



CONSOLIDACIÓN DEL MURO DEL PATIO DE PESCADORES DEL PALACIO REAL DE ARANJUEZ

El paso del tiempo y la cercanía al río Tajo provocaron el deterioro del muro que separa el Palacio Real de Aranjuez y el Jardín de la Isla. La solución a las patologías ha sido la inyección de resinas expansivas.

La denominada ría de Aranjuez constituye una canalización de 30 m de anchura que separa el Palacio Real y el Jardín de la Isla. La ría convierte este ramal del Tajo en navegable a su paso por el palacio y lo protege de las subidas del agua. El muro, diseñado por Pedro Caro Idrogo en el primer tercio del siglo XVIII, se levantó a base de sillares de piedra caliza de 4,2 m. Se prolonga durante un kilómetro, desde la cascada de las Castañuelas hasta el extremo de la isleta.

En su inicio, junto a la cascada de las Castañuelas (donde el muro contiene el relleno de la plataforma del Patio de los Pescadores y encauza el canal), en 2014 se comenzó a apreciar un cierto

movimiento o deformación en la estructura, que motivó un seguimiento técnico y topográfico y que, dos años después, constató un incremento. Junto al muro, el terreno está cediendo, dando lugar a un incipiente socavón y colapso de alguno de los sillares por falta de terreno de apoyo.

A partir de la investigación geotécnica realizada, se ha podido establecer que el relleno del trasdós del muro se efectuó con terreno removilizado arenogravoso y rellenos antrópicos con fragmentos de ladrillo, presentando un espesor de 3 m y una compacidad floja. Estos rellenos están dispuestos sobre gravas arenociliosas matriz-sostenidas, las cuales presentan

compacidad variable, floja hasta aproximadamente 7,50 m de profundidad y media desde esa cota hasta 12,80 m de profundidad. Subyacentemente, aparecerían arcillas arenogravosas de consistencia media-firme hasta aproximadamente 18,50 m de profundidad, pasando a consistencia muy blanda-blanda (incluso fangosa) a partir de esa cota.

El nivel freático aparece a unos 4,30 m de profundidad, asociado al tramo superior del nivel de gravas arenociliosas, lo que implica que esos materiales tengan una compacidad deficiente.

El motivo de las patologías parece estar ligado a que las gravas arenociliosas han perdido la matriz que sostiene los cantos, por un lavado de finos provocado por las aguas subterráneas, lo que ha originado que el terreno gravoso ceda y acabe afectando a los rellenos que hay en superficie. Como el muro de sillería probablemente esté apoyado en esos mismos materiales gravo-arenosos, también se habría visto afectado por la pérdida de matriz de las gravas arenociliosas.

Según lo expuesto, se considera que estas patologías seguirán ampliándose si no se adopta algún tipo de medida correctora.

Entre las posibles soluciones, se considera la consolidación del terreno mediante inyecciones de resinas expansivas. La expansión de las resinas rellenaría la porosidad del terreno, impediría que siguiera produciéndose el lavado de finos, reforzaría los materiales

El Real Sitio, entre los ríos Tajo y Jarama, se expande a lo largo de 2.047,56 hectáreas al sur de la Comunidad de Madrid.





donde apoya la cimentación del muro y elevaría la superficie del terreno de manera controlada. La inyección de resinas expansivas permite una intervención rápida, sin contaminar, de forma que el drenaje del canal fuese de pocos días y no influyese en la fauna autóctona de la zona.

Investigación sobre lámina de agua. El estudio de tomografía de resistividad eléctrica en el Patio de Pescadores e inmediaciones en fachada norte del palacio de Aranjuez, así como sobre el agua que fluye por el canal, fue decisivo para determinar la proyección de inyecciones bajo la base del muro.

Las líneas de electrodos instaladas en la terraza (línea 1 y línea 2) cuentan con 48 electrodos cada una y paso de 1 m. La línea 3, en el canal sobre el agua, cuenta con 24 electrodos.

Se construye el modelo de subsuelo en función del parámetro de resistividad eléctrica, en todo el volumen de terreno ob-

jeto de estudio a través de mediciones 2D y 3D. Se han realizado 1.300 medidas de cuádrupolos eléctricos mediante las configuraciones Wenner-Schlumberger y Dipolo-Dipolo por un total de 120 electrodos.

La medición llevada a cabo por el estudio topográfico detecta la correspondencia de dicha anomalía con la zona de depresión en la terraza (descenso del terraplén) y el desplome del muro.

El volumen estimado de la anomalía es de 185 m³ y posee unas dimensiones de eje máximo vertical de 5 m de profundidad y un desarrollo de unos 10 m paralelamente al muro.

Gracias a los estudios ERT, se detecta que la anomalía se ubica a partir de la cota z=-4 m con respecto a la cota 0 m de la terraza. Dicha información proporciona una conclusión importante, que se opone a la información aportada por el estudio geotécnico acerca de la presencia del nivel freático a partir de la misma cota. Posiblemente, la presencia

El método SEE&SHOOT® de Geosec ha obtenido por ICMQ el Certificado de Conformidad con la normativa EN 12715 (Ejecución de trabajos geotécnicos especiales. Inyección).

de agua detectada en el estudio antecedente a este informe se deba al lavado por parte del río, y no a un nivel freático.

Solución para el recalce del muro. A partir de la investigación realizada, se establece que el relleno del trasdós del muro se efectuó con terreno removilizado con un nivel freático somero, a unos 4,30 m de profundidad.

A lo largo del río, en la zona del Patio de Pescadores y tras la cascada de las Castañuelas, se proyecta la intervención de consolidación del terreno con la tecnología mininvasiva de Geosec mediante el método de SEE&SHOOT®.

La resina máxima® utilizada es una fórmula química testada, de calidad elevada, ecocompatible, no contaminante y estable en el tiempo, conforme con las normas europeas vigentes en materia de ambiente, salud e higiene en el trabajo. En este caso, se prevé ejecutar dos y tres líneas de inyecciones paralelas al muro bajo el recalce con hormigón autocompactante realizado previamente. La línea más cercana al cauce constará de 18 m, con cinco niveles de inyección, y 7,50 m con tres niveles. La segunda línea más alejada del cauce constará de 25,50 m con tres niveles de inyección. Por último, de la tercera línea, la más alejada del



cauce, constará de 5 m con dos niveles de inyección. Compatiblemente con las estructuras y las instalaciones presentes se ejecutan una serie de perforaciones (de diámetro 20-30 mm) con un interje comprendido entre 0,50 y 1,50 m, tanto en el plano horizontal como en profundidad bajo la huella de la cimentación asentada para la realización posterior de las inyecciones.

Se realizaron un total de seis ensayos de penetración dinámica (tres preintervención y tres posintervención) con el objetivo de determinar las características mecánicas del terreno en profundidad. El número de golpeo del ensayo DPM 30 posintervención en todos los ensayos confirma la mejora de las características del terreno con respecto a las condiciones registradas en el estado preintervención, se comprueba un incremento de N medio superior al 40% en todos los casos (en el bulbo de tensiones), así como un incremento de la presión admisible.

Estudio de tomografía de resistividad eléctrica realizado en el Patio de Pescadores.

