



Boletín Técnico #7

Acabados Interiores
Cementicios de
Piscinas: “Estanque”
vs. “Impermeable”

Versión inicial: agosto 2021

“HERMÉTICO” versus “IMPERMEABLE”

El manual técnico del Consejo Nacional de Yeseros establece que el enyesado de una piscina, cuando se mezcla, coloca y termina correctamente, debe crear el acabado decorativo deseado que sea resistente al agua y al mantenimiento.¹ En realidad, la estanqueidad de una piscina se logra a partir de una combinación de la estructura de hormigón proyectado o concreto y el revestimiento de acabado interior. Si bien todas las piscinas deben ser herméticas, no todas las piscinas son impermeables. La humedad y el vapor de agua penetran a través de la estructura de una piscina, pero el agua líquida no debe hacerlo.^{1,2,3} Cuando se estipule, ciertas estructuras de piscinas pueden hacerse impermeables (o casi impermeables) a través de un diseño e ingeniería especiales.^{4,5}

La estructura de la piscina y las penetraciones^{1,2,3,7}

La mayoría de las piscinas excavadas en los Estados Unidos son de hormigón proyectado (mezclas de hormigón húmedo o seco que se disparan a alta velocidad), aunque también hay estructuras de piscinas de hormigón vertido. Una buena estructura de hormigón proyectado junto con un buen revestimiento de acabado interior no debe dejar escapar agua. Si bien el hormigón proyectado se puede diseñar y colocar de manera que cree una estructura hermética, es una expectativa poco realista que el hormigón proyectado sea hermético en las penetraciones, o donde se une a un material diferente.

Por lo general, las piscinas se disparan de forma monolítica, lo que significa una aplicación continua, sin juntas de alivio. Por lo tanto, es normal que se desarrolle cierta separación alrededor de las penetraciones a través de la estructura de hormigón proyectado (plomería, luces, etc.). Esto se debe a la contracción normal que se produce durante el fraguado del cemento hidráulico. Si bien el hormigón proyectado encapsula completamente las tuberías, los nichos de luz y otras penetraciones, es inevitable cierta separación alrededor de estas penetraciones.



Intrusión de agua en las penetraciones desde detrás de la estructura antes de la aplicación del revestimiento de acabado interior

Por lo tanto, todas las penetraciones a través del hormigón proyectado deben sellarse o taponarse. Los acabados interiores que se alisan continuamente hasta el fraguado final (o alisan duro) son capaces de sellar alrededor de estas penetraciones sin necesidad de sellar previamente. Otros acabados interiores, en los que se interrumpe el alisado antes del fraguado final, pueden requerir que todas las penetraciones se sellen o taponen antes de aplicar el revestimiento de acabado interior. Es una práctica común excavar (también conocido como 'ahuecar' o 'encajonar') el hormigón proyectado alrededor de algunas o todas las penetraciones para este propósito. Por lo general, las excavaciones para las líneas de retorno tienen una profundidad nominal de 1½" a 2" por un diámetro nominal a

3" – 4" alrededor de la tubería. Las líneas de succión requieren una excavación mucho más grande, dependiendo del tipo de anillo de base de drenaje principal y cubierta que se instalará.



Penetraciones de fontanería con accesorios y presellados

Las excavaciones permiten un mejor acceso a la tubería, lo que facilita cortar la tubería lo suficientemente hacia atrás para garantizar que los accesorios queden al ras con la superficie prevista del revestimiento de acabado interior. Las excavaciones también permiten el acceso y el espacio para aplicar un sellador o material de obturación alrededor de las penetraciones, asegurando que sean herméticas. Otras penetraciones que no requieren ningún otro ajuste o trabajo antes de la aplicación del revestimiento de acabado interior a menudo pueden excavar poco o nada. La carga de garantizar que las penetraciones estén selladas o taponadas puede recaer en el constructor, el enyesador o el equipo de preparación previa al enyesado, según a qué parte se le asigne la responsabilidad. Para trabajos comerciales y públicos, el Ingeniero, Arquitecto o Diseñador debe estipular la Parte responsable de sellar o tapar todas las penetraciones de una manera que asegure que todas sean herméticas.

Se sugieren las siguientes consideraciones, en cuanto al tipo de material y método de instalación, para sellar o tapar penetraciones:

1. El uso de material de obturación cementoso de baja contracción que no se contrae.
2. Los materiales cementosos sin arena deben usarse solo como una fina capa de lechada dentro de la excavación, según las recomendaciones del fabricante, y no deben usarse como método para rellenar toda la excavación.

3. La inclusión de un fortificante polimérico, de probada estabilidad bajo el agua, con el material cementoso de obturación, según las recomendaciones del fabricante.
4. El uso de selladores que no son compatibles con materiales cementosos debe limitarse a sellar solo el área inmediata en la interfaz de la penetración y el hormigón proyectado y no debe usarse para sellar o recubrir el interior de la excavación, tubería u otros accesorios.
5. La eliminación de cualquier material suelto o escombros y un lavado completo alrededor de las penetraciones para garantizar una buena adherencia o 'afinación' del revestimiento de acabado interior con el hormigón proyectado.
6. Taponar o rellenar las excavaciones al ras con la superficie general de hormigón proyectado, en lugar de usar material de revestimiento de acabado mientras se enyesa, puede ayudar a prevenir la decoloración por hidratación diferencial causada por el aumento del espesor de los revestimientos de acabado interior en las excavaciones.
7. Se debe permitir que el material de obturación se seque o cure por completo, según las recomendaciones del fabricante, antes de aplicar el revestimiento de acabado interior.

Sellado de grietas en el sustrato

Es imperativo que una mezcla de hormigón proyectado para piscinas esté diseñada para restringir la penetración del agua. Por lo general, esto requiere que un diseño de mezcla de hormigón proyectado tenga una cantidad adecuada de material cementoso; una baja relación agua:cemento; una adición de puzolana o modificador de polímero; o alguna combinación de estos, para producir un hormigón proyectado hermético. Un buen diseño de mezcla de hormigón proyectado reducirá la cantidad y el tamaño de las grietas por contracción que se desarrollan en la superficie. El refuerzo adecuado, el diseño estructural y la mezcla y colocación adecuadas de los materiales de hormigón proyectado aseguran que la estructura de la piscina no tenga grietas de estructura. Las grietas plásticas, autógenas o de contracción son visibles en la superficie de la mayoría de las estructuras monolíticas de hormigón proyectado; sin embargo, estas grietas se tapan y sellan con el revestimiento de acabado interior. Sin embargo, las grietas de movimiento estructural pueden reabrir grietas existentes o crear nuevas grietas después de la aplicación del acabado interior.

Curado del sustrato

El curado es un método para mantener la humedad adecuada dentro del material cerca de la superficie para garantizar la hidratación continua de un aglutinante cementoso que, de lo contrario, podría secarse. Por lo general, se trata de una acción deliberada, como rociar, empapar o cubrir la superficie para mantener un nivel de humedad elevado dentro de la matriz del material (idealmente, esto es igual o superior al 85 % de HR dentro de la matriz del material). Al igual que con todas las estructuras de hormigón proyectado y hormigón, el curado adecuado reduce la velocidad y el tamaño del agrietamiento por contracción cerca de la superficie. El curado adecuado también mejora las propiedades generales de ganancia de resistencia, lo que a su vez imparte hermetismo a la estructura de la piscina.^{1,6}

Se ha demostrado que extender el curado en húmedo de 3 a 7 días puede resultar en una reducción del 10 % al 20 % en el agrietamiento por contracción en la superficie superior. Para las estructuras de piscinas de hormigón proyectado que van a recibir un revestimiento de acabado cementoso, el documento de posición de la ASA 'Curado del hormigón proyectado para piscinas' y el manual técnico del Consejo Nacional de Yeseros (NPC, por sus siglas en inglés) recomiendan que el curado húmedo continúe durante 28 días. Idealmente, los primeros siete (7) días, el hormigón proyectado debe

empaparse de 3 a 5 veces al día, según el clima o la región del país. Las regiones más frías o las épocas más frías del año pueden requerir menos. Esto generalmente se hace rociando agua sobre la superficie de hormigón proyectado con una manguera de jardín.^{1,6}

Instalación del acabado interior¹

La superficie del acabado interior debe colocarse y acabarse de forma que garantice la estanqueidad de la piscina. No debe haber grietas, agujeros o espacios abiertos en la línea de losetas, rocas u otras áreas de transición que permitan que el agua pase libremente a través del revestimiento. La aplicación de yeso debe terminarse de manera que proporcione un sello hermético alrededor de los accesorios de plomería, accesorios de iluminación y otras penetraciones a través de la estructura de hormigón proyectado.

Aunque todos los acabados interiores de cemento para piscinas desarrollan algunas grietas por contracción o grietas antes del momento en que se llenan con agua, estas grietas generalmente se vuelven a sellar una vez bajo el agua, ya que el aglutinante de cemento continúa hidratándose bajo el agua.^{8, 14, 15}

Los revestimientos de hormigón proyectado y de acabado interior se consideran membranas semipermeables. Como tal, la humedad y el vapor de agua penetran a través de la estructura y en el suelo con el tiempo. Sin embargo, las piscinas están diseñadas para ser herméticas. El agua líquida libre no debe pasar a través de la estructura. Ciertos entornos de colocación pueden requerir que una piscina sea impermeable (o casi impermeable) y, como tal, se debe estipular un diseño e ingeniería especiales.

Estructuras Impermeables^{4,8-20}

Este boletín técnico no pretende ser un recurso para explicar los materiales y la aplicación para la impermeabilización de piscinas. Esta sección tiene como único objetivo mostrar las diferencias entre 'hermético' e 'impermeable' y enseñar los atributos generales de ambos.

Cada fabricante de impermeabilizantes promueve su propio sistema único, para incluir materiales patentados y procedimientos de aplicación únicos; por lo tanto, estos sistemas deben estar calificados y demostrar que son aplicables para un uso específico según el proyecto individual o el entorno de ubicación. En última instancia, el fabricante de impermeabilizantes debe asegurarse de que su sistema de impermeabilización sea compatible con todos los componentes de la piscina a los que afecta el sistema, además de garantizar la compatibilidad a largo plazo de los productos impermeabilizantes en el agua y los productos químicos de la piscina.

Hay muchos sistemas de impermeabilización para elegir.

- Integral a hormigón proyectado (añadido a la mezcla de hormigón proyectado durante la aplicación)
- Capa integral a lechada (agregada a una capa de lechada o capa base antes del enyesado)
- Acabado integral al interior (agregado a la mezcla de acabado interior durante la aplicación)
- Membranas (típicamente un revestimiento impermeable flexible aplicado al interior de la piscina)
- Spray-On (lado de presión negativa)
- Spray-On (lado de presión positiva)

Los siguientes son ejemplos en los que puede ser necesaria la impermeabilización y se ofrecen posibles consideraciones.

Construcción de una piscina suspendida (por ejemplo, construida sobre un estante, pilastras, etc.) o bordes negativos, donde se verá el exterior (parte posterior) de la estructura. Para algunas ubicaciones, un impermeabilizante del lado positivo (interior) por sí solo puede no ser suficiente para tales ubicaciones. Puede ser necesario impermeabilizar la propia estructura de la piscina mediante el uso de una impermeabilización integral añadida al diseño de la mezcla de material cementoso. Opcionalmente, un método para envolver (interior y exteriormente) la estructura mediante la aplicación de una membrana impermeable o un impermeabilizante penetrante que impermeabilice toda la estructura. Esto incluye la impermeabilización hasta la cubierta (detrás de la loseta perimetral) y en la parte superior de las paredes de borde negativo (borde infinito). Si no se impermeabiliza por completo una estructura de este tipo, puede producirse una migración de humedad y, finalmente, una eflorescencia antiestética (acumulación de sal) que se exhibe en áreas del lado de presión negativa de la estructura.

Evitar que el agua penetre o se acumule fuera de la estructura (contrapresión). No se debe permitir que el agua se acumule o se estanque contra el exterior de la estructura de la piscina. Si el agua se acumula contra el lado de presión negativa (lado posterior) de la estructura de la piscina, el gradiente de presión puede hacer que se despegue la membrana impermeabilizante, la capa de unión o el acabado interior. Esto incluiría agua de lluvia, irrigación u otra fuente donde el agua se ve impedida y no se le permite escapar del área inmediata de la estructura de la piscina. Incluso una lluvia estacional o una tubería de riego con fugas pueden crear una contrapresión significativa que da como resultado la flexión, el estiramiento y, potencialmente, el desprendimiento de la membrana impermeable, la capa adhesiva o el acabado interior.

Otros ejemplos donde se recomienda la impermeabilización:

1. Estructuras que están fuera del suelo, como ciertas fuentes o elementos de agua, o porciones de una piscina donde se ve la parte trasera de la estructura.
2. Estructuras que no son monolíticas, o que comparten una pared o parte de otra estructura, como un edificio, casa o bar bajo agua.

También se recomienda que las piscinas y spas que se construyan en un garaje de estacionamiento, un edificio de varios pisos, una casa o una estructura similar se construyan dentro de una bóveda a prueba de agua, que tenga un sistema de drenaje que elimine cualquier filtración, fuga o desbordamiento de agua lejos de la estructura.

REFERENCIAS

Estanqueidad/Penetración/Curado

1. Consejo Nacional de Yeseros, *Manual técnico*, 9ª Edición, 2016
2. American Shotcrete Association, Pool and Recreational Committee, Position Paper 4, Watertight Shotcrete for Swimming Pools, info@shotcrete.org

3. American Shotcrete Association, Pool and Recreational Committee, Position Paper 6, Forming and Substrates in Pool Shotcrete, info@shotcrete.org
4. American Concrete Institute, ACI 515.2R – *Guía para seleccionar tratamientos protectores para el concreto*, www.concrete.org
5. American Concrete Institute, ACI 365.1R-17 – *Informe sobre la predicción de la vida útil*, www.concrete.org
6. American Shotcrete Association, Pool and Recreational Committee, Position Paper 7, Curing of Shotcrete for Swimming Pools, info@shotcrete.org
7. J. Dongell, Penetraciones en piscinas, Revista Shotcrete, vol. 17, No. 3, Verano, 2015, pp. 10 -11

Impermeabilización

8. A. Johansson-Selander, J. Trägårdh, J. Silfwerbrand, M. Janz, Tratamientos repelentes al agua: la importancia de alcanzar una profundidad de penetración suficiente, hormigón en condiciones severas: Medio ambiente y carga – Actas de la 6ª Conferencia internacional sobre concreto bajo condiciones severas, CONSEC '10, 2010, pp. 1173–1179
9. V. Spaeth, JP Lecomte, MP Delplancke, J. Orlowsky, T. Büttner, Impact of Silane and Siloxane Based Hydrophobic Powder on Cement-Based Mortar, Advanced Materials Research 687.100, 2013, págs. 100–106
10. P. Reiterman, J. Pazderka, Revestimiento cristalino y su influencia en el transporte de agua en el hormigón, Avances en ingeniería civil, vol. 2016
11. J. Pazderka, E. Hájková, Aditivos cristalinos y su efecto sobre propiedades seleccionadas del hormigón, Acta Polytechnica vol. 56, Número 4, 2016, págs. 306-311
12. V. G. Cappellesso, P. dos Santos, D. Molin, A. Masuero, Uso de impermeabilizante cristalino para reducir la porosidad capilar en el concreto, Journal of Building Pathology and Rehabilitation, vol. 1, número 1, 2016, pág. 9
13. G. Li, X. Huang, J. Lin, X. Jiang, X. Zhang, Sustancias químicas activadas de materiales impermeabilizantes cristalinos capilares cementosos y su comportamiento de autorreparación, construcción y materiales de construcción, 10 de marzo de 2019, págs. 36-45
14. P.C. Tran, K. Kobayashi, T. Asano, S. Kojima, Mecanismo de prueba de carbonatación de impregnaciones superficiales a base de silicato, Journal Advanced Concrete Technology, vol. 16, Número 10, 2018, págs. 512-521.
15. P. Azarsa, R. Gupta, A. Biparva, Efectos de los aditivos impermeabilizantes cristalinos sobre la autocuración y la permeabilidad del hormigón, 1.ª Conferencia internacional sobre nuevos horizontes en ingeniería civil, NHICE -01, 2018
16. F. Qin, F. Yang, H. Liu, Medidas impermeables para piscinas: Use of Cement-Based Permeable Crystalline Waterproof Composite Coatings, Chemical Engineering Transactions, vol. 59, 2017, págs. 535-540
17. A. Biparva, Impermeabilización cristalina integral, El futuro de la durabilidad del hormigón, Structure Magazine, vol. 52 de febrero de 2015
18. L. W. Teng, R. Huang, J. Chen, A. Cheng, H.M. Hsu, Un estudio del mecanismo cristalino de materiales selladores de penetración, Materials, vol. 7, Número 1, 2014, págs. 399-412
19. B. Sengupta, A. Chakraborty, Reducción de la permeabilidad del hormigón, mortero y yeso por una sustancia química que retarda la filtración de agua y la transferencia de sal, WIT Transactions in Built Environments, vol. 137, 2014, págs. 639-650
20. G. Z. Lu, W. X. Zhao, L.J. Zhou, X. J. Ding, El análisis del mecanismo y la aplicación del revestimiento impermeabilizante cristalino capilar cementoso, Proc. de la Conferencia Internacional de Mecánica e Ingeniería Civil de 2014, ICMCE-14, 2014