

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 334**

51 Int. Cl.:

E02D 31/00 (2006.01)

E02B 3/12 (2006.01)

E02D 17/20 (2006.01)

E02D 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2012 E 12162611 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2505719**

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

30 Prioridad:

31.03.2011 US 201113077871

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

05.10.2016

73 Titular/es:

**AMCOL INTERNATIONAL CORPORATION
(100.0%)
2870 Forbs Avenue
Hoffman Estates, IL 60192, US**

72 Inventor/es:

**DONOVAN, MICHAEL;
BEIHOFFER, THOMAS W.;
LARIONOVA, NATALIYA V. y
MOSIEWICZ, MAREK R.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 585 334 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

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a métodos y a artículos de fabricación útiles como membranas impermeables para impermeabilizar superficies contra la penetración de agua que contenga sal con una conductividad elevada, por ejemplo: agua de bahía, agua subterránea, agua de pantano, agua salobre, agua de mar, agua residual 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 peligrosos o tóxicos, superficies de cimientos subterráneos y similares. Más particularmente, la presente invención se refiere a artículos de fabricación
10 impermeables al agua salada, formados confinando un copolímero parcialmente reticulado de poli(acrilamida/ácido poliacrílico parcialmente neutralizado entre dos telas geotextiles, tejidas, o no tejidas. Alternativamente, puede forzarse al copolímero a entrar en una o ambas telas geotextiles tejidas o no tejidas o ser producido directamente en la(s) tela(s) geotextiles vía polimerización u otros procesos. Para conseguir la ventaja total de la invención, un material impermeable en película o lámina (membrana) es adherido a una superficie exterior de una de las telas
15 geotextiles como primera capa de contacto con el agua salada.

Antecedentes de la invención 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 peligrosos o tóxicos, y proporcionar lagunas, balsas y otras áreas de contención de agua. Arcillas que se
20 hinchan con el agua, tales como la bentonita, han sido aplicadas directamente a la superficie del suelo e impactadas en posición, como está descrito en la patente norteamericana anterior núm. 3.986.365 del cesionario de la presente. Además, muchos artículos de fabricación multicapa diferentes que contienen una arcilla que se hincha con el agua, tal como bentonita de sodio, han sido fabricados asegurando la arcilla que se hincha con el agua a las superficies interiores mayores de materiales en lámina flexibles, por ejemplo, en la patente norteamericana núm. 4.501.788, de
25 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; 4.693.923 de McGroarty et al.; 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 de tela flexibles que han sido sometidas juntas a perforación con agujas en un telar de agujas que asegura entre sí las capas superior e inferior, en la que al menos una de las capas de tela es de un material textil no tejido.
30

Otra barrera impermeable, descrita en la patente norteamericana núm. 4.344.722 de Blais, se construye en el campo aplicando una primera capa de tela flexible permeable al agua, superponiendo sobre ella un grosor de material de arcilla que se hincha con el agua y aplicando encima un revestimiento de la misma tela flexible permeable al agua. Otras patentes que describen el uso de capas de barrera contra el agua para proteger una superficie del suelo son la memoria de patente británica 1.059.363; la memoria de patente británica 1.029.513, y la memoria de patente británica 1.129.840.
35

La patente alemana DE 37 04 503 C2 describe un artículo que tiene dos capas de tela que incluyen una tela no tejida que rodea a una capa de arcilla de bentonita, en el que las dos capas de tela son sometidas juntas a perforación con agujas. La patente norteamericana núm. 4.565.468, de Crawford, describe un artículo que incluye dos capas de tela que rodean a una capa de arcilla de bentonita, en el que las dos capas de tela son acolchadas juntas con un diseño que forma compartimientos de cuatro lados.
40

Aunque los artículos descritos en las patentes mencionadas anteriormente 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 NaCl), tal como el agua de mar. La patente norteamericana núm. 5.389.116 del cesionario de la presente describe la incorporación de una arcilla que se hincha con el agua en una esterilla mientras se tienden las fibras para formar la esterilla.
45

Sorprendentemente, se ha encontrado que un copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/ácido poliacrílico parcialmente neutralizado, preferentemente un copolímero de acrilamida/acrilato de potasio o acrilato de sodio/ácido acrílico (CAS núm. 31212-13-2), por ejemplo STOCKSORB, STOCKOSORB F, STOCKOSORB S o STOCKOSORB 500 de Evonik Stockhausen, Inc., de Greensboro, NC, impermeabilizará las superficies frente a la penetración de agua con elevada conductividad. Un ejemplo alternativo de un copolímero similar es AQUASORB 3005 KC de SNF Inc. de Riceboro, GA, un copolímero de acrilamida y ácido acrílico neutralizado. Los artículos
50 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, preferiblemente de al menos 10 mS/cm,
55

más preferiblemente de al menos 30 mS/cm, todavía más preferiblemente de al menos 40 mS/cm, y, del modo más preferible, de al menos 50 mS/cm.

Desde los años 70 se han producido polímeros superabsorbentes ("SAP") para uso en una variedad de productos 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 capacidad de absorción de agua de un producto.

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

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 descritos anteriormente. 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 agua significativamente menor que la de los SAP y al igual que los SAP comunes de copolímero de ácido acrílico parcialmente reticulado y parcialmente neutralizado, las esmectitas sódicas no tienen una capacidad de hinchado libre suficiente cuando entran en contacto con agua salada con alta conductividad, para actuar como barrera contra el agua salada.

Algunos productos incluyen tanto un SAP como una arcilla hinchable, como está descrito en la patente norteamericana núm. 6.610.780 y en la patente norteamericana núm. 6.783.802 del cesionario de la presente. Sin embargo, ni los SAP ni las arcillas que se hinchan con el agua han conseguido impermeabilizar superficies frente a la penetración de agua contaminada con iones de alta conductividad, tal como el agua de mar.

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 con sal. El agua contaminada con sal se encuentra frecuentemente en los entornos de uso de las arcillas de bentonita cuando la bentonita es empleada ventajosamente por su capacidad para hincharse, por ejemplo como aditivo en lodos de perforación con el fin de sellar las fisuras que aparecen en las formaciones terrestres que rodean al pozo perforado para prevenir la pérdida de fluido de perforación, y para sellar lagunas y vertederos. Cuando entran 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 arcilla para conseguir el grado de hinchado necesario para fines de sellado. En algunos casos, en lugar de las arcillas de montmorillonita se utilizan arcillas de paligorskita debido a sus mejores propiedades de dispersión en agua salada, como está descrito en la patente norteamericana 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 las bentonitas tratadas con polímeros, que están descritas 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 es hidratada 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 agua contaminada.

En agricultura han sido utilizados copolímeros parcialmente 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 el propósito de impermeabilizar superficies en contacto con agua contaminada con sal, como está descrito en la publicación de patente norteamericana núm. 2007-0044528-A1 y en la patente norteamericana núm. 5.317.834.

SUMARIO

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 parcial o totalmente 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 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 de la presente invención, son incorporados en forma de lámina o en rollo como artículos geotextiles impermeabilizantes; o son incorporados como artículos deformables con una consistencia pastosa para impermeabilizar juntas en hormigón y similares (véase la patente norteamericana núm. 4.534.926) sustituyendo la arcilla de bentonita de la patente 4.534.926 por los SAP de calidad agrícola descritos en este documento. Los artículos de fabricación geotextiles en forma de lámina o en rollo descritos en este documento son autorreparadores (sellarán cortes, grietas y fisuras causadas en láminas o películas de barrera contra el agua adyacentes, durante o después de su instalación) y resultan particularmente efectivos para sellar 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 una realización preferida, los artículos de geocompuestos descritos en este documento contienen los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico confinados entre dos telas geotextiles como capa de seguridad bajo una capa de membrana o de material de lámina de barrera contra el agua, separada.

Por consiguiente, 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 materiales geocompuestos multicapa que incluyan una capa de barrera polimérica, un par de capas geotextiles tejidas o no tejidas con una capa intermedia de un copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico confinada entre ellas. El copolímero tiene una capacidad de hinchado libre suficiente cuando entra en contacto con agua con elevada conductividad, de tal modo que si se produce una grieta o una rotura en la capa de barrera polimérica adherida a una de las telas geotextiles, 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

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 Stockosorb S parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico en una solución acuosa al 1,0% de NaCl y 4,5% de sal marina, en comparación con un copolímero SAP parcialmente reticulado de acrilato/ácido acrílico estándar (Favor SXM 880) y una arcilla de bentonita sódica (SPV) que se hincha con el agua;

Fig. 2, es una vista esquemática de un aparato y de métodos de fabricación utilizados para la fabricación de una realización (GCA-1) de artículos de geocompuestos útiles como barreras contra agua salada descritos en este documento;

Fig. 3, es una vista lateral de un artículo de geocompuesto (GCA-1) fabricado mediante el aparato de la Fig. 2;

Fig. 4, es una vista esquemática de un aparato y de un método de fabricación preferidos usados para fabricar ambas realizaciones (GCA-1 y GCA-2) de los artículos de geocompuestos útiles como barreras contra el agua salada como se ha descrito en este documento;

Fig. 5, es una vista esquemática, similar a la Fig. 2, de un aparato y métodos usados para fabricar ambas realizaciones (GCA-1 y GCA-2) de artículos de geocompuestos útiles como barreras contra el agua salada;

Fig. 6, es una vista lateral del artículo de geocompuesto (GCA-2) fabricado por el aparato de las Figs. 4 y 5;

Fig. 7, es una vista esquemática de otra realización de un aparato y métodos de fabricación usados para fabricar los artículos de geocompuestos que contienen varias características opcionales, útiles como barreras contra agua salada como se ha descrito en el presente documento; y

Fig. 8, es una vista en perspectiva de un artículo de geocompuesto descrito en este documento, orientado verticalmente, adyacente a una interfaz mar/suelo;

Fig. 9, es un diagrama que muestra la capacidad de hinchado del Stockosorb S en agua desionizada y en agua marina simulada con 4,5 % de sal de acuario en agua; y

Fig. 10, es una gráfica que relaciona la capacidad de hinchado del GCA-1 de los ejemplos 1-13 con el nivel de carga de SAP.

5 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La presente invención puede comprenderse más fácilmente con referencia a la siguiente descripción detallada de la invención y a los ejemplos previstos en ella. Ha de entenderse que esta invención no está limitada a los componentes, artículos, procesos y/o condiciones específicos descritos, ya que estos, naturalmente, pueden variar. Ha de entenderse 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 ser expresados en este documento como desde "aproximadamente" o "alrededor de" un valor particular y/o hasta "alrededor de" o "aproximadamente" otro valor particular. Cuando se expresa así un intervalo, otra realización incluye desde el valor particular y/o hasta el otro valor particular. De forma similar, cuando los valores son expresados como aproximaciones, mediante el uso de "alrededor de" como antecedente, se entenderá que el valor particular forma otra realización.

La conductividad es una medida del nivel de concentración de iones de una solución. Cuanto más sales, ácidos o bases sean disociados, 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 en las aguas residuales. La medida 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 propósitos de esta invención, las aguas con una conductividad elevada se definen como aguas con una conductividad mayor que 1 mS/cm. La conductividad puede ser medida utilizando una diversidad de instrumentos de ensayo disponibles comercialmente, 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 es incorporado como una capa situada entre dos capas de tela de material geotextil en lámina, tejidas o no tejidas, con una lámina o película o capa de membrana de barrera frente al agua, preferiblemente una capa de membrana o de material polimérico, en película o lámina, adherida a una superficie expuesta de una de las capas geotextiles. La capa de material polimérico en lámina se adheriría a una superficie expuesta de una de las capas geotextiles posicionada, cuando es usada, para entrar en primer lugar en contacto con el agua con alta conductividad y el copolímero confinado entre las dos capas de tela para realizar la función de una capa de seguridad, con el fin de impedir el flujo de agua con alta conductividad a través del artículo si la capa de material polimérico 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 ser incorporado en los intersticios de una o ambas de las capas de tela geotextil para crear una capa de material geocompuesto tela/copolímero doble, que sirva como capa de seguridad unida a la capa de membrana para impedir el flujo de agua con alta conductividad a través del artículo si la capa de material polimérico en lámina es defectuosa o si 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 500TM, STOCKOSORB FTM y/o STOCKOSORB STM, se hinchan de forma sustancialmente libre cuando entran en contacto con soluciones con alta conductividad. Ejemplos de soluciones acuosas con alta conductividad ensayadas son soluciones al 1% de NaCl (conductividad de 18 mS/cm) y agua marina sintética (4,5% de sal marina, conductividad de 53,2 mS/cm). Los resultados del ensayo de hinchado libre indican que el copolímero Stockosorb S tuvo la capacidad de hinchado máxima en comparación con los polímeros superabsorbentes tradicionales y la solución de bentonita (véase la Fig. 1). Los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/ácido acrílico parcialmente neutralizado proporcionan capacidades de hinchado libre sustanciales cuando entran en contacto con soluciones acuosas contaminadas con cualquiera de Na⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺, Al⁺⁺⁺, o una combinación de los mismos, y otros cationes multivalentes en combinación con aniones que son comunes en el agua del 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 deberían 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 aproximadamente 40 ml/2 gramos, más preferiblemente de al menos aproximadamente 50 ml/2 gramos. Las capacidades de hinchado libre son determinadas 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 descrita en este documento se encuentran 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 dos capas de material de tela geotextil tejida o no tejida, previamente conformadas, que tienen cada una un grosor desde aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 200 mm,

preferiblemente entre aproximadamente 1 mm y aproximadamente 100 mm, cada una con una capa de copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/ácido acrílico parcialmente neutralizado, en polvo o en gránulos, ya sea al menos parcialmente incrustado en una porción de contacto de sus espesores a través de todas sus superficies de contacto mayores, o bien previsto en una capa separada entre las dos capas de tela o lámina geotextil. En la realización preferida, el copolímero, en polvo o en gránulos, está dispuesto al menos parcialmente dentro de los poros de cada tela geotextil para rodear a las fibras en la interfaz de las dos telas geotextiles, por ejemplo por succión por vacío, por vibración durante la deposición del copolímero sobre ella a fin de permitir que el copolímero, en polvo o en gránulos, por gravedad y debido a las fuerzas vibratorias fluya al interior de los poros de una o ambas láminas o esterillas geotextiles, o simplemente en virtud de haber sido dimensionado para que sea recibido en el interior de los poros de al menos una de las superficies de contacto de las telas o esterillas geotextiles tejidas o no tejidas (preferiblemente no tejidas).

En la realización preferida, una lámina de cubierta impermeable a los líquidos (capa de membrana) está adherida a una superficie mayor superior de una de las telas o esterillas geotextiles que contienen el copolímero para proporcionar una capa principal impermeable al agua para el artículo. Opcionalmente, los bordes de la lámina o esterilla geotextil que contiene el copolímero pueden ser sellados, por ejemplo haciendo que la lámina de cubierta superior impermeable al agua sea ligeramente mayor que las dimensiones de la lámina o esterilla geotextil y pegando o adhiriendo de otro modo el material en lámina de cubierta sobrante a los bordes del par de geotextiles, por ejemplo, termosoldándolos entre sí. Otras opciones de sellado del borde incluyen el cosido, punzonado con agujas, unión con cinta y la soldadura ultrasónica de la lámina de cubierta a los bordes de las láminas o esterillas geotextiles, o aplicando un material de recubrimiento del borde separado que puede ser pegado, unido, sellado por calor o soldado ultrasónicamente a la lámina de cubierta impermeable al agua y/o a las láminas o esterillas geotextiles. Los materiales de sellado del borde son, preferentemente, impermeables a los líquidos.

Además de la capa de copolímero parcialmente reticulado de acrilamida/ácido acrílico parcialmente neutralizado, materiales en polvo o en gránulos pueden ser mezclados con el copolímero o pueden ser aplicados 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, adhesivos en polvo, polvo de coque, hierro con valencia cero, apatita, zeolita, serrín de turba, resinas poliméricas de intercambio iónico, adsorbentes poliméricos y sus mezclas. Preferiblemente, el copolímero se dispone adyacente 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 aproximadamente 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 los dos geotextiles, distribuida uniformemente entre los dos geotextiles, o bien distribuida como un gradiente por toda una o ambas de las telas de geocompuesto. El artículo de geocompuesto multicapa puede ser fabricado para proporcionar un artículo de geocompuesto flexible o rígido, y permite la fabricación de diversos artículos de geocompuesto 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 películas o láminas de material impermeable a los líquidos no solo sobre una sino sobre ambas superficies mayores del artículo de geocompuesto para confinar en su sitio al material copolímero en gránulos o en polvo dentro de la lámina o esterilla geotextil; la aplicación de materiales o composiciones adhesivas, 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. Las láminas de geotextil que confinan al copolímero entremedias pueden unirse entre sí mecánicamente (mediante cosido, perforación con agujas o pegado), química o físicamente (es decir, por fusión o similar). La estructura puede ser fortalecida o reforzada insertando uno más materiales de rigidización en o sobre el artículo de geocompuesto 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 algún 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 etapa de consolidación; y proporcionando varios tamaños, formas y pesos de geotextiles para conseguir los beneficios de cada uno.

Los copolímeros descritos en este documento están reticulados ligeramente, es decir, poseen una densidad de reticulación inferior a aproximadamente el 20%, de preferencia inferior a aproximadamente un 10%, y, del modo más preferible, entre aproximadamente un 0,01% y aproximadamente un 7%. El agente de reticulación se utiliza, del modo más preferible, en una cantidad menor de aproximadamente un 7% en peso y, típicamente, de aproximadamente un 0,1% en peso, en base al peso total de monómeros. Ejemplos de monómeros de polivinilo para reticulación incluyen, aunque no se limitan a ellos, 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 frente al agua salada descritos en este documento pueden variar ampliamente desde aproximadamente un 1 por ciento molar a aproximadamente un 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 25% y aproximadamente el 80% molar, preferiblemente entre aproximadamente el 50% y aproximadamente el 70% molar del copolímero; el acrilato de sodio, de amonio y/o de potasio forma entre aproximadamente el 10% y aproximadamente el 60% molar del copolímero, de preferencia entre aproximadamente el 15% y aproximadamente el 40% molar del copolímero; y el ácido acrílico forma entre aproximadamente el 0% y aproximadamente el 30% molar del copolímero, de preferencia entre aproximadamente el 2% y aproximadamente el 20% molar del copolímero, mas preferiblemente entre aproximadamente el 5% y aproximadamente el 20% molar del copolímero. Para esta invención se contemplan otras composiciones de material que ofrecen un hinchado libre superior a aproximadamente 35 mL/2 gramos de material en agua marina con un 4,5% de sal. Puede haber otros monómeros presentes en el copolímero, incluyendo ésteres y ácidos 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.

Membrana impermeable al agua adherida

La membrana preferida para el producto (GCA-2) de las Figs. 4 y 5 es un producto en lámina de poli(cloruro de vinilo) multicapa que puede ser soldado por calor. La composición de la membrana de PVC incluye plastificantes para permitir que el producto sea flexible. En particular, la incorporación de plastificantes poliméricos (peso molecular > 10000 g/mol) a una concentración > 50 % en peso ayuda a asegurar una pérdida mínima de plastificante en uso. La membrana de PVC multicapa es preferida para contener una tela de reforzamiento de poliéster entre las capas de PVC, a fin de proporcionar buena resistencia al rasgado y perforación en uso. Para proporcionar una buena longevidad en uso, la composición de la membrana puede incluir también estabilizadores de UV, paquetes antioxidantes y otros ingredientes para retardar la degradación oxidativa de los componentes de la membrana de PVC. Las geomembranas basadas en PVC pueden variar en grosor, pero son preferiblemente membranas con un grosor entre 1,016 mm y 1,524 mm (40 y 60 mils).

Pueden ser usadas otras geomembranas típicas, como por ejemplo las que están compuestas por polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), poli(cloruro de vinilo) (PVC), polietileno clorado (CPE), polietileno clorosulfonado (CSPE), etilvinilacetato (EVA) y copolímeros y sus combinaciones. Estas membranas pueden ser diseñadas para ser autoadherentes o ser diseñadas para ser fácilmente adheridas mediante el uso de un producto de película multicapa.

El aparato usado para fabricar el emparedado copolímero/geosintético con membrana superior (Figs. 4, 5 y 7) y sin membrana superior (Figs. 2 y 7) se muestra esquemáticamente en las Figs. 2, 4, 5 y 7.

Como se muestra en las Figs. 2-7, se ilustran en ellas artículos de fabricación y un aparato para fabricar un producto (GCA-1) (Fig. 3) que tiene un material parcialmente reticulado de acrilamida/acrilato/ácido acrílico, en polvo o en gránulos, (al que se hará referencia en lo sucesivo como "SAP") confinado entre dos telas geosintéticas (Figs. 2 y 3); y un producto (al que se hará referencia en lo sucesivo como "GCA-2" (Figs. 4, 5 y 6) que incluye una membrana adherida a una superficie mayor expuesta del artículo de la Fig. 3. Debería entenderse que prever múltiples dispositivos de alimentación, como se muestra en la Fig. 7, una pluralidad de materiales diferentes en gránulos o en polvo, incluyendo el copolímero de SAP, y con o sin varios materiales de refuerzo y/o materiales de recubrimiento, proporciona diversas características o propiedades a los artículos de geocompuesto de barrera contra el agua salada terminados, como se describirá con mayor detalle en lo que sigue.

Una mezcla de un polvo adhesivo y el polvo de copolímero superabsorbente (SAP) es laminada entre dos textiles para producir el producto GCA-1 de la Fig. 3, y en otra realización, uno de los textiles incluye una membrana adherida en la parte superior (producto designado por "GCA-2"). En la realización preferida, ambos productos emplean un textil de "tela tejida de fibras bloqueadas" (FLW) (tela tejida tapada). En la realización preferida, es usado un textil FLW en ambas telas superior e inferior, aunque cualquier tela puede ser tejida o no tejida. En la realización preferida, una membrana impermeable al agua, por ejemplo de PVC, es usada como barrera contra el agua que se encuentra en primer lugar con el emparedado geotextil/SAP/geotextil por debajo, sirviendo como barrera de seguridad. El copolímero superabsorbente (SAP) es preferiblemente un copolímero reticulado de poli(acrilamida/poli(acrilato/ácido acrílico) llamado Stockosorb F. El adhesivo en polvo es preferiblemente una mezcla de polietileno/acetato de polivinilo de bajo punto de fusión, por ejemplo Jowatherm 60 214.30.

Los materiales FLW son construidos típicamente perforando con agujas una tela no tejida ligera en un textil tejido. Las fibras de material de tapa pueden estar formadas por varios materiales sintéticos y naturales. Preferiblemente la tapa está compuesta por polímeros de alto punto de fusión, tales como polipropileno, poliamidas o poli(tereftalato de etileno) o similares. Las fibras de la tapa pueden ser un componente único o un multicomponente. Pueden ser usadas fibras funcionales, tales como las que absorben agua, favorecen la adhesión, conducen el calor o la electricidad o tienen propiedades de barrera electromagnéticas o de radiofrecuencia. El peso de la tapa puede variar, por ejemplo, desde 33,9 g/m² a 1356 g/m² (1 oz/yard² a 40 oz/yard²) dependiendo de las propiedades deseadas. Preferiblemente, el peso de la tapa está en el intervalo de 101,7 g/m² a 169,5 g/m² (3 a 5 oz/yard²). El denier de fibra de la tapa puede variar. Preferiblemente, la fibra está en el intervalo de 0,0011 a 0,0022 g/m (10 a 20 denier).

El hilo del material tejido puede ser construido dando recuentos de urdimbre y trama variables. El recuento de los hilos en la dirección de la urdimbre y la trama puede variar. Preferiblemente, el recuento de hilos está en el intervalo de 15 a 30 hilos por pulgada. El hilo puede estar en formas diferentes, tales como cinta cortada o cintas fibriladas. La composición del hilo puede también variar y puede estar hecho de materiales naturales o sintéticos. Preferiblemente los hilos están compuestos de polímeros de alto punto de fusión, tales como polipropileno, poliamidas o poli(tereftalato de etileno) y similares. El espesor del hilo también puede variar, pero el hilo está preferiblemente en el rango de 3 a 5 milímetros.

La mezcla en polvo SAP/adhesivo es aplicada a una superficie superior de la base geotextil de FLW y cubierta con la tela geotextil superior antes de entrar en el horno. Son aplicados calor y presión al producto para fundir los materiales entre sí. El producto debería ser calentado uniformemente y por completo para asegurar la fusión adecuada y el flujo del adhesivo alrededor de las partículas de SAP.

El SAP y el adhesivo son mezclados entre sí en una razón en peso preferida de 45/55, respectivamente. La razón 45/55 es preferida puesto que mejora la adhesión y la cohesión en la exposición al agua. Para el trabajo inicial, la mezcla fue realizada usando un mezclador de cemento, y también usando un mezclador de cintas.

Una de las claves para un buen comportamiento del producto es la configuración del FLW. En una realización preferida, la mezcla de adhesivo y copolímero SAP es aplicada a una superficie mayor del FLW que tiene penachos de materiales no tejidos atravesados por el textil tejido. Al hincharse, las fibras que están bloqueadas entre sí mediante el adhesivo, serán arrastradas a través de la tela tejida. El arrastre de las fibras continuará hasta que el enmarañamiento de las fibras en el lado de la tapa evite cualquier otro arrastre adicional a través del textil tejido, creando presión interna. El lado de la tapa permitirá la unión a las superficies de sustrato, tales como hormigón, en el curado. Cuando se produce el emparedado de los dos geotextiles/copolímero SAP, penachos de fibras no tejidas están contra la mezcla en polvo (el lado de tapa está en el exterior del producto).

La membrana preferida es una película soplada coextrusionada bicomponente de polipropileno e incluye un recubrimiento de adhesivo activado por calor. Sin embargo, se entenderá que el adhesivo puede ser mezclado con el copolímero SAP en polvo o aplicado como capa separada a través del copolímero SAP o aplicado como recubrimiento inferior a una superficie inferior de la tela geosintética superior.

Para iniciar el proceso de producción, como se muestra en las Figs. 2, 4 y 5, una base de FLW 24 está dispuesta en la cinta transportadora 17 desde el rodillo 38 y es alimentada una mezcla SAP/adhesivo 26, que cae por gravedad sobre una superficie superior de la base de FLW desde el dispositivo de alimentación o recubridor dispersor 22. Una segunda tela geotextil 28, desde el rodillo 40, es después aplicada por debajo de los rodillos 30 y 39 sobre la mezcla SAP/adhesivo, como se muestra en las Figs. 2 y 4, para confinar la mezcla SAP/adhesivo entre las dos telas geosintéticas 24 y 28. Como se muestra en las Figs. 2 y 5, el material compuesto SAP/adhesivo confinado es alimentado dentro del horno 32 y 65 equipado con rodillos de arrastre 34 y 36 a la entrada que sirve para devanar continuamente las dos telas geosintéticas FLW 24 y 28 desde los rodillos 38 y 40. Las estaciones de devanado y enrollado tienen control de tensión (no mostrado) para asegurar que no se producen arrugas. Si se arruga el FLW pueden producirse acumulaciones del polvo SAP/adhesivo que conduzcan a una distribución no uniforme. Una vez que la base textil 24 está en el horno, es iniciado el dispositivo de alimentación de polvo 22. La tela superior 28 es después llevada hacia abajo para cubrir el polvo SAP/adhesivo y alimentada dentro del horno 32. Una vez que la tela superior está en su lugar, son encendidos elementos de calentamiento 42 y 61 para transmitir calor al producto, lo que funde el polvo adhesivo.

La mezcla en polvo de copolímero SAP/adhesivo es cargada dentro de un dispositivo de alimentación recubridor dispersor 22 que está posicionado por encima de la cinta transportadora de laminación 17. Como se muestra en la Fig. 4, el recubridor dispersor 22 está equipado con una tolva 41 que alimenta un rodillo moleteado 43. Los huecos entre pasadores en el rodillo moleteado capturan el polvo que es separado (por la rotación del rodillo) a una serie de cepillos (no mostrados). Los cepillos golpean el polvo del rodillo y el polvo cae libremente sobre el textil FLW 24 que está por debajo. En esta realización, mostrada en la Fig. 4, el proceso se basa en la transferencia de calor desde dos cintas transportadoras tratadas con silicona 17 y 45 que son calentadas mediante una pluralidad de bancos de calentadores de infrarrojos 61, 63, 65 y 67 en la parte superior e inferior del horno. Rodillos de presión 69 y 71 convergen para consolidar las capas entre sí, mientras que son calentadas. La cinta transportadora superior 45 y/o la cinta transportadora inferior 17 están dispuestas para converger para un mejor calentamiento del artículo de geocompuesto que está siendo fabricado y para aplicar presión de consolidación desde los rodillos 69 y 71. La línea está equipada con un colector de polvo cerca de la cara trasera del recubridor dispersor (no mostrado) que sirve para minimizar el polvo alrededor del recubridor dispersor 22.

Una tasa de deposición más consistente se consigue manteniendo un nivel constante en la tolva 22, lo que a su vez suministra una presión constante de polvo dentro del rodillo moleteado. Es preferida una carga de polvo de 72 gramos por pie cuadrado de superficie mayor de geotextil.

Durante el proceso de laminación puede presentarse una pequeña magnitud de contracción. La contracción puede incrementar ligeramente el MPU del polvo. Generalmente, la base de tela FLW comenzará con una anchura de 63" y saldrá del horno con aproximadamente 61,5", lo es supone una contracción de aproximadamente el 2,5%.

El horno tiene preferiblemente un control de temperatura a través de la banda en tres zonas (este, centro, oeste) para la base y la parte superior. Allí, los materiales no deberían ser calentados a más de aproximadamente 204,4 °C (400 °F) para todos los seis puntos de ajuste en el panel de control durante periodos prolongados de tiempo, para evitar cambios dimensionales de los textiles o productos en lámina. Preferiblemente, el horno debería estar equipado con zonas de precalentamiento y enfriamiento en la parte superior y la base. La temperatura de precalentamiento es ajustada a aproximadamente 110 °C (230 °F) para permitir la fusión inicial del adhesivo. La zona de enfriamiento es refrigerada con agua, por lo que no se necesita ajuste. La línea puede también estar equipada con un banco adicional de lámparas infrarrojas de calentamiento antes de la entrada del horno. La adición de las lámparas infrarrojas consigue mayores tasas de producción, puesto que la transferencia de calor desde la cinta transportadora no es tan eficaz como el calor radiante. Las lámparas infrarrojas precalientan la mezcla en polvo de copolímero SAP/adhesivo antes de ser unida con la tela superior. Las lámparas están suspendidas sobre la superficie de la cinta transportadora. El calentamiento de las lámparas infrarrojas puede ser controlado usando un sensor de temperatura para prevenir el sobrecalentamiento.

Es aplicada presión al producto a medida que se desplaza a través del horno. Se ha encontrado que una presión de laminación de 6,20528 bar (90 psi) consigue un producto excelente, pero también pueden ser usadas presiones superiores e inferiores para laminar todas las capas entre sí con seguridad.

El producto es acumulado preferiblemente dentro de rodillos maestros 50 para su conversión en rodillos mas pequeños como segunda etapa.

Es importante asegurar la fusión del adhesivo dentro del producto. Debería existir una buena resistencia al intento de despegar el FLW geosintético de la mezcla de copolímero SAP/adhesivo. El producto en el interior puede ser inspeccionado cortando las fibras del FLW y sacando el tejido.

En una realización, el copolímero 26, en polvo o en gránulos, penetra en la lámina o esterilla geotextil 24 mediante la vibración del geotextil 24 con un vibrador 52. Alternativamente puede ser aplicado vacío por debajo de la lámina o esterilla geotextil 24. Alternativamente, la mezcla de copolímero SAP/adhesivo 26 penetra mínimamente dentro de una superficie superior de la lámina o esterilla geotextil 24 para formar una capa 26 de copolímero SAP/adhesivo distinta dispuesta entre la lámina o esterilla geotextil inferior 24 y la lámina o esterilla geotextil superior 28, como se muestra en la Fig. 3.

Pueden ser aplicados materiales adicionales, en gránulos o en polvo, a la lámina o esterilla geotextil inferior 24 desde conductos de alimentación adicionales, como se muestra en la Fig. 7, para prevenir una o más concentraciones superficiales de mezcla de copolímero SAP/adhesivo 26 o para aplicar un material en polvo o en gránulos diferente. Como se muestra en las Figs. 4 y 5 una capa de barrera principal (membrana) 60 está preferiblemente adherida a la superficie mayor superior de la lámina o esterilla geotextil superior 28. Pueden ser contemplados otros métodos no limitativos de introducción del polvo de copolímero SAP/adhesivo dentro de la estructura de material compuesto. Métodos alternativos podrían incluir: el recubrimiento o rociado de una pasta o dispersión de la mezcla copolímero SAP/adhesivo sobre la lámina de tela geotextil inferior 24 vía extrusión o recubrimiento por rodillos; el premontaje de un material compuesto copolímero/tela para ser combinado opcionalmente más tarde con una capa de membrana impermeable al agua para formar el material compuesto GCA-2 final; u otros métodos para conseguir la estructura deseada.

Pasando ahora a la Fig. 7, en ella se muestra un diagrama esquemático de una realización para cargar una esterilla geotextil inferior 115 con copolímero SAP/adhesivo, en polvo o en gránulos, en estado seco. El aparato de alimentación de material seco, designado en general 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 de recepción 102. Un tornillo sin fin 104 está dispuesto en un extremo inferior de la tolva de recepción 102 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 de salida del elevador 112, a través del conducto 114 a una tolva de recepción 116. Un par de tornillos sin fin 118 y 120, en comunicación de fluido con una porción 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 de forma controlada a una, dos o tres cintas transportadoras de alimentación continua 128, 130 y 132, alineadas sucesivamente por encima de una cinta transportadora 134 alargada para producto.

El copolímero es aplicado, en general, sobre la lámina o esterilla geotextil 115 en una cantidad desde aproximadamente 2,84 g a 1,36 kg (de 0,1 onzas a 3 libras) de copolímero, en polvo o en gránulos, por cada 0,0929 m² (pie cuadrado) de la superficie mayor del artículo acabado, de preferencia desde aproximadamente 2,84 g a aproximadamente 2,27 kg (de 0,1 onzas a aproximadamente 5 libras) de copolímero, en polvo o en gránulos, por cada 0,0929 m² (pie cuadrado) de 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 estar dispuesto por encima de la cinta transportadora continua 134 del producto para proporcionar un suministro continuo de material en lámina (membrana) flexible, impermeable a los líquidos, sobre una superficie superior de la cinta transportadora 134 del producto. La superficie superior del material en lámina 136 del rollo 138 puede ser pulverizada con adhesivo líquido

5 procedente del recipiente de adhesivo 139, para adherir el material en lámina a una superficie inferior de la lámina o esterilla geotextil 115, y el copolímero, en polvo o en gránulos, es entonces depositado sobre la lámina o esterilla geotextil 115 desde una, dos o las tres cintas transportadoras de alimentación 128, 130 y 132. Pueden utilizarse una, dos o las tres cintas transportadoras de alimentación 128, 130 y 132 para incorporar el mismo material o diferentes materiales, en polvo o en gránulos, a través de una porción o por la totalidad del grosor de la lámina o esterilla geotextil 115. Puede conectarse un aparato vibrador 140 a la cinta transportadora del producto, directamente por debajo de las cintas transportadoras de alimentación 128, 130 y 132, para hacer vibrar los materiales, en polvo o en gránulos, que reaccionan con el contaminante dentro de la lámina o esterilla geotextil 115.

10 El copolímero, en polvo o en gránulos, es depositado a través de toda la anchura de la lámina o esterilla geotextil 115 a medida que las partículas caen desde los alimentadores 122, 124 y/o 126. De esta forma, todo el espesor o cualquier porción del espesor de la esterilla fibrosa 115 puede llenarse con el copolímero. Dispositivos de succión 144, 146 y 148 para la recogida de polvo pueden estar dispuestos cerca de cada cinta transportadora de alimentación continua 128, 130 y 132 para limpiar el aire de las partículas finas procedentes de los mecanismos de alimentación 122, 124 y 126 y devolver las partículas a un colector de polvo 167 para desecharlas y/o devolverlas a la tolva de recepción 102, vía el conducto 149. Un segundo material en lámina flexible 150, impermeable al agua, procedente del rollo 151, está dispuesto en el lado aguas abajo de los mecanismos de alimentación 122, 124 y 126 de copolímero y por encima de la cinta transportadora 134 del producto.

20 El segundo material en lámina flexible 150 es alimentado mediante el rodillo de accionamiento 152, los rodillos de accionamiento 154 y 156 y los rodillos de enrollamiento 158 y 160, para disponer un material en lámina flexible 150, impermeable al agua, encima del artículo que contiene el agente que reacciona con el contaminante, para disponer la lámina o esterilla geotextil 115 y el copolímero separado, o contenido en el geotextil, entre el material en lámina flexible inferior 136 entre la lámina o esterilla geotextil 115 y la capa principal superior de barrera 150 flexible, impermeable al agua. El recipiente de adhesivo 161 aplica preferentemente adhesivo a una superficie del material en lámina 150 para adherir el material en lámina 150 a una superficie superior de la lámina o esterilla geotextil 115 que contiene el copolímero.

30 El copolímero funciona para absorber agua salada que contiene iones multivalentes, con alta conductividad, independientemente de su tamaño de partícula. El copolímero, en polvo o en gránulos, tiene un tamaño de partículas preferiblemente en el intervalo desde aproximadamente 10 μm a aproximadamente 500 μm , preferiblemente entre aproximadamente 50 μm y aproximadamente 1.000 μm , más preferiblemente desde aproximadamente 50 μm a aproximadamente 800 μm , y lo más preferiblemente una distribución de tamaño de partículas desde aproximadamente 50 μm a aproximadamente 800 μm con un contenido de hasta un 100% de las partículas en el intervalo de 50 μm a 200 μm , preferiblemente entre aproximadamente el 10% en peso y aproximadamente el 50% en peso en el intervalo de 50 μm a 200 μm , con entre el 50 y el 90% en peso de las partículas en el intervalo de tamaño 200 μm a 800 μm .

35 Como se muestra en la fig. 8, los artículos de geocompuesto de las Figs. 3 y 6, que contienen los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico descritos en este documento, son particularmente efectivos para disponerlos verticalmente adyacentes a la interfaz mar/suelo 200 para proteger la interfaz del suelo frente a la penetración de agua salada del mar 202 que, de otro modo, penetraría por la interfaz mar/suelo 200 dentro del suelo 204.

40 La lámina o esterilla geotextil inferior 24 ó 115 y la lámina o esterilla geotextil superior 28 ó 136 pueden ser tejidas o no tejidas, preferiblemente no tejidas. Fibras adecuadas para la construcción de las esterillas geotextiles 24 ó 28, y 115 ó 136 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 preferentemente 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 desde 0,08 mm a aproximadamente 101,6 mm (desde 3 mils a aproximadamente 4 pulgadas), conteniendo entre aproximadamente 2,84 g y aproximadamente 13,61 kg (desde 0,1 onzas a 30 libras) por cada 0,0929 m² (pie cuadrado) de copolímero SAP.

50 El rendimiento de producto es ensayado hidratando el producto tanto en agua desionizada, como en agua marina simulada.

Para preparar el agua marina simulada fue disuelta sal (es decir instant ocean) en agua desionizada. Típicamente, es preparada una sal de acuario al 4,5% en agua desionizada para conseguir una conductividad de ~ 50 000 $\mu\text{S/cm}$.

55 Las muestras son cortadas en tiras de 4"x 8" en la dirección de la máquina de la banda. Las muestras son colocadas en recipientes de plástico de 13"x 8"x 4,5" (largo x ancho x alto). Las muestras son hidratadas con 2 litros de agua durante 12 horas. La masa de la muestra de 4"x 8" fue medida antes y después de la hidratación usando una balanza analítica. El material activo perdido en los bordes del producto fue ignorado.

Los datos para los ejemplos de GCA-1 se muestran a continuación en la Tabla 1 para los ejemplos 1-13. Los ejemplos 1-13 de GCA-1 fueron preparados, respectivamente, usando una mezcla 45-55 (en peso) de SAP y un adhesivo en polvo basado en EVA. Las mezclas en polvo de SAP/adhesivo fueron preparadas usando un mezclador de cintas. Los textiles usados en estos ejemplos fueron un geotextil FLW de 135,6 g/m² (4 oz/yd²). La carga SAP/adhesivo variaba desde 228 a 453 gramos/m² (21,2 a 42,1 g/ft²).

La capacidad de hinchado de los ejemplos en varios medios fue determinada mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Capacidad de hinchado (\%)} = \frac{\text{Muestra húmeda} - \text{Muestra seca}}{\text{Muestra seca}} \times 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Tabla 1: Datos analíticos para GCA-1 a varios niveles de carga activa

Producto	Ejemplo n.º	Carga SAP estimada en g/m ² (g/ft ²)	Capacidad de hinchado GCA-1 en agua DI (%)	Capacidad de hinchado relativa al contenido SAP solo en agua DI (%)	Capacidad de hinchado GCA-1 en agua marina al 4,5 % (%)	Capacidad de hinchado relativa al contenido SAP solo en agua marina al 4,5 % (%)
GCA-1	1	368 (34,2)	680%	1858%	310%	793%
GCA-1	2	358 (33,3)	789%	2200%	338%	885%
GCA-1	3	378 (35,1)	934%	2569%	357%	920%
GCA-1	4	358 (33,3)	849%	2365%	343%	896%
GCA-1	5	339 (31,5)	760%	2156%	401%	1090%
GCA-1	6	358 (33,3)	683%	1883%	309%	797%
GCA-1	7	378 (35,1)	944%	2608%	360%	933%
GCA-1	8	329 (30,6)	841%	2421%	325%	874%
GCA-1	9	383 (35,55)	871%	2389%	309%	783%
GCA-1	10	228 (21,5)	546%	1766%	218%	645%
GCA-1	11	455 (42,3)	1120%	2937%	422%	1044%
GCA-1	12	450 (41,85)	1224%	3229%	403%	996%
GCA-1	13	368 (34,2)	896%	2491%	302%	773%

Para propósitos de comparación fue realizado un ensayo de capacidad de hinchado sobre el superabsorbente contenido en estopilla, tanto en agua desionizada como en agua marina simulada. La capacidad de hinchado del Stockosorb S en agua desionizada y en agua marina calculada fue de 40900% y 6700%, respectivamente, como se muestra en la Fig. 9. En términos de capacidad de absorción, se encontró que el Stockosorb S absorbe 410 gramos de agua desionizada por cada gramo de SAP seco. Se encontró que en el agua marina simulada, la capacidad de absorción era inferior en 68 gramos de agua marina por cada gramo de SAP.

En la tabla 1 se muestran los resultados del ensayo de hinchado para los materiales GCA-1 hechos utilizando el proceso descrito en la Fig. 2. En agua desionizada, los ejemplos de GCA-1 mostraron una capacidad de hinchado que variaba entre el 546% y el 1224%, lo que dependía de la carga de SAP. En agua marina simulada, la capacidad de hinchado era inferior y variaba en el intervalo desde 218 a 422%. La Fig. 10 muestra la relación entre la carga de SAP y la capacidad de hinchado del producto GCA-1.

La capacidad de hinchado relativa a la carga de SAP en cada medio fue también calculada para determinar la influencia del confinamiento en el material compuesto de GCA-1. Para el agua desionizada, se encontró que la capacidad de hinchado del SAP fue reducida desde 40900% a una media del 2,375% cuando está confinado en los ejemplos del material compuesto GCA-1. Para el agua marina simulada, la capacidad de hinchado del SAP fue

reducida desde el 6700% a una media del 880% cuando el SAP fue confinado en los ejemplos de material compuesto de GCA-1.

Los productos anteriormente descritos pueden ser modificados 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 de agua de la técnica anterior. Por ejemplo, los productos de geocompuestos descritos en este documento pueden ser cargados 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 ser aplicado a la superficie del suelo en el fondo de una laguna, área de contención de residuos y similares llenas sin tener que drenar primero la laguna o el área de contención de residuos. El producto que contiene el mineral pesado puede ser desenrollado 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 su interior 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 porción de este material de cubierta puede ser adaptada para la retirada o enrollada de nuevo de forma que puedan ser añadidos residuos tóxicos adicionales y similares al área de contención cubierta, manteniendo al mismo tiempo 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 material de tela no tejida, que contenga un único copolímero, adherido a una capa de cubierta impermeable al agua, por ejemplo una lámina de barrera principal de poli(cloruro de vinilo) (PVC). Preferiblemente, el artículo de geocompuesto incluye una capa de barrera superior, tal como un material en lámina de poli(cloruro de vinilo) (PVC) asegurado 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.

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.

Los usos para los productos que contienen copolímero SAP, 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 que se le pueda 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.

Para demostrar la capacidad de "reparación" de los copolímeros parcialmente reticulados de acrilamida/acrilato/ácido acrílico descritos en este documento, se prepararon artículos de geocompuesto para ensayos para el material compuesto GCA-2 a partir de una geomembrana de material en lámina de PVC con un grosor de 1,524 mm (0,060 pulgadas) asegurada con adhesivo (empleando un plastisol basado en PVC) a un material compuesto de muestra de GCA-1 que fue descrito anteriormente para los ejemplos 1-13. La membrana de PVC fue recubierta con el plastisol y calentada a 177 °C (350 °F) en un horno durante algunos segundos bajo presión para curar el plastisol y adherir el PVC a la muestra de GCA-1. Muestras de control de ambos, GCA-1 (ejemplo 16) y GCA-2 (ejemplo 17), fueron preparados de formas similares a las descritas para producir los ejemplos 1-15, sin embargo el SAP no fue añadido a los materiales compuestos de control.

Las muestras de material compuesto GCA-1 y GCA-2 fueron cortadas en formas circulares de 10 cm de diámetro con una superficie de 78,54 cm². Los artículos de ensayo de geocompuestos fueron cortados con una hendidura de 25,4 mm (1 pulgada) a través de todas las capas y sellados en una celda de prueba de 1 litro. Encima del corte fue colocada una pequeña piedra porosa y un peso para simular una presión de confinamiento sobre la superficie de la muestra de 958 Pa (20 libras/pie cuadrado). La celda fue llenada con agua marina simulada (~4,5% en peso de sal de acuario en agua desionizada), de manera que el agua tenía una conductividad de ~50000 µS/cm. La celda fue conectada a una torre que fue elevada para aplicar una cabeza hidrostática de 4 metros a la muestra en la celda. El suministro de agua en la torre fue repuesto bombeando el agua marina simulada desde un depósito para mantener una presión de la cabeza consistente en todo momento. A las muestras se les dejó hidratarse durante 1 hora antes de iniciar el ensayo. El ensayo fue iniciado abriendo un puerto en la base de la celda con un diámetro de abertura de

3,80 mm. El agua que abandonaba la celda fue recogida en un cubo y pesada después de intervalos de tiempo conocidos para determinar la tasa de escape.

5 El comportamiento de los artículos descritos en este documento es medido mediante un “índice de rendimiento en autorreparación” o “SPI” que es calculado con la siguiente fórmula $SPI = ST/SC$, donde ST= caudal de fluido a través de una hendidura de 1 pulgada completamente a través del espesor de una muestra (mL/min) después de que se ha conseguido el flujo en estado estable, siendo SC = caudal a través de una muestra de control (mL/min) tras haberse alcanzado el flujo en estado estable.

10 Para conseguir toda la ventaja de los artículos y de los métodos descritos en este documento, los artículos ensayados como se ha descrito anteriormente deberían tener un SPI menor de 0,1, preferiblemente menor de 0,01, más preferiblemente menor de 0,015, aún más preferiblemente menor que 0,005 y, del modo más preferible, menor de 0,001.

Se muestran en la Tabla 2 los resultados de SPI para los ejemplos de material compuesto GCA-1 y GCA-2. El valor SPI para GCA-1 calculado fue de 0,0009, mientras que el valor SPI para el GCA-2 calculado fue 0, puesto que la muestra no presentaba escape en el margen de tiempo del ensayo

15

Tabla 1. Datos SPI para materiales compuestos GCA-1 y GCA-2

Ensayo SPI para GCA-1 y GCA-2

Ensayo SPI	GCA-1 de control (no SAP) Ejemplo 15		GCA-1 Ejemplo 14		GCA-2 de control (no SAP) Ejemplo 16		GCA-2 Ejemplo 15	
	Tiempo transcurrido (min)	Magnitud escape (ml)	Tiempo transcurrido (min)	Magnitud escape (ml)	Tiempo transcurrido (min)	Magnitud escape (ml)	Tiempo transcurrido (min)	Magnitud escape (ml)
Tiempo 1	10	13100	60	253	10	165	60	0
Tiempo 2	20	27807	120	428	20	323	120	0
Tiempo 3	30	38904	180	542	30	477	180	0
Tiempo 4	40	51664	450	842	40	645	450	0
Tiempo 5	50	64372			50	801		
Tiempo 6	60	77897			60	958		
Tasa escape estado estable (ml/min)	1275		1,2		15,906		0	
Resultados SPI	Resultado SPI GCA-1 = 0,0009		Resultado SPI GCA-2 = 0					

REIVINDICACIONES

1. Artículo de material geocompuesto autorreparador, que comprende:
 - a) un par de telas geotextiles (24, 28) tejidas o no tejidas, adyacentes y coextensivas, que contienen una capa de material absorbente de agua (26) incluida en su interior, en una de sus interfaces, o confinando la capa de material absorbente de agua (26) entremedias, caracterizado por que
 - b) la capa de material absorbente de agua (26) comprende un material (26) autorreparador absorbente de agua de alta conductividad, parcialmente reticulado, insoluble en agua, en polvo o en gránulos, capaz de absorber agua que tenga una conductibilidad de al menos 1 mS/cm, que comprende un copolímero de acrilamida, ácido acrílico y sal de ácido acrílico; y
- en el que el artículo de material geocompuesto presenta un índice de comportamiento en autorreparación inferior a 0,1 cuando es ensayado realizando una hendidura de 2,54 cm (1 pulgada) a través de todas las capas del artículo de material geocompuesto sellado por sus bordes bajo 4 metros de agua con una conductividad de 1 mS/cm o mayor.
2. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 1, que incluye además una capa de membrana impermeable al agua (60) adherida a una superficie mayor exterior de una de las telas geotextiles y esencialmente coextensiva con ella.
3. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 2, en el que la capa de membrana (60) comprende un material en lámina polimérico.
4. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 1, en el que la capa de material absorbente de agua con alta conductividad (26), en polvo o en gránulos, está incluida en el artículo en una cantidad comprendida en el intervalo desde 2,84 g hasta 13,61 kg por cada 0,0929 m² (de 0,1 onzas a 30 libras por pie cuadrado) de una superficie mayor del artículo,
5. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 1, en el que la capa de material absorbente de agua (26) tiene un hinchado libre mayor de 35 mL/2 gramos de material en una solución de sal marina en agua al 4,5%.
6. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 4, en el que la capa de material absorbente de agua de alta conductividad (26), en polvo o en gránulos, está incluida en el artículo en una cantidad comprendida en el intervalo desde 2,84 g hasta 2,27 kg por cada 0,0929 m² (de 0,1 onzas a 5 libras por pie cuadrado) de una superficie mayor del artículo.
7. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 1, en el que la capa activa de material absorbente de agua (26) 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; apatita, zeolita; serrín de turba; resina polimérica de intercambio iónico; adsorbente polimérico; y una mezcla de los mismos.
8. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 7, en el que el segundo material, en polvo o en gránulos, está incluido con el copolímero en una cantidad menor del 50% en peso con base en el peso total del copolímero y el segundo material en polvo o en gránulos.
9. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 6, en el que la capa activa de material absorbente de agua (26) es un copolímero parcialmente reticulado que contiene aproximadamente 5-95% molar de acrilamida; aproximadamente 5-95% molar de acrilato de sodio o de potasio o de litio o de amonio, y aproximadamente 5-95% molar de ácido acrílico.
10. Artículo de material geocompuesto autorreparador según la reivindicación 9, en el que la capa activa de material absorbente de agua (26) es un copolímero parcialmente reticulado, insoluble en agua, de acrilamida/ácido acrílico/acrilato, identificado como CAS núm. 31212-13-2.
11. Artículo de material geocompuesto según la reivindicación 9, en el que el copolímero (26) contiene aproximadamente 25-80% molar de acrilamida; aproximadamente 15-40% molar de acrilato de sodio o de potasio o de litio o de amonio, y aproximadamente 5-20% molar de ácido acrílico.
12. Artículo de material geocompuesto según la reivindicación 11, en el que el copolímero (26), en polvo o en gránulos, incluye menos de 5000 ppm de monómero de acrilamida.
13. Artículo de material geocompuesto según la reivindicación 1, en el que al menos una de las telas geotextiles (24, 28) es no tejida.

14. Método de fabricación del artículo de material geocompuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1-13, que proporciona una barrera frente al agua con una conductividad de al menos 1 mS/cm, que comprende:

proporcionar una tela geotextil inferior (24) tejida o no tejida; caracterizado dicho método por que comprende:

5 poner la tela geotextil (24) en contacto con un copolímero (26) parcialmente reticulado, insoluble en agua, de acrilamida/acrilato/ácido acrílico, en polvo o en gránulos, y hacer que al menos porción del copolímero (26), en polvo o en gránulos, fluya dentro de la tela geotextil (24) para llenar al menos una porción de la tela geotextil (24) dentro de sus orificios; y

adherir una lámina geotextil superior (28) sobre el copolímero (26) para sellar el copolímero (26) entre las telas geotextiles superior (28) e inferior (24);

10 en el que el artículo de material geocompuesto presenta un índice de comportamiento en autorreparación menor de 0,1 cuando es ensayado colocando una hendidura de 25,4 mm (1 pulgada) a través de todas las capas del artículo de material geocompuesto sellado en sus bordes bajo 4 metros de agua con una conductividad de 1 mS/cm o mayor.

15 15. Método según la reivindicación 14, que incluye la etapa de asegurar una lámina de cubierta (60) impermeable a los líquidos a una superficie mayor de una de las telas geotextiles (24, 28).

16. Método según la reivindicación 14, en el que la lámina de cubierta es asegurada sobre una superficie de borde mediante un procedimiento seleccionado del grupo que consiste en asegurar mediante adhesivo, técnicas de soldadura térmica, soldadura por vibraciones y soldadura ultrasónica.

20 17. Método para impermeabilizar una superficie frente al contacto con una fuente de agua (202) con una conductividad de al menos 1 mS/cm, que comprende disponer el artículo de material geocompuesto según cualquiera de las reivindicaciones 1-13 en contacto con la superficie (200), de tal manera que la tela geotextil esté en contacto con dicha superficie (200).

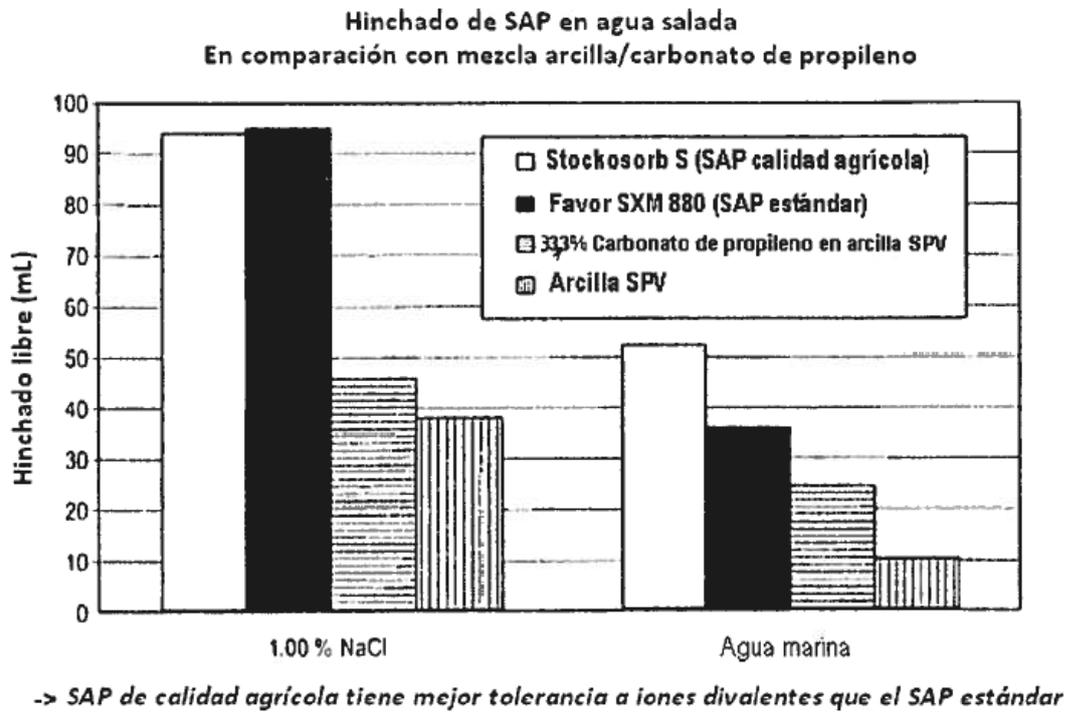


FIG. 1

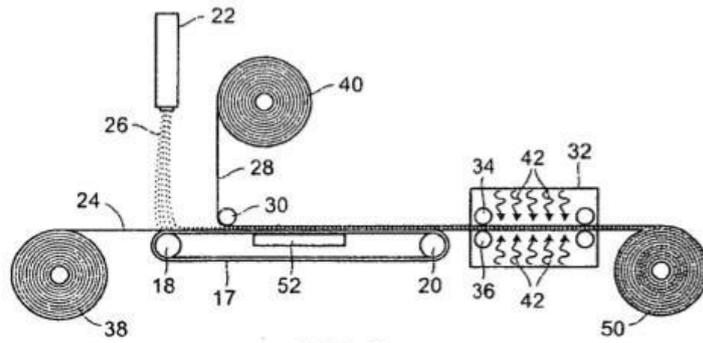


FIG. 2

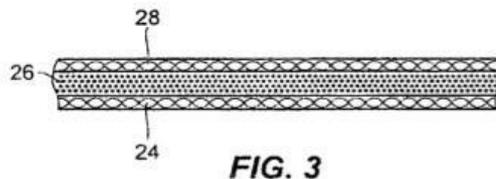


FIG. 3

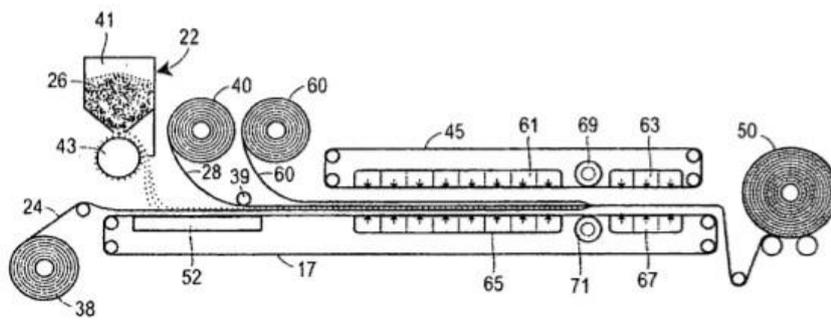


FIG. 4

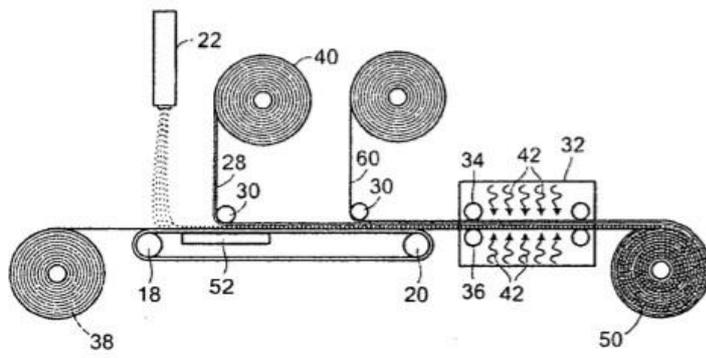


FIG. 5

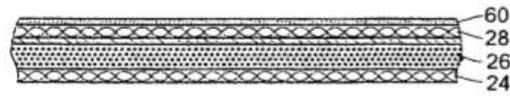


FIG. 6

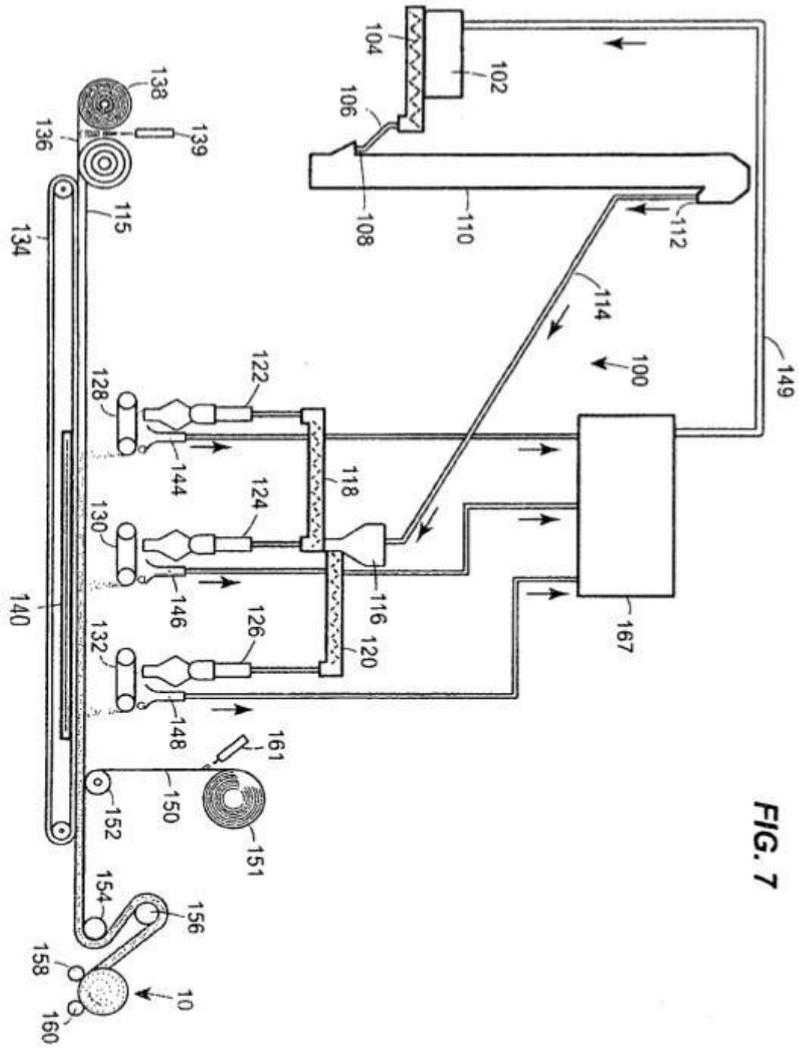
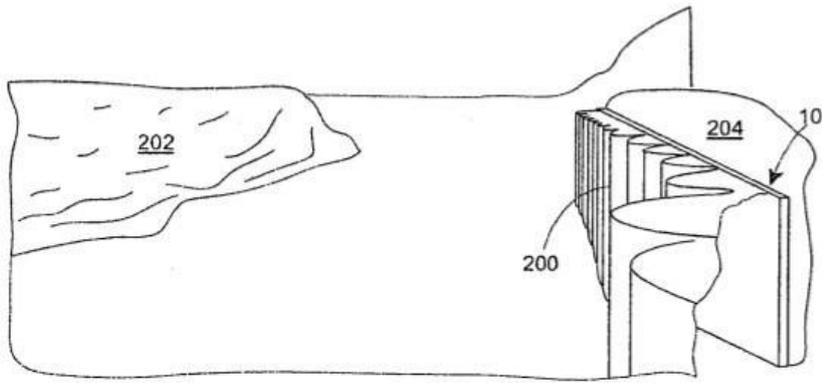


FIG. 7

FIG. 8



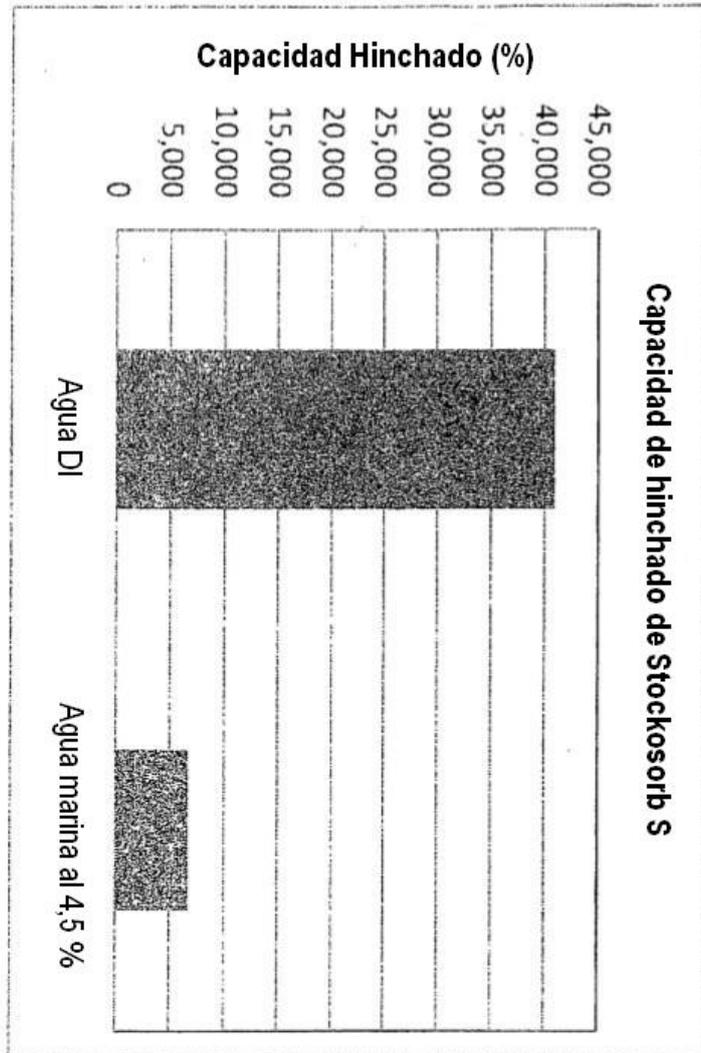


FIG. 9

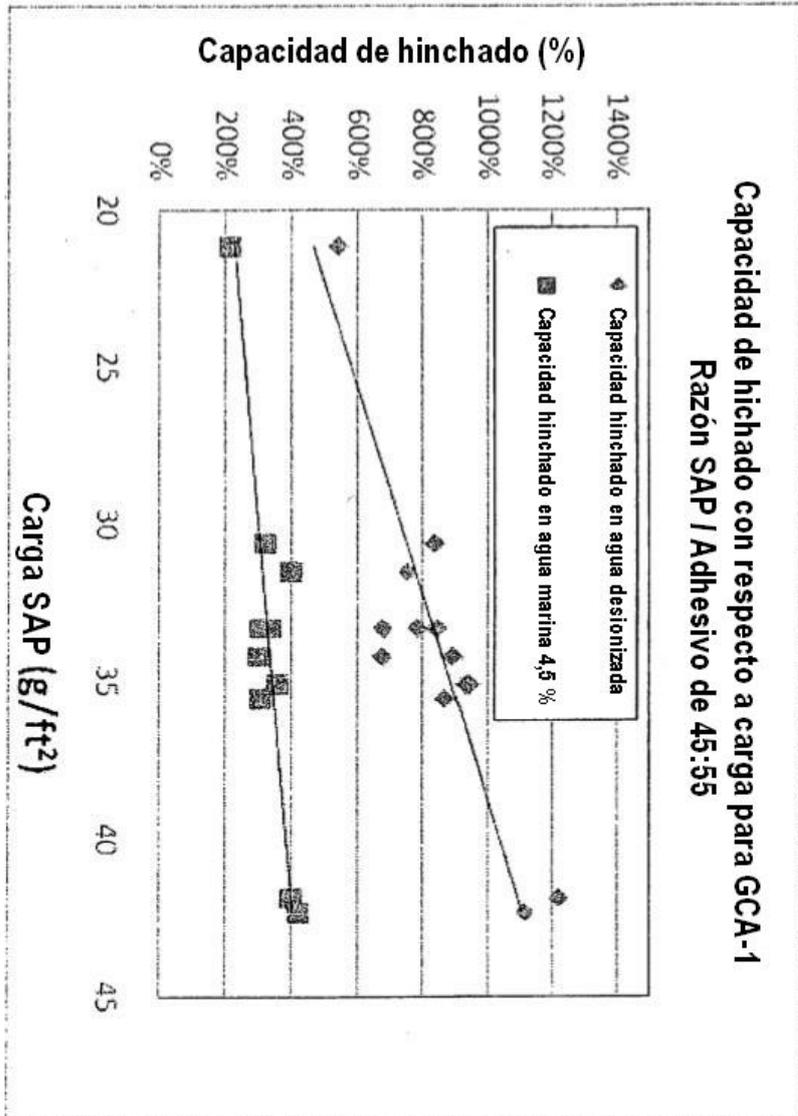


FIG. 10