarcaba la supervisión de once proyectos diferentes (tabla 1). La inversión total destinada a estos proyectos es de aproximadamente 565 millones de euros repartidos en 169 kilómetros de tubería de acero ($1400 \leq \text{Ø} \leq 2400 \text{ mm}$), 221 kilómetros de tubería de fundición ($300 \leq \text{Ø} \leq 1200 \text{ mm}$), 1.280.000 m³ de almacenamiento de agua en depósitos, cuatro estaciones de bombeo, 858 cámaras, 1.008 válvulas, 3.527 metros en microtúneles y 184 conexiones. Cada proyecto tiene una idiosincrasia particular, pero todos con un factor común, discurren mayoritariamente en un entorno urbano en constante evolución (ciudad en continuo crecimiento, nueva red de carreteras urbanas, adecuación de servicios, nueva red de metro en construcción), lo que exigió desde el inicio una ardua labor de supervisión y coordinación y una alta capacidad de adaptación a los elementos cambiantes por parte del equipo de supervisión.



Evolución en el tiempo de los tanques de acero

En las imágenes aparecen algunas singularidades de la obra, entre las que cabe destacar la altura y volumen de los tanques de acero y el volumen de los calderines hidroneumáticos de protección frente al golpe de ariete.

Proyecto	Inversión (€)*	Fecha inicio	Duración (meses)	Progreso (%)		Tipología contrato	Principal característica
				Constructivo	Financiero		
RW0133-C3A	62.886.827,01	1/10/2013	27	91	81	Depósitos acero	600.000 m³
RW0091-C3B	10.023.723,93	22/11/2011	56	62.2	55	Depósitos hormigón	40.000 m³
RW0061-C4	68.683.556,16	14/02/2009	-	24	23.8	Depósitos hormigón	600.000 m³
RW0104-C11	60.817.090,88	22/01/2011	57	99	90	Conducciones	45 km
RW0105-C12	52.184.470,54	7/12/2010	59	98.5	87.1	Conducciones	58 km
RW0095-C15A	32.155.784,83	22/01/2011	57	99.5	90	Conducciones	13 km
RW0101-C15B	37.270.365,16	7/12/2010	57	99	90	Conducciones	40 km
RW0132-C16	37.458.333,41	15/01/2011	55	99.5	90	Conducciones	57 km
RW0097-C17A	30.610.693,60	7/12/2010	59	81.5	78	Conducciones	21 km
RW0102-C17B	12.021.598,58	7/12/2010	57	99	90	Conducciones	28 km
SAADLOT5	160.676.184,83	1/4/2013	32	99	88	Mixto	128 km / 40.000 m³

Tabla 1: Características generales de los proyectos iniciales de abastecimiento a Riad

Proyecto	Inversión (€)*	Fecha inicio	Duración (meses)	Progreso (%)	Tipología contrato	Principal característica
SAADLOT1	45.843.126,53	24/08/2014	24	43	Pozos	78 pozos de 650 m c.u.
SAADLOT2	51.887.764,45	2/2/2015	24	3	Bombas sumergidas y entubación de pozos	78 bombas, entubación y sensores
SAADLOT3	46.919.431,28	2/11/2014	18	59	Conducciones	110km
SAADLOT4	111.255.924,17	21/06/2015	20	1	Planta de tratamiento y depósitos	Pre y postratamiento por Sistema de Osmosis Inversa. Producción: 361K m³/día
SAADLOT6	40.728.728,44	7/6/2015	17	1	Sistema Eléctrico	170 km línea aéreas MT y subestación a 33KV
4M120-TGNW	90.319.609,48	16/12/2014	18	37	Depósitos	1M m³
4M121-TGE	92.417.061,61	25/12/2014	18	8	Depósitos	1M m³
4M122-SAL-BOUKH	100.688.236,49	18/11/2014	18	13	Depósitos	1M m³
4M123-TGSW	93.650.306,39	18/11/2014	18	13	Depósitos	1M m³

Tabla 2



Detalle de microtúnel

Los más de 80 profesionales, 20 de ellos españoles, dedicados completamente a estos proyectos se reparten entre los departamentos de obra civil, estructuras, hidráulico, materiales, mecánico, eléctrico, SCADA, seguridad y salud, control financiero y planificación, administración y personal de apoyo. Con esta estructura multidisciplinar se consigue satisfacer todas las necesidades técnicas solicitadas por el cliente, desde la planificación inicial de los proyectos con la aprobación, o incluso preparación, de la documentación básica para el arranque de los trabajos (manual de calidad, organigrama funcional, especificaciones técnicas, diseño,..), la selección de fabricantes y materiales (aprobación de fabricantes tras auditoría en fábrica, definición y seguimiento de los controles de calidad, exhaustivo control cualitativo y cuantitativo de los materiales, presencia durante los ensayos realizados en laboratorios..), la supervisión de la obra civil y el cierre de los proyectos. Asimismo, parte del personal de Typspa dedica parcialmente su tiempo

a la formación continua tanto de otros miembros del equipo, como de personal de las contratistas y del cliente.

En enero de 2015, la National Water Company adjudicó a Typspa dos bloques nuevos de proyectos (tabla 2). Por un lado, los lotes 1, 2, 3, 4 y 6 del proyecto estratégico de abastecimiento de agua a Riad-“Wasia” con el que

se pretende abastecer con 350.000 m³/día adicionales de agua potable a la capital. El segundo bloque consiste en cuatro proyectos estratégicos de construcción de tanques de acero al carbono para almacenamiento de 1M m³ de agua cada uno.

El primer macroproyecto, WASIA, dividido en 6 lotes, consiste en la extracción de agua desde un acuífero profundo localizado en la región de Wasia, a unos 70 kilómetros al este de Riad. Para ello, se están perforando 78 pozos de 650 metros de profundidad cada uno. Este campo de pozos está diseñado para la extracción de 400.000 m³/día de agua. El agua, una vez en superficie, se canaliza por medio de una red de tubería de fundición hasta la que será la nueva estación de tratamiento de agua. La planta de tratamiento consta de dos depósitos de 25.000 m³ cada uno para almacenamiento de agua no tratada. En la planta de tratamiento, toda el agua es inicialmente pretratada y posteriormente el 65 % entra en el sistema de postratamiento (osmosis inversa).



Detalle de conducción de acero al carbono

Con un rendimiento del 85 %, el agua tratada es mezclada de nuevo con el 35 % del agua únicamente pretratada. El sistema de tratamiento está diseñado para una producción diaria de 361.000 m³/día.

El agua a la salida de la planta de tratamiento es conducida a la estación de bombeo (SAADLOT5) desde donde se impulsa junto a otros 150.000 m³/día procedentes de un campo de pozos ya existente. Los aproximadamente 500.000 m³ de agua son impulsados hasta Riad a través de la línea de transmisión de acero al carbono construida para tal efecto dentro del proyecto SAADLOT5. El lote 6 contempla la construcción de una subestación eléctrica a 33KV y la construcción de toda la línea aérea de MT que conectada a la red nacional de energía eléctrica permita abastecer tanto a la estación de bombeo como la planta de tratamiento de agua. Todo el sistema de abastecimiento de agua a Riad estará controlado por un complejo sistema SCADA desarrollado para tal efecto.



Detalle de la estación de calderines

El segundo bloque de proyectos corresponde a la primera fase estratégica del plan maestro de abastecimiento y almacenamiento de agua de Riad, consistiendo en la revisión del diseño y supervisión de obra de cuatro proyectos de tipología similar.

En cuatro localizaciones distintas de Riad, se ha proyectado construir en

cada una seis tanques de acero al carbono con una capacidad por tanque de 166.666 m³. En total, en cada emplazamiento se almacenarán 1M de m³ de agua potable. Estos tanques están considerados los mayores tanques de acero para agua potable del mundo.

Los tanques han sido diseñados en base a normativa americana (AWWA D100, API 650). Con un diámetro de aproximadamente 110 metros cada uno, altura de 18-20 metros (sin considerar la cubierta de aluminio tipo dome (cúpula) que serán alrededor de unos 25 metros adicionales de altura) y se están empleando placas de acero al carbono de diferentes grados y con espesores desde 7 a 53 mm. Cada uno de los emplazamientos contendrá una planta de cloración, una compleja red interior de distribución de agua y estarán totalmente automatizados y controlados desde un centro de control y operación. Dos de los proyectos además dispondrán de estación de bombeo. **ROP**



Detalle de la estación de bombeo



Evolución en el tiempo de tanques enterrados de hormigón armado

SINGULARIDADES TÉCNICAS DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS EN ARABIA SAUDÍ

- El criterio de disposición de ventosas es tremendamente aventurado. Todos lo que conocen mi trabajo aquí saben de mis discusiones para tratar de que se coloquen cada 800-1.000 m. Ha resultado una tarea imposible. Después de mucho batallar, estamos manejando distancias de 6 km. Queda así de manifiesto la importancia que la costumbre tiene incluso en los criterios de diseño. Naturalmente, en nuestros nuevos proyectos las estamos disponiendo a las distancias apropiadas.

- No sólo no existen en Arabia recursos superficiales, sino que tampoco existe donde almacenar dicho recurso. Es por ello que se recurre a los grandes tanques que hemos visto y que rondan los 250.000 m³ de almacenamiento unitario y que exigen cargas hidrostáticas superiores a los 20 m. Es decir: estamos construyendo auténticas presas de acero u hormigón postesado. De ello se deriva que hemos tenido que aprender mucho sobre estas estructuras tan singulares, completamente desconocidas en España.

- El objeto de los tanques es conseguir una garantía en el consumo de tan sólo una semana. Este período, que sería inadmisibles en cualquier

otro país occidental, aquí sí que es razonable. Ello es debido a que el agua no procede de la escorrentía superficial, (que exige unas garantías elevadas, dada su irregularidad), sino que se trata de un agua industrial, producto de una planta desalinizadora.

- Las grandes aducciones son siempre impulsiones. En cualquier país con un clima razonablemente lluvioso, el agua se toma de ríos y se eleva a puntos altos relativamente cercanos, con diferencias de cota de unas decenas de metros o a lo sumo un centenar. A continuación se transporta el agua por gravedad.

Sin embargo, en Arabia, en el mejor de los casos el agua está a la cota 0 (en el mar) y en otros a la del acuífero correspondiente. A la elevación necesaria para alcanzar la cota del terreno hay que sumar alturas geométricas (Riad está a la cota 700 m) que pueden alcanzar los 500 metros, como hemos visto en Harad. Es por ello que hay que recurrir frecuentemente a bombes en serie cada 50-100 km, que si bien abaratan la conducción, elevan enormemente el coste de almacenamiento, con los necesarios depósitos de entrega a los bombes.

- Los problemas de golpe de ariete de estas impulsiones de alta presión en régimen permanente, grandes diámetros (es habitual el Ø 1.600 mm, llegando a Ø 2.400 mm) y grandes longitudes son brutales. Como consecuencia, tenemos que recurrir a chimeneas de equilibrio (esas que estudiamos en la Escuela, que sabemos que existen, pero que nadie ha proyectado) o a calderines de ¡1.000 m³! Naturalmente se trata de “estaciones de calderines”. Como referencia, el máximo volumen comercial de un calderín en España es de 30 m³.

- Por último, precisamente en este escenario sería absolutamente recomendable dimensionar los diámetros de las impulsiones conjugando costes de inversión (crecientes con el diámetro) con costes energéticos (decrecientes con el diámetro). Aquí topamos con la política y la economía: el precio de la energía y el del agua están fuertemente subvencionados. Como consecuencia, no resulta posible la optimización técnica y habitualmente se disponen diámetros escasos, que rebajan el coste de inversión (visible) y elevan el de operación (futurible y menos aparente). **ROP** Rafael López Manzano, director de Proyectos de Gestión del Agua. Dirección Territorial de Oriente Medio de Typsa