Aplicaciones para el manejo del agua
Concreto permeable

Samuel E. Arango C., Cementos Argos S.A.
Jeiko Sebastián Londoño, Asocreto.

Foto 1. Concreto permeable. El agua pasa a través de la estructura del material.
CORTESÍA CEMENTOS ARGOS S.A.

Introducción

El concreto permeable, más conocido en sus principios como concreto sin finos, se ha utilizado en la industria de la construcción, principalmente en Europa, desde mediados del siglo XIX. Las aplicaciones más comunes fueron paneles prefabricados, bloques y muros de carga *in situ* para viviendas de una o varias plantas. En 1852 se registra por primera vez el concreto permeable en la construcción de dos casas en el Reino Unido. Posteriormente, en 1923, se reporta nuevamente su empleo en construcciones de uso residencial, que se extiende hasta la época de la posguerra cuando, debido a la baja disponibilidad de materiales de construcción, se exploraron técnicas y sistemas de construcción de menor costo [1].

- Gracias a su baja difusividad térmica, en sus primeras aplicaciones el concreto sin finos fue usado como aislante en soluciones de vivienda. Esta modalidad perdió popularidad cuando los materiales aislantes de alta eficiencia bajaron sus costos. Un ejemplo icónico del uso del concreto sin finos son las casas Wimpey [2] en el Reino Unido, donde el constructor, George Wimpey & Co Ltd, usó concreto sin finos vaciado en sitio para la construcción de 300.000 unidades desde 1940 a 1960 [3].

Foto 2: Casa Wimpey construida con concreto sin finos, en Reino Unido, Inglaterra.
POR IAN S, CC BY-SA 2.0, HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/W/INDEX.PHP?CURID=66483312

En época reciente, durante los últimos 30 años se empieza a usar el concreto permeable tal como lo conocemos, valorizando los beneficios técnicos y de sostenibilidad. Gracias a este nuevo impulso, universidades, industria e institutos de normalización han venido realizando investigaciones que producen conocimiento e información para destacar las ventajas y promover su empleo. El Instituto Americano del Concreto-ACI tiene un comité específico de trabajo en el desarrollo de información técnica, aplicaciones, métodos de diseño y suministro, materiales, propiedades, métodos de construcción, ensayos e inspección (Comité ACI 522R) [4], y la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM) se ha enfocado al desarrollo de estándares para caracterizar sus propiedades y uso [5].

Definición y aspectos técnicos relevantes

El concreto permeable puede definirse como una mezcla de cemento, agua, agregado grueso y aditivos, donde en función de las propiedades del agregado, en ocasiones es necesario adicionar arena en muy baja proporción. Se diseña de tal forma que al aplicarlo resulte un material con suficientes vacíos interconectados que permita el paso del agua sin dificultades.

Las principales características que diferencian al concreto permeable de uno convencional son:

- Menor masa unitaria.
- Alta permeabilidad debido a su contenido de vacíos que puede variar entre 15 y 30%.
- Menores propiedades mecánicas.
- Menor retracción, por su bajo contenido de pasta.
- Mayor aislamiento térmico y acústico.

Además de estas propiedades, al ser aplicado para el control de manejo de aguas lluvias, la estructura permeable puede contribuir al mejoramiento del agua de escorrentía mediante tres mecanismos básicos [6]:

1. Purificación física: los canales sinuosos y curvilíneos en la estructura interna del concreto permeable adsorben la mayoría de las partículas suspendidas en el agua lluvia y remueven una cantidad considerable de contaminantes. Eventualmente, el material fijado puede ser extraído mediante trabajos periódicos de mantenimiento en los procesos de purificación.
2. Purificación química: la alcalinidad natural del concreto permeable durante el contacto con agua contaminada libera iones de hidróxido y carbonatos, los cuales reaccionan con los contaminantes y los precipitan. Adicionalmente, el pH del agua contaminada se incrementa haciéndola más neutral cuando tiene un valor de acidez considerable.
3. Purificación biológica: los poros en el concreto permeable proveen un ambiente apto para el desarrollo de ciertas actividades microbianas que consumen los materiales suspendidos y los disuelven.

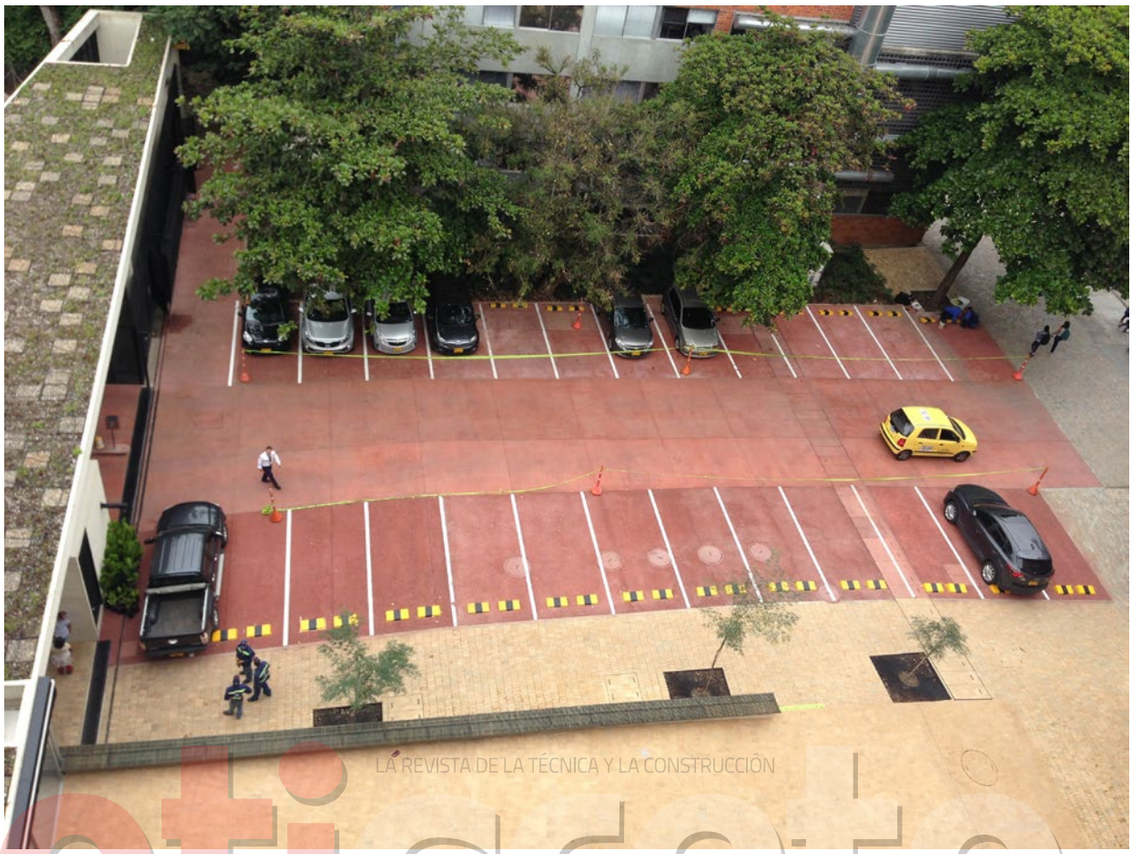
Todas estas ventajas unidas a la capacidad de disminuir los efectos del fenómeno isla de calor y de mitigar las consecuencias de la alteración del ciclo natural del agua causados por el desarrollo urbanístico, al aumentar la tasa de intercambio de fluidos con el suelo [6], hacen del concreto permeable un actor importante en los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). En estos SUDS, y dependiendo de su combinación con estructuras complementarias, el concreto permeable facilita el almacenamiento y pretratamiento de la escorrentía superficial, la recarga de los acuíferos en zonas urbanas y la disminución de la cantidad de agua a evacuar en los sistemas de alcantarillado [7].

Usos y aplicaciones

Como se ha evidenciado, el concreto permeable es un material con gran potencial, posibilidades y empleos que no se han aprovechado. Los beneficios técnicos, económicos y de sostenibilidad han definido su uso y un amplio rango de aplicaciones, dentro de las que cabe mencionar:

- Parqueaderos comerciales y residenciales.
- Pavimentos de bajo tránsito, rodadura y bases.
- Bermas y andenes.
- Vías para peatones y bicicletas.
- Control de erosión y protección de pendientes.
- Pisos en invernaderos.
- Pisos, paredes y muros donde se requieran bajo peso, aislamiento térmico o acústico.
- Pisos para zoológicos y establos de animales.
- Superficies para parques y espacios deportivos.
- Terraplenes.
- Bordes de piscinas.
- Rompeolas.
- Camas de lodos en plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Sistemas de almacenamiento de energía solar.
- Revestimientos de pozos.
- Arrecifes artificiales.

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN



➔ Foto 3. Parqueaderos en concreto permeable color terracota, Centro Argos para la Innovación, Universidad EAFIT, Medellín.
CORTESÍA CEMENTOS ARGOS S.A.

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN

Aplicaciones en Colombia

En el país se conocen aplicaciones de concreto permeable en Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena. Estas aplicaciones han sido principalmente en parqueaderos de bajo tráfico, parques (Foto 4) y zonas de circulación peatonal y vehicular. En estos proyectos se han aplicado concretos grises y de color; mediante distintas configuraciones de los sistemas se captura el agua en superficie para infiltrarla, disponerla y, en algunos casos, reutilizarla.

Una de las aplicaciones recientes en Colombia es la del parqueadero de motocicletas de la Universidad Nacional, Sede Medellín (Foto 5). Algunos datos técnicos de este proyecto son:

- Concreto permeable gris de 10 cm de espesor.
- Base granular limpia para almacenamiento e infiltración.
- Tubería perforada para evacuar agua en caso de excesos.
- Capacidad de infiltración del sistema: 300 a 500 mm de agua/min.

🡻 Foto 4. Parques de la Alcaldía de Medellín, Sector Buenos Aires, donde se usó concreto permeable de colores.
CORTESÍA CEMENTOS ARGOS S.A.

➔ Foto 5. Parqueadero de motos Universidad Nacional, sede Medellín.
CORTESÍA CEMENTOS ARGOS S.A.

Otras aplicaciones

Algunos usos del concreto permeable no han sido exploradas en Colombia: en bermas para evitar los riesgos de los canales abiertos, elementos para el control de la erosión de taludes y muros, trasdós de muros para permitir el flujo de agua y liberar presiones, además de aplicaciones en puertos y estructuras costeras como elementos de sacrificio, entre otros.

Foto 6. Construcción de berma en concreto permeable en Estados Unidos.
CORTESÍA CEMENTOS ARGOS S.A.

Con el fin de evitar canales abiertos, cunetas o cualquier otro elemento que implique riesgos o áreas que no se pueden usar, en países como Estados Unidos y España se han implementado soluciones como la mostrada en la foto 6, donde el concreto permeable se instala sobre una capa de granulares, se gestiona el agua lluvia y al mismo tiempo se crea un área útil para el tránsito.

Para la construcción de un campo atlético en Michigan, EE UU, se especificó una solución que permitió reducir la excavación en un 50% y eliminó la necesidad de mover algunas estructuras aledañas, beneficiando la ejecución del proyecto en términos de tiempo y costo [8].

En presas, más específicamente en la Santee Cooper en Carolina del Norte, EE UU, se instalaron placas de concreto de 250 mm sobre la cara río arriba de la presa para la protección de la erosión por el agua en los muros masivos de concreto. En este caso se usó un concreto permeable con agregado grueso 19 mm de tamaño máximo nominal. Luego de algunos años de funcionamiento, una pequeña capa del concreto permeable extendida debajo de la línea del agua mostró signos de desgaste y decoloración, comprobando que estaba cumpliendo con su objetivo como material de sacrificio [1].

Por último, el ACI viene estudiando el uso de concreto permeable en puertos y estructuras costeras, que incluyen protección de obras civiles marinas, líneas costeras, malecones y arrecifes artificiales [4]. Esto con el fin de reducir la fuerza de impacto del oleaje y proteger de la erosión las superficies de concreto convencional que están en contacto permanente con el agua de mar. Las investigaciones han mostrado resultados positivos, concluyendo que el concreto permeable tiene buena capacidad de disipar la energía de las olas y, por lo tanto, puede brindar protección contra las turbulencias del océano [9].

Comentarios finales

- Por sus características técnicas, el concreto permeable es una opción para resolver un amplio espectro de retos de ingeniería en aplicaciones como edificaciones, espacio público e infraestructura.
- Aunque en Colombia se ha explorado la aplicación de este material en parqueaderos, senderos y parques con el objetivo principal de gestionar el agua en superficie y en algunas ocasiones infiltrarla y reutilizarla, todavía restan grandes oportunidades en otro tipo de empleos que valoricen la reducción en peso, la capacidad de aislamiento, la disipación de energía y como material de sacrificio.
- El uso del concreto permeable en estructuras hidráulicas –que buscan controlar o manejar el agua, bien sea con fines utilitarios o de defensa– es uno de los más significativos, pues permite aprovechar sus características: como parte de una superficie, simplemente para gestionar el agua en sitio, como parte de SUDS o como elemento de disipación de energía y/o capa de sacrificio.

Bibliografía

1. Ghafoori, By Nader and Dutta, Shivaji, Building and nonpavement applications of no-fines concrete, 1995, ASCE, pp. 286 - 289.
2. BISFHOUSE. [Online] https://www.bisfhouse.com/wimpey-no-fines-in-situ-concrete-house/.
3. Buchanan, Neil. New Civil Engineer. [Online] 4 27, 2015. https://www.newcivilengineer.com/latest/letters-celebrating-the-return-of-no-fines-concrete-27-04-2015/.
4. American Concrete Institute. ACI 522R-10, Report on Pervious Concrete. Farmington Hills, MI, USA : American Concrete Institute, 2010.
5. American Society for Testing and Materials, Pervious Concrete Selected Technical Paper STP1551. [ed.] Heather J. Brown and Matthew Offenberg. New York : Bay Shore, 2012.
6. Chandrappa, Anush K. and Biligiri, Krishna Prapoorna, Pervious concrete as a sustainable pavement material - Research findings and future prospects: A state-of-the-art review. 111, 2016, Construction and Building Materials, pp. 262 - 274.
7. Arango, Samuel, "Sistema integral para el desarrollo urbano sostenible: Concreto permeable", 2014, Noticreto, pp. 80-84.
8. Concrete Construction. [Online] 6 15, 2016. https://www.concreteconstruction.net/business/technology/using-pervious-concrete-as-retaining-wall-backfil_c
9. Lee, M.-G., et al, "Preliminary Study of Pervious Concrete on Pavement and Seawall", 2017, ASTM Journal of Testing and Evaluation, pp. 249-259.
10. Yadav, Neetu B., Shah, Jayesh A. and Shah, Rushabh A., "Pervious Concrete: Solution for Low Cost Construction". 2013, International Journal of Innovative Science and Modern Engineering, pp. 38-41.
11. Sonebia, Mohammed and Yahiac, Mohamed Bassuonib Ammar, #Pervious Concrete: Mix Design, Properties and Applications". 2016, RILEM Technical Letters, pp. 109-115.

noticreto LA REVISTA DE LA TÉCNICA Y LA CONSTRUCCIÓN