



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 362**

51 Int. Cl.:

B32B 27/30 (2006.01)

E02D 19/18 (2006.01)

E02D 31/00 (2006.01)

E21D 11/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08799119 .6**

96 Fecha de presentación : **04.09.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2217439**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2010**

54 Título: **Barrera autorreparadora contra el agua salada.**

30 Prioridad: **19.11.2007 US 942638**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.10.2011

73 Titular/es:
AMCOL INTERNATIONAL CORPORATION
2870 Forbs Avenue
Hoffman Estates, Illinois 60192, US

72 Inventor/es: **Beihoffer, Thomas, W.;**
Larionova, Nataliya, V. y
Mosiewicz, Marek, R.

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 366 362 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Barrera autorreparadora contra el agua salada

5 CAMPO DEL INVENTO

El presente invento se refiere a métodos y a artículos de fabricación útiles como membranas impermeables para impermeabilizar superficies con el fin de evitar la penetración de agua que contenga sal, con una conductividad elevada, por ejemplo, aguas de bahía, aguas subterráneas, aguas de pantano, aguas salobres, agua de mar, aguas
10 residuales de minería, tal como en la formación de áreas de construcción impermeables sometidas al contacto con aguas de elevada conductividad tales como lagunas, áreas de contención de residuos tóxicos o peligrosos, superficies de cimientos subterráneos y similares. Más particularmente, el presente invento se refiere a artículos de fabricación impermeables al agua salada, formados confinando un copolímeroparcialmente reticulado de poliacrilamida/ácido poliacrílico parcialmente neutralizado, en una esterilla. Alternativamente, puede forzarse al copolímero a
15 entrar en la esterilla textil no tejida tras la formación de la esterilla o se le puede producir directamente en la estructura por polimerización o mediante otros procedimientos.

ANTECEDENTES DEL INVENTO Y TÉCNICA ANTERIOR

A la superficie del suelo se le han aplicado diversos polímeros, arcillas hinchables y artículos de fabricación multicapa para proporcionar una capa impermeable con el fin de evitar la penetración en la tierra de agua y/o de materiales tóxicos o peligrosos, y proporcionar lagunas, balsas y otras áreas de contención de agua. Las arcillas que se hinchan con el agua, tales como la bentonita, han sido aplicadas directamente a la superficie del suelo e impactadas en posición, como se describe en la patente norteamericana anterior núm. 3.986.365 del cesionario de la presente.
25 Además, se han fabricado muchos artículos de fabricación multicapa diferentes que contienen una arcilla que se hincha con el agua, tal como bentonita de sodio, asegurando la arcilla que se hincha con el agua a las superficies internas mayores de materiales en lámina flexibles, por ejemplo, la patente norteamericana núm. 4.501.788, de Clem, para la aplicación a la superficie del suelo en relación de apoyo o solapamiento con artículos multicapa adyacentes. Ejemplos de otros materiales en lámina flexibles que contienen arcillas que se hinchan con el agua, aseguradas mediante adhesivo, se encuentran en las siguientes patentes norteamericanas núms. 4.467.015, de Clem;
30 4.693.923, de McGroarty y otros; 4.656.062, de Harriett, y 4.787.780 de Harriett.

La solicitud de patente británica publicada GB 2.202.185 A describe una capa de bentonita que se hincha con el agua dispuesta entre capas textiles flexibles que han sido sometidas juntas a tratamiento con agujas en un telar de agujas, para asegurar entre sí las capas superior e inferior, en la que al menos una de las capas textiles es de un material textil no tejido.

Otra barrera impermeable, descrita en la patente norteamericana núm. 4.344.722, de Blais, se construye en el campo aplicando una primera capa textil flexible, permeable al agua, superponiendo sobre ella un grosor de material de arcilla que se hincha con el agua y aplicando encima un revestimiento del mismo textil flexible, permeable al agua.
40 Otras patentes que describen el uso de capas de barrera contra el agua para proteger una superficie del suelo incluyen la memoria de la patente británica 1.059.363; la memoria de la patente británica 1.029.513, y la memoria de la patente británica 1.129.840.

La patente alemana DE 37 04 503 C2 describe un artículo que tiene dos capas textiles que incluyen un textil no tejido que rodea a una capa de arcilla de bentonita, en el que las dos capas textiles son sometidas juntas a tratamiento con agujas. La patente norteamericana núm. 4.565.468, de Crawford, describe un artículo que incluye dos capas textiles que rodean una capa de arcilla de bentonita, en el que las dos capas textiles son acolchadas juntas con un diseño que forma compartimientos de cuatro lados.

Si bien los artículos descritos en las patentes antes mencionadas son eficaces para lograr la impermeabilización frente a la penetración de agua relativamente no contaminada, no son capaces de evitar la penetración de agua que contenga sal (por ejemplo ClNa), tal como el agua de mar. La patente norteamericana núm. 5.389.116 del cesionario de la presente, que se incorpora a este documento como referencia, describe la incorporación de una arcilla que se hincha con el agua en una esterilla mientras se tienden las fibras para formar la esterilla.
55

Sorprendentemente, se ha encontrado que un copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/ácido poliacrílico parcialmente neutralizado, de preferencia un copolímero de acrilamida/acrilato de potasio o acrilato de sodio/ácido acrílico (CAS núm. 312-12-13-2) por ejemplo, STOCKOSORB o STOCKOSORB S, de Stockhausen, Inc., de Greensboro, NC., EE.UU., impermeabilizará las superficies evitando la penetración de agua con elevada conductividad. Los artículos descritos en este documento tienen una máxima utilidad a la hora de proporcionar una barrera contra el agua que contenga iones multivalentes con una conductividad de, al menos, 1 mS/cm, de preferencia al menos 10 mS/cm, más preferiblemente de al menos 30 mS/cm, todavía más preferiblemente al menos 40 mS/cm y, del modo más preferible al menos 50 mS/cm.
60

Desde los años 70 se han producido polímeros superabsorbentes ("SAP") para uso en una diversidad de productos
65

que incluyen, entre otros, productos para la higiene tales como pañales desechables, braguitas de aprendizaje, productos para la higiene femenina y dispositivos para incontinencia, productos para usos agrícolas y hortícolas y absorbentes industriales y ambientales. Los SAP se utilizan, principalmente, para incrementar o mejorar la absorción de agua de un producto.

5 Los SAP se producen a partir de una diversidad de componentes mediante una variedad de procesos. Por ejemplo, con frecuencia, los SAP se preparan a partir de monómeros tales como acrilamida, ácido acrílico y acrilato, que resultan particularmente adecuados para aplicación en productos para la higiene.

10 Alternativamente, para proporcionar capacidad de absorción de agua a un producto pueden utilizarse arcillas hinchables, tales como arcillas de esmectita sódica, por ejemplo bentonita sódica. En lo que respecta al coste, el coste de las arcillas hinchables tiende a ser mínimo en comparación con el de los monómeros químicos anteriormente descritos. Además, las arcillas hinchables son relativamente estables en comparación con los monómeros químicos y no están sometidas a degradación. Sin embargo, las arcillas hinchables tienen una capacidad de absorción de
15 agua significativamente menor que la de los SAP y, al igual que los SAP comunes de copolímero de ácido acrílico parcialmente neutralizado y parcialmente reticulado, las esmectitas sódicas carecen de la suficiente capacidad de hinchado libre, cuando entran en contacto con agua salada con alta conductividad, para actuar como barrera contra el agua salada.

20 Algunos productos incluyen tanto un SAP como una arcilla hinchable, como se describe en la patente norteamericana núm. 6.610.780 y en la patente norteamericana núm. 6.783.802 del cesionario de la presente, que se incorporan a este documento como referencias. Sin embargo, ni los SAP ni las arcillas que se hinchan con el agua han sido capaces de impermeabilizar superficies evitando la penetración de agua contaminada con iones con alta conductividad, tal como agua de mar.

25 Es bien sabido que el grupo de arcillas de la montmorillonita se hidratan y se hinchan en agua dulce pero el hinchado se inhibe sustancialmente en agua contaminada. El agua contaminada con sal se encuentra, frecuentemente, en los entornos de uso de las arcillas de bentonita cuando la bentonita se emplea, ventajosamente, por su capacidad para hincharse, por ejemplo, como aditivo en lodos de perforación con el fin de obturar las fisuras que aparecen en
30 las formaciones terrestres que rodean al pozo perforado con vistas a impedir la pérdida de fluido de perforación, y para sellar lagunas y vertederos. Cuando entra en contacto con agua contaminada con sal, la capacidad para hincharse y la estabilidad de las arcillas de montmorillonita comunes se ven severamente inhibidas, haciendo necesario utilizar cantidades mucho mayores de la arcilla para conseguir el grado de hinchado necesario con fines de obturación. En algunos casos, en lugar de las arcillas de montmorillonita se utilizan arcillas de paligorskita (atapulgita) debido a sus superiores propiedades de dispersión en agua salada, como se describe en la patente norteamericana
35 núm. 4.202.413.

En el pasado, el cesionario de la presente ha desarrollado arcillas de bentonita modificadas con una capacidad para hincharse cuya inhibición en agua salada es sustancialmente menor. Ejemplos de tales bentonitas modificadas son
40 las bentonitas tratadas con polímeros, que se describen en las patentes norteamericanas de Clem, núms. 3.949.560; 4.021.402; 4.048.373 y 4.103.499.

La patente norteamericana núm. 4.634.538 del cesionario de la presente enseña que a una arcilla que se hincha con el agua se le pueden añadir una o más gomas, tales como goma de xantano, para mejorar su capacidad de hinchado libre cuando se hidrata con agua contaminada con sal. La patente norteamericana núm. 5.578.219, del cesionario de la presente, describe la impregnación de una arcilla seca, que se hincha con el agua, con una solución acuosa de un polímero soluble en agua, seguida por un nuevo secado para mejorar la capacidad de la arcilla para absorber
45 agua contaminada.

50 En agricultura se han utilizado copolímeros reticulados de acrilamida/acrilato de sodio o de potasio/ácido acrílico para conseguir la retención de agua y de nutrientes de plantas, mezclando los copolímeros en el suelo de modo que entren en contacto con las raíces de las plantas y actúen como fuente de nutrientes y de agua, pero se ha reconocido que no proporcionan una capacidad de hinchado libre suficiente cuando entran en contacto con agua contaminada con sal (conductividad elevada) con vistas a impermeabilizar las superficies en contacto con agua contaminada
55 con sal, como se describe en la publicación de la patente norteamericana núm. 2007-0044528-A1 y en la patente norteamericana núm. 5.317.834.

SUMARIO

60 Los artículos y los métodos descritos en este documento se basan en el descubrimiento de que los copolímeros parcialmente reticulados de polímeros superabsorbentes de calidad agrícola (insolubles en agua) de acrilamida/ácido acrílico parcialmente neutralizado, en particular acrilato de potasio y/o de sodio, tienen una capacidad excepcional e inesperada de hinchado libre cuando entran en contacto con agua con una conductividad elevada o con agua contaminada que contenga iones multivalentes. Todos los artículos de fabricación descritos en este documento incluyen
65 un copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico y son utilizados para conseguir la impermeabilización frente a agua que contenga sal con una conductividad elevada. Más particularmente, los copolímeros

parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico descritos en este documento, de acuerdo con una realización preferida del presente invento, se incorporan en forma de lámina o en rollo como artículos impermeabilizantes de material geotextil; o se incorporan como artículos deformables con una consistencia pastosa para impermeabilizar juntas en hormigón y similares (véase la patente norteamericana núm. 4.534.926, que se incorpora como referencia) sustituyendo la arcilla de bentonita de la patente 4.534.926 por los SAP de calidad agrícola descritos en esta memoria. Los artículos de fabricación de materiales geotextiles en forma de lámina o en rollo descritos en este documento son autorreparadores (cerrarán los cortes, las grietas y las fisuras causadas en películas o en láminas adyacentes de barrera contra el agua, durante o después de su instalación) y resultan particularmente efectivos para obturar uniones entre dos sustratos de barrera contra el agua, por ejemplo secciones de hormigón y entre revestimientos de materiales geocompuestos adyacentes que se encuentren en contacto con agua salada con alta conductividad.

En los artículos de geocompuestos del invento, los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico se incluyen como capa de seguridad bajo una capa de membrana o de material en lámina de barrera contra el agua, separada.

En consecuencia, un aspecto de los artículos y del método descritos en este documento es proporcionar un copolímero de acrilamida/acrilato/ácido acrílico que tenga una capacidad suficiente de hinchado libre cuando entre en contacto con agua con una conductividad elevada, de tal modo que el copolímero pueda proporcionar una barrera para lograr el sellado contra la penetración del agua contaminada.

Otro aspecto de los artículos y de los métodos descritos en este documento es proporcionar artículos de geocompuestos multicapa que incluyan una capa polímera de barrera, una capa tejida o no tejida y una capa intermedia de un copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico que posea una capacidad suficiente de hinchado libre cuando entra en contacto con agua con elevada conductividad, de tal modo que si se produce una grieta o una rotura de la capa polímera de barrera, el copolímero confinado se hinche al entrar en contacto con el agua salada lo suficiente para rellenar la grieta o la rotura con el fin de reparar la grieta o la rotura y evitar el escape adicional de agua salada.

Los anteriores y otros aspectos y ventajas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada en conjunto con los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 es una gráfica que muestra el volumen de hinchado libre (2 gramos de material en un exceso de solución salina acuosa) de los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico en una solución acuosa al 1,0% de CINA y 4,5% de sal marina, en comparación con un SAP de copolímero parcialmente reticulado de acrilato/ácido acrílico, estándar (Favor SXM 880) y una arcilla de bentonita sódica (SPV) que se hincha con el agua;

las figs. 2 y 3 son vista esquemáticas de un aparato y de métodos de fabricación utilizados para la fabricación de artículos de geocompuestos útiles como barreras contra agua salada, de acuerdo con el presente invento;

las figs. 2A, 2B y 2C son vistas laterales agrandadas, con arranque parcial, de varios artículos de geocompuestos impermeables fabricados de acuerdo con diferentes realizaciones del presente invento;

la fig. 4 es una vista en perspectiva de un artículo de geocompuesto descrito en este documento, orientado verticalmente, adyacente a una cara de contacto mutuo mar/suelo;

las figs. 5A y 5B son vistas esquemáticas de artículos de geocompuestos de ensayo con y sin hendiduras de 2,54 cm (1 pulgada), que se probaron bajo la presión ejercida por cuatro metros de agua salada, en comparación con las propiedades de barrera contra el agua de artículos con y sin el copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico, ofreciendo los resultados mostrados en las gráficas de las figs. 6 y 7; y

las figs. 6 y 7 son gráficas que muestran que artículos de geocompuestos para ensayo, como se describen en este documento, que contienen una hendidura de 2,54 cm (1 pulgada) a su través, conseguirán que el copolímero repare la hendidura al hincharse el copolímero confinado bajo una carga de 4 metros de agua salada con elevada conductividad.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

El presente invento puede comprenderse más fácilmente haciendo referencia a la siguiente descripción detallada del invento y a los ejemplos ofrecidos en ella. Ha de comprenderse que este invento no se limita a los componentes, artículos, procesos y/o condiciones específicos descritos ya que estos, naturalmente, pueden variar. Ha de comprenderse, también, que la terminología utilizada en este documento tiene como propósito describir realizaciones particulares solamente y no está destinada a ser limitativa.

Los intervalos pueden expresarse, en esta memoria, como desde "unos" o "aproximadamente" un valor particular y/o hasta "unos" o "aproximadamente" otro valor particular. Cuando se expresa así un intervalo, otra realización incluye desde el primer valor particular y/o hasta el otro valor particular. Similarmente, cuando los valores se expresan en forma aproximada, mediante el uso de "aproximadamente" como antecedente, se comprenderá que el valor particular forma otra realización.

La conductividad es una medida del nivel de la concentración de iones de una solución. Cuanto más sales, ácidos o bases se disocian, mayor será la conductividad de la solución. En agua o en aguas residuales, se trata, principalmente, de los iones de las sales disueltas y, en consecuencia, la conductividad resulta ser un índice de la carga de sal de las aguas residuales. La medición de la conductividad se expresa, generalmente, en S/cm (o mS/cm), que es el producto de la conductancia de la solución de ensayo y el factor geométrico de la celda de medición. Para los fines de este invento, las aguas con una conductividad elevada se definen como aguas con una conductividad mayor que 1 mS/cm. La conductividad puede medirse utilizando una diversidad de instrumentos de ensayo comercialmente disponibles, tales como el medidor manual Waterproof PC 300, fabricado por Eutech Instruments/Oakton Instruments.

En la realización preferida, el copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico se incorpora como una capa situada entre una capa de barrera formada por una película o lámina que actúe como barrera contra el agua, de preferencia, una capa de membrana o de material polímero en lámina, y una capa textil de material geotextil en lámina, tejido o no tejido. La capa de material polímero en lámina se dispondría en contacto con el agua con alta conductividad y el copolímero se dispone junto a la capa de material polímero en lámina situada entre la membrana y las capas textiles para cumplir la función de capa de seguridad con el fin de impedir el paso de agua con alta conductividad a través del artículo si la capa de material polímero en lámina es defectuosa o se forma en ella una grieta o un agujero durante la instalación o durante el uso. Alternativamente, el copolímero puede incorporarse en los intersticios de la capa de tela de geotextil con el fin de crear una capa de material compuesto textil/copolímero que sirva como capa de seguridad unida a la capa de membrana para impedir el paso de agua con alta conductividad a través del artículo si la capa de material polímero en lámina es defectuosa o se forma en ella una grieta o un agujero durante la instalación o durante el uso.

Se ha encontrado que los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/ácido acrílico parcialmente neutralizado, por ejemplo STOCKOSORB^{MR} y/o STOCKOSORB^{SMR} se hinchan sustancialmente en condición libre cuando entran en contacto con soluciones con alta conductividad. Ejemplos de soluciones acuosas con alta conductividad ensayadas son soluciones al 1% de ClNa (conductividad de 18 mS/cm) y agua marina sintética (4,5% de agua de mar, con una conductividad de 53,2 mS/cm). Los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/ácido acrílico parcialmente neutralizado proporcionan capacidades sustanciales de hinchado libre cuando entran en contacto con soluciones acuosas contaminadas con cualquiera de entre Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺, Al⁺⁺⁺, o una combinación de los mismos, y otros cationes multivalentes en combinación con aniones comunes en el agua de mar y otras aguas residuales. Para aprovechar del todo la ventaja de los artículos de geocompuestos y de los métodos descritos en este documento, los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico utilizados en los artículos de geocompuestos deben tener una capacidad de hinchado libre, en agua salada al 4,5% de, por lo menos, 35 ml por cada 2 gramos de copolímero, preferiblemente de al menos unos 40 ml/2 gramos, más preferiblemente de al menos unos 50 ml/2 gramos. Las capacidades de hinchado libre se determinan rociando 2 gramos de copolímero en polvo en un cilindro graduado de 100 ml y llenando el cilindro hasta los 100 ml con agua salada al 4,5%. Se mide entonces el volumen de copolímero que sedimenta en el fondo del cilindro graduado y dicha medida constituye el hinchado libre.

En la realización preferida, en este documento, se describen artículos de fabricación multicapa que son esterillas de geocompuestos de barrera contra el agua salada, y su método de fabricación. En la realización preferida, la esterilla de geocompuesto incluye un material de tela geotextil, tejido o no tejido, previamente conformado, que tiene un grosor de desde unos 0,5 mm a unos 200 mm, de preferencia entre 1 mm aproximadamente y unos 100 mm, con una capa de copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/ácido acrílico parcialmente neutralizado, en polvo o en gránulos, en al menos una parte superior de su grosor por toda su superficie mayor o previsto en una capa separada sobre el material textil o la lámina de geotextil. En la realización preferida, el copolímero en polvo o en gránulos se dispone, al menos parcialmente, dentro de los poros de la tela de geotextil o del material de esterilla, rodeando las fibras superiores, por ejemplo por succión por vacío, por vibración durante el depósito del copolímero sobre ella a fin de permitir que el copolímero en polvo o en gránulos fluya por gravedad y debido a las fuerzas vibratorias, al interior de los poros de la esterilla o lámina de geotextil o, simplemente, en virtud de haberse dimensionado para que sea recibido en el interior de los poros de la superficie de contacto de la esterilla o tela de geotextil tejida o no tejida (preferiblemente no tejida).

En la realización preferida, una lámina de cubierta impermeable a los líquidos (capa de membrana) se adhiere a la superficie superior mayor de la esterilla o tela de geotextil que contiene el copolímero para impedir que el copolímero en polvo o en gránulos se escape de la esterilla o lámina de geotextil durante el transporte y la instalación, y para proporcionar una capa principal impermeable al agua para el artículo. Opcionalmente, los bordes de la esterilla o lámina de geotextil que contiene el copolímero pueden sellarse, por ejemplo haciendo que la lámina de cubierta superior impermeable al agua sea ligeramente mayor que las dimensiones de la esterilla o lámina de geotextil y pe-

gando o adhiriendo de otro modo el material en lámina de cubierta sobrante a los bordes del material geotextil que contiene el copolímero, por ejemplo, termosoldándolos juntos. Otras opciones de sellado del borde incluyen el cosido, tratamiento con agujas y la soldadura ultrasónica de la lámina de cubierta al borde de la esterilla o lámina de geotextil, o la aplicación de un material separado de recubrimiento del borde que puede pegarse, soldarse por calor o soldarse ultrasónicamente a la lámina de cubierta impermeable al agua y/o a la esterilla o lámina de geotextil. Los materiales de sellado del borde son, de preferencia, impermeables a los líquidos.

Además de la capa de copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/ácido acrílico parcialmente neutralizado, pueden mezclarse materiales en polvo o en gránulos con el copolímero o se pueden aplicar como una capa separada. Los materiales adicionales, en polvo o en gránulos, incluyen arcilla de esmectita sódica que se hincha con el agua, arcilla organofílica, carbón activado, polvo de coque, hierro con valencia cero, apatita, zeolita, serrín de turba, resinas polímeras de intercambio iónico, adsorbentes polímeros y mezclas de los mismos. De preferencia, el copolímero se dispone junto a la capa de barrera en forma de película o lámina impermeable al agua y, también, puede contener otros materiales mezclados con él en una cantidad de hasta un 80% en peso de la mezcla.

El método de fabricación permite la obtención de un artículo de geocompuesto que incluye el copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico que es estructuralmente seguro, sin movimiento lateral sustancial, y que contiene el material que se hincha, ya sea como una capa discreta entre la lámina impermeable y el material geotextil, distribuida uniformemente por todo el material geotextil, o bien distribuida como un gradiente por todo el artículo de geocompuesto. El artículo de geocompuesto multicapa puede fabricarse para proporcionar un artículo de geocompuesto flexible o rígido, y permite la fabricación de diversos artículos de geocompuestos modificados que incluyen el copolímero hinchable de barrera contra el agua salada además de una zeolita o una arcilla organofílica con o sin material absorbente de agua de esmectita sódica; la aplicación de la o las capas de láminas o películas de materiales impermeables a los líquidos no sólo sobre una sino sobre ambas superficies mayores del artículo de geocompuesto para confinar en su sitio el material copolímero en gránulos o en polvo dentro de la esterilla o lámina de geotextil; la aplicación de composiciones o materiales adhesivos, sólidos o líquidos, para pegar una superficie inferior mayor de la capa de barrera al copolímero o al material geotextil en lámina que contiene el copolímero para lograr una retención completa. Los materiales pueden unirse juntos mecánicamente (mediante cosido, tratamiento con agujas o pegado), química o físicamente (es decir, por fusión o similar). La estructura puede ser reforzada insertando uno más materiales de rigidización en el artículo de geocompuesto, o sobre él, durante la fabricación, tal como una lámina de fibra de vidrio perforada; cuerda; cartón, materiales ondulados permeables a los líquidos, relativamente rígidos, por ejemplo, cartón ondulado, y similares en un punto o entre las superficies mayores superior e inferior del artículo de geocompuesto, para proporcionar diversos grados de flexibilidad o de rigidez; la capacidad de fabricación de los artículos de geocompuestos sin necesidad de operación de consolidación; y proporcionando varios tamaños, formas y pesos de materiales geotextiles para conseguir los beneficios de cada uno.

Los copolímeros descritos en este documento están fuertemente reticulados, es decir, poseen una densidad de reticulación inferior a un 20% aproximadamente, de preferencia inferior a un 10% aproximadamente y, del modo más preferible, de entre un 0,01% y un 7%, aproximadamente. El agente de reticulación se utiliza, del modo más preferible en una cantidad menor que un 7% en peso y, típicamente, de un 0,1% en peso, aproximadamente, basado en el peso total de monómeros. Ejemplos de monómeros de polivinilo para reticulación incluyen compuestos funcionales de éter vinil acrílico, metacrílico o de acrilamida, di, tri u otros compuestos multifuncionales que son bien conocidos en la técnica.

Las cantidades relativas de acrilamida; acrilato y ácido acrílico en los copolímeros para impermeabilización contra el agua salada descritos en este documento pueden variar ampliamente desde aproximadamente 1 por ciento molar a, aproximadamente, 99 por ciento molar de cada uno en el copolímero. Los mejores resultados para conseguir tasas de hinchado libre excelentes en agua con alta conductividad se consiguen cuando la acrilamida forma entre aproximadamente el 5% y aproximadamente el 90% molar del copolímero, preferiblemente entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 60% molar; el acrilato de sodio y/o de potasio forma entre aproximadamente el 2% y aproximadamente el 50% molar del copolímero, de preferencia entre aproximadamente el 5% y aproximadamente el 25% molar del copolímero; y el ácido acrílico forma entre aproximadamente el 2% y aproximadamente el 50% molar del copolímero, de preferencia entre aproximadamente el 1% y aproximadamente el 10% molar del copolímero. Para este invento se contemplan otras composiciones de material que ofrecen un hinchado libre superior a, aproximadamente, 35 mL/2 gramos de material en 4,5% de sal marina en agua. Puede haber otros monómeros presentes en el copolímero, incluyendo ácidos y ésteres acrílico y metacrílico, y acrilamidas y metacrilamidas sustituidas, siempre que los otros monómeros no resten al copolímero capacidad de absorción de agua con alta conductividad.

Como se muestra en las figuras 2 y 3, en ellas se ilustran un método y un aparato que incluyen varias características opcionales, cada una de las cuales puede utilizarse por sí sola o en combinación con cualquiera de las otras características, para fabricar un producto que tenga en él solamente un material parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico, en polvo o en gránulos, o una pluralidad de diferentes materiales en polvo o en gránulos, incluyendo el copolímero, y con o sin varios materiales de refuerzo y/o materiales de recubrimiento añadidos a una o a ambas superficies exteriores del artículo que se fabrica a fin de proporcionar diversas características o propiedades a los artículos de geocompuestos 10 de barrera contra el agua salada, terminados, como se describirá con mayor detalle en lo que sigue. El aparato incluye, generalmente, una cinta transportadora 17 que se desplaza conti-

nuamente en torno a un par de rodillos 18 y 20, al menos uno de los cuales es accionado por un motor a una velocidad deseada; y uno o más dispositivos de alimentación de material en gránulos o en polvo, accionados mecánicamente, designados en general con los números de referencia 22 y 24.

5 Una capa 14 de material en lámina impermeable a los líquidos, utilizada para proporcionar una lámina de barrera principal contra el agua salada, es aplicada a una superficie mayor superior de una esterilla o lámina 15 de geotextil, previamente conformada, tras la carga de la esterilla o lámina 15 de geotextil con el copolímero 16 parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico a partir de uno de ambos dispositivos de alimentación 22 y/o 24. En una
10 realización, el copolímero 16 en polvo o en gránulos, penetra en la esterilla o lámina 15 de geotextil al hacer vibrar el material geotextil 15 con un vibrador 140. Alternativamente, puede aplicarse vacío bajo la esterilla o lámina de geotextil 15. Alternativamente, el copolímero 16 penetra mínimamente en la superficie superior de la esterilla o lámina de geotextil 15 para formar una capa de copolímero diferenciada, dispuesta entre la esterilla o lámina de geotextil 15 y la capa principal 14 de barrera impermeable.

15 Pueden aplicarse materiales adicionales, en polvo o en gránulos, a la esterilla o lámina de geotextil 15 desde conductos de alimentación 22 o 24 a fin de proporcionar una o más concentraciones superficiales del copolímero 16 o para aplicar un material diferente, en polvo o en gránulos, antes de la aplicación de las capas 14 de cubierta impermeables al agua. La capa principal 14 de barrera se adhiere, preferiblemente, a la superficie mayor superior de la esterilla o lámina de geotextil 15 que contiene el copolímero, empleando un adhesivo insoluble en agua, aplicado
20 desde el recipiente 34 de suministro de adhesivo. Pueden considerarse otros métodos, no limitativos, de introducción del copolímero en la estructura de material compuesto. Métodos alternativos podrían incluir el recubrimiento o pulverización de una pasta o dispersión del copolímero sobre la lámina por extrusión o recubrimiento con rodillos; ensamblaje previo de un material compuesto de copolímero/textil a combinar posteriormente con una capa impermeable al agua para formar el material compuesto final; u otros métodos para conseguir la estructura deseada.

25 La fig. 2A muestra una esterilla o lámina de geotextil 15 rellena solamente en su superficie mayor superior con el material 16 de copolímero en polvo o en gránulos. La fig. 2B muestra la esterilla o lámina de geotextil 15 rellena con el copolímero 16 incorporado por toda la esterilla o lámina de geotextil 15. La fig. 2C muestra el empotramiento parcial del copolímero 16 en una superficie superior de la esterilla o lámina de geotextil (preferiblemente no tejida) 15,
30 una capa intermedia diferenciada de copolímero, y una capa principal, superior, 14 de material en lámina impermeable al agua, asegurada por adherencia. Podrían considerarse otras capas de material para ayudar a mejorar la resistencia mecánica del material compuesto y que ayuden, así, a contener el copolímero en la estructura o a mejorar la unión de las diferentes capas de la estructura.

35 Pasando ahora a la fig. 3, en ella se muestra un diagrama esquemático de un método para cargar la esterilla de geotextil 115 de gran voluminosidad, previamente conformada, con copolímero en polvo o en gránulos en estado seco. El aparato de alimentación de material seco, designado generalmente con el número de referencia 100 es útil para depositar el copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico, con o sin materiales en polvo o en gránulos, tales como arcilla organofílica u otros materiales, desde una tolva 102 de recepción. Un tornillo sinfín
40 104 está dispuesto en el extremo inferior de la tolva 102 de recepción y en comunicación de fluido con ella, para forzar al material copolímero a través del conducto 106 hacia una entrada 108 del elevador 110. El copolímero es descargado del elevador 110 por una abertura 112 de salida del elevador, a través del conducto 114, a una tolva de recepción 116. Un par de tornillos sinfín 118 y 120, en comunicación de fluido con la parte inferior de la tolva 116, fuerzan al copolímero para que entre en uno, dos o tres mecanismos de alimentación, designados en general con los números de referencia 122, 124 y 126, para alimentar el copolímero en forma controlada a una, dos o tres cintas
45 transportadoras 128, 130 y 132 de alimentación continua, alineadas en sucesión por encima de una cinta transportadora alargada 134 para producto.

El copolímero se aplica, en general, sobre la esterilla o lámina de geotextil 115 en una cantidad de desde 2,83 g a
50 1,36 kg (de 01, onzas a 3 libras), aproximadamente, de copolímero en polvo o en gránulos por cada 0,09 metros cuadrados de la superficie mayor del artículo acabado, de preferencia de desde 2,83 g a 2,27 kg (de 0,1 onzas a 5 libras), aproximadamente, de copolímero en polvo o en gránulos por cada 0,09 metros cuadrados de la superficie mayor del artículo. De acuerdo con una realización, un suministro de material en lámina flexible 136, impermeable a los líquidos, en forma de rollo 138, puede disponerse por encima de la cinta transportadora 134 en continuo del producto para proporcionar un suministro continuo de material en lámina flexible, impermeable a los líquidos, sobre la
55 superficie superior de la cinta 134 transportadora del producto. La superficie superior del material en lámina 136 del rollo 138 puede pulverizarse con adhesivo líquido procedente del recipiente 139 de adhesivo, para adherir el material en lámina a la superficie inferior de la esterilla o lámina de geotextil 115, y, luego, se deposita el copolímero en polvo o en gránulos sobre la esterilla o lámina de geotextil 115 desde una, desde dos o desde las tres cintas transportadoras 128, 130 y 132 de alimentación. Pueden utilizarse una, dos o las tres cintas transportadores 228, 230 y 232 de alimentación para incorporar el mismo o diferentes materiales, en polvo o en gránulos, por parte o por la totalidad del grosor de la esterilla o lámina de geotextil 115. Puede conectarse un aparato vibrador 140 a la cinta transportadora del producto, directamente debajo de las cintas transportadoras 128, 130 y 132 de alimentación, para hacer vibrar los materiales, en polvo o en gránulos, que reaccionan con el contaminante de la esterilla o lámina de geotextil 115.

65 El copolímero en polvo o en gránulos se deposita a través de toda la anchura de la esterilla o lámina de geotextil 115

a medida que las partículas caen desde los alimentadores 122, 124 y/o 126. De esta forma, todo o parte del grosor de la esterilla fibrosa 115 puede llenarse con el copolímero. Dispositivos 144, 146 y 148 de succión para la recogida de polvo pueden estar dispuestos cerca de cada cinta transportadora 128, 130 y 132 de alimentación continua para limpiar el aire de las partículas finas procedentes de los mecanismos de alimentación 122, 124 y 126 y devolver las partículas de vuelta a un colector de polvo 167 para desecharlas y/o de vuelta a la tolva de recepción 102, por el conducto 149. Un segundo material en lámina flexible 150, impermeable al agua, procedente del rollo 151, se dispone en el lado de aguas abajo de los mecanismos 122, 124 y 126 de alimentación de copolímero y encima de la cinta 134 transportadora del producto. El segundo material en lámina flexible 150 es alimentado por el rodillo 152 accionado mecánicamente, los rodillos 154 y 156 de accionamiento y los rodillos 158 y 160 de enrollamiento, para disponer un material en lámina flexible 150, impermeable al agua, encima del artículo que contiene agente que reacciona con el contaminante, para disponer la esterilla o lámina de geotextil 115 y el copolímero separado o contenido en el material geotextil, entre el material en lámina flexible inferior 136 entre la esterilla o lámina de geotextil 115 y la capa principal superior de barrera 150 flexible, impermeable al agua. El recipiente 161 de adhesivo aplica, de preferencia, adhesivo a una superficie del material en lámina 150 para adherir el material en lámina 150 a la superficie superior de la esterilla o lámina de geotextil 115 que contiene el copolímero.

El copolímero funciona para absorber agua salada que contiene iones multivalentes, con alta conductividad, independientemente de su tamaño de partículas. El copolímero en polvo o en gránulos tiene un tamaño de partículas, preferiblemente, en el intervalo de unas 10 μm a unas 500 μm , preferiblemente de unas 50 μm a unas 1000 μm , más preferiblemente de unas 50 μm a unas 800 μm y, del modo más preferible, una distribución del tamaño de partículas de unas 50 μm a unas 800 μm conteniendo hasta un 100% de las partículas en el intervalo de 50 μm a 200 μm , preferiblemente de un 10% a un 50% en peso, aproximadamente, en el intervalo de 50 μm a 200 μm , con un 50% a un 90% en peso de las partículas en el intervalo de tamaños de 200 μm a 800 μm .

Como se muestra en la fig. 5, los artículos 10 de geocompuesto que contienen los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico descritos en este documento, son particularmente efectivos para disponerlos verticalmente junto a la cara de contacto mutuo 200 mar/suelo con el fin de proteger la cara de contacto del suelo contra la penetración del agua salda del mar 202 que, de otro modo, atravesaría la cara de contacto mutuo 200 mar/suelo penetrando en el suelo 204.

La esterilla o lámina de geotextil 15 o 115 puede ser tejida o no tejida, de preferencia no tejida. Fibras adecuadas para la construcción de la esterilla de geotextil 15 o 115 incluyen fibras hechas de rayón, polipropileno, poliésteres, nilón, polímeros y copolímeros acrílicos, fibras de cerámica, fibras de vidrio, copolímeros de propileno-etileno, copolímeros de polipropileno-poliamida, un solo monofilamento, polietileno, poliuretano, algodón, yute y cualesquiera otras fibras no biodegradables o muy lentamente biodegradables que, de preferencia, posean resistencia bacteriológica, hidrolítica y química. En algunas instalaciones, el grosor del artículo carece de importancia y dichos artículos pueden formarse con cualquier grosor deseado, por ejemplo de entre 0,08 mm y unos 101,6 mm (3 mils y unas 4 pulgadas), conteniendo entre 2,83 g y 13,61 kg (de 01, onzas a 30 libras), aproximadamente, por cada 0,09 metros cuadrados de material que reaccione con los contaminantes.

Los productos anteriormente descritos pueden modificarse de diversas formas para adecuarlos a varios propósitos y esta capacidad de adaptación de los productos constituye uno de los beneficios principales en comparación con las barreras contra el agua de la técnica anterior. Por ejemplo, los productos de geocompuestos descritos en este documento pueden cargarse con un material pesado, tal como una malla metálica, o con un mineral pesado tal como Barita, óxido de hierro o similares, de manera relativamente uniforme, junto con el copolímero en polvo o en gránulos, de modo que todo el producto tenga una densidad mayor que 1,0, permitiendo con ello que el material pueda ser fácilmente sumergido en el agua. En consecuencia, el producto puede aplicarse a la superficie del suelo en el fondo de una laguna, de un área de contención de residuos y similares sin tener que vaciar primero la laguna o el área de contención de residuos. El producto conteniendo el mineral pesado puede desenrollarse sobre el nivel superior del agua o de la contención de residuos y dejar que se hunda para cubrir la superficie del terreno en el fondo del agua o del material residual líquido, ahorrándose por tanto tiempo, esfuerzos y gastos sustanciales al sellar una laguna, un área de contención de residuos y similares, previamente existentes, sin drenar primero la laguna o el área de contención de residuos.

En otra realización, los productos descritos en este documento pueden tener incorporado en ellos un material muy ligero, tal como vermiculita expandida o perlita expandida, de modo que el producto tenga una flotabilidad sustancial en el agua, en materiales residuales líquidos y similares, para formar una cubierta sobre un área de contención de residuos líquidos, tal como en una laguna de residuos tóxicos, para evitar que compuestos externos, polvo y suciedad entren en el área de contención de residuos. Una parte de este material de cubierta puede estar destinada a ser retirada o enrollada de nuevo de forma que puedan añadirse residuos tóxicos adicionales y similares al área de contención cubierta al tiempo que se mantiene una cubierta impermeable al agua para evitar el llenado adicional con agua de lluvia del área de contención de residuos.

Los productos descritos en este documento pueden ser, esencialmente, un único material textil no tejido, que contenga un copolímero, adherido a una capa de cubierta impermeable al agua, por ejemplo una lámina de barrera prin-

principal de poli(cloruro de vinilo) (PVC). De preferencia, el artículo de geocompuesto incluye una capa de barrera superior, tal como un material en lámina de poli(cloruro de vinilo) (PVC) asegurada mediante adhesivo a un material en lámina, tejido o no tejido, que contenga el copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico. Además, durante la fabricación, al interior de este producto, por ejemplo bajo la lámina de cubierta superior, se pueden incorporar virtualmente estructuras de drenaje y otros artículos utilizados en las técnicas de drenaje de agua. También pueden incorporarse en los artículos descritos en este documento materiales herbicidas, bactericidas, agentes químicos de traza, diversos colorantes que indiquen el contacto con un producto químico o una clase de productos químicos particulares y similares.

- 10 El producto es particularmente efectivo en condiciones de paredes costeras, para aplicación contra pilotes de chapa de acero; montantes y revestimientos; montantes e instalaciones terrestres; cajones de hormigón, estructuras de pared estabilizadas para tierra y estructuras de pared de diafragma.

- 15 Los usos para los productos cargados total o parcialmente con material en polvo o en gránulos descritos en este documento son virtualmente infinitos, ya que puede hacerse que el producto sea completamente flexible, relativamente rígido o rígido y se le puede aplicar contra superficies fuertemente contorneadas e inclinadas, rugosas o lisas, así como superficies verticales, tales como muros de cimentación, diques, a lo largo de las orillas de canales y bajo gradas tal como en parques de depósitos y en técnicas de irrigación y conservación de agua.

- 20 Con el fin de demostrar la capacidad de "reparación" de los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico descritos en esta memoria, se prepararon artículos de geocompuesto para ensayos a partir de una geomembrana de material en lámina de PVC con un grosor de 1,14 mm (0,045 pulgadas) asegurada con adhesivo (empleando 2,30 gramos de adhesivo en aerosol Bostik Supertak) a un material textil de poli(tereftalato de etileno) (PET) no tejido que contenía 2,96 gramos de STOCKOSORB S (copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico) emparedado entre la geomembrana y las capas textiles. Los materiales de PVC y PET en lámina eran láminas circulares, cada una de 10 cm de diámetro, con un área de 78,54 cm². En los artículos de geocompuesto para ensayo se realizó un corte para formar una hendidura de 2,54 cm (1 pulgada) a través de todas las capas, como se muestra en la fig. 5.

- 30 Procedimiento de ensayo: Comportamiento en autorreparación

- Los artículos de geocompuesto para ensayo se cortaron en círculos de 10 cm de diámetro. Luego se realizó en las muestras de ensayo un corte para formar una hendidura de 2,54 cm (1 pulgada) a través de todas las capas, como se muestra en la figura 5, para simular daños en la geomembrana. Se pusieron entonces las muestras hendidas en una celda de ensayo circular, sellándolas por sus bordes, en el fondo de una torre de agua para proporcionar una presión igual a una columna de agua salada (4,5% en peso de sal marina con una conductividad de 53,2 mS/cm) de 4 metros. Encima de la hendidura se colocaron una piedra porosa y un peso para simular una presión de confinamiento sobre la muestra de 0,01 bar (20 libras/pie cuadrado) sin impedir el acceso de la solución de sal marina a la hendidura. Se llenó entonces la celda de ensayo con la solución de ensayo exponiendo la muestra de ensayo al agua salada en las condiciones especificadas. A intervalos regulares se recogió y se midió la cantidad de agua salada que pasaba a través de la hendidura de la muestra de ensayo. El ensayo se llevó a cabo en tanto resultaba práctico para muestras que presentaban una mala capacidad de autorreparación y durante un mínimo de 24 horas para las muestras que exhibían una buena capacidad de autorreparación. Los resultados típicos del ensayo se representan en la fig. 6.

- 45 **Análisis de los datos**

- Se representó el flujo de fluido en función del tiempo para la muestra de artículo de ensayo de geocompuesto y se evaluaron los datos para determinar la pendiente de la curva (caudal en mL/min) una vez que el flujo de fluido había llegado a ser uniforme. Se midió también el flujo de fluido de una muestra de control de geocompuesto. La muestra de control de geocompuesto consiste en la membrana impermeable al agua empleada con la muestra de ensayo sin capa de autorreparación activa. Tras el ensayo se evaluó el aparato de ensayo para garantizar que el fallo de la celda de ensayo no comprometía los resultados.

- 55 Se informó sobre el comportamiento de la muestra de ensayo como "índice de rendimiento de autorreparación" o "SPI", que se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula: $SPI = S_f/S_c$, donde S_f = Caudal de fluido a través de la hendidura de la muestra (mL/min) una vez alcanzado el flujo en estado estable, siendo S_c = caudal a través de una muestra de control (mL/min) tras haberse alcanzado el flujo en estado estable.

- 60 Para aprovechar toda la ventaja de los artículos y de los métodos descritos en este documento, los artículos ensayados como se ha descrito en lo que antecede tienen un SPI menor que 0,1, de preferencia menor que 0,01, más preferiblemente menor que 0,015, aún más preferiblemente menor que 0,005 y, del modo más preferible, menor que 0,001.

Muestra de ensayo núm.		15	16	19	20	21	25	26	28	29	30	31	32	33
Núcleo	Control [*]	Control 2 ^{**}	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC
SAP Ag, g/0,09 m ²	0	0	35	35	35	35	35	35	42	42	28	28	28	35
SAP estándar	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiempo de sellado (min)	N/A	N/A	60	330	40	14	0	355	2	60	70	1	16	1
Volumen a sellar (mL)	N/A	N/A	401	206	119	198	0	372	4	202	241	0	164	0,8
Conductividad del agua	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2	53,2
Caudal SS mL/min	139,4	2,32	0	0,0577	0	0	0	0,00750	0	0	0	0	0,011	0
SPI	N/A	0,01665	0	4,135×10 ⁻⁴	0	0	0	5,379×10 ⁻⁵	0	0	0	0	7,889×10 ⁻⁵	0

*Control: Copolímero no parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico (Ag. Calidad SAP)

**Control2: Sólo copolímero parcialmente reticulado de acrilato/ácido acrílico (SAP usual)

- Como se ve en la fig. 6, un artículo de geocompuesto de control para ensayo, conteniendo la capa de PVC asegurada mediante adhesivo a la capa de PET no tejida, sin que el no tejido llevase copolímero, tenía un alto caudal de fuga de agua salada, lineal, de unos 139,4 ml/min. Los artículos de geocompuesto contruidos como se ha descrito en este documento, conteniendo el copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico (ensayo 1 a ensayo 7 -
- 5 fig. 6) presentaron una fuga de agua salada en los primeros 20 - 30 minutos hasta que el copolímero se hinchó lo suficiente debido al agua salada y cerró la hendidura del PVC. Transcurridos unos 30 minutos, en el artículo de geocompuesto se producía poca o ninguna fuga adicional de agua salada a través de la hendidura.
- La fig.7 muestra los resultados del control de la fig. 6 (PVC más no tejido sin copolímero) y los ensayos 1 a 7 durante
- 10 1440 minutos. La muestra de control presenta una fuga continuada mientras que los ensayos 1 - 7 no muestran, esencialmente, fuga alguna de agua salada transcurridos entre 20 y 30 minutos.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo de material geocompuesto autorreparador, que comprende:

- 5 a) al menos una capa de membrana impermeable al agua; y
- b) una capa autorreparadora activa, que se hincha con el agua salada, consistente en un copolímero parcialmente reticulado, insoluble en agua, de acrilamida/ácido acrílico/acrilato; y
- 10 c) opcionalmente una tela de geotextil, tejida o no tejida, que contiene al menos una parte de la capa autorreparadora adherida a la capa de membrana para emparedar la capa autorreparadora activa entre la membrana y la tela,

cuyo artículo de geocompuesto presenta un índice de comportamiento en autorreparación inferior a 0,1 cuando se ensaya realizando una hendidura de 2,54 cm (1 pulgada) a través de todas las capas del artículo de geocompuesto sellado por sus bordes bajo 4 metros de agua con una conductividad de 1 mS/cm o mayor.

2. El artículo de material geocompuesto autorreparador de la reivindicación 1, en el que la capa autorreparadora activa es de un material absorbente de agua con alta conductividad, en polvo o en gránulos, capaz de absorber agua con una conductividad de, al menos, 1 mS/cm, en el que el material absorbente de agua con alta conductividad, en polvo o en gránulos, se incluye opcionalmente en el artículo en una cantidad comprendida en el intervalo de desde 2,83 g hasta 13,61 kg por cada 0,09 m² (de 0,1 onzas a 30 libras por pie cuadrado), preferiblemente de 2,83 g a 2,27 kg por cada 0,09 m² de la superficie mayor del artículo, y en el que el material absorbente de agua tiene, opcionalmente, un hinchado libre mayor que 35 mL por cada 2 gramos de material en una solución de sal marina en agua al 4,5%.

3. El artículo de material geocompuesto autorreparador de la reivindicación 2, en el que la capa autorreparadora activa comprende un copolímero de ácido acrílico parcialmente reticulado, parcialmente neutralizado, insoluble en agua y en el que, opcionalmente, el segundo material en polvo o en gránulos se incluye en el copolímero en una cantidad inferior al 50% en peso basado en el peso total del copolímero y el segundo material en polvo o granular.

4. El artículo de material geocompuesto autorreparador de la reivindicación 2, en el que la capa autorreparadora activa comprende una combinación de dicho copolímero junto con un segundo material en polvo o en gránulos, seleccionado del grupo que consiste en arcilla de esmectita de sodio; arcilla organofílica; carbón activado; polvo de coque; hierro con valencia cero; zeolita; serrín de turba; resina polímera de intercambio iónico; adsorbente polímero; y una mezcla de los mismos o en el que la capa autorreparadora activa es de un copolímero parcialmente reticulado, insoluble en agua, de acrilamida/ácido acrílico/acrilato, identificado como CAS núm. 31212-13-2.

5. El artículo de material geocompuesto de la reivindicación 3, en el que el copolímero contiene aproximadamente 0-95% molar de acrilamida; aproximadamente 5-95% molar de acrilato de sodio o de potasio o de litio o de amonio, y 5-95% molar de ácido acrílico.

6. El artículo de material geocompuesto de la reivindicación 4, en el que el copolímero contiene aproximadamente un 25-50% molar de acrilamida; aproximadamente 25-50% molar de acrilato de sodio o de potasio o de litio o de amonio, y aproximadamente 25-50% molar de ácido acrílico y en el que, opcionalmente, el copolímero en polvo o en gránulos incluye menos de 5000 ppm de monómero de acrilamida, preferiblemente menos de 1000 ppm de monómero de acrilamida y, más preferiblemente menos de 100 ppm de monómero de acrilamida.

7. El artículo de material geocompuesto de la reivindicación 1, en el que la tela de geotextil, antes de recibir el copolímero en polvo o en gránulos, tiene un tamaño de aberturas aparente comprendido en el intervalo de unos 0,5 mm a unos 6 mm y en el que, opcionalmente, el copolímero en polvo o en gránulos comprende de aproximadamente el 50% a, aproximadamente, el 99,9% en volumen de tela de geotextil o en el que la tela de geotextil es no tejida.

8. El artículo de material geocompuesto de la reivindicación 2, en el que el copolímero en polvo o en gránulos tiene un tamaño de partículas tal que al menos el 90% de las partículas tiene un tamaño comprendido en el intervalo de malla 6 a malla 325, aproximadamente.

9. El artículo de material geocompuesto de la reivindicación 1, en el que el material reactivo en polvo o en gránulos comprende de aproximadamente un 50% a aproximadamente un 99,9% en volumen de la tela de geotextil, y el artículo de material geocompuesto presenta un índice de comportamiento en autorreparación inferior a 0,01.

10. Un método de fabricar un artículo de material geocompuesto que proporciona una barrera contra agua con una conductividad de, al menos, 1 mS/cm, que comprende:

proporcionar una esterilla o lámina de material geotextil, tejido o no tejido;

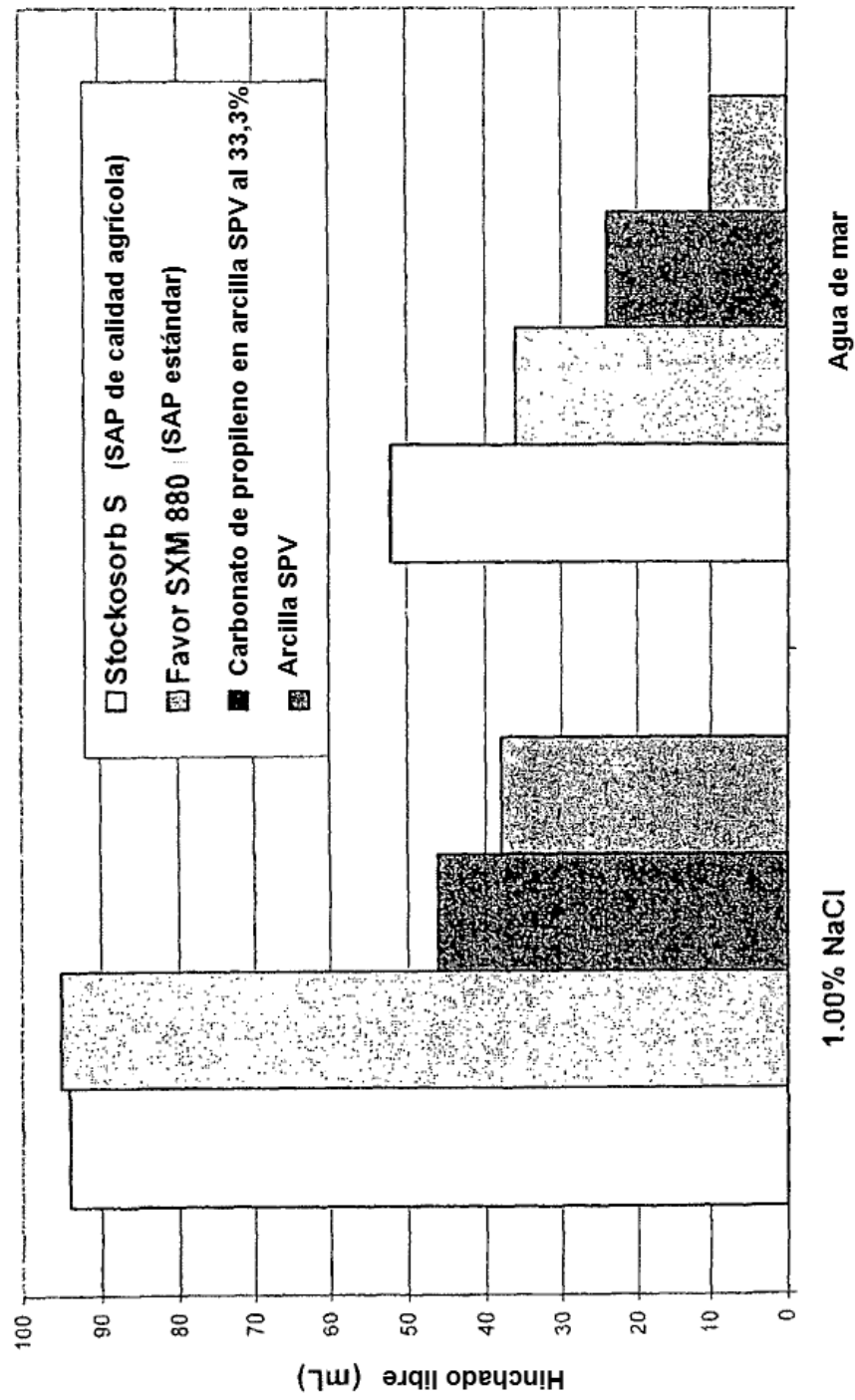
- poner la esterilla o malla de material geotextil en contacto con una capa que se hincha con el agua salada consistente en un copolímero parcialmente reticulado, insoluble en agua, de acrilamida/acrilato/ácido acrílico, en polvo o en gránulos.

los, y hacer que al menos parte del copolímero en polvo o en gránulos penetre en la esterilla de material geotextil para llenar por lo menos parte de las aberturas de la esterilla o lámina de material geotextil; y

- 5 adherir una lámina de cubierta impermeable a los líquidos sobre una superficie mayor de la esterilla de material geotextil adyacente al copolímero después de que la esterilla haya recibido el copolímero en polvo o en gránulos y que, además, incluye opcionalmente el paso de asegurar una lámina de cubierta impermeable a los líquidos a una superficie mayor inferior de la esterilla o lámina de material geotextil antes de poner en contacto la esterilla o lámina de material geotextil con el copolímero en polvo o en gránulos o que, además, incluye el paso de cubrir los bordes de la esterilla de material geotextil previamente formada con una capa de material impermeable al agua.
- 10 11. El método de la reivindicación 10, en el que los bordes de la esterilla o lámina de geotextil se cubren con material en exceso de la capa de cubierta impermeable al agua y, opcionalmente, en el que el material en exceso de la lámina de cubierta se asegura para cubrir los bordes de la tela de geotextil asegurando con adhesivo la lámina de cubierta sobre los bordes de la tela de geotextil, o soldando por calor la lámina de cubierta en torno a los bordes de la tela de geotextil.
- 15 12. El método de la reivindicación 10, en el que el copolímero en polvo o en gránulos es hecho entrar en la tela de geotextil haciendo vibrar la tela de geotextil mientras está en contacto con el copolímero en polvo o en gránulos o aplicando un vacío a la superficie inferior de la tela de geotextil para arrastrar el copolímero en polvo o en gránulos al interior de la esterilla o lámina desde la superficie superior, que incluye opcionalmente el paso de cubrir todas las superficies de borde con material de cubierta en exceso, y asegurar el material de cubierta en exceso al artículo de material geocompuesto reduciéndose así o eliminándose el escape de copolímero en polvo o en gránulos a través de todas las superficies de
- 20 borde del artículo de geotextil.
- 25 13. El método de la reivindicación 10, que incluye además el paso de proporcionar la lámina de cubierta impermeable al agua con unas dimensiones mayores de las de la superficie mayor de la tela de geotextil a fin de proporcionar material de cubierta en exceso de modo que el material de cubierta en exceso se extienda sobre una superficie de borde del artículo de material geocompuesto, y asegurar el material de cubierta en exceso al artículo de geotextil para cubrir la superficie de borde, reduciéndose por tanto o eliminándose el escape de copolímero en polvo o en gránulos a través de la superficie de borde cubierta del artículo de geotextil.
- 30 14. El método de la reivindicación 12, en el que la lámina de cubierta se asegura sobre la superficie de borde gracias a un método seleccionado del grupo que consiste en asegurar mediante adhesivo, técnicas de soldadura térmica, soldadura por vibraciones y soldadura ultrasónica.
- 35 15. Un método de impermeabilizar una superficie frente al contacto con una fuente de agua con una conductividad de, al menos, 1 mS/cm, que comprende disponer el artículo de material geocompuesto de la reivindicación 1 o de la reivindicación 5 de tal manera que primero entre en contacto con la fuente de agua la lámina de cubierta impermeable al agua.

FIG. 1

SAP que se hincha en agua salada comparado con una mezcla de arcilla/carbonato de propileno



-> El SAP de calidad agrícola posee mejor tolerancia a los iones divalentes que un SAP estándar

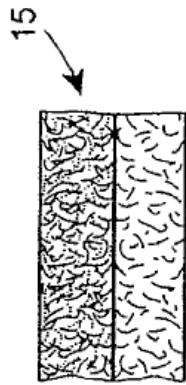


FIG. 2A



FIG. 2B

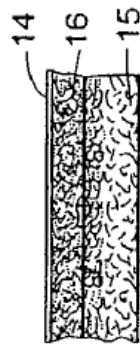


FIG. 2C

FIG. 2

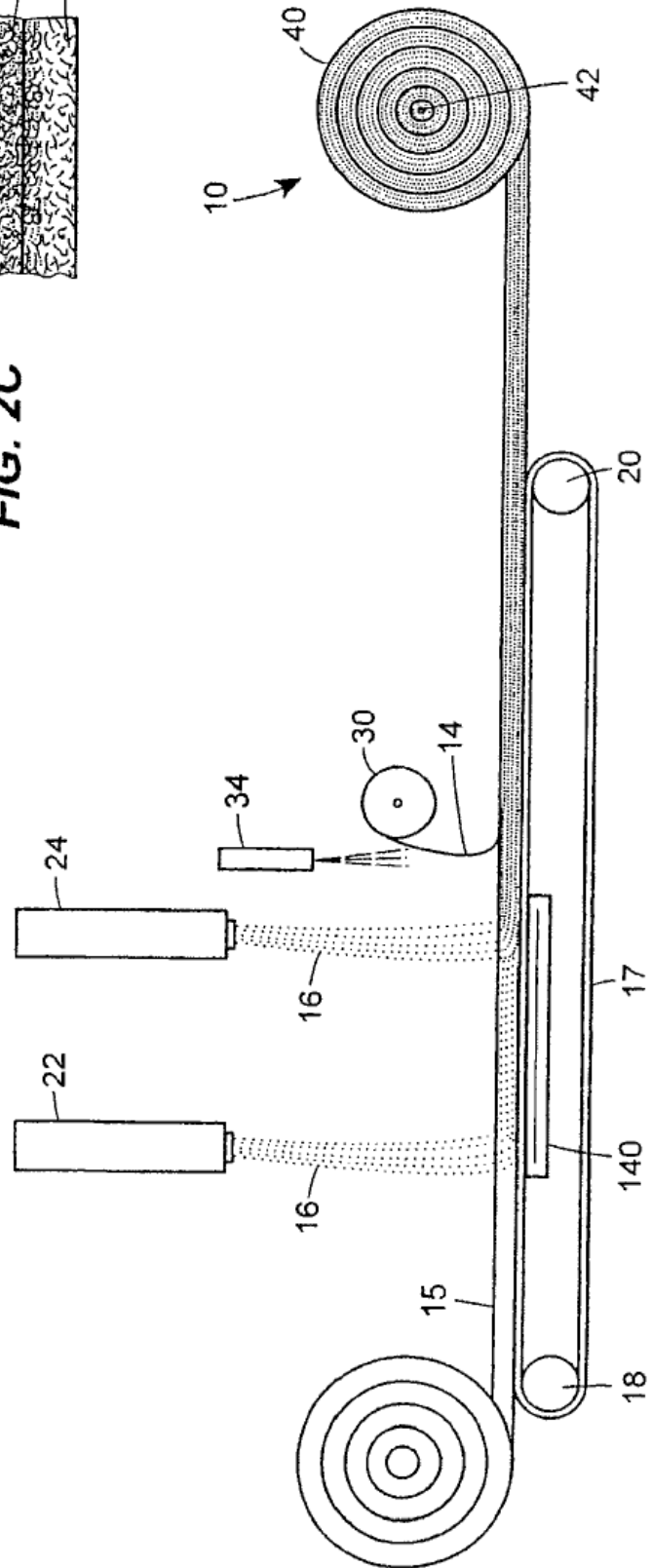


FIG. 3

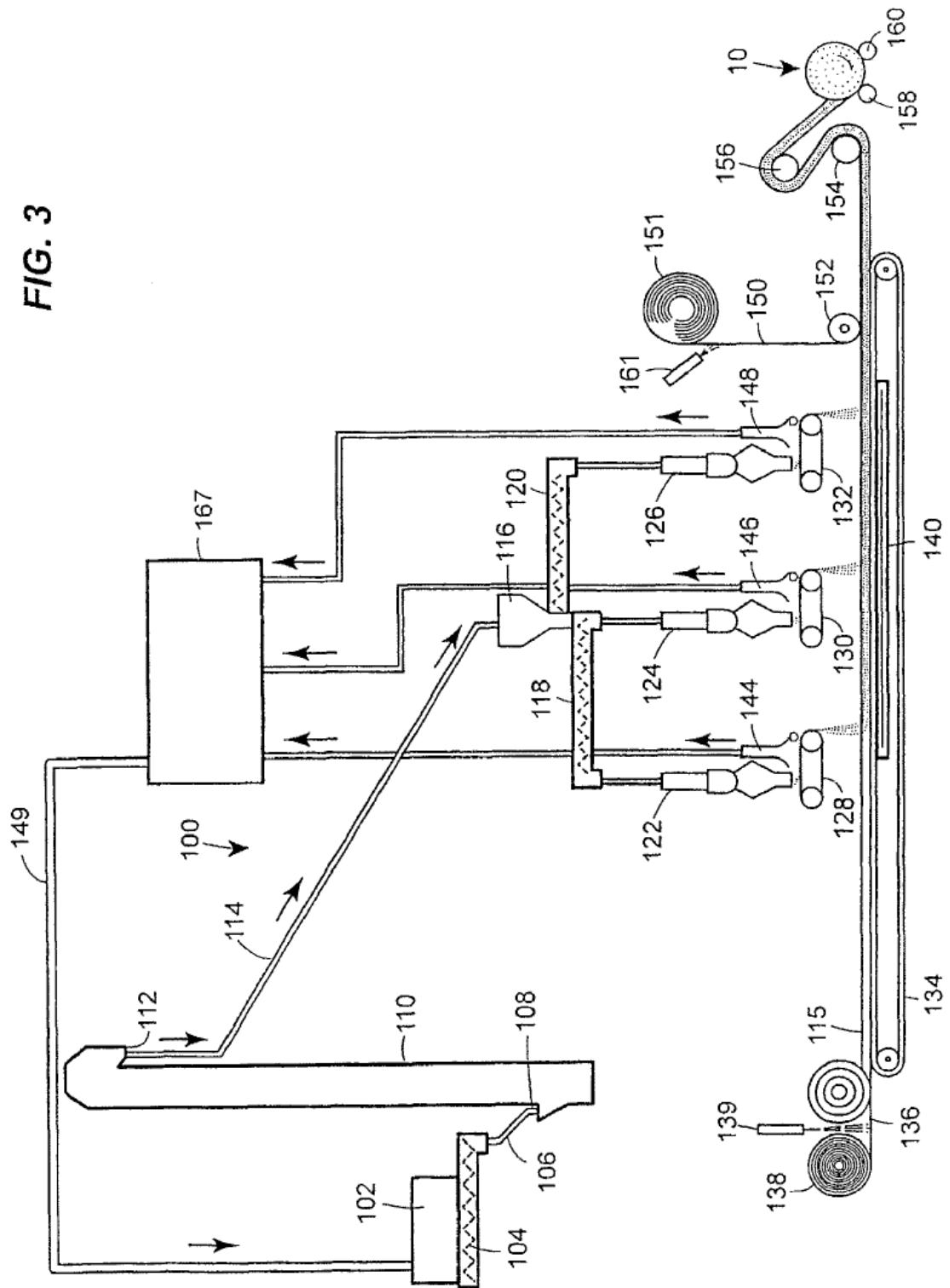
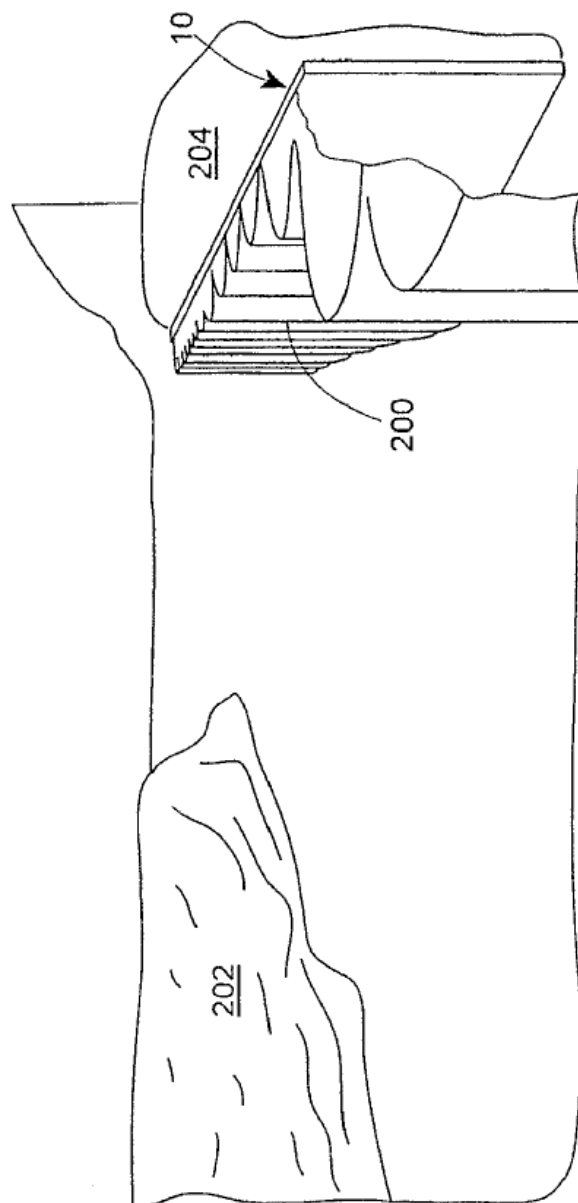


FIG. 4



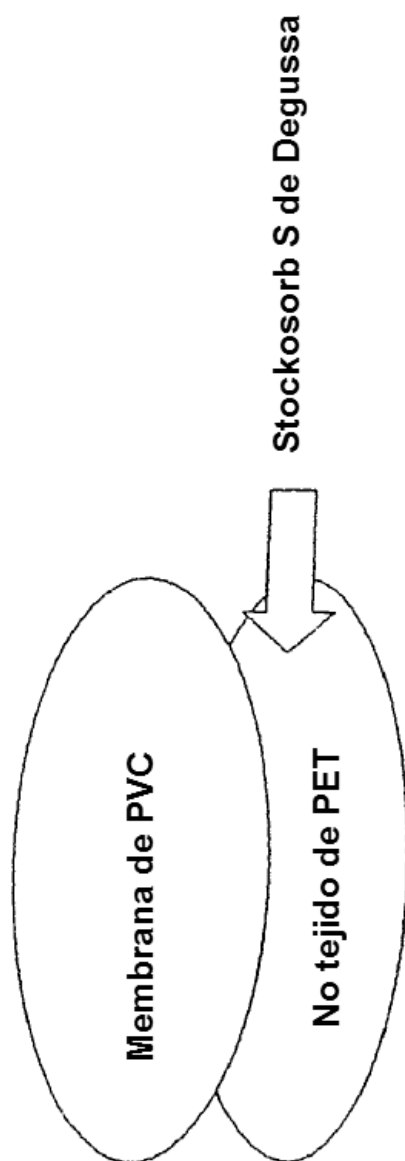


Figura 5A: Muestra prototipo - Vista lateral

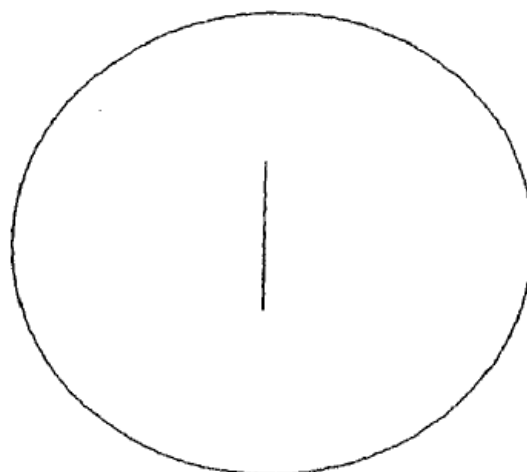
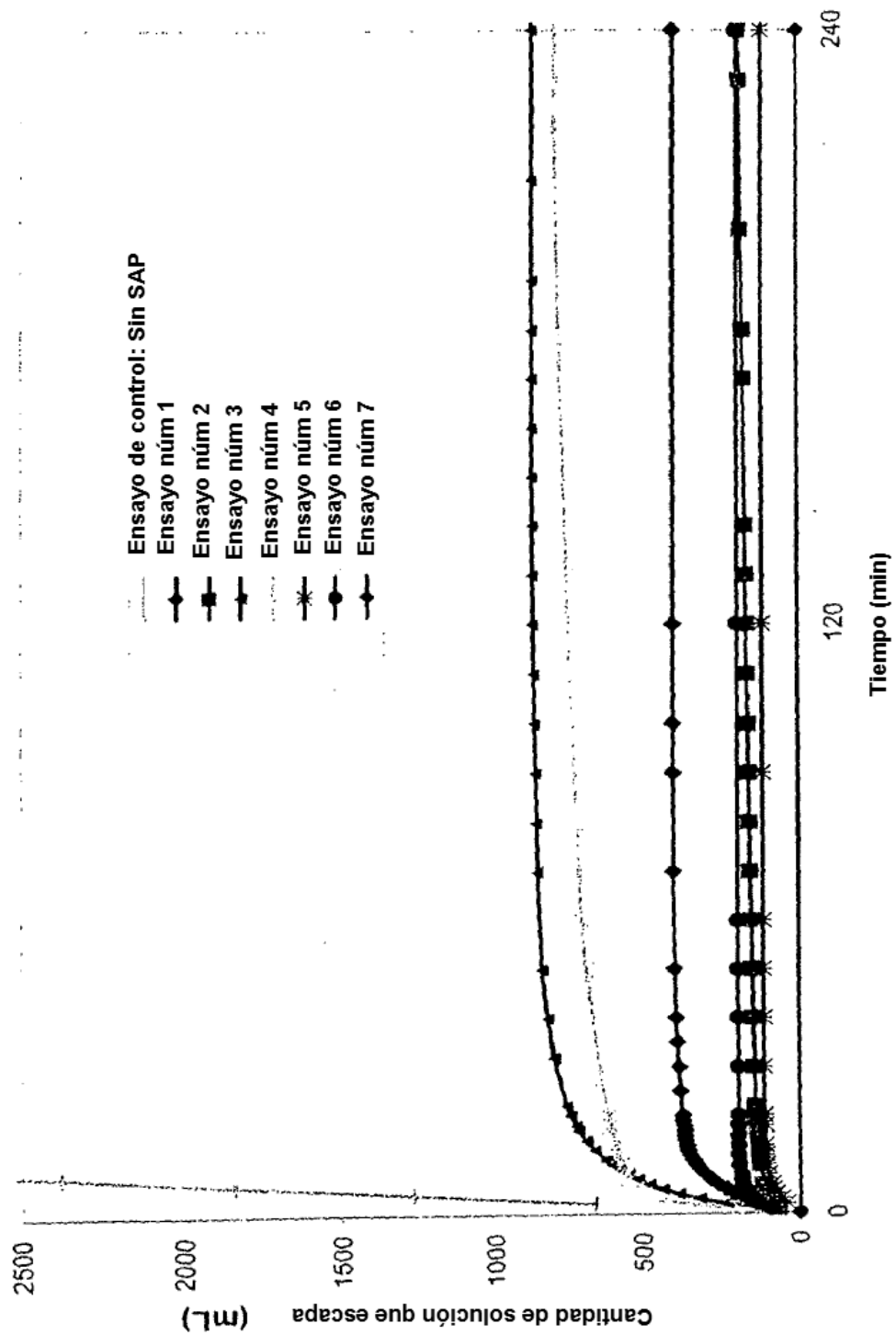


Figura 5B: Muestra prototipo con hendidura de 2,54 cm (1 pulgada) - Vista desde arriba

FIG. 6

Ensayo de prototipo en agua salada (53,2 mS) con una presión de confinamiento de 0,01 kg/cm²
 Membrana de PVC/SAP/No tejido



Ensayo de prototipo en agua salada (53,2 mS) con una presión de confinamiento de 0,01 kg/cm²
 Membrana de PVC/SAP/No tejido

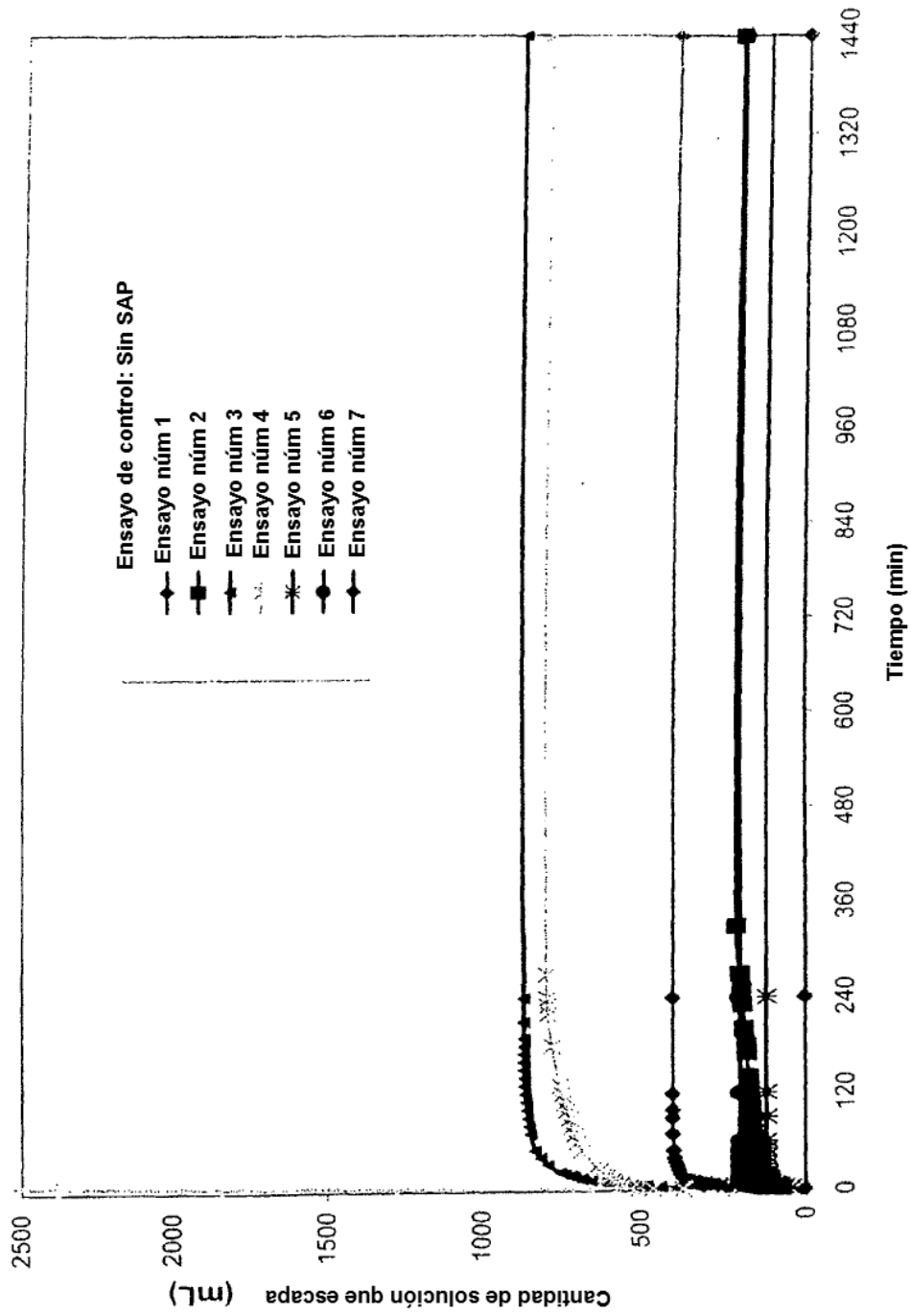


Figura 7