

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 264**

51 Int. Cl.:

E03B 11/00 (2006.01)

H02J 3/28 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

F03B 13/06 (2006.01)

H02J 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2018** **PCT/DK2018/050237**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.04.2019** **WO19068293**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2018** **E 18786212 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.11.2021** **EP 3692253**

54 Título: **Sistema de almacenamiento de energía y/o agua**

30 Prioridad:

06.10.2017 DK PA201700559

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

13.04.2022

73 Titular/es:

AQUANAMIC HOLDING APS (100.0%)

Stavensbølgade 10A

6440 Augustenborg, DK

72 Inventor/es:

GRAMKOW, ASGER

74 Agente/Representante:

JIMÉNEZ URÍZAR, María

ES 2 906 264 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

Sistema de almacenamiento de energía y/o agua

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un sistema de almacenamiento de energía y/o agua (preferiblemente agua dulce).

Estado de la técnica

[0002] Existe una necesidad general de sistemas configurados para almacenar energía eléctrica con el fin de equilibrar la oferta y la demanda en la red eléctrica. La necesidad de tales sistemas se vuelve más prominente con el uso cada vez mayor de fuentes de energía renovable como la eólica y la solar, porque el modelo de generación de energía a partir de esas fuentes tiende a ser irregular debido a causas como el clima, y no necesariamente se ajusta bien a la demanda.

[0003] Actualmente, la tecnología de almacenamiento de energía que tiene con mucho la mayor base de experiencia a escalas de tamaño significativas es el almacenamiento por bombeo hidráulico. Una hidroeléctrica de almacenamiento por bombeo convencional utiliza dos depósitos de agua a diferentes alturas. Para almacenar energía, se bombea agua desde el depósito inferior hasta el depósito superior. Para recuperar energía, el agua puede fluir de regreso desde el depósito superior al depósito inferior a través de un turbogenerador o extractor de energía similar.

[0004] Actualmente, la capacidad de generación de las centrales hidroeléctricas de almacenamiento por bombeo asciende a varios puntos porcentuales de la capacidad de generación total de toda la red eléctrica. Sin embargo, los nuevos lugares para almacenamiento hidroeléctrico por bombeo a menudo no son óptimos por razones de topografía, ubicación o sensibilidad ambiental. El uso de tecnología de almacenamiento por bombeo en más localizaciones, incluso en sitios, que no son montañosos, por ejemplo, en grava, arena, carbón, lignito y otro tipo de pozos hechos por el hombre para obtener materias primas o lechos de ríos establecidos naturalmente, pero con una cierta altura desde la parte superior a la inferior. La diferencia de altura es típica de 30 a 300 metros.

[0005] La patente danesa DK177031 y el documento US 20110113769 A1 describen un principio para el almacenamiento subterráneo hidroeléctrico para bombeo. En estos sistemas, la altura de presión se crea por el peso del suelo sobre una bolsa deformable. El suelo tiene una densidad mayor que la densidad del agua. El suelo se puede apilar opcionalmente a una elevación mayor que la elevación del terreno circundante. Cuando la bolsa se llena con un líquido como agua para almacenar energía, la tierra encima de la bolsa se levanta hacia arriba. Para la recuperación de energía, el líquido, tal como agua, puede fluir fuera de la bolsa a medida que la tierra encima de la bolsa se asienta a una altura menor. El almacenamiento de energía se logra mediante una bomba y la recuperación de energía se logra con una turbina-generador. Sin embargo, el sistema tiene una capacidad de almacenamiento limitada. Por consiguiente, sería deseable proporcionar un sistema que tenga una mayor capacidad de almacenamiento.

[0006] El documento EP0034023A1 describe una piscina para el almacenamiento de fluidos a presión que comprende un pozo impermeable al líquido almacenado y que tiene medios para la introducción y extracción del líquido almacenado. La piscina comprende medios de cubierta que sellan el pozo desde arriba y una capa protectora incoherente en dicho medio de cubierta, en la que dicho medio de cubierta es una membrana que es elástica bajo la presión de almacenamiento anclada circunferencialmente cerca de la parte del borde del pozo y adaptada para variar entre un estado desinflado y completamente hundido en el que se apoya sobre la superficie del pozo y un estado inflado en el que sobresale por encima del hoyo, y en el que dicha capa protectora está adaptada para seguir dichas variaciones de la membrana. Sin embargo, esta solución no es adecuada para sistemas a gran escala porque la parte superior de la membrana estará sujeta a una fuerza de tracción que reducirá significativamente la vida útil de la membrana.

[0007] El documento WO 20100141079 A1 da a conocer un sistema de almacenamiento de energía basado en dirigir el fluido hacia un receptáculo expandible que tiene una masa relativamente pesada por encima. El líquido llena el recipiente de tal manera que se expande y levanta la masa pesada que se encuentra por encima de él. En un momento en que se necesita energía, se puede permitir que el fluido fluya fuera del receptáculo y a través de una turbina o motor hidráulico para generar energía o electricidad. Se pueden usar fuentes de energía intermitentes o poco confiables para llenar el receptáculo, o se puede usar la energía de una red eléctrica para llenar el receptáculo en horas de poca actividad. Durante los momentos de máxima carga, la energía potencial del fluido en el receptáculo se puede convertir en energía. El receptáculo también se puede usar para controlar los flujos de agua y puede proporcionar una fuente de energía y agua potable a una comunidad.

[0008] El documento JP 2000109178 A describe una bolsa de almacenamiento de líquidos que almacena líquidos como emulsión de orinocotar y petróleo en el espacio interno con al menos una parte colocada en un líquido de

soporte como agua de mar, y el cuerpo de la bolsa está hecho de una resina sintética suave. Las dos hojas rectangulares se superponen entre sí y se unen e integran en el borde periférico de las mismas, y la parte no unida permanece en una parte de la porción de unión del extremo superior del cuerpo de la bolsa y comunica interior y exterior. Para el almacenamiento de líquido, se forma un puerto de conexión de tubería y se inserta una tubería de suministro/descarga en el puerto de conexión de tubería de modo que un extremo de ésta se proyecta hacia el espacio interno del cuerpo de la bolsa y se une en un estado hermético.

[0009] Por consiguiente, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema que tenga tanto una gran capacidad de almacenamiento como una larga vida útil. También es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema que sea más robusto y fiable que los sistemas de la técnica anterior.

Resumen de la invención

[0010] El objeto de la presente invención puede lograrse mediante un sistema como se define en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se definen en las subreivindicaciones dependientes, explicadas en la siguiente descripción e ilustradas en los dibujos adjuntos.

[0011] El objeto de la presente invención se puede conseguir mediante un sistema de almacenamiento de energía y/o agua, en el que dicho sistema comprende:

- una membrana estanca cubierta, al menos en parte, de tierra o arena,
- un tubo de entrada conectado a dicha membrana,

en el que el sistema comprende una bomba y una tubería de entrada conectada a la bomba, estando configurada dicha bomba para, en un primer modo, bombear agua desde un depósito externo que no forma parte de ninguna membrana del sistema adentro de la membrana, en donde la membrana está conectada a una tubería, a través de la cual el agua a presión dentro de la membrana, en otro modo, se puede drenar de la membrana, donde el sistema está dispuesto junto al depósito externo, desde el cual se puede bombear agua a la membrana, de manera que aumenta el volumen total de agua contenida en el sistema, donde la membrana comprende un fondo, donde la parte superior y la parte inferior están unidas entre sí en una parte exterior, donde la parte exterior está provista de una estructura de refuerzo, donde la estructura refuerzo en una configuración no llena comprende una estructura provista de varias porciones arqueadas, en donde la geometría de dichas porciones arqueadas depende del volumen de la membrana.

[0012] De este modo, es posible proporcionar un sistema más fiable y robusto. Además, el sistema tiene una mayor capacidad de almacenamiento y una larga vida útil en comparación con los sistemas de la técnica anterior.

[0013] Además, el sistema se puede colocar en lugares en los que no se proporciona un suministro continuo de agua y en los que el depósito no está dispuesto por encima de la membrana.

[0014] El sistema está configurado para almacenar energía y/o agua (por ejemplo, agua potable).

[0015] La parte superior de la membrana está hecha preferiblemente de un material flexible que se puede llevar a una primera configuración en la que la membrana está vacía o cerca de estar vacía y a otra configuración (llena de agua), en la que la membrana es básicamente simétrica con respecto a su eje longitudinal. De este modo, es posible proporcionar una membrana que tenga una gran capacidad de almacenamiento.

[0016] La membrana está cubierta al menos parcialmente con tierra o arena. En una realización preferida de acuerdo con la invención, la membrana está completamente o casi completamente cubierta de tierra o arena.

Por el término suelo se entiende: a) una mezcla de minerales y/o piedras y/o materia orgánica; b) una estructura como una piedra grande o un bloque de hormigón o una combinación de las opciones enumeradas en a) y b). Por consiguiente, el suelo puede incluir cualquier combinación adecuada de objetos adecuados para disponerse sobre la membrana para cubrirlo. En una realización, se puede añadir al suelo un líquido, como agua, para aumentar la masa del suelo.

[0017] Por el término arena se entiende cualquiera de los siguientes: a) grava o material granular suelto que resulta de la desintegración de rocas, consiste en partículas más pequeñas que la grava; b) estructuras pequeñas (por ejemplo, básicamente en forma de bola) de piedra, metal, vidrio, caucho, plástico o material cerámico. En una realización, se puede añadir un líquido, como agua, a la arena para aumentar la masa de la arena y/o aumentar la capacidad de la arena para cambiar de forma.

[0018] El sistema comprende un tubo de entrada conectado a la membrana. La tubería de entrada puede ser una tubería, una manguera u otro elemento tubular, a través del cual se puede suministrar agua u otro fluido que sea un líquido o un gas a la membrana.

[0019] La tubería de entrada está conectada a una bomba configurada, en un primer modo, para bombear agua desde una fuente de agua a la membrana, en donde la membrana está conectada a una tubería, a través de la cual el agua presurizada dentro de la membrana, en otro modo, se puede drenar de la membrana.

El sistema está dispuesto junto a un embalse que puede ser un lago, un estanque, un río o un pozo. El agua se puede bombear a la membrana mediante la bomba.

[0020] La membrana puede disponerse a un nivel superior al nivel del depósito.

[0021] La membrana puede comprender una parte inferior que tiene una forma cóncava. Por tanto, la capacidad de la membrana es mayor que la de los sistemas de la técnica anterior.

El sistema comprende una parte superior y una parte inferior unidas entre sí en la parte exterior de la membrana. En una realización, la membrana se fija a una estructura tubular proporcionada en la parte exterior.

[0022] De este modo, se puede evitar el daño de la membrana. La estructura tubular evita que la membrana se someta a cargas máximas en el área en la que la parte superior y la parte inferior de la membrana están unidas entre sí.

[0023] La estructura tubular puede ser un tubo o una varilla maciza. La estructura tubular tiene preferiblemente una geometría cilíndrica. En una realización alternativa según la invención, la estructura tubular puede tener una geometría cónica. Al aplicar una estructura tubular, es posible evitar fuerzas locales (cargas máximas) que potencialmente pueden dañar la membrana.

[0024] Puede ser beneficioso que la parte superior y la parte inferior se unan entre sí en la parte exterior, en donde una estructura de refuerzo se une a la parte exterior de la membrana.

[0025] Puede resultar beneficioso que la parte exterior de la membrana se haga como una estructura anular que rodee la parte restante de la membrana.

[0026] De este modo, se reduce el riesgo de dañar la membrana. Además, las porciones de los extremos son más resistentes al desgaste y a las tensiones inducidas por la carga.

[0027] La estructura de refuerzo se puede fabricar con cualquier material adecuado que esté configurado para adoptar la geometría de la parte final de la membrana tanto en una configuración vacía como en una configuración llena de agua. La membrana se puede producir en un tejido que comprende fibras de refuerzo.

[0028] Puede ser una ventaja que la estructura de refuerzo esté configurada para reducir las fuerzas de tracción en la parte de la parte superior de la membrana que cambia de geometría cuando cambia el volumen de la membrana. De este modo, se puede aumentar la vida útil de la membrana.

[0029] Según la invención, la estructura de refuerzo, en una configuración no llenada, comprende una estructura provista de varias porciones arqueadas, en donde la geometría de dichas porciones arqueadas depende del volumen de la membrana. De este modo, es posible permitir que la membrana (preferiblemente la parte exterior de la parte superior de la membrana) se enderece gradualmente mientras se aumenta el volumen de la membrana.

[0030] Puede ser ventajoso que cada una de las porciones arqueadas se forme como una curva sinusoidal que tiene una amplitud y una longitud, en la que las amplitudes de las porciones arqueadas disminuyen en función del volumen de la membrana de modo que:

- a) la amplitud de una porción arqueada tiene una primera longitud cuando la membrana está en una primera configuración sin llenado y;
- b) las amplitudes de la porción arqueada son menores cuando la membrana está en una segunda configuración llenada, en donde el volumen de la membrana es mayor que en la primera configuración.

[0031] En una realización, la estructura de refuerzo comprende una pluralidad de porciones arqueadas, cada una de las cuales está formada como una curva sinusoidal, cuando la membrana está dispuesta en una configuración no llenada. Una configuración sin llenado puede ser una configuración en la que el volumen de la membrana es 50% o menos del volumen máximo de la membrana.

[0032] En una realización, la estructura de refuerzo comprende una pluralidad de partes arqueadas, cada una de las cuales se forma como una curva sinusoidal, cada una de las cuales tiene la misma amplitud y longitud de onda. En una realización, la estructura de refuerzo comprende una pluralidad de porciones arqueadas, cada una de las cuales está formada como una curva sinusoidal, en la que al menos algunas de las porciones arqueadas tienen diferente amplitud y/o diferente longitud de onda.

[0033] En una realización, la estructura de refuerzo comprende una pluralidad de partes arqueadas, cada una de las cuales se forma como una parte de una curva sinusoidal.

En una realización, la estructura de refuerzo comprende una pluralidad de partes arqueadas, cada una de las cuales está formada como una parte de una curva circular.

[0034] En una realización preferida, la estructura de refuerzo se fabrica de tal manera que la geometría de la estructura de refuerzo reduce las fuerzas de tracción dentro de la estructura de refuerzo, cuando aumenta el volumen de la membrana (por ejemplo, bombeando agua dentro de la membrana). Por lo tanto, puede ser una ventaja que la geometría de la estructura de refuerzo difiera de una geometría plana de modo que porciones (por ejemplo, porciones arqueadas) de la estructura de refuerzo se puedan extender sin (significativamente si es necesario) incrementar las fuerzas de tracción dentro de la estructura de refuerzo.

[0035] Puede ser una ventaja que la parte inferior de la membrana comprenda una parte hecha de un material arcilloso.

[0036] Puede ser incluso más ventajoso que toda la parte inferior de la membrana esté hecha de un material arcilloso.

[0037] En una realización preferida, la parte inferior de la membrana está hecha de una arcilla de filosilicato de aluminio absorbente, tal como bentonita. Al usar una arcilla para construir la parte inferior de la membrana, la parte inferior será "autoregeneradora" de modo que en caso de que se produzca una grieta en la parte inferior de la membrana.

[0038] En una realización, la parte inferior se extiende más allá de la longitud de la parte superior de la membrana. Puede ser ventajoso que el sistema comprenda una parte superior y una parte inferior unidas entre sí en una parte exterior, en la que la parte exterior está soportada por una estructura de base.

[0039] De este modo, la estructura de base puede soportar la (s) porción (es) de extremo de la membrana. Por consiguiente, se puede reducir la carga de la membrana.

Puede resultar beneficioso que al menos una estructura de base comprenda una superficie de contacto convexa que soporte la parte exterior. Una superficie de contacto convexa que soporta la parte exterior distribuye la carga en un área grande, minimizando así la carga máxima que se ejerce sobre la parte exterior de la membrana.

[0040] Puede ser una ventaja que la membrana esté dispuesta debajo del suelo y/o arena de una manera en la que la membrana esté configurada para desplazar verticalmente el suelo y/o la arena dispuesta por encima de la membrana.

[0041] De este modo, el peso del suelo y/o la arena se puede desplazar y la energía potencial se puede almacenar en la membrana.

[0042] Puede ser beneficioso que la membrana esté completamente cubierta por tierra y/o arena. Por lo tanto, el sistema tiene la mayor capacidad.

[0043] Puede resultar ventajoso que la parte central de la membrana esté cubierta por tierra, mientras que la parte exterior de la membrana está cubierta por arena. Al proporcionar un área con arena que está dispuesta por encima de la parte exterior de la membrana, es posible permitir que las áreas por encima de la parte exterior de la membrana se muevan fácilmente. Esto puede ser una ventaja ya que se requiere que esta área se mueva más que la porción restante de la membrana.

[0044] En una realización, la parte exterior (la parte periférica de la membrana) está cubierta por una parte de arena y/o pequeñas partículas tales como pequeñas bolas de goma, pequeñas estructuras metálicas, estructuras cerámicas o una mezcla de las mismas. La arena o el material alternativo (partículas pequeñas) es para permitir que la parte exterior de la membrana se deforme más fácilmente. En consecuencia, la arena o el material alternativo debe ser un material moldeable.

[0045] En una realización, la arena o el material alternativo se recubren en un revestimiento. Es posible utilizar una estructura de bolsa (por ejemplo, una bolsa de plástico) o un saco de tela para separar la arena o el material alternativo del entorno.

En una realización, se agrega un líquido como agua a la arena para aumentar la capacidad de la arena para cambiar de forma. Esto facilitará la expansión de la parte exterior de la membrana cuando se aumente el volumen de la membrana. Un líquido reducirá la fricción entre las partículas/estructuras de la arena mejorando así la capacidad de la arena para cambiar de forma.

[0046] Puede ser beneficioso que la parte superior de la membrana tenga una sección transversal semi-ovalada cuando la membrana está llena de agua, mientras que la parte inferior de la membrana, cuando se llena de agua, mantiene la misma geometría que en la configuración no llenada.

[0047] De este modo, es posible proporcionar un sistema que tenga una gran capacidad (para ahorrar energía y/o agua).

[0048] Puede resultar ventajoso que el sistema comprenda una carcasa provista de:

- una bomba conectada a la tubería de entrada;
- un turbogenerador conectado a un tubo de salida conectado a la membrana.

[0049] De este modo, el agua dentro de la membrana puede descargarse de la membrana a través de un tubo de salida conectado a la parte inferior de la membrana y el agua puede descargarse de la membrana a través del tubo de salida conectado a la turbina.

Puede ser una ventaja que la membrana sea básicamente simétrica con respecto a su eje longitudinal cuando la membrana está llena de agua.

[0050] En una realización según la invención, el sistema comprende un turbogenerador integrado con la bomba en una turbina-bomba que constituye una sola unidad. De este modo, es posible aplicar la misma unidad (la turbina-bomba) para producir energía eléctrica y bombear agua u otro líquido.

[0051] En otra realización según la invención el sistema comprende:

- una primera estructura de conexión a través de la cual la bomba se conecta a la membrana;
- un turbogenerador y
- una segunda estructura de conexión a través de la cual el turbogenerador está conectado a la membrana, donde el turbogenerador está conectado eléctricamente a una red eléctrica para entregar energía eléctrica a dicha red eléctrica, donde el turbogenerador está en comunicación fluida con una tubería para suministrar agua. De este modo, es posible aplicar el sistema tanto para almacenar agua u otro líquido como para almacenar energía en la membrana.

[0052] La primera estructura de conexión y la segunda estructura de conexión pueden ser preferiblemente tuberías, tubos, mangueras u otras estructuras configuradas para transportar el fluido desde la bomba a la membrana y desde la membrana a la turbina-bomba, respectivamente.

[0053] La red puede ser la red utilizada para suministrar energía eléctrica a un grupo de proveedores.

[0054] La red puede ser alternativamente una red eléctrica para un solo proveedor (por ejemplo, una empresa industrial).

[0055] En una realización, el sistema comprende un elemento de sellado dispuesto para rodear de manera estanca el suelo y/o arena que cubre la membrana. Por lo tanto, el peso del volumen de tierra y arena rodeados por el elemento de sellado puede aumentarse llenando con agua (u otro líquido) el volumen de tierra y/o arena. Por lo tanto, la energía potencial (inducida por gravedad) del sistema se puede aumentar de una manera fácil y económica.

Descripción de los Dibujos

[0056] La invención se comprenderá mejor a partir de la descripción detallada que se proporciona a continuación. Los dibujos adjuntos se proporcionan únicamente a modo de ilustración y, por tanto, no son limitativos de la presente invención. En los dibujos adjuntos:

- Fig. 1 muestra una vista lateral esquemática en sección transversal de un sistema según la invención;
- Fig. 2A muestra una vista esquemática en sección transversal de un sistema según la invención en una configuración en la que la membrana está llena;
- Fig. 2B muestra una vista esquemática en sección transversal del sistema mostrado en la figura 2A, en una configuración en la que la membrana se ha drenado (está casi vacía);
- Fig. 3 muestra una vista esquemática en sección transversal de una parte de extremo de un sistema según la invención;
- Fig. 4 muestra una vista en primer plano de una parte final de un sistema según la invención;
- Fig. 5A muestra una vista esquemática en sección transversal de un sistema según la invención en una configuración en la que la membrana está llena;
- Fig. 5B muestra una vista esquemática en sección transversal del sistema mostrado en la figura 2A, en una configuración en la que la membrana se ha drenado (está casi vacía);
- Fig. 6A muestra una vista esquemática en sección transversal de un sistema según la invención;
- Fig. 6B muestra una vista esquemática en sección transversal de otro sistema según la invención;
- Fig. 7 muestra una vista esquemática en sección transversal de otro sistema según la invención;
- Fig. 8 muestra una vista de un sistema que corresponde al sistema mostrado en la figura 1 en una configuración en la que se ha vaciado la membrana;
- Fig. 9A muestra una vista superior esquemática de una membrana de un sistema según la invención;

Fig. 9B muestra una vista en primer plano de una parte final de un sistema según la invención;
 Fig. 10A muestra una vista esquemática en sección transversal de un sistema según la invención en una configuración en la que la membrana está llena;
 Fig. 10B muestra una vista esquemática en sección transversal de otro sistema según la invención en una configuración en que la membrana está llena;
 Fig. 11A muestra una vista esquemática en sección transversal de un sistema según la invención en una configuración en la que la membrana está llena y
 Fig. 11B muestra una vista esquemática en sección transversal de otro sistema según la invención en una configuración en que la membrana está llena.

Descripción detallada de la invención

[0057] Con referencia ahora en detalle a los dibujos con el fin de ilustrar realizaciones preferidas de la presente invención, en la figura 1 se ilustra un sistema 2 para almacenamiento de energía y/o agua de la presente invención.

[0058] La figura 1 es una vista lateral esquemática en sección transversal de un sistema de almacenamiento de energía y/o agua según la invención. El sistema 2 comprende una membrana 4 cubierta con tierra 10. La membrana 4 está dispuesta junto a un estanque 32 que contiene agua 20. La membrana 4 tiene una parte exterior 12 que rodea la parte interior de la membrana 4. Una estructura de base 14 sostiene la porción exterior 12 de la membrana 4. La estructura de base 14 puede estar hecha de hormigón, metal, piedra u otro material duro. La membrana 4 tiene una parte superior 8 y una parte inferior 6.

El sistema 2 comprende una carcasa 26 para alojar un turbogenerador 16 y una bomba 18. La bomba 18 está dispuesta en la parte inferior de la carcasa. La bomba 18 está configurada para bombear agua 20, que fluye desde el estanque 32 a través de un tubo de entrada 30 y un elemento de entrada 28 provisto en el extremo distal del tubo de entrada 30, dentro de la membrana 4 a través de un tubo de entrada 24 conectado a la parte inferior 6 de la membrana 4. El turbogenerador 16 está dispuesto en la parte inferior de la carcasa junto a la bomba 18.

[0059] El agua dentro de la membrana 4 se puede descargar de la membrana 4 a través de un tubo de salida 22 conectado a la parte inferior de la membrana 4. El tubo de salida 22 está conectado a un turbogenerador 16 (configurado para producir energía eléctrica cuando el agua 20 fluye a través del turbogenerador 16) dispuesto por encima de la bomba 18 dentro del alojamiento 26. El alojamiento 26 está dispuesto por debajo del nivel del suelo 34 y la bomba 18 está dispuesta a un nivel por debajo del nivel del agua. Por consiguiente, el agua 20 puede fluir a la bomba 18 por gravedad. Se pueden conectar una o más válvulas a las tuberías 22, 24, 30, si se desea. Sin embargo, la bomba 18 y el turbogenerador 16 son preferiblemente capaces de controlar el flujo a través de la bomba 18 y el turbogenerador 16, respectivamente. Una tubería de descarga está conectada al turbogenerador 16 para descargar el agua 20 en el estanque 32.

[0060] El sistema 2 está configurado para almacenar energía potencial en la membrana 4. Dado que el agua en la membrana 4 está ubicada a un nivel más alto que el turbogenerador 16, el agua puede fluir desde la membrana 4 al turbogenerador 16 por gravedad y la presión en el interior (causada por el peso de las estructuras suprayacentes). De este modo, es posible generar energía eléctrica por medio del turbogenerador 16. En consecuencia, el sistema 2 puede usarse para almacenar electricidad bombeando agua a la membrana 4 cuando la electricidad esté disponible a bajo costo (por ejemplo, cuando las turbinas eólicas y/o los paneles solares producen una gran cantidad de energía). La energía almacenada se puede utilizar posteriormente cuando se necesite energía eléctrica (por ejemplo, cuando las turbinas eólicas y los paneles solares no produzcan una cantidad suficiente de energía eléctrica).

[0061] El sistema 2 está configurado para almacenar agua, preferiblemente agua dulce como agua potable dentro de la membrana 4. De esta manera, la membrana puede usarse para mantener el agua fresca y segura dentro de la membrana 4, desde donde el agua 20 puede ser suministrada a cualquier recipiente deseado utilizando la tubería 22 y una estructura de tubería adicional (no mostrada). Por consiguiente, el agua 20 se puede utilizar como agua del grifo.

[0062] La membrana 4 es básicamente simétrica con respecto al eje longitudinal X de la membrana cuando la membrana 4 está llena de agua 20.

La figura 2A ilustra una vista esquemática en sección transversal de un sistema 2 según la invención en una configuración, en la que la membrana 4 está llena, mientras que la figura 2B ilustra una vista esquemática en sección transversal del sistema mostrado en la figura. 2A, en una configuración, en la que la membrana 4 se ha drenado y está casi vacía. El sistema 2 corresponde básicamente al que se muestra en la figura 1. El sistema 2 comprende una membrana 4 que tiene una parte exterior 12. En la parte exterior 12, la membrana 4 está fijada a una estructura tubular 36. La estructura tubular 36 puede ser un tubo o una varilla maciza. La estructura tubular 36 tiene preferiblemente una geometría cilíndrica. En una realización alternativa según la invención, la estructura tubular 36 puede tener una geometría cónica.

[0063] En la parte exterior 12, la parte final de la membrana 4 se puede enrollar preferiblemente alrededor de la estructura tubular 36. De este modo, la parte inferior 6 y la parte superior 8 de la membrana 4 pueden fijarse entre sí

de una manera sencilla que al mismo tiempo permite que la membrana se someta a una alta presión sin riesgo de delaminación de la parte final de la membrana 4. En consecuencia, la estructura tubular 36 se puede utilizar para unir la parte inferior 6 y la parte superior 8 de la membrana 4 entre sí de una manera sencilla y fiable.

[0064] En la figura 2A se ha llenado la membrana 4 con agua. La parte superior 8 de la membrana 4 tiene una sección transversal semi-ovalada, mientras que la parte inferior 8 de la membrana 4 sigue teniendo la misma geometría que en la configuración no llenada (ver Fig. 2B). Por consiguiente, sólo la parte superior 8 de la membrana 4 es capaz de moverse. La parte inferior 8 de la membrana 4 no puede mover el suelo subyacente más hacia abajo, sin embargo, la membrana 4 puede durante el proceso de llenado desplazar el suelo 10 por encima de la parte superior de la membrana hacia arriba. Por consiguiente, la membrana 4 moverá el suelo 10 desde un primer nivel L_1 en la configuración vacía a un segundo nivel L_2 más alto en la configuración llena. En la Fig. 2A y la Fig. 2B, el primer nivel L_1 y el segundo nivel L_2 están ubicados por encima del nivel del suelo 34.

El sistema 2 mostrado en la Fig. 2A y la Fig. 2B comprende un tubo de entrada 24 conectado a la membrana 4 y un tubo de salida 22 conectado a la membrana 4. El agua 20 puede bombearse a la membrana por medio de una bomba como se ilustra en la Fig. 1 y drenarse de la membrana 4 a través del tubo de salida 22 por gravedad y la presión causada por el peso del suelo 10 sobre la membrana 4. El flujo de agua puede ser controlado por una válvula (no mostrada).

[0065] En el caso de que el sistema 2 se utilice para almacenar agua potable o agua dulce, la tubería de salida 22 puede estar en comunicación fluida con una red de tuberías de agua que suministra agua a un área.

[0066] En el caso de que el sistema 2 se utilice para almacenar energía (eléctrica), la energía potencial se puede convertir en energía eléctrica dejando que el agua 20 de la tubería de salida 22 accione un turbogenerador capaz de producir energía eléctrica que se puede suministrar a uno o más consumidores.

[0067] La figura 3 ilustra una vista esquemática en sección transversal de la parte exterior 12 de una membrana 4 de un sistema 2 según la invención. La membrana 4 está llena de agua y comprende una parte superior 8 y una parte inferior opuesta 6. Puede verse que una estructura de refuerzo 40 se ha unido a la parte exterior 12 de la membrana 4. Por lo tanto, la parte exterior 12 se ha hecho más resistente contra desgaste y tensiones inducidas por la carga.

[0068] La parte distal de la estructura de refuerzo 40 cubre la parte exterior de la membrana 4 y está soportada por una estructura de base 14 que tiene una superficie de soporte convexa sobre la que descansa la estructura de refuerzo 40 y por tanto la parte exterior de la membrana 4. La estructura de base 14 se puede moldear en hormigón a modo de ejemplo.

[0069] La estructura de refuerzo 40 comprende una aleta 44 que se extiende en extensión de la parte restante de la estructura de refuerzo 40. La aleta se fija a la superficie superior de la estructura de base 14 por medio de un anclaje 42. El anclaje 42 puede ser cualquier medio de fijación adecuado que incluye un tornillo, un tapón roscado o un clavo. La estructura de refuerzo 40 comprende una parte exterior que está unida a la parte superior 8 y a la parte inferior 6 de la membrana 4 por medio de una soldadura 38. De este modo, es posible fijar la estructura de refuerzo 40 a la membrana 4 de una manera simple, fácil y fiable.

[0070] La figura 4 ilustra una vista en primer plano de la parte exterior 12 de un sistema según la invención. El sistema 2 corresponde básicamente al que se muestra en la figura 3, sin embargo, la estructura de refuerzo 40 en la parte inferior 6 de la membrana 4 es más corta. La estructura de refuerzo 40 está soportada por una estructura de base de hormigón 14. Puede verse que la membrana 4 y la estructura de refuerzo 40 están enrolladas alrededor de una estructura tubular 36 formada como tubería. La estructura de refuerzo 40 tiene una aleta 44 que está unida a la estructura de base 14 por medio de un anclaje 42 que se extiende perpendicular a la superficie superior de la estructura de base 14. La membrana 4 se llena con agua 20 y se cubre con tierra 10. En una realización, la estructura de refuerzo 40 se extiende desde la parte distal de la parte superior 8 hasta una porción de la parte inferior 6.

[0071] La figura 5A ilustra una vista esquemática en sección transversal de un sistema 2 según la invención en una configuración, en la que la membrana 4 está llena, mientras que la figura 5B ilustra una vista esquemática en sección transversal del sistema 2 mostrado en la Fig. 2A, en una configuración, en la que la membrana 4 ha sido drenada (está casi vacía). El sistema 2 comprende una membrana 4 que tiene una parte exterior 12. En la parte exterior 12, la membrana 4 está fijada a una estructura tubular 36 con forma de tubo. En la parte exterior 12, la membrana 4 se enrolla alrededor de la estructura tubular 36.

[0072] En la Fig. 5A se ha llenado la membrana 4 con agua. La parte superior 8 de la membrana 4 se ha movido hacia arriba (en comparación con la configuración no llenada mostrada en la Fig. 5B), mientras que la parte inferior 8 de la membrana 4 sigue teniendo la misma geometría que en la configuración no llenada (ver Fig. 5B). Por tanto, la parte superior 8 de la membrana 4 es capaz de moverse desplazando el suelo 10 por encima de la membrana 4 hacia arriba (en dirección vertical). Dado que la parte inferior 8 de la membrana 4 no puede mover el suelo subyacente más hacia abajo, sin embargo, la parte inferior 8 de la membrana 4 permanecerá en su configuración cuando se introduzca agua 20 en la membrana.

[0073] Cuando se introduce agua en la membrana 4, el suelo 10 sobre la parte superior 6 de la membrana 4 desplazará verticalmente el suelo 10. Esto hará que la membrana 4 mueva el suelo 10 desde un primer nivel L₁ en la configuración vacía a un segundo nivel superior L₂ en la configuración llena.

[0074] Las áreas por encima de la parte exterior de la membrana 4 se mueven más que la parte central de la membrana 4 cuando el agua 20 entra en la membrana 4. Un área con arena 46 está dispuesta por encima de la parte exterior 12 de la membrana 4 para permitir que el área por encima de la parte exterior 12 de la membrana 4 se mueva fácilmente.

El sistema 2 mostrado en la Fig. 5A y la Fig. 5B comprende un tubo de entrada 24 conectado a la membrana 4 y un tubo de salida 22 conectado a la parte inferior 6 de la membrana 4. El agua 20 se puede suministrar a la membrana a través de un tubo de entrada 24 por medio de una bomba (no mostrada). Asimismo, el agua 20 se puede drenar de la membrana 4 a través del tubo de salida 22 por gravedad y por presión provocada por el peso del suelo 10 sobre la membrana 4.

[0075] El sistema 2 puede usarse para almacenar agua potable o agua dulce poniendo la tubería de salida 22 en comunicación fluida con una red de tuberías de agua. El sistema 2 se puede utilizar para transformar energía eléctrica en energía potencial bombeando el agua 20 a la membrana presurizada 4. La presión es creada por el peso del suelo superpuesto 10. De aquí en adelante, la energía potencial se puede convertir en energía eléctrica dejando que el agua 20 del tubo de salida 22 accione un turbogenerador 16 para producir energía eléctrica.

[0076] La figura 6A ilustra una vista esquemática en sección transversal de un sistema 2 según la invención. El sistema 2 comprende una membrana inflable 4 hecha de un material flexible y estanco. La membrana 4 está cubierta por tierra 10 y constituye un receptáculo configurado para recibir y almacenar agua 20. La membrana 4 comprende una parte superior 8 y una parte inferior 6. Un tubo 22 está conectado a la parte inferior 6 de la membrana 4. Este tubo 22 está conectado a un alojamiento 26 en su otro extremo. El alojamiento 26 está conectado a un área llena de agua (por ejemplo, un estanque, un mar, un lago o un río) por medio de otra tubería 30. Una bomba 18 y un turbogenerador 16 están dispuestos dentro del alojamiento 26. La bomba 18 está conectada a la tubería 22 y está configurada para bombear agua 20 recibida por el alojamiento 26 a través de la tubería 30 dentro de la membrana 4 a través de la tubería 22. El turbogenerador 16 está en comunicación fluida con la tubería 22.

[0077] Por consiguiente, el turbogenerador 16 es capaz de producir energía eléctrica cuando el agua 20 de la membrana 4 fluye hacia atrás desde la membrana 4 al alojamiento 26 a través de la turbina. Puede ser una ventaja que el sistema 2 comprenda una unidad de control (no mostrada) configurada para controlar la bomba 18 y el turbogenerador 16. De este modo, es posible regular cuándo debe bombearse agua 20 a la membrana 4 y cuándo el agua 20 tiene que ser drenada de la membrana 4 al alojamiento 26 produciendo así energía eléctrica por el turbogenerador 16 a través del cual fluye el agua 20. La energía eléctrica producida por el turbogenerador 16 se puede convertir en un tipo adecuado de corriente (por ejemplo, una corriente alterna de alto voltaje que tiene una frecuencia adecuada, por ejemplo, 50 Hz o 60 Hz). La electricidad producida por el sistema 2 puede distribuirse a través de la red 48. La bomba 18 y el turbogenerador 16 pueden ser reemplazados por una turbina-bomba configurada para bombear fluido en una primera dirección y generar energía eléctrica cuando el flujo se invierte, y la turbina-bomba recibe un fluido que fluye a través de ella.

La figura 6B ilustra una vista esquemática en sección transversal de otro sistema 2 según la invención. El sistema 2 comprende una membrana 4 que está hecha preferiblemente de un material flexible e impermeable. La membrana 4 está cubierta por una capa de tierra 10. La membrana está formada para recibir y almacenar el agua 20 suministrada a la membrana desde un pozo provisto de una bomba sumergible 18 conectada a una tubería de entrada que está en comunicación fluida con la membrana 4.

[0078] La bomba 18 se alimenta con energía eléctrica producida por una turbina eólica 50 y/o paneles solares 52. La electricidad producida por la turbina eólica 50 y los paneles solares 52 se convierten en un tipo adecuado de corriente (por ejemplo, una corriente alterna) por medio de un convertidor 54 conectado eléctricamente al aerogenerador 50 y los paneles solares 52 y a la bomba 18. En consecuencia, el sistema 2 es capaz de utilizar energía eléctrica producida por medio de un aerogenerador 50 y/o paneles solares 52 para bombear agua potable 20 desde el pozo a la membrana 4, desde la cual el agua 20 se puede distribuir a una tubería 58 conectada a varios clientes que tienen un grifo de agua 56. Además, la membrana 4 puede almacenar el agua 20 y al mismo tiempo, suministrar una presión lo suficientemente grande para distribuir el agua 20 a través de la tubería 58 incluso a consumidores remotos.

[0079] La figura 7 ilustra una vista esquemática de un sistema 2 según la invención. El sistema 2 corresponde básicamente al sistema 2 mostrado en la figura 6B, sin embargo, el sistema 2 comprende además una carcasa 26 provista de un turbogenerador 16 que está conectado eléctricamente a la red 46. El turbogenerador 16 está configurado para generar energía eléctrica. Así, el turbogenerador 16 puede producir energía eléctrica cuando el agua de la membrana 4 fluye a través del turbogenerador 16 provisto en la carcasa 26. El agua dulce almacenada en la membrana 4 se distribuye a través de una tubería 58 a una red de agua (simbolizada por un grifo de agua 56). Por consiguiente, el sistema 2 se utiliza tanto para el almacenamiento de energía como para el almacenamiento de agua dulce suministrada desde el pozo 20.

[0080] La figura 8 ilustra una vista del sistema 2 que básicamente corresponde al sistema mostrado en la figura 1. Sin embargo, el sistema 2 comprende una tubería de descarga 64 conectada al turbogenerador 16. El sistema 2 se muestra en una configuración en la que la membrana 4 se ha vaciado casi por completo. El agua en la membrana 4 se ha descargado a través de una tubería de descarga 64 en un área 32 que ahora contiene el agua de la membrana 4. Por lo tanto, el sistema 2 que se muestra en la Fig. 8 es un sistema de circuito cerrado que no dañará el medio ambiente. No se requiere que el agua 20 al sistema 2 esté presente en un río o lago, pero se puede proporcionar y reutilizar desde un estanque 32. El agua 20 de la membrana 4 se puede descargar al estanque 32 y bombear a la membrana 4 del estanque 32. Este agua 20 se puede suministrar desde cualquier fuente (por ejemplo, de un camión cisterna) al llenar el estanque 32.

[0081] En una realización según la invención, el sistema 2 comprende una estructura de tapa que comprende un elemento de placa y/o una lona que cubre al menos parcialmente el estanque 32.

[0082] En una realización según la invención, el sistema 2 comprende una estructura de tapa que comprende un elemento de placa y/o una lona que cubre completamente el estanque 32.

[0083] De este modo, es posible reducir o incluso eliminar la evaporación del agua 20 en el entorno ambiental. Por consiguiente, el agua 20 en el estanque 32 se puede reutilizar durante un período de tiempo muy largo sin suministrar agua adicional al sistema 2.

[0084] Es importante observar que en lugar de usar una bomba 18 separada y un generador 16 de turbina separado, el generador 16 de turbina y la bomba 18 pueden integrarse en una turbina de bomba que es una sola unidad. Se puede aplicar una turbina de bomba en lugar de una bomba separada y un turbogenerador separado en las realizaciones mostradas en la Fig. 1, Fig. 6A, Fig. 8.

[0085] La figura 9A ilustra una vista superior esquemática de una membrana 4 de un sistema 2 según la invención. El sistema 2 comprende un alojamiento que está en comunicación fluida con la parte central de la membrana 4 a través de una estructura de conexión 68 que puede proporcionarse como una manguera o una tubería. La membrana 4 comprende una parte exterior 12 que rodea la parte central restante de la membrana 4. Como se explicó anteriormente, puede ser una ventaja que la membrana 4 comprenda una parte superior y una parte inferior unidas entre sí en la parte exterior. Además, en una realización preferida según la invención, se une una estructura de refuerzo a la parte exterior 12 de la membrana 4.

[0086] La figura 9B ilustra una vista en primer plano de una parte final 12 de un sistema 2 según la invención. La membrana 4 está llena de agua 20 y comprende una parte superior 8 y una parte inferior opuesta 6. La parte exterior 12 de la membrana 4 comprende una estructura de refuerzo 40 (indicada con una línea en negrita arqueada). De este modo, la parte exterior 12 está equipada para resistir mejor el desgaste y las tensiones inducidas por la carga debido al movimiento de la parte final 12 al aumentar el volumen de la membrana 4.

[0087] La parte distal de la estructura de refuerzo 40 cubre la parte exterior de la membrana 4 y está soportada por una estructura de base 14 que tiene una superficie de soporte convexa. La estructura de base 14 puede estar hecha de cualquier material de soporte, como hormigón, metal o roca.

[0088] La estructura de refuerzo 40 está provista de una aleta 44 que se desarrolla en extensión de la parte restante de la estructura de refuerzo 40. La aleta 44 se fija a la superficie superior de la estructura de base 14 por medio de un anclaje 42. El anclaje 42 puede tener la forma de un tornillo, un tapón roscado o un clavo. La estructura de refuerzo 40 está equipada con una parte exterior que se une a la parte superior 8 y a la parte inferior 6 de la membrana 4 por medio de una soldadura 38. Por consiguiente, es posible fijar la estructura de refuerzo 40 a la membrana 4 de una manera sencilla, fácil y fiable.

[0089] La estructura de refuerzo 40 se muestra en una primera configuración C_1 (indicada por una línea en negrita), una segunda configuración C_2 (indicada con una línea punteada) y una tercera configuración C_3 (indicada por una línea punteada).

[0090] La estructura de refuerzo 40 de la membrana 4 se dispondrá en la primera configuración C_1 cuando el volumen de la membrana 4 sea relativamente bajo (por ejemplo, 50% o menos del volumen máximo de la membrana 4). En esta primera configuración C_1 , la estructura de refuerzo 40 comprende una pluralidad de porciones arqueadas 74, 76. Debe subrayarse que en la figura 9B las porciones arqueadas ilustran porciones de sección transversal (y por tanto porciones bidimensionales) de la estructura de refuerzo 40.

[0091] Cada una de las partes arqueadas 74, 76 se forma como una curva sinusoidal. La primera porción arqueada 74 está formada como una curva sinusoidal que tiene una amplitud A y una longitud (longitud de onda) λ . La segunda porción arqueada 76 está formada como una curva sinusoidal. La amplitud y la longitud (longitud de onda) de la segunda parte arqueada 76 no se indican. La amplitud y longitud (longitud de onda) de la segunda parte arqueada 76 pueden corresponder a la amplitud A y longitud (longitud de onda) λ de la primera parte arqueada 74.

La amplitud y longitud (longitud de onda) de la segunda parte arqueada 76 pueden diferir de la amplitud A y la longitud (longitud de onda) λ de la primera porción arqueada 74.

[0092] Se prefiere que la estructura de refuerzo 40 se fabrique de tal manera que la geometría de la estructura de refuerzo 40 reduzca las fuerzas de tracción dentro de la estructura de refuerzo 40, cuando el volumen de la membrana 4 aumenta (por ejemplo, bombeando agua al interior de la membrana 4). Por lo tanto, puede ser una ventaja que la geometría de la estructura de refuerzo 40 difiera de una geometría plana de modo que las porciones (por ejemplo, las porciones arqueadas 74, 76) de la estructura de refuerzo 40 se puedan extender sin (significativamente si es se requiere en absoluto) aumentar las fuerzas de tracción dentro de la estructura de refuerzo 40.

[0093] En la segunda configuración C₂ (indicada con una línea punteada), la estructura de refuerzo 40 comprende porciones arqueadas, sin embargo, en comparación con la primera configuración C₁, las amplitudes de las porciones arqueadas se reducen y además las longitudes de las porciones arqueadas aumentan. Por consiguiente, la estructura de refuerzo 40 está más enderezada en la segunda configuración C₂ que en la primera configuración C₁.

[0094] En la tercera configuración C₃ (indicada por una línea de puntos), la estructura de refuerzo 40 se ha enderezado y, por tanto, la estructura de refuerzo 40 no comprende partes arqueadas. Cuando la estructura de refuerzo 40 pasa de la segunda configuración C₂ a la tercera configuración C₃, las estructuras (y porciones arqueadas) de la estructura de refuerzo 40 se enderezan al llenar la membrana 4. Debido a las porciones arqueadas, el proceso de enderezamiento de la estructura de refuerzo 40 se puede realizar sin aplicar grandes fuerzas de tracción. En consecuencia, las porciones arqueadas de la estructura de refuerzo 40 permiten enderezar la estructura de refuerzo 40 de una manera en la que la carga y el desgaste (debido a las fuerzas de tracción durante la expansión de la membrana 4) pueden reducirse aumentando así la vida útil de la membrana 4 y, por tanto, del sistema 2.

[0095] La figura 10A ilustra una vista esquemática en sección transversal de un sistema según la invención en una configuración en la que la membrana 4 está llena. La membrana 4 está cubierta por tierra 10, sin embargo, la parte exterior 12 (la parte periférica de la membrana 4) está cubierta por una parte de arena 46. Es importante subrayar que la arena 46 puede ser reemplazada por otro material como pequeñas bolas de caucho, pequeñas estructuras metálicas, estructuras cerámicas o mezclas de las mismas. El objeto de la arena 46 o del material alternativo es permitir que la parte exterior 12 de la membrana se deforme más fácilmente. Por consiguiente, la arena 46 o el material alternativo debe ser un material moldeable.

[0096] En una realización, la arena 46 o el material alternativo se encapsula en una envoltura. Es posible utilizar una estructura de bolsa (por ejemplo, una bolsa de plástico) o un saco de tela para separar la arena 46 o el material alternativo del entorno. Puede ser una ventaja añadir un líquido como agua a la arena 46. Añadir un líquido como agua a la arena aumentará la capacidad de la arena 46 para cambiar de forma. Por consiguiente, la parte exterior 12 de la membrana 4 puede expandirse más fácilmente cuando se aumenta el volumen de la membrana 4. Además, un líquido aumentará el peso de la arena 46. Se puede añadir al suelo 10 un líquido como agua para aumentar el peso del suelo 10.

Se indican la longitud M₁, M₂ y el espesor D₁, D₂ de las porciones con arena 46. Puede verse que la longitud M₁, M₂ de las porciones con arena 46 es menor que la longitud (diámetro) M₃ de la membrana 4. De hecho, la longitud M₁, M₂ de las porciones con arena 46 es menor que un tercio de la longitud M₃ de la membrana 4. Además, el espesor D₁, D₂ de las porciones con arena 46 es menor que el espesor D₃ de la membrana 4. De hecho, la longitud M₁, M₂ de las porciones con arena 46 es menor que un tercio del espesor D₃ de la membrana 4. La parte inferior 6 de la membrana 4 se puede fabricar preferiblemente en un plástico impermeable, caucho o material de tela revestida. La parte inferior 6 puede estar hecha de o contener polietileno, polipropileno, betún, cloruro de polivinilo, poliuretanos, caucho de etileno propileno dieno monómero (Mclass) EPDM, o una lámina de metal.

[0097] La figura 10B ilustra una vista esquemática en sección transversal de otro sistema según la invención en una configuración, en la que la membrana 4 está llena. La parte inferior 6' de la membrana 4 está hecha de un material arcilloso. En una realización, la parte inferior 6' de la membrana 4 está hecha de una arcilla de filosilicato de aluminio absorbente, tal como arcilla de bentonita.

[0098] La bentonita es capaz de "autoregenerarse" en caso de que se produzca una grieta en la parte inferior 6' de la membrana 4. En consecuencia, al hacer la parte inferior 6' de la membrana 4 en arcilla bentonita, la parte inferior 6' es capaz de sellar una fuga si ocurre una fuga.

[0099] Puede verse que la parte inferior 6' se extiende más allá de la longitud de la parte superior 8 de la membrana 4. La parte inferior 6' puede estar dispuesta como una primera capa sobre la cual se dispone posteriormente la parte superior 8 de la membrana 4. El uso de una estructura tubular 36 puede ser una ventaja en una realización, en la que la parte inferior 6' de la membrana 4 está hecha de un material arcilloso tal como arcilla bentonita.

[0100] La figura 11A ilustra una vista esquemática en sección transversal de un sistema según la invención en una configuración en la que la membrana 4 está llena. Básicamente, el sistema corresponde al que se muestra en la Fig.

10A, sin embargo, un elemento de sellado 72 está dispuesto para rodear herméticamente el suelo 10 y la arena 46 que cubre la membrana 4. En consecuencia, el peso del volumen de suelo 10 y arena 46 rodeado por el elemento de sellado 72 puede aumentarse llenando agua (u otro líquido) en el volumen de suelo 10 y arena 46. Por consiguiente, la energía potencial (inducida por gravedad) del sistema puede aumentarse.

[0101] El elemento de sellado 72 se puede fabricar en un material rígido como hormigón, piedra o metal. Se prefiere que el elemento de sellado 72 sea resistente al agua y esté dispuesto de manera que el elemento de sellado 72 selle contra la parte distal de la porción final 12 de modo que el agua añadida al volumen de tierra 10 y arena 46 no pueda escapar por fluir hacia afuera. a través de una fuga.

[0102] La parte inferior 6 de la membrana 4 se puede fabricar preferiblemente en un plástico impermeable, caucho o material de tela revestida. La parte inferior 6 puede estar hecha de o contener polietileno, polipropileno, betún, cloruro de polivinilo, poliuretanos, caucho EPDM de etileno propileno dieno monómero (clase M), o una lámina de metal.

[0103] La figura 11B ilustra una vista esquemática en sección transversal de otro sistema según la invención en una configuración en la que la membrana 4 está llena. El sistema ilustrado en la Fig. 11B básicamente corresponde al sistema mostrado en la Fig. 10B. Sin embargo, un elemento de sellado 72 está dispuesto para rodear de manera sellada el suelo 10 y la arena 46 que cubre la membrana 4. Por lo tanto, el peso del volumen de suelo 10 y arena 46 rodeados por el elemento de sellado 72 puede aumentarse llenando un líquido tal como agua en el volumen de suelo 10 y arena 46 aumentando así la energía potencial inducida por la gravedad del sistema. La parte inferior 6' de la membrana 4 está hecha de un material arcilloso, como arcilla bentonita.

Lista de referencias numerales

[0104]

2	Sistema de Almacenamiento de Energía y/o Agua
4	Membrana
6	Porción inferior
6'	Parte inferior hecha de un material arcilloso (por ejemplo, bentonita)
8	Porción superior
10	suelo
12	Porción exterior
14	Estructura base (p. Ej., Hormigón)
16	Generador de turbina
18	Bomba
20	Agua
22, 24	tubos
26	Alojamiento
28	Miembro de entrada
30	tubo
32	Estanque
34	Planta baja
36	Estructura tubular
38	Soldadura
40	Estructura de refuerzo
42	Ancla
44	solapa
46	Arena
48	cuadrícula
50	turbina eólica
52	Panel solar
54	Convertidor
56	Grifo de agua
58	Gasoducto
60	Pozo
64	Tubería de descarga
68, 70	Estructura de conexión
72	Elemento de sellado
74, 76	Porción arqueada
L ₁ , L ₂	Nivel
M ₁ , M ₂	Longitud
M ₃	Longitud
λ	Longitud
D ₁ , D ₂	Espesor

	D ₃	Espesor
	A	Amplitud
	C ₁ , C ₂	Configuración
	C ₃	Configuración
5	X	Eje longitudinal

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (2) de almacenamiento de energía y/o agua (20), donde dicho sistema (2) comprende:

- 5 - una membrana estanca (4) cubierta al menos en parte con tierra (10) o arena (46),
 - un tubo de entrada (24) conectado a dicha membrana (4),

10 donde el sistema (2) comprende una bomba (18) y una tubería de entrada (24) conectada a la bomba (18),
 estando configurada dicha bomba (18) para, en un primer modo, bombear agua (20) desde un depósito
 externo (32, 60) que no forma parte de ninguna membrana del sistema (2) adentro de la membrana (4),
 donde la membrana (4) está conectada a una tubería (22, 24, 58), a través de la cual el agua a presión
 dentro de la membrana (4), en otro modo, se puede drenar de la membrana (4), donde el sistema (2) está
 dispuesto junto al depósito externo (32, 60), desde el cual se puede bombear agua (20) a la membrana (4),
 de manera que se incrementa el volumen total de agua (20) contenida en el sistema (2), donde la
15 membrana (4) comprende una porción superior (8) y una porción inferior (6), donde la porción superior (8) y
 la porción inferior (6) están unidas entre sí en una parte exterior (12), **caracterizado porque** la parte
 exterior (12) está provista de una estructura de refuerzo (40), en la que la estructura de refuerzo (40) en una
 configuración sin llenado (C₁, C₂) comprende una estructura provista de varias porciones arqueadas (74,
20 76), en donde la geometría de dichas porciones arqueadas (74, 76) depende del volumen de la membrana
 (4).

2. Un sistema (2) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la estructura de refuerzo (40) está
configurada para reducir las fuerzas de tracción en la parte de la porción superior (8) de la membrana (4)
que cambia de geometría cuando el volumen de la membrana (4) cambia.

25 3. Un sistema (2) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada una de las porciones arqueadas (74,
76) está formada como una curva sinusoidal que tiene una amplitud (A) y una longitud (λ), donde las
amplitudes (A) de las porciones arqueadas (74, 76) disminuyen en función del volumen de la membrana (4)
de modo que:

- 30 a) la amplitud (A) de una porción arqueada (74) tiene una primera longitud (A) cuando la
 membrana (4) está en una primera configuración sin llenado (C₁) y;
 b) la amplitud (A) de la porción arqueada (74) es menor cuando la membrana (4) está en una
 segunda configuración sin llenado (C₂), donde el volumen de la membrana (4) es mayor que en la
35 primera configuración (C₁).

4. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la parte inferior (6)
comprende una porción hecha de material arcilloso.

40 5. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la membrana (4) tiene
una forma cóncava vista desde el interior de la membrana (4).

6. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la membrana (4) está
fijada a una estructura tubular (36) en una parte exterior (12), donde la estructura tubular (36) es un tubo. o
45 una varilla maciza, que tiene preferiblemente una geometría cilíndrica o alternativamente una geometría
cónica.

7. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la membrana (4) está
dispuesta a un nivel superior al nivel del depósito (32, 60).

50 8. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la parte superior (8) y la
parte inferior (6) están unidas entre sí en la parte exterior (12), donde la parte exterior (12) se apoya en una
estructura de base (14).

9. Un sistema (2) según la reivindicación 8, **caracterizado porque** al menos una estructura de base (14)
comprende una superficie de contacto convexa que soporta la parte exterior (12).

10. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la membrana (4) está
completamente cubierta por tierra (10) y/o arena (46).

60 11. Un sistema (2) según la reivindicación 10, **caracterizado porque** la porción central de la membrana (4) está
cubierta por tierra (10), en donde la porción exterior (12) de la membrana (4) está cubierta por arena (46).

12. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la parte superior (8) de
la membrana (4) tiene una sección transversal semiovalada cuando la membrana (4) está llena de agua,
65 mientras que la parte inferior (6) de la membrana (4), cuando se llena con agua (20), mantiene la misma
geometría que en la configuración sin llenado.

13. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sistema (2) comprende un alojamiento (26) provisto con la bomba (18) conectada al tubo de entrada (24);
- 5 - un turbogenerador (16) conectado a un tubo de salida (22) conectado a la membrana (4).
14. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sistema (2) comprende un turbogenerador (16) integrado con la bomba (18) en una turbina-bomba que constituye una sola unidad.
- 10 15. Un sistema (2) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sistema (2) comprende:
- 15 - primera estructura de conexión (68) a través de la cual se conecta la bomba (18) a la membrana (4);
- un turbogenerador (16); y
- una segunda estructura de conexión (70) a través de la cual se conecta el turbogenerador (16) a la membrana (4),
- 20 donde el turbogenerador (16) está conectado eléctricamente a una red eléctrica (48) para suministrar energía eléctrica a dicha red eléctrica (48), donde el turbogenerador (16) está en comunicación de fluido con una tubería (58) para suministrar agua (20).

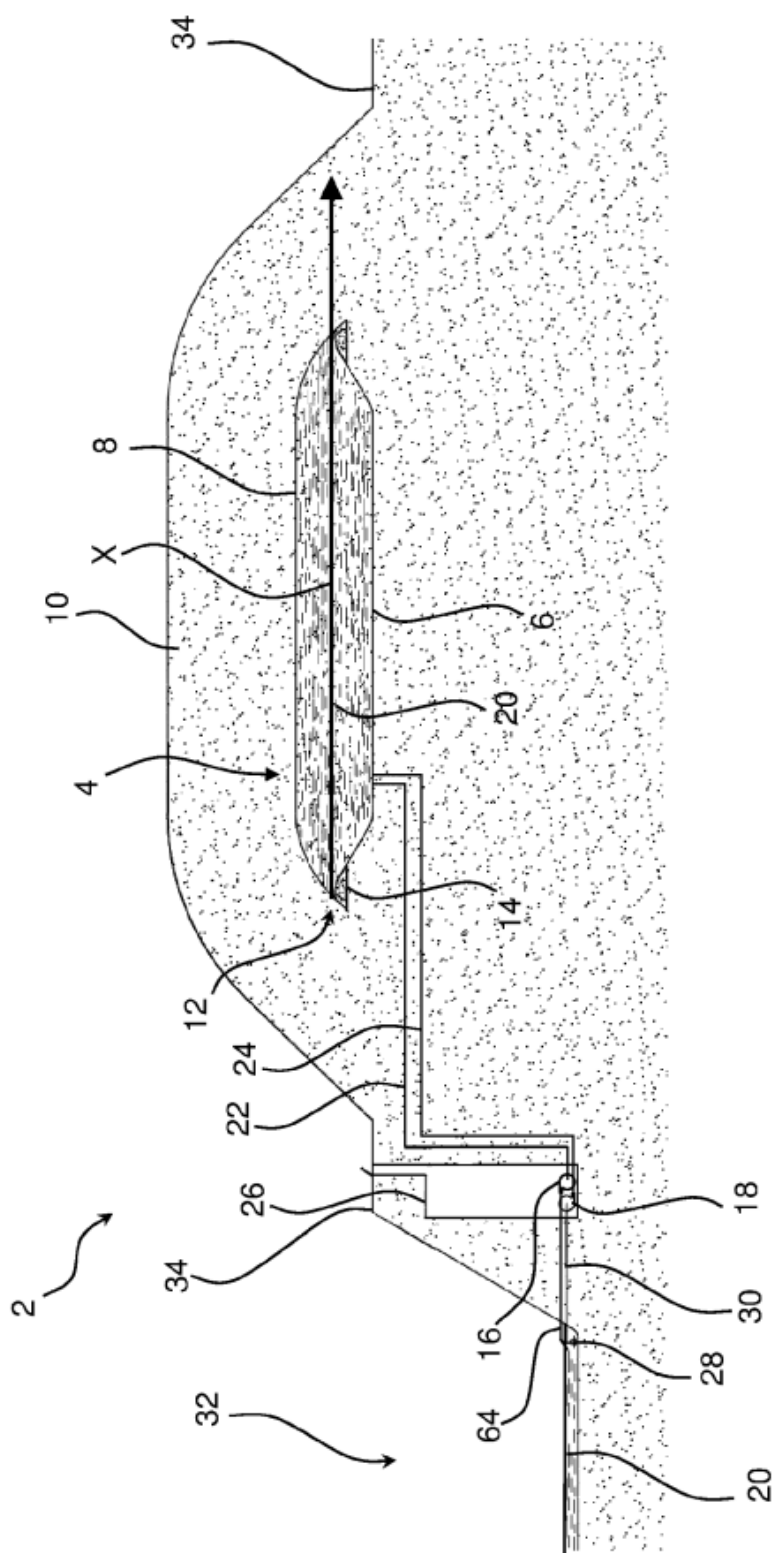
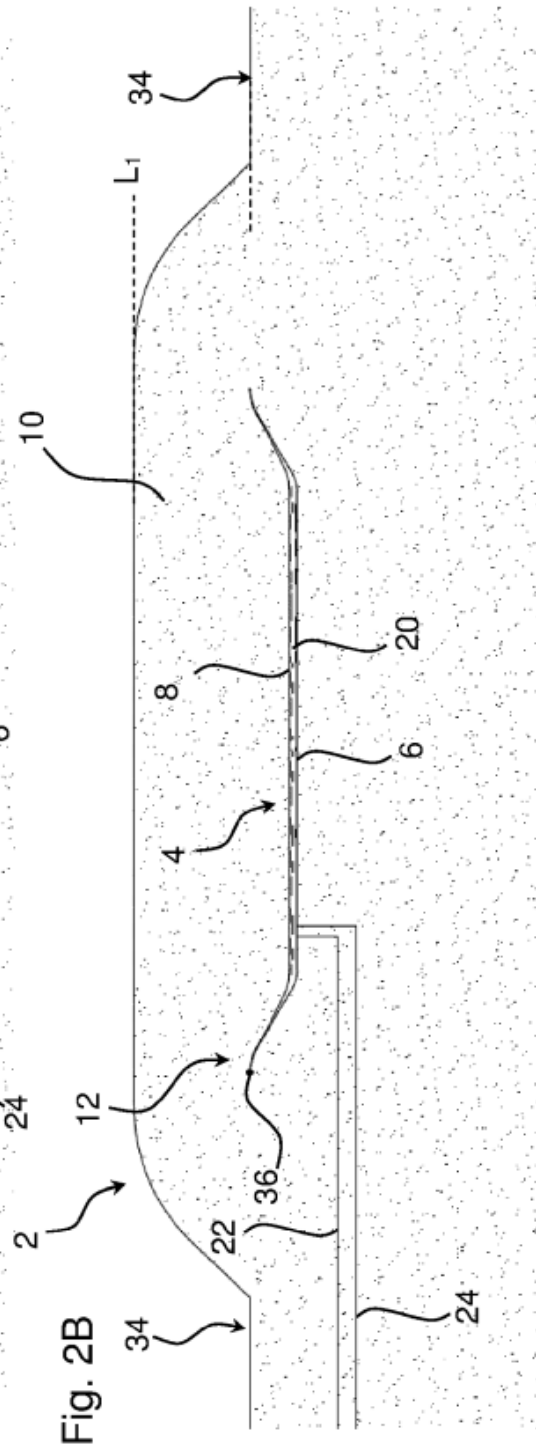
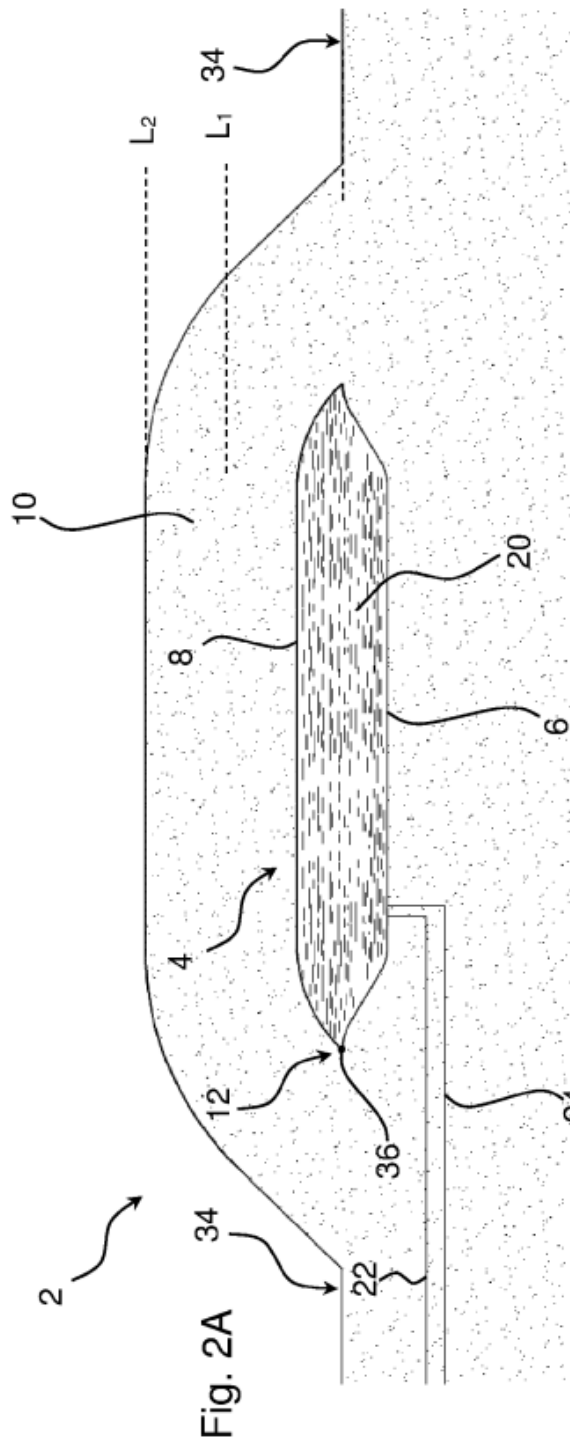


Fig. 1



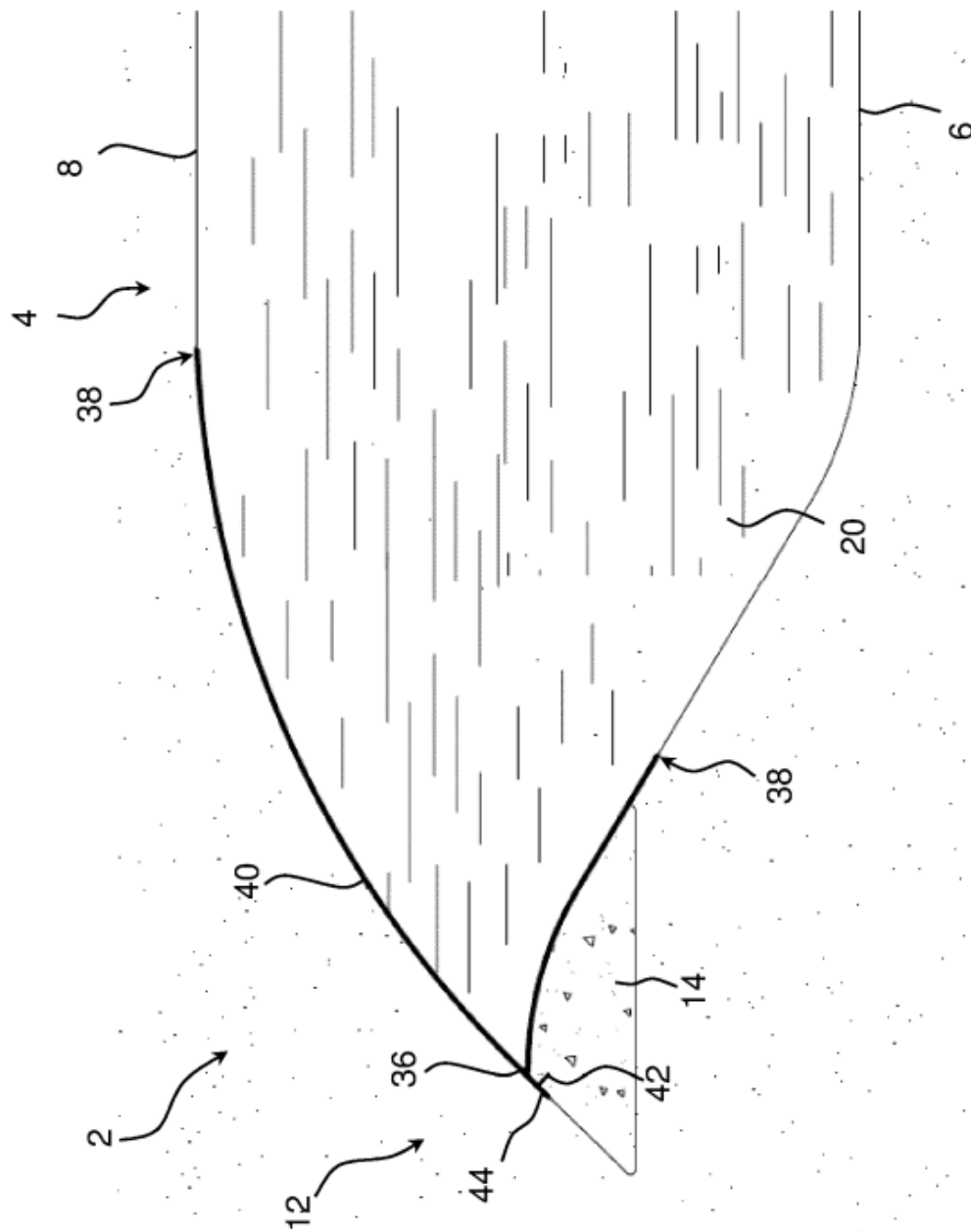


Fig. 3

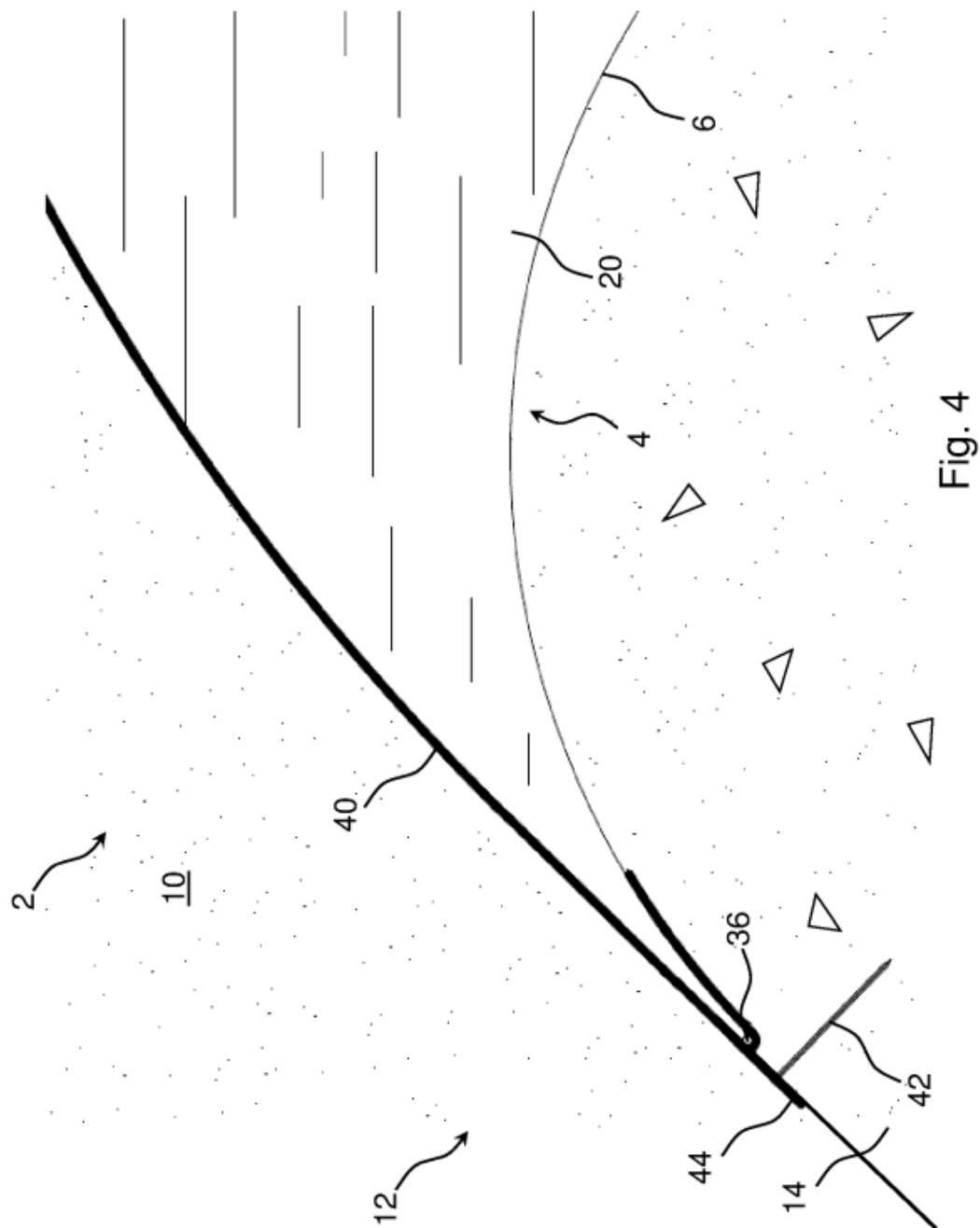


Fig. 4

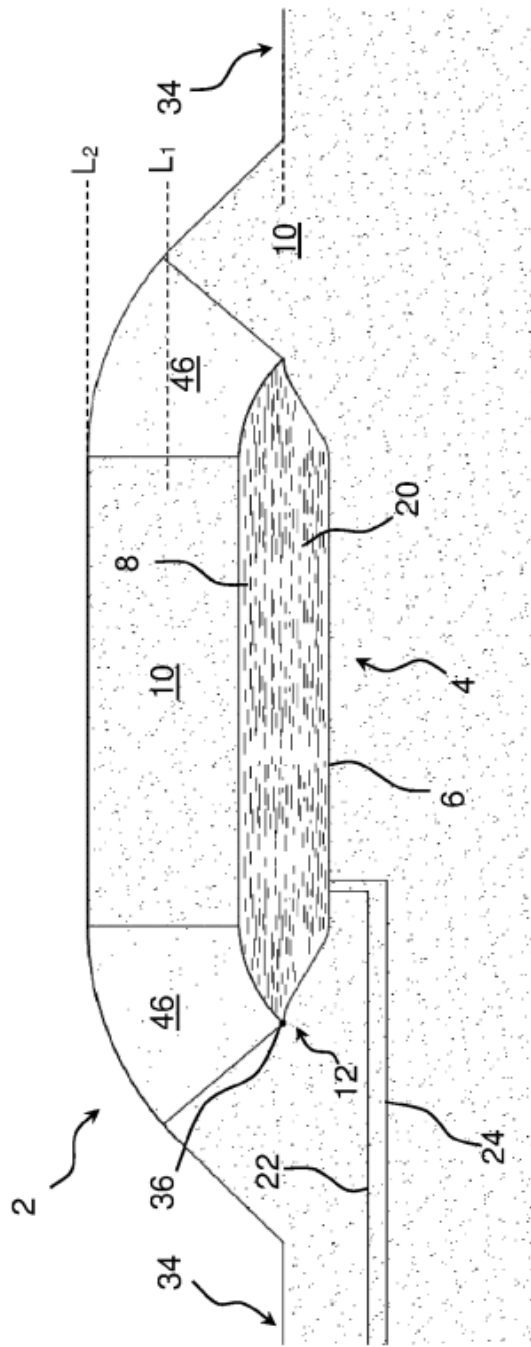


Fig. 5A

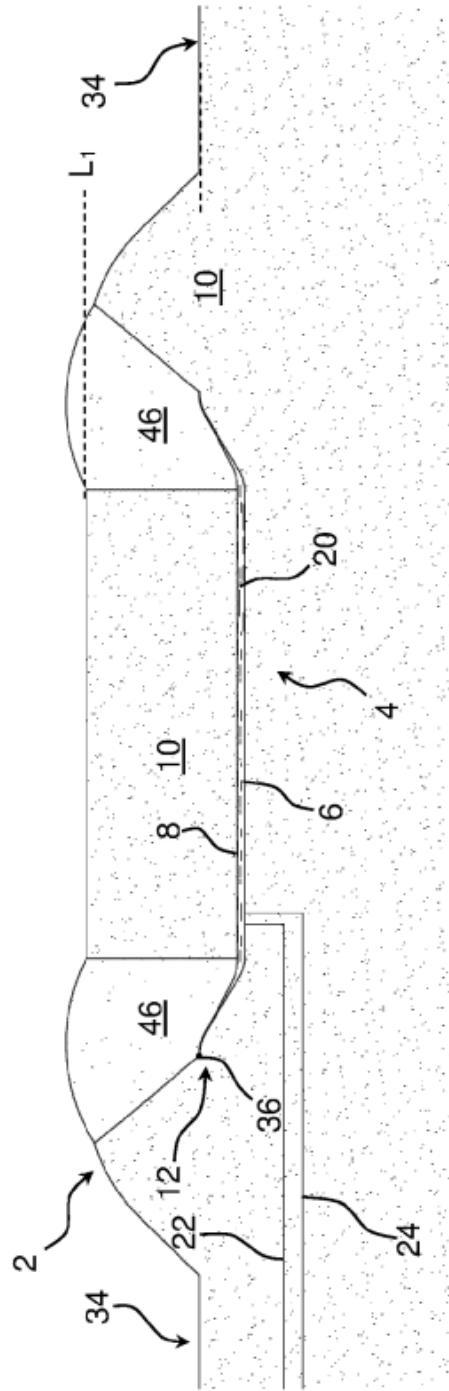


Fig. 5B

Fig. 6A

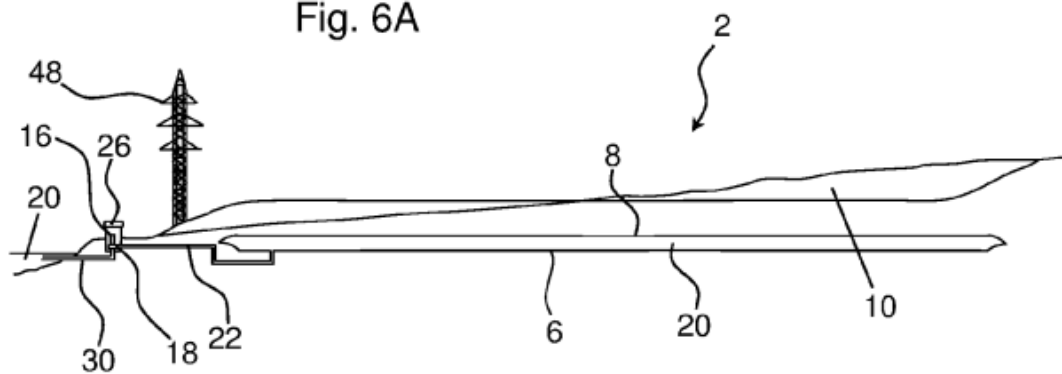


Fig. 6B

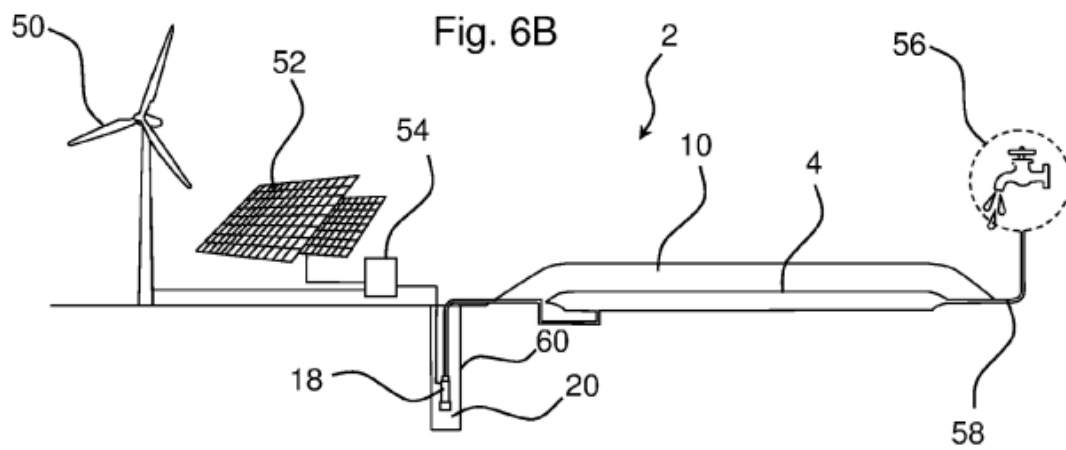


Fig. 7

