

Impermeabilización con barreras minerales: Solución TRISOPLAST

Javier Alonso
Ingeniero de Caminos

Las barreras minerales se emplean por sí solas, o en combinación con otros elementos, tales como láminas plásticas, en la protección del medio ambiente.

Su función básica es la impermeabilización y sellado de distintas zonas del terreno. En unos casos (vasos de vertederos), el objetivo es evitar la salida incontrolada de los lixiviados que pudieran contaminar el acuífero subyacente. Otras veces su función (sellado de vertederos), es impedir la entrada de las aguas de escorrentía, futuras generadoras de lixiviados. Tradicionalmente se han empleado tres tipos diferentes de barrera mineral.

Desde tiempo inmemorial se emplea como barrera mineral la arcilla compactada. Algo más reciente, y conceptualmente muy semejante, es el suelo-bentonita. En este caso estamos creando una barrera arcillosa semiartificial utilizando una arcilla de propiedades muy especiales, la bentonita, capaz de conferir la deseada impermeabilidad a suelos poco convenientes "a priori".

Siguiendo en esta línea se desarrollaron los geocompuestos de bentonita, donde, para confinar la bentonita, se sustituye la matriz mineral "difusa" por dos láminas, constituyendo así un sándwich.

El suelo-bentonita se utiliza ampliamente en otros países, como USA y Francia, pero bastante menos en España, aunque hay buenos ejemplos de obras importantes realizadas con este procedimiento (p.ej. los vertederos de las ciudades de Toledo y Alicante). Tienen mucha más amplia aceptación en nuestro país las barreras de arcilla compactada (BAC), y los geosintéticos de bentonita (GCL).

Intentando conservar las ventajas, bien conocidas, de las barreras minerales y suprimir sus inconvenientes, se ha desarrollado una barrera mineral, que combina la bentonita con arena y un polímero especial, más conocida por la marca registrada "Trisoplast".

Entre las ventajas que este nuevo sistema aporta frente a los sistemas tradicionales antes expuestos, podemos mencionar:

- La efectividad y facilidad de puesta en obra en laderas y taludes

- La durabilidad, entendida fundamentalmente como el mantenimiento de las propiedades a muy largo plazo, o si se prefiere, la resistencia e inalterabilidad frente a los diversos condicionantes físico-químicos.

- La facilidad y seguridad de aplicación en instalaciones, juntas y elementos singulares.

Para su fabricación se amasa en una planta tipo hormigonado (figura 0)

Arena 1000 kg
Bentonita 130 kg
Polímero especial 2,6 kg
Agua: en función de la humedad de la arena.

Figura 0



Las exigencias para la arena son mínimas, siendo válidas todas las que se utilizan en la fabricación de hormigones. Pueden incluso emplearse arenas usadas de fundición, con lo que se consigue una muy interesante valorización de dicho residuo, aprovechando su contenido residual de bentonita

El material tiene aspecto de arena húmeda, y se extiende y compacta con la maquinaria habitual de movimiento de tierras, en una sola tongada, de espesor habitualmente comprendido entre 6 y 10 cm. (Figura 1) La compactación es fácil y requiere poca energía, por su naturaleza arenosa. Tampoco hay problemas en los taludes, donde es admisible llegar hasta un máximo de 1:2 (figura 2). La permeabilidad, entre 1 y 3×10^{-11} , del mismo orden de magnitud por tanto que los GCL, es prácticamente constante a partir de una densidad Proctor del 87%



Figura 1

Figura 2



En la misma figura 2, se aprecia también el buen acabado, que permite asentar directamente una lámina plástica sin necesidad de ningún geotextil intermedio, evitando también los riesgos del punzonamiento de la geomembrana y la existencia de "canales" privilegiados bajo la lámina

Durabilidad

La durabilidad de una barrera mineral se define como su capacidad de mantener sus propiedades con el transcurso del tiempo. No es pues una propiedad que pueda analizarse con una mera inspección visual, sino que es preciso verificar que sigue ofreciendo las características funcionales originales.

La primera agresión a una barrera mineral es de tipo mecánico: tanto en las capas de arcilla, como en el suelo-bentonita pueden aparecer con el paso del tiempo grietas y fisuras por diversas causas.

En primer lugar cuando están sometidas a variaciones importantes de humedad y ciclos de secado/humedecido. Otro factor importante son los asentamientos diferenciales, difíciles de prevenir cuando se manejan materiales tan heterogéneos como son las basuras. Se suele aducir también la actividad de las raíces, aunque quizá sea ésta más bien una consecuencia que una causa: la existencia de fisuras, donde además es fácil la acumulación de agua, son líneas de menor resistencia, ideales para la propagación de las referidas raíces.

Esto no sucede con los materiales tipo Trisoplast, gracias a la estructura interna que hemos mostrado antes. El material no sufre alteración por muchos ciclos de secado/humectación a que se vea sometido. Y por lo que respecta a los asentamientos diferenciales, la consistencia "chiclosa" del material permite importantes asentamientos diferenciales sin fisurarse.

Por último no hay que olvidar las propiedades "autoreparadoras" comunes a todos los materiales que contienen bentonita. Dado que esta se expande más de 10 veces en presencia de agua, cualquier fisura eventual se colmata por sí misma antes de permitir el paso del agua. Esta propiedad evidentemente no se da en las capas de arcilla convencional, aunque sí en las mantas sándwich, siempre que podamos garantizar que la bentonita no se ha desplazado.

Como acabamos de ver, el polímero que llevan estas barreras les confiere interesantes propiedades mecánicas, pero además tiene una influencia fundamental en la durabilidad química.

Es bien sabido que la bentonita sódica sometida a agresiones químicas se "calcifica", esto es, iones Ca^{++} sustituyen a iones Na^+ . Este hecho altera de manera fundamental la capacidad impermeabilizante de la bentonita. Mientras que la hinchabilidad de una bentonita sódica es del orden de 25 ml/2g, la cálcica es del orden de la mitad de esta cifra. Sin embargo, cuando la bentonita está protegida por estos polímeros especiales, la calcificación no se produce, con lo que las propiedades de la barrera permanecen inalterables.

Estas cuestiones no serían más que observaciones teóricas, si no estuvieran apoyadas por la observación práctica.

Todos tenemos experiencia de la degradación de las BAC con el tiempo, y la literatura especializada ofrece multitud de referencias. Citemos sólo como ejemplo el ya clásico trabajo de Melchior en el sellado del vertedero de Georgsweder. Como se ve en la tabla 1, al cabo de sólo 4 años, la impermeabilización ofrecida por las BAC se ha deteriorado hasta valores extremos

Tabla 1: Resultado de sellados experimentales según Melchior

Parcela	Año	% lixiviado/drenaje
60 cm BAC	1988	2%
25 cm drenaje	1990	5%
75 cm terreno	1992	31%
40 cm BAC	1988	2%
25 cm drenaje	1990	10%
75 cm terreno	1992	42%

También existe interesante información bibliográfica sobre el deterioro de los GCL por la carbonatación de la bentonita.

En Trisoplast en cambio no se produce esta pérdida de propiedades con el transcurso del tiempo. La bentonita está protegida por el polímero, y cuando se han excavado antiguos vertederos la permeabilidad no ha sufrido menoscabo.
(Ver tabla 2)

Tabla 2: resultados de excavación de Trisoplast según Boels et al

VERTEDERO	EDAD	PERMEABILIDAD m/s
EUR 1	6 años	$2,6 \times 10^{-11}$
EUR 2	6 años	$1,3 \times 10^{-11}$
VOP 3	5 años	$1,6 \times 10^{-11}$
ALM 4	5 años	$1,5 \times 10^{-11}$
ALM 5	5 años	$4,3 \times 10^{-11}$
SOE 6	5 años	$2,1 \times 10^{-11}$
Trisoplast nuevo	0	$2,6 \times 10^{-11}$

En las fotografías de la figura 3 se aprecia la no alteración de la capa de Trisoplast al realizar estas catas, y en la fig 4, la realización de otra cata, en un vertedero sellado hace ya 5 años, en presencia de un grupo de técnicos españoles el pasado mes de Junio 2007.



Figura 3



Figura 4