581 - 15

depósitos de ladrillo con armaduras postesas

CARLOS BARREDO DE VALENZUELA

Al proyectar un depósito de agua, son varios los factores determinantes que pueden inclinar-nos a una solución o a otra.

Aparte de su misión específica como recipiente para almacenar una cierta cantidad de agua a una determinada altura, pueden influir condiciones locales, funciones estéticas o limitaciones económicas.

Generalmente, cada uno de estos factores influyen en mayor o menor grado en la mente del proyectista para decidirle por un tipo determinado de depósito.

Sin embargo, hay muchos casos de depósitos enterrados, o a nivel del suelo, en los que es prácticamente el aspecto económico el único que tiene importancia si cumplen su misión como almacenamiento de agua, bien para suministrarla directamente a zonas más bajas, o para subirla a un pequeño depósito elevado de donde parta la distribución.

detalles constructivos

planta del depósito

detalle de pilastra

detalle de junta entre el anillo y la losa

En ellos, la estética suele influir poco, y lo más importante es conseguir un depósito que resulte perfectamente estanco y cuyo coste sea el menor posible.

Es en este tipo de depósitos económicos y de fácil construcción donde hemos llegado a una solución eminentemente práctica y que cumple sus funciones con arreglo a todas las exigencias posibles.

Se trata de unos depósitos circulares con el fondo constituido por una losa de hormigón, y la pared formada por un muro de ladrillo.

La losa de hormigón del fondo no merece especial atención, pues generalmente estará apoyada sobre el mismo terreno, y serán las condiciones de éste las que determinen sus dimensiones, así como la armadura necesaria o, incluso, la ausencia de ella; así, pues, es el cerramiento circular de ladrillo el que va a ocuparnos en adelante.

Esta pared recibe un tesado de contorno mediante unas armaduras postesas, colocadas en anillos exteriores después de estar totalmente terminada la fábrica de ladrillo, que son las que resisten los esfuerzos de tracción producidos por el empuje del agua.

distribución de tensiones

Fases sucesivas de la distribución de tensiones en un sector de 90° de la armadura, hasta conseguir la distribución prácticamente uniforme de las tensiones en ella, mediante la subida y bajada de la presión en los gatos.

De esta manera, la pared de ladrillo queda sometida en todo momento a una compresión tangencial que impide la aparición de fisuras, pudiendo quedar así esta pared completamente impermeable mediante un enlucido interior.

Veamos, pues, un depósito de este tipo, el mayor de los que hemos construido de esta manera, que tiene 30 m de diámetro y 4 m de altura, siendo, por tanto, su capacidad de unos 2.800 metros cúbicos.

Este depósito, construido en Somosaguas, en los alrededores de Madrid, bajo la dirección del ilustre Ingeniero de Caminos don José María Cano, constituye el almacenamiento de agua de un sistema de distribución, y en su centro se levantará un depósito elevado que en este momento no está aún construido. Al mismo tiempo, esta parte inferior servirá para regar todas aquellas zonas a las que pueda llegar el agua por canalizaciones o simplemente rodada sobre el terreno.

Veamos las soluciones constructivas de este depósito:

El fondo está constituido por una losa de hormigón armado, de 30 cm de espesor, en cuyo centro se levanta la torre de sustentación para el depósito elevado que antes mencionábamos.

Sobre la losa de hormigón se apoya, en una junta elástica, la pared de ladrillo, y posteriormente se cubrirá con una bóveda tórica de rasilla apoyada en el contorno exterior y en la torre central.

El muro de cerramiento está construido con ladrillo aparejado a sardinel y tiene un espesor de un pie. Exteriormente recibe un enfoscado de mortero de cemento sobre el que se apoyan directamente las armaduras postasadas.

Estas armaduras están distribuidas en anillos de modo que compensen las tracciones producidas por la presión interna del agua, de manera que quedan más concentradas en la parte inferior de la pared y se van distanciando al ir subiendo hacia la parte superior.

Cada anillo está dividido en cuatro sectores cuyos extremos se cruzan en cuatro columnas de hormigón, que se han construido adosadas a la pared, en las que se efectúan las operaciones de tensión y anclaje de las armaduras.

Dada la concentración de armaduras en la parte inferior de la pared, en vez de cuatro columnas se han construido ocho, para facilitar la colocación de los anclajes en línea. De esta manera los anillos pares se anclan en cuatro columnas desplazadas 45° de aquellas en que se anclan los anillos impares.

La armadura quedó tesada en toda su longitud a 35 kg/mm^2 , a pesar de los rozamientos, con una tolerancia de $\pm 4 \text{ kg/mm}^2$, gracias a un método que aprovecha la inversión del sentido de las fuerzas de rozamiento al disminuir la tensión en puntas, y que consiste en a subida y bajada de tensión en los gatos hasta unos puntos determinados, según el rozamiento medido en obra y las tolerancias admitidas.

Pared de ladrillo de 1 pie de espesor de un depósito de 30 m de diámetro y 4 m de altura.

Vista interior del depósito durante su construcción.

Vista general del depósito.
Llenando el depósito con las armaduras todavía sin proteger.

La tracción de anillo producida por la presión interior del agua va desde 0 en la parte alta a 600 kg/cm de altura en la parte baja de la pared, y la compresión producida en ella por la armadura a depósito vacío va desde 50 a 700 kg también por centímetro de altura. Con el depósito lleno de agua, las compresiones totales que quedan en la pared de ladrillo son de 50 kg/cm de altura en la parte superior y de 100 kg/cm de altura en la inferior, y se han dejado así a título de seguridad.

Las tensiones unitarias producidas por estas compresiones totales en la fábrica de ladrillo, son, pues, 2 kg/cm² y 28 kg/cm² de depósito vacío, y 2 kg/cm² y 4 kg/cm² a depósito lleno, quedando así asegurada la ausencia de fisuraciones en todo momento.

La solución para la junta elástica entre la pared de ladrillo y la losa de hormigón del fondo se ve en una de las figuras, observándose que la pared se ha construido sobre una capa de asfalto vertida en un alojamiento dejado en la losa. Esta junta debe admitir los movimientos de la pared al variar su tensión por llenado y vaciado del depósito, pero sobre todo debe admitir los movimientos que se producen en los primeros momentos al tensar las armaduras y que aparte de los producidos por deformaciones elásticas tienen una parte muy importante producida por deformaciones plásticas y de acoplamiento.

En las fotografías en que aparece la armadura se observa una nueva concentración de ellas en la parte superior de la pared, con lo que se ha aumentado, en este caso, la resistencia del borde superior, pues—como dijimos antes—este depósito va a cubrirse con una bóveda de rasilla que produce empujes sobre el anillo de contorno. Este anillo de contorno, construido en hormigón pretensado, se apoya, mediante junta elástica, sobre una carrera de hormigón ejecutada directamente sobre la fábrica de ladrillo y en su movimiento podría arrastrar la parte superior de la pared si estuviese solamente pretensada de acuerdo con las exigencias del depósito.

La cantidad de acero especial para pretensado empleado en la pared del depósito es de 1.650 kg, y el número de anclajes para 3 Ø 5 mm es de 280. El resto de la obra—como dijimos antes—consiste en una losa normal de hormigón con 30 cm de espesor, y un muro de ladrillo de 1 pie, así como 8 pilastras de hormigón armado de 4 × 1,53 × 0,20 m. El enlucido de la solera y el interior de las paredes, así como un enfoscado exterior de 2 cm de espesor para protección de las armaduras, completan la construcción de este depósito, cuya economía se comprende fácilmente así como la facilidad de su construcción.

Con este tipo de depósito ampliamos las aplicaciones del postesado sacándolo de su campo normal del hormigón pasándole al de la fábrica de ladrillo, material con el que también pueden construirse, económicamente, depósitos rectangulares, silos, etc.

Fotos: MESA MORENO
y BARREDO