

Investigación y Desarrollo de nuevas secciones de firme permeable
adaptadas a los ámbitos urbanos.

Doctorando

Valerio C.A. Andrés Valeri

Director

Jorge Rodríguez-Hernández.

INREODUCCIÓN

El acelerado desarrollo y crecimiento de los núcleos urbanos ha provocado la alteración de las redes naturales de drenaje y de los procesos de precipitación-escorrentía-infiltración, generando en ocasiones el desbordamiento de los sistemas de saneamiento unitarios. Las zonas urbanas resultan especialmente vulnerables a los riesgos de inundación debido a la concentración de población. Además la urbanización multiplica los daños que puedan causar los aguaceros intensos, debido a las superficies impermeabilizadas de las ciudades, agravándose en función de las topografías locales y de las modificaciones impuestas a las salidas naturales del agua. Aparte de los propios efectos debidos a las inundaciones, hay que añadir la incomodidad causada a la población y los efectos de la contaminación arrastrada por el agua de escorrentía y que acaba afectando a los cauces y acuíferos naturales. Esta contaminación, conocida como difusa por su origen no localizado, variará en función del uso que se le dé al suelo por el que transcurra la escorrentía, siendo especialmente importante en zonas urbanas

La sustitución de superficies impermeables por superficies permeables en el interior de las ciudades es una solución que contribuye a reducir los problemas de inundaciones y contaminación difusa directamente en el origen, corrigiendo los efectos negativos provocados por la impermeabilización de las superficies urbanas por las que circula el agua de escorrentía superficial. Además, el empleo de las superficies permeables permite devolver al agua de lluvia su valor original como recurso natural, permitiendo su almacenamiento y uso, con el consiguiente ahorro tanto de parte del consumo de agua potable como de parte del tratamiento de agua residual.

Los firmes permeables son sistemas de control en origen de la escorrentía superficial. Estos firmes consisten en secciones compuestas de varias capas de materiales que permiten el paso del agua a través suyo y en los que el conjunto de sus capas ofrece la capacidad portante necesaria para resistir un tráfico determinado. Los firmes permeables han sido aplicados con éxito en zonas de aparcamiento de vehículos ligeros y en viales residenciales de nueva construcción. Sin embargo, su aplicación en aparcamientos y viales no es habitual, ofreciendo un gran potencial de aplicación. Dentro de las ciudades, los firmes permeables pueden ser utilizados principalmente en estacionamientos y calles de bajo tránsito, quedando excluidos de aplicación en zonas industriales contaminadas, en carreteras con alta intensidad de tráfico pesado y en zonas con gran aporte de sedimentos o con gran pendiente.

Esta situación genera la necesidad de desarrollar nuevos materiales que permitan ampliar su aplicabilidad en las áreas urbanas, soportando los diferentes grados de tráfico pesado a los que estén sometidos, permitiendo la infiltración del agua de lluvia y filtrando los contaminantes presentes en la escorrentía. Además, es necesario definir para cada tipología, el mantenimiento necesario para conservar la capacidad de infiltración en niveles que permitan gestionar el régimen de precipitaciones local.

MATERIALES

La presente investigación se centrará en desarrollar materiales mejorados que ofrezcan una mayor capacidad portante, permitiendo incrementar la aplicabilidad de estos sistemas y mejoren su vida útil reduciendo el desgaste prematuro. Para ello será necesario que las diferentes capas que componen la sección permeable proporcionen un comportamiento mejorado:

Capas de Sub-base

Se intentará mejorar la capacidad resistente de las sub-bases granulares mediante modificaciones de la granulometría y de la tipología del árido.

Las sub-bases tratadas con cemento se mejorarán modificando las granulometrías y los contenidos de cemento, afinando el diseño de las mezclas y estudiando la posibilidad de añadir aditivos que mejoren su comportamiento.

Capas Superficiales

Se analizará el comportamiento de las superficies de asfalto poroso para diferentes tipos de betunes (normales y modificados con polímeros), buscando aumentar su vida útil mediante la adición de aditivos estabilizadores.

Se estudiará el comportamiento de capas superficiales constituidas de hormigón poroso, buscando incrementar su resistencia mecánica modificando las granulometrías y el grado de compactación y mediante el uso de aditivos que mejoren su comportamiento mecánico.

Geotextiles

Finalmente se analizará la conveniencia de colocar un geotextil de separación entre las capas que componen la sección permeable, que puede actuar tanto como refuerzo mecánico del firme y como elemento de filtro de contaminantes. Por ello se requiere estudiar el efecto de las acciones mecánicas sobre estos elementos, así como la progresiva pérdida de permeabilidad debida a los sedimentos filtrados.

METODOS

Los materiales seleccionados se caracterizarán desde 2 enfoques diferentes. Por un lado deberán ser caracterizados hidráulicamente, mediante medidas de la capacidad de infiltración y de la pérdida de ella debido a procesos de colmatación. Para ello se emplearán medidas de volumen de huecos, permeabilidad y simulaciones de lluvia.

Por otro lado será necesario estudiar el comportamiento mecánico de todos los materiales y su estabilidad, mediante la realización de los ensayos normativos pertinentes. Una vez se hayan caracterizados los diferentes materiales, se procederá a diseñar nuevas estructuras de firme permeable que deberán ser posteriormente caracterizadas y validadas.

TRABAJO ACTUAL

En la Universidad de Cantabria

Actualmente, los trabajos desarrollados se han centrado en el análisis de la influencia de las fibras de celulosa en las mezclas de asfalto poroso. Las fibras de celulosa son fibras poliméricas de origen natural, y cuya principal función en las mezclas porosas es la de actuar como agente estabilizante de las mezclas, permitiendo incrementar la dotación de ligante sin provocar escurrimiento del betún, por lo que permiten una mejor envuelta del árido mejorando sus características resistentes.

Para la fabricación de las mezclas se ha usado un betún convencional B50/70, ofita, filler calizo y dos tipos diferentes de fibras de celulosa: de origen comercial y provenientes del reciclado.

Se han probado diferentes concentraciones de fibras y diferentes dotaciones de betún, habiéndose fabricado 8 probetas Marshall para cada mezcla estudiada. De estas 8 probetas, 4 se han ensayado en condiciones secas, midiéndose la pérdida por desgaste a través del ensayo Cántabro; y otras 4 en condiciones húmedas en las que se ha medido además la permeabilidad y la porosidad interconectada.

Los resultados preliminares muestran una importante mejora de la resistencia al desgaste de las mezclas con adiciones de fibras de celulosa respecto a las de referencia sin fibras, cumpliendo los valores normativos impuestos por la legislación española para mezclas porosas. Se ha observado que tanto las fibras comerciales como las recicladas tienen efectos positivos sobre la mezcla, con un mejor comportamiento general de las mezclas con fibras recicladas. Además, las mezclas han mostrado una menor sensibilidad a la sobredosificación de las fibras recicladas respecto a las comerciales, que muestran un empeoramiento del comportamiento para altas dotaciones de fibras.

En el Politécnico de Milán

El trabajo que se está realizando durante la estancia pre doctoral tiene como objetivo estudiar la influencia de los esfuerzos de compactación sobre el comportamiento hidrológico de los pavimentos porosos. El objetivo es determinar la capacidad de infiltración de estos pavimentos para las diferentes porosidades obtenidas al modificar el grado de compactación de las mezclas, dependiendo del grado de colmatación y del régimen pluviométrico local.

Para ello se ha seleccionado un material granular con una granulometría para cada tipo de material, así como una tipología y dotación de ligante (betún o pasta de cemento) que se han compactado con diferentes energías para lograr diferentes porosidades de diseño. Se han fabricado 3 probetas de 27x50cm por cada porosidad y material. Estas probetas se someterán a simulaciones de lluvia con diferentes intensidades y con diferentes concentraciones de sedimentos. Esto permitirá conocer la capacidad de infiltración de los pavimentos según la porosidad del pavimento, así como la pérdida de permeabilidad producida por la deposición de sedimentos y las necesidades de mantenimiento que permitirían mantener una adecuada capacidad de infiltración