

Comportamiento de un nuevo material elastomérico utilizado como geomembrana poliolefínica en impermeabilización¹

MANUEL BLANCO (*), ESCOLÁSTICO AGUIAR (**), TATIANA VARA (***), JESÚS SORIANO (****), FLORENCIO GARCÍA (*****) y FRANCISCA CASTILLO (*****)

RESUMEN Hace dos décadas que Balsas de Tenerife (BALTEN) y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en su campo experimental de El Saltadero, al sur de la isla de Tenerife, han instalado una serie de materiales para conocer su comportamiento en el tiempo. Entre dichos productos, cabe destacar el que se colocó hace más de doce años, relativo a una poliolefina elastomérica.

En este trabajo se presenta el comportamiento de dicha geomembrana sintética, centrándose en la evolución en el tiempo de la resistencia a la tracción, alargamiento en rotura, resistencia al punzonamiento estático, doblado a bajas temperaturas, resistencia mecánica a la percusión, resistencia de la soldadura tanto por tracción como por pelado, microscopía óptica de reflexión y microscopía electrónica de barrido.

BEHAVIOR OF A NEW ELEASTOMERIC MATERIAL USED AS POLYOLEFINIC GEOMEMBRANE IN WATERPROOFING

ABSTRACT *Two decades ago that Balsas de Tenerife (BALTEN) and the Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), in its experimental field of the south of the Tenerife Island, have installed a series of materials to know their behavior over time. These products, among which was placed over a dozen years ago, on an elastomeric polyolefin.*

This work presents the performance of this synthetic geomembrane, focusing on the evolution in the time of the tensile properties, static puncture, low temperature folding, dynamic impact, joint strength (shear and peeling test), optical microscopy of reflection and scanning electron microscopy.

Palabras clave: Impermeabilización, Poliolefina, Geomembrana.

Keywords: Waterproofing, Polyolefine, Geomembrane.

1. INTRODUCCIÓN

La balsa de El Saltadero se construyó hace ya varias décadas en el sur de la isla de Tenerife; originalmente sus taludes de hormigón fueron impermeabilizados con un producto líquido.

Unos años después, y prácticamente al lado, se instaló el nuevo aeropuerto de Tenerife Sur. Este hecho condenó al ostracismo a la citada balsa, ya que estuvo abandonada durante unas décadas, como consecuencia de que las aves iban a abreviar allí, y constituía un peligro para el tráfico aéreo.

(1) Parte de este artículo constituyó una comunicación al III Simposio Nacional sobre Proyecto, Construcción e Impermeabilización de Balsas celebrado en el ámbito del III Congreso Nacional de Impermeabilización (Barcelona, 2010).

(*) Doctor en Ciencias Químicas. Jefe del Área de Materiales (CEDEX). mblanco@cedex.es

(**) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Gerente de BALTEN. e.aguiar@balten.es

(***) Ingeniero Técnico Agrícola. Técnico de BALTEN. t.vara@balten.es

(****) Doctor en Ciencias Geológicas. Coordinador de Programa Técnico Científico (CEDEX). jsoriano@cedex.es

(*****) Ingeniero Técnico en Topografía- Jefe de Sección del Área de Materiales (CEDEX). fgarcia@cedex.es

(*****) Doctora en Ciencias Químicas. Jefe del Servicio de Materiales Orgánicos (CEDEX). fcastill@cedex.es



FIGURA 1. Campo experimental de El Saltadero, con la balsa cubierta en primer plano.

Aprovechando que el depósito estaba vacío, Balsas de Tenerife (BALTEN) y el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) establecieron un campo experimental en el mismo y, en su talud norte, fueron colocando una serie de geomembranas, unas de nuevos materiales y otras de materiales tradicionales, pero de casas comerciales de nueva implantación en nuestro país (1-4).

Cuando BALTEN decidió aprovechar la balsa vacía y la convirtió en un embalse cubierto, impermeabilizado con poli(cloruro de vinilo) plastificado, que obviaba los problemas anteriores (5-6), se decidió hacer un campo experimental, anejo al depósito, con un talud artificial de hormigón dirigido hacia el sur, zona de máxima radiación solar en el hemisferio norte. Aquí se trasladaron los materiales que se hallaban en la balsa y se fueron colocando otros nuevos a lo largo de los años (Figura 1).

Los materiales que son objeto de estudio e investigación, en este campo experimental, abarcan al poli(cloruro de vinilo) plastificado homogéneo, con refuerzo de hilos sintéticos, con inserción de fibra de vidrio e incluso con plastificación interna, polietilenos de distintas densidades, polietileno cloro-sulfonado, copolímeros de etileno-acetato de vinilo, polipropileno, poliolefinas, caucho butilo, caucho terpolímero de etileno-propileno-monómero diénico homogéneo y reforzado e incluso geomembranas bituminosas. La evaluación periódica de estos materiales la está realizando el CEDEX, como consecuencia de los convenios establecidos con BALTEN.

Este artículo se centra en el comportamiento de una geomembrana cuya naturaleza es una poliolefina elastomérica.

2. LAS POLIOLEFINAS

Se denomina poliolefina al material macromolecular obtenido en la polimerización de un alqueno u olefina. Este proceso conlleva la desaparición del enlace π del monómero y elimina la insaturación, dando lugar a un polímero exclusivamente con enlaces σ , con carácter de alcano o parafina, totalmente

saturado. Se parte de una única unidad monomérica, por lo que el producto final es un homopolímero. Por ello, la poliolefina más sencilla sería el polietileno y estarían incluidos en este grupo otros materiales como el polipropileno y el poliisobutileno. Incluso podría englobarse y considerarse como poliolefina al poli(cloruro de vinilo) por ser la misma polirreacción de formación a partir del monómero cloruro de vinilo; en este caso se trataría de una poliolefina clorada, como también lo sería el polietileno clorado (7).

Cuando se trata de cauchos, el proceso de polimerización es semejante. La diferencia es que se parte, en el caso más sencillo, de un dieno conjugado, es decir, de una olefina con dos dobles enlaces en posiciones alternas. Al producirse la formación del polímero se sigue conservando un doble enlace, que será responsable, entre otras cosas, de su facilidad para reticularse o vulcanizarse y, también para ser atacado por reactivos electrófilos, como es el caso del ozono. Aquí se encontraría el caucho butilo y el caucho de cloropreno.

En los últimos años se está hablando, no muy correctamente de “poliolefinas”, para designar no a las clásicas poliolefinas comentadas anteriormente que son homopolímeros, sino a un grupo de productos que, aunque de carácter poliolefínico, son copolímeros, esto es, en el proceso de obtención del material no se parte de un único monómero sino de dos: uno que desde el punto de sus propiedades físicas es termoplástico y otro que es termoestable o elastomérico, dependiendo de la proporción de cada uno de ellos, se obtendrá un material termoplástico o termoendurecible.

Si ya de por sí hablar de una geomembrana a base de un homopolímero, en general, es decir muy poco, pues va a depender de su peso molecular y de los aditivos que la acompañen, mucho más complicado es el caso de un copolímero que además de lo anteriormente expuesto, habrá que tener en cuenta la proporción en que los dos monómeros entran a formar parte de la macromolécula. Para completar la ceremonia de la confusión, se expenden geomembranas de polipropileno como poliolefinas y poliolefinas como polipropilenos o como



FIGURA 2. Geomembrana de poliolefina elastomérica en el campo experimental de El Saltadero.

poli(cloruros de vinilo) plastificados en los que sus plastificantes no migran, y otras combinaciones posibles con lo que los comerciales lo único que hacen es enmarañar el mercado.

Hasta el momento, en el seguimiento que se viene realizando, solo nos encontramos las mal denominadas “poliolefinas” en la balsa de Los Partidos, en el municipio de El Tanque, en el norte de la isla de Tenerife y en la presa de Puente Porto, en Galerne, provincia de Zamora; en ambos casos se trata de una poliolefina termoplástica (8).

En el campo experimental de El Saltadero, se han colocado materiales a base de poliolefinas termoplásticas y elastoméricas. Aquí haremos referencia, solamente, a la de tipo temoestable, por llevar más años de experimentación (Figura 2). La metodología experimental empleada así como sus requerimientos se encuentran en la bibliografía científica (9-10). Las pruebas realizadas durante el mencionado control periódico fueron las siguientes:

- Espesores.
- Características de tracción.
- Doblado a bajas temperaturas.
- Resistencia mecánica a la percusión (Impacto dinámico).
- Resistencia a la perforación (Impacto estático).
- Resistencia de la soldadura por tracción.
- Resistencia de la soldadura por pelado.
- Microscopia óptica.
- Microscopia electrónica de barrido.

3. EXPERIMENTAL

Se han llevado a cabo, tanto inicial como a lo largo del tiempo de evaluación las pruebas de doblado a bajas temperaturas y de resistencia mecánica a la percusión, superando en todo momento los requerimientos exigibles a esta geomembrana (11).

En la Figura 3 se presenta la evolución de la resistencia a la tracción, mientras que en la Figura 4 se muestra el alargamiento en la rotura a los trece años de instalada la geomembrana sintética polimérica.

Las Figuras 5 y 6 muestran el comportamiento de la resistencia a la perforación o punzonamiento estático; en la primera de ellas aparecen los datos de carga y, en la segunda se presenta el recorrido del percutor antes de perforar cuyos valores son bastante elevados.

La Figura 7 refleja la variación de la resistencia de la soldadura por tracción; en todas las ocasiones, la rotura se produce en el borde o en las proximidades de la unión, pero fuera de la soldadura. Los valores alcanzados cuando la prueba se realiza por el procedimiento de pelado son del orden de 308 N/50 mm.

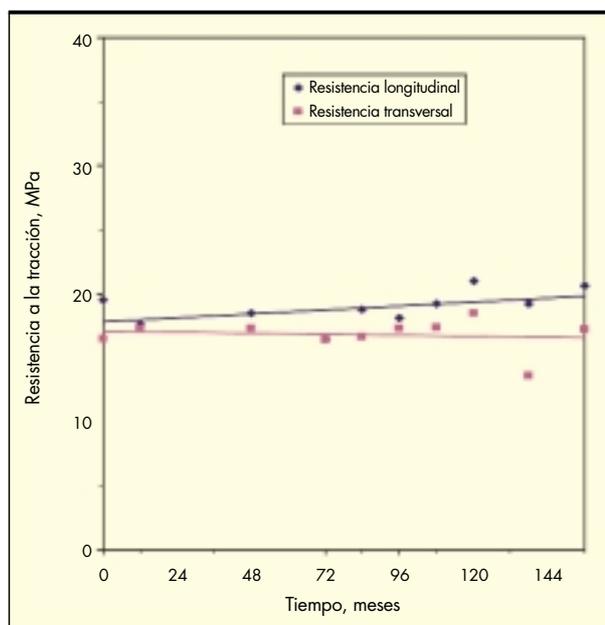


FIGURA 3. Evolución de la resistencia a la tracción, en función del tiempo.

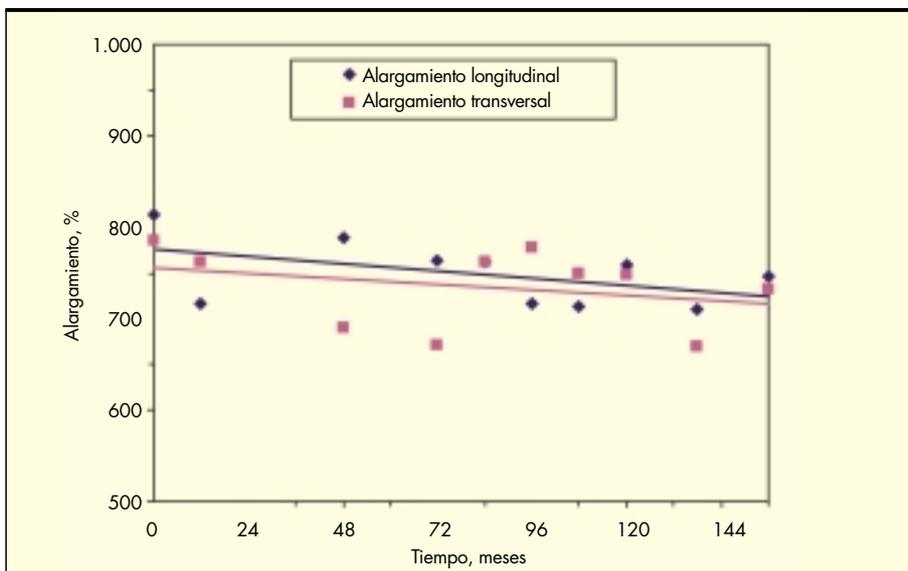


FIGURA 4. Evolución del alargamiento en rotura, en función del tiempo.

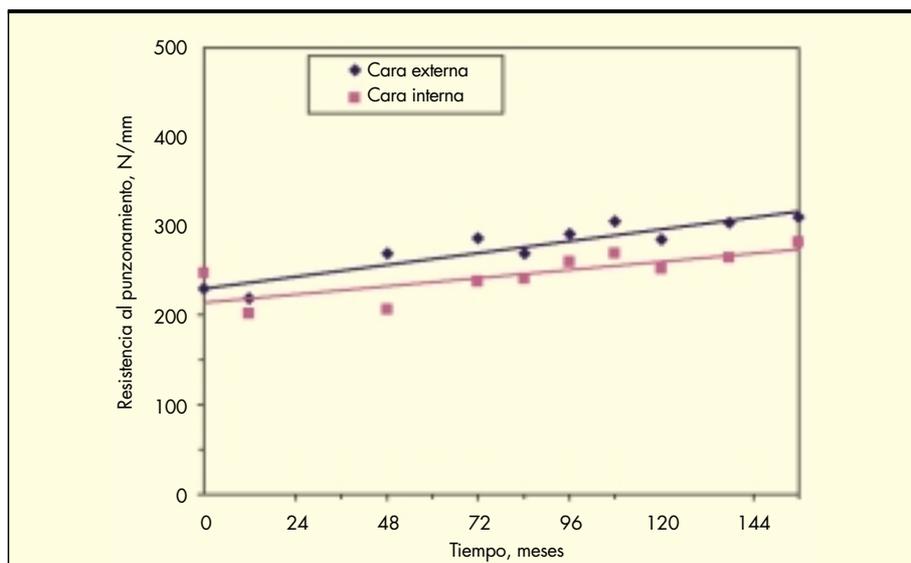


FIGURA 5. Evolución de la resistencia al punzamiento, en función del tiempo.

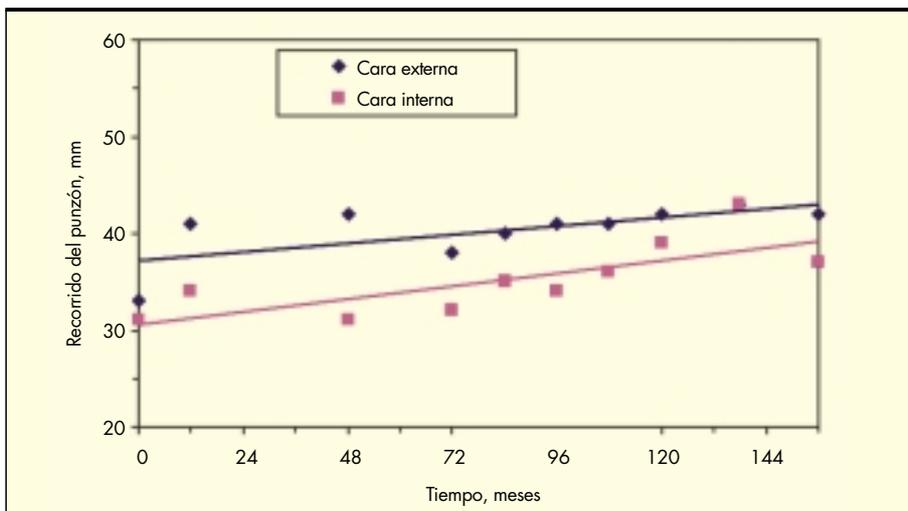


FIGURA 6. Evolución del recorrido del punzón antes de la perforación, en función del tiempo.

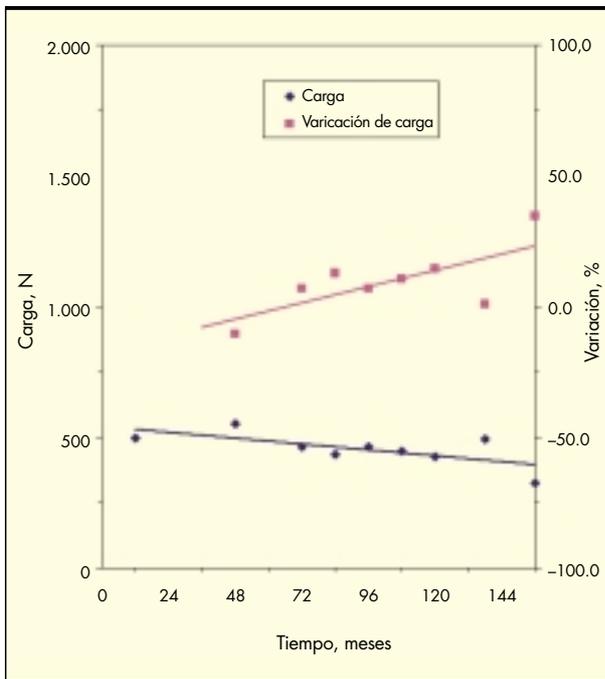


FIGURA 7. Evolución de la resistencia de la soldadura por tracción, en función del tiempo.

La microfotografías de la Figura 8 muestran la cara interna de la geomembrana de poliolefina elastomérica, por microscopía óptica de reflexión a los 84, 96, 108 y 138 meses de instalada a la intemperie, a 60 aumentos; se puede constatar que se trata de superficies homogéneas y uniformes. La figura

9 presenta las mismas muestras sometidas a microscopía electrónica de barrido o “scanner”; tomadas a 90 aumentos, por su cara externa. Se detecta la presencia de microporosidad, así como microfisuras y cráteres aislados, como consecuencia del envejecimiento provocado por las radiaciones solares.

4. CONCLUSIONES

1. La resistencia a la tracción no ha variado, notablemente, con relación a los valores iniciales; sin embargo, el alargamiento en rotura ha disminuido hasta un 15%, lo cual teniendo en cuenta su carácter termoestable, no es tan acusado como en el resto de los elastómeros.
2. La prueba de resistencia mecánica a la percusión ha sido superada por la totalidad de las muestras, pues tras lanzar el percutor de 0,5 kg con extremo en forma de semiesfera de 12,7 mm de diámetro, desde una altura de 500 mm, la lámina no sufre perforación en la zona de impacto, como se pone de manifiesto al realizar una posterior prueba de estanquidad. El comportamiento, desde este punto de vista, es mejor que en el resto de los elastómeros.
3. La prueba de doblado a bajas temperaturas ha sido superada por las probetas ensayadas, ya que tras permanecer 5 h en una cámara frigorífica a -20°C y procederse a una flexión de 180° durante un tiempo de 3 s, no se observan síntomas de agrietamientos en la zona de la flexión.
4. La resistencia al punzonamiento presenta una cierta tendencia a incrementarse con el paso del tiempo, lo cual es lógico debido a una mayor rigidez del material. Su recorrido del percutor antes de la perforación presenta valores muy elevados, debido a la naturaleza elastomérica de uno de los monómeros que constituyen el copolímero que forma la macromolécula.
5. Las microscopía óptica de reflexión (MOR) presenta un material homogéneo y uniforme, mientras que el “scanner”

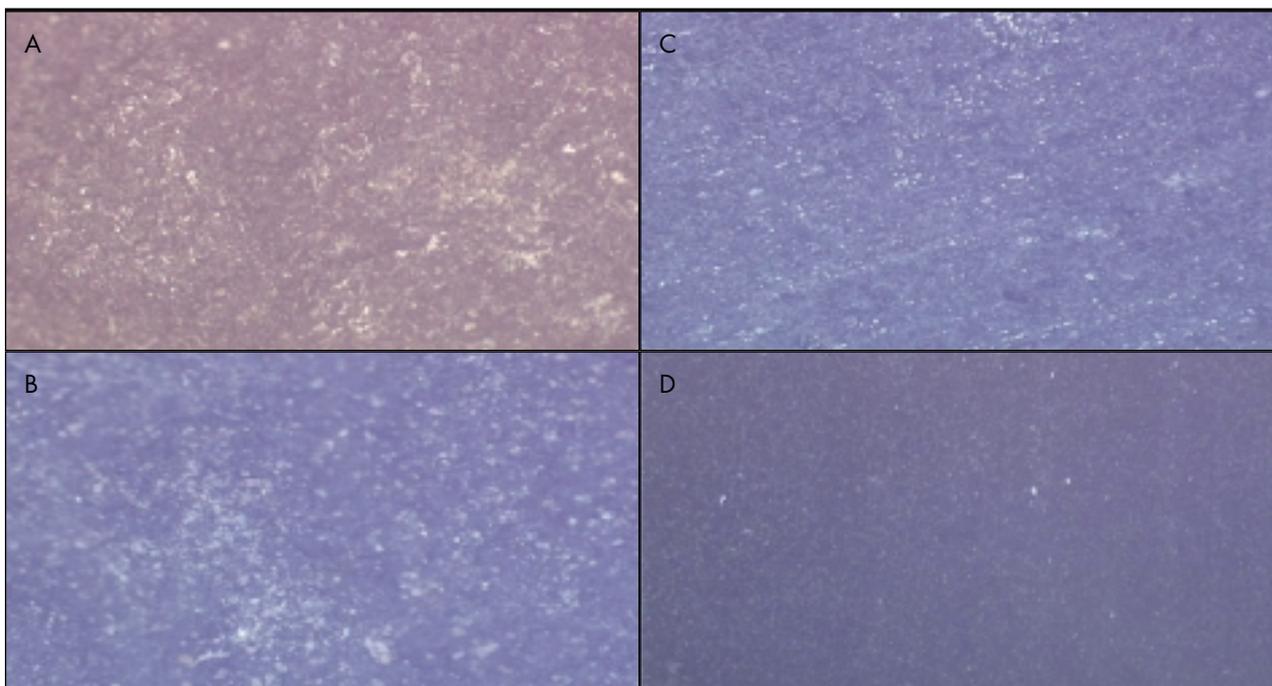


FIGURA 8. Microfotografías (x60) de la cara interna de la geomembranas de poliolefina elastomérica, a los meses indicados de exposición a la intemperie, por microscopía óptica de reflexión: a) 84, b) 96, c) 108 y d) 138.

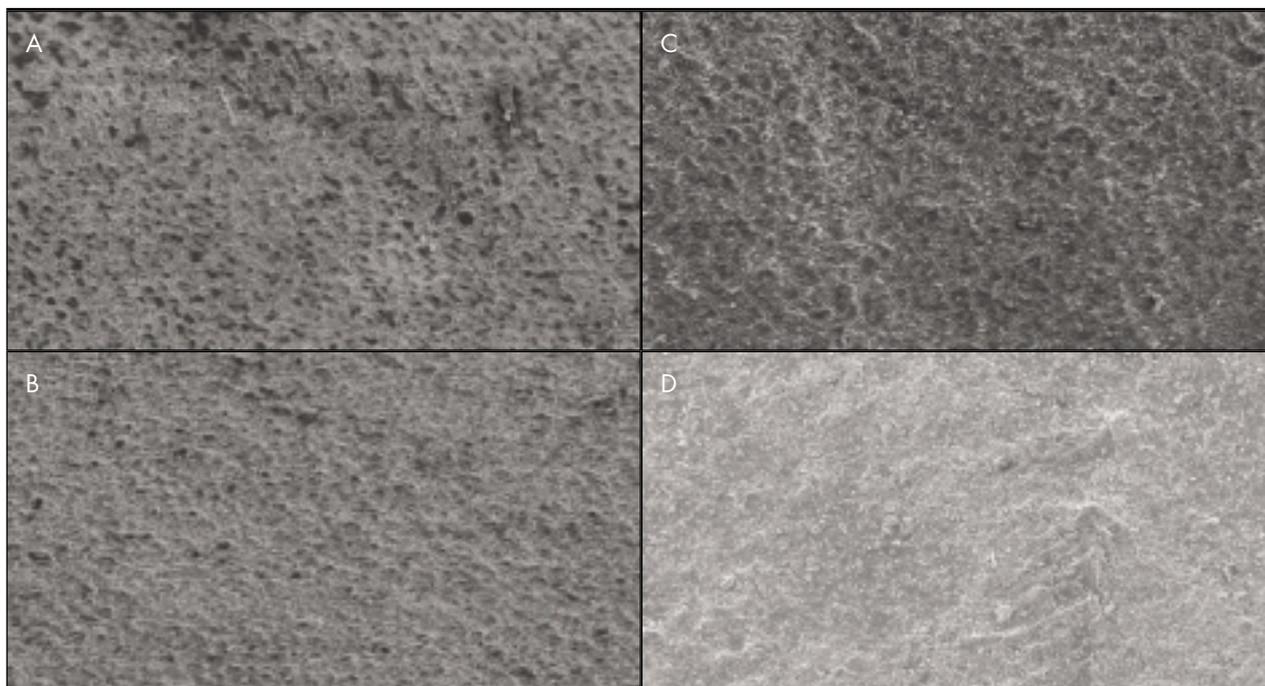


FIGURA 9. Microfotografías (x90) de la cara externa de la geomembrana de poliolefina elastomérica, a los meses indicados de exposición a la intemperie, por microscopía electrónica de barrido: a) 84, b) 96. c) 108 y d) 138.

o microscopía electrónica de barrido (MEB) detecta, además, microporos, microfisuras y cráteres, fundamentalmente en su cara externa.

6. Al llevar a cabo la resistencia de la soldadura por tracción, la totalidad de las probetas rompen en el borde o en las proximidades de la unión, pero fuera de la soldadura. La resistencia de la soldadura determinada por el procedimiento de pelado conduce a valores bastante superiores a los elastómeros y más parecidos a los termoplásticos, debido al otro componente del copolímero que forma parte de su composición.
7. A pesar de la degradación sufrida en su cara externa, detectada por la microscopía electrónica de barrido, como consecuencia del envejecimiento natural, la geomembrana de poliolefina elastomérica mejora en muchas de sus propiedades las características de los cauchos tradicionales y de los termoplásticos. Se puede considerar que es uno de los materiales de mejor comportamiento de los instalados en el campo experimental de El Saltadero.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIAR, E.; BLANCO, M.; VARA, T.; ARMENDÁRIZ, V. y SORIANO, J.- *Evolución de las geomembranas sintéticas instaladas en el campo experimental de El Saltadero con vistas a su empleo en la impermeabilización de Obras Hidráulicas*. Proc. 2º Congreso Nacional de Impermeabilización: Edificación y Obra Pública y 2º Congreso Internacional sobre proyecto, construcción e impermeabilización de balsas, pp. 477-488 Palma de Mallorca (2008).
2. BLANCO, M.; AGUIAR, E.; VARA, T.; GARCÍA, F.; SORIANO, J. y CASTILLO, F. *Comportamiento de geomembranas sintéticas instaladas en el campo experimental de El Saltadero*. Ing. Civil **153**, 37-44 (2009).
3. LEIRO, A.; BLANCO, M. y ZARAGOZA, G.- *Performance of synthetic geomembranes used in waterproofing of spanish reservoirs*. Geosynthetics 7th ICG, Delmas, Gourc & Girard (Eds.) Editorial Balkema, pp. 979-982 Rotterdam (Holanda) (2002).
4. BLANCO, M. – *Experiencia española en el empleo de geomembranas en la impermeabilización de balsas*. III Seminario Portugués sobre geosintéticos. Coimbra (Portugal), noviembre (2009).
5. RENZ, O. – *Balsas cubiertas*. I Simposio Nacional sobre Proyecto, Construcción e Impermeabilización de Balsas. Sevilla, octubre-noviembre (2005).
6. UNE 104 426.- *Impermeabilización. Puesta en obra. Construcción de balsas cubiertas impermeabilizadas con geomembranas sintéticas*.
7. NAVARRO, A.; BLANCO, M. y RICO, G. *Materiales Ópticos Orgánicos*. AAEUO. Madrid (1989).
8. BLANCO, M.; CASTILLO, F.; GARCÍA, F. y SORIANO, J.- *Las geomembranas sintéticas en la rehabilitación y mantenimiento de paramentos de presas*. Dam Maintenance and Rehabilitation II. Romeo et al. (eds.) Taylor & Francis Group, pp. 335-341. London (2010).
9. BLANCO, M.; AGUIAR, E.; GARCÍA, F.; VARA, T.; SORIANO, J. y CASTILLO, F.- *État de la barrière géosynthétique polymérique en EPDM de la retenue d'El Golfo dans l'île d'El Hierro (Îles Canaries)*. Proc. 8^{èmes} Rencontres Géosynthétiques, pp. 283-293. Tours (Francia). (2011).
10. BLANCO, M.- *Geomembranas: introducción, materiales, características, requerimientos y seguimiento*. Curso especialista en redes de riego, automatismo y telecontrol del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Torrejón de Ardoz (Madrid). (2011).
11. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. *Manual de diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas* (2010).