

**PANELES DE PARED REFORZADOS CON GEOSINTÉTICOS QUE
COMPRENDEN ELEMENTOS DE REFUERZO DE SUELO**

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

- 5 La presente materia divulgada se relaciona con y reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos n.º 62/2902558 titulada "Mejoras de Paredes Reforzadas con Geosintéticos" presentada el 2 de febrero de 2016; cuya divulgación completa se ha incorporado por referencia en el presente documento.

10 CAMPO TÉCNICO

El objeto actualmente desvelado se refiere en general a la retención de las formaciones de tierra y más particularmente a los paneles de pared reforzados con geosintéticos que comprenden elementos de refuerzo de suelo y al sistema de paredes de retención formado con los mismos.

15 Antecedentes

- Las paredes de retención se usan comúnmente para aplicaciones arquitectónicas y de desarrollo de sitios. Las paredes de retención se han construido históricamente a partir del hormigón en masa. Más recientemente, las paredes de retención a menudo se construyen usando sistemas de
- 20 fachadas modulares conectadas a elementos de refuerzo de suelo. Tales obras de tierra reforzadas con suelo a menudo se llaman estructuras de "Tierra Mecánicamente Estabilizada" y ahora se han convertido en una estructura de ingeniería civil reconocida, útil en la retención de laderas, Terraplenes de derecho de paso, y similares. Los elementos de revestimiento de la pared, que
- 25 típicamente consisten en bloques de mampostería, bloques de concreto,

paneles de concreto, o formas de alambre soldado, están diseñados para resistir las presiones laterales ejercidas por los suelos de relleno. El refuerzo y la estabilización del relleno del suelo en aplicaciones terrestres estabilizadas mecánicamente se proporcionan comúnmente utilizando materiales metálicos o geosintéticos, tales como geomallas o geotextiles que se colocan horizontalmente en el relleno de suelo detrás de la pared. Los elementos de refuerzo están conectados a los elementos de la cara de la pared e interactúan con el suelo para crear una masa de suelo reforzada estable.

Los elementos de revestimiento de la pared a menudo consisten en bloques de hormigón o paneles de hormigón. Se conoce el uso de ambos, paneles de muro de hormigón prefabricados de altura completa, así como de altura variable segmentaria, para elementos de revestimiento de pared en una pared de retención, tales como los desvelados en las patentes de los Estados Unidos n.º 5.568.998 y 5.580.191.

Los elementos de refuerzo metálicos compuestos de acero y similares tienen la ventaja de que exhiben una alta resistencia a la tracción y son relativamente fáciles de conectar a las unidades de revestimiento de pared. Debido a su resistencia a la tracción inherentemente alta, los refuerzos de acero a menudo están compuestos por tiras discretas que se atornillan individualmente a los paneles de revestimiento. Sin embargo, un inconveniente de los elementos metálicos es que pueden corroerse y, por lo tanto, no son óptimos en los materiales de relleno que son agresivos para los metales.

Los elementos de refuerzo geosintéticos, típicamente compuestos de poliéster o polietileno de alta densidad (HDPE), también se usan para estructuras de retención de tierra estabilizadas mecánicamente. Como el acero,

los elementos de refuerzo compuestos de poliéster también están sujetos a ataque químico y pueden degradarse con el tiempo si no están protegidos. Aunque los materiales de poliéster típicamente tienen una resistencia a la tracción relativamente alta, no se conectan fácilmente a los paneles de revestimiento de pared y típicamente requieren una conexión de "pellizco" por gravedad al elemento de revestimiento de pared. Por esta razón, y debido a su vulnerabilidad al ataque químico, el refuerzo de poliéster no es preferido para el refuerzo de la pared del panel.

Se realiza una forma preferida de refuerzo geosintético mediante el proceso descrito en la Patente de los Estados Unidos n.º 4.374.798 ("la patente '798") que usa HDPE. Los refuerzos se conocen como "geomallas integrales". El material de geomalla integral puede estar orientado uniaxialmente de acuerdo con la patente '798 para proporcionar láminas en forma de malla que incluyen una pluralidad de hebras alargadas, paralelas, molecularmente orientadas con barras que se extienden transversalmente conectadas integralmente a las mismas por uniones menos orientadas o no orientadas, las hebras, barras y uniones juntas definen una multiplicidad de aberturas alargadas. Los materiales de HDPE no son susceptibles al ataque químico y la alta fuerza de unión de los materiales procesados da como resultado conexiones robustas. Sin embargo, el HDPE está sujeto a deformaciones por fluencia, por lo que esta limitación da como resultado una menor resistencia a la tracción permisible. Por este motivo, las paredes reforzadas con HDPE usan la anchura completa de la lámina para desarrollar una resistencia a la tracción suficiente. Además, las conexiones entre la cara del panel y el refuerzo deben hacerse a lo largo de toda la anchura del panel. Esta conexión no es simple de

emplear en el campo y da como resultado una "holgura" de conexión que existe porque las conexiones pueden ser difíciles de asentar antes de cargar la pared con el suelo de relleno.

Una limitación adicional a los materiales de HDPE es que toda la anchura del suelo debajo de la geomalla debe colocarse contra la pared antes de enganchar la geomalla. Esto hace que la pared se mueva hacia afuera del suelo colocado antes de que la resistencia de la malla pueda ser activada. La combinación de la presión del suelo aplicada y la holgura de conexión da como resultado paredes del panel que pueden desplazarse lateralmente durante la construcción, a veces resulta en fachadas antideslizantes y desagradables.

Independientemente del tipo de sistema de pared de retención, la conexión entre los elementos de pared y el material de lámina de refuerzo en forma de malla sigue siendo de importancia crítica. Por tanto, se desean mejoras en la técnica para aumentar la eficacia en la resistencia del sistema de conexión y de ese modo mejorar la estabilidad de la pared de retención y la masa de suelo retenida.

SUMARIO

La presente descripción se refiere en general a paneles de pared reforzados con geosintético que comprenden elementos de refuerzo de suelo y un sistema de paredes de retención formado con los mismos. En algunas realizaciones, el sistema de pared de retención puede incluir: un elemento de revestimiento del pared de retención, el elemento de revestimiento de pared de retención que comprende una pluralidad de conectores de pared de retención integrados que comprenden primeras secciones discretas de geomalla; una pluralidad de conectores de tensión en comunicación con las primeras

secciones de geomalla del conector incorporado; y una pluralidad de elementos de refuerzo del suelo que comprenden segundas secciones de geomalla discretas en comunicación con los conectores de tensión.

El elemento de revestimiento de la pared de contención puede ser un
5 panel de hormigón prefabricado.

Las primeras secciones de geomalla de conector integrado y las segundas secciones de geomalla de refuerzo de suelo pueden comprender un material resistente a la corrosión que es sustancialmente inerte a la degradación química, y el material resistente a la corrosión que es
10 sustancialmente inerte a la degradación química puede comprender HDPE.

Los conectores de tensión también pueden comprender un material resistente a la corrosión que es sustancialmente inerte a la degradación química, o puede comprender un conector de punzón o un conector tubular.

Las primeras secciones de geomalla de conector integrado y las
15 segundas secciones de geomalla de refuerzo de suelo pueden comprender múltiples capas.

El sistema puede incluir además un dispositivo estabilizador de elementos de revestimiento que comprende una sección corrugada en ángulo conectada al elemento de revestimiento para proporcionar resistencia a la
20 rotación del elemento de revestimiento durante la colocación del material de relleno. El dispositivo de estabilización del elemento de revestimiento puede estar conectado de manera extraíble al elemento de revestimiento a través de una conexión atornillada o fijada.

El sistema puede incluir además un dispositivo tensor para tensar las
25 primeras secciones de geomalla del conector integrado y las segundas

secciones de geomalla que refuerzan el suelo durante la colocación del material de relleno, El dispositivo tensor puede incluir una barra principal, un manillar y una barra de tensión.

En una realización adicional, el sistema de pared de retención puede
5 incluir: un elemento de revestimiento del pared de retención, el elemento de revestimiento de pared de retención que comprende un conector de pared de retención integrado que comprende una primera sección de geomalla continua; una pluralidad de conectores de tensión en comunicación con la primera
10 sección continua de geomalla del conector incorporado; y una pluralidad de elementos de refuerzo del suelo que comprenden segundas secciones de geomalla discretas en comunicación con los conectores de tensión.

También se proporciona un método para reforzar un componente de pared de retención e incluye: posicionar un elemento de revestimiento de pared de retención en una ubicación predeterminada, el elemento de revestimiento de
15 pared de retención que comprende una pluralidad de conectores de pared de retención integrados que comprenden primeras secciones discretas de geomalla; conectar las primeras secciones de geomalla del conector incorporado a una pluralidad de conectores de tensión; proporcionar una pluralidad de elementos de refuerzo del suelo que comprenden segundas
20 secciones de geomalla discretas; conectar las primeras secciones de geomalla del conector integrado al suelo, reforzando las segundas secciones de geomalla a través de los conectores de tensión; colocar una cantidad de material de relleno en las primeras secciones de geomalla del conector integrado y las segundas secciones de geomalla que refuerzan el suelo; y
25 compactando el material de relleno sobre las primeras secciones de geomalla

del conector integrado y las secciones de geomalla del segundo refuerzo de suelo.

El método puede incluir además etapas de tensión para proporcionar una fuerza de tensión predeterminada al suelo que refuerza las segundas secciones de geomalla y tensar las primeras secciones de geomalla del conector integrado y las segundas secciones de geomalla que refuerzan el suelo. Las etapas de tensado pueden realizarse mediante el uso de un dispositivo tensor que comprende una barra principal, un manillar y una barra de tensión.

El método puede incluir además la estabilización del elemento de revestimiento de la pared de retención durante la etapa de colocación del material de relleno a través del uso de un dispositivo de estabilización del elemento de revestimiento que proporciona resistencia a la rotación del elemento de revestimiento durante la colocación del material de relleno.

En una realización adicional, también se proporciona un método para reforzar un componente de pared de retención e incluye: posicionar un elemento de revestimiento de pared de retención en una ubicación predeterminada, el elemento de revestimiento de pared de retención que comprende un conector de pared de retención integrado que comprende una primera sección de geomalla continua; conectar la primera sección de geomalla continua del conector integrado a una pluralidad de conectores de tensión; proporcionar una pluralidad de elementos de refuerzo del suelo que comprenden segundas secciones de geomalla discretas; conectando el conector integrado con la primera sección de geomalla continua al suelo, reforzando las segundas secciones de geomalla a través de los conectores de

tensión; colocar una cantidad de material de relleno en la primera sección continua de geomalla del conector integrado y las segundas secciones de geomalla que refuerzan el suelo; y compactando el material de relleno en la primera sección de geomalla contigua del conector integrado y las secciones
5 de geomalla de refuerzo de suelo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Habiendo descrito de esta manera la materia actualmente divulgada en términos generales, se hará referencia ahora a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en donde:

10 La figura 1, la figura 2, y la figura 3 ilustran vistas en planta de ejemplos de elementos de refuerzo de suelo de los paneles de pared reforzados con geosintéticos actualmente descritos para construir paredes de retención;

la figura 4 ilustra una vista en planta que muestra más detalles del elemento de refuerzo de un solo segmento mostrado en la figura 1;

15 la figura 5, la figura 6, la figura 7, y la figura 8 ilustran una vista frontal, una vista lateral, una vista en planta, y una vista posterior, respectivamente, de un ejemplo de los paneles de pared reforzados con geosintético actualmente descritos para construir paredes de retención, donde los paneles pueden incluir los elementos de refuerzo de suelo que se muestran en la figura 1, la figura 2
20 y/o la figura 3,

la figura 9A y la figura 9B muestran un ejemplo de un proceso de conectar uno a otro los elementos de refuerzo de suelo de los paneles de pared reforzados con geosintético actualmente descritos;

la figura 10, la figura 11, la figura 12, la figura 13, la figura 14, y la figura
25 15 ilustran vistas laterales y una vista en planta de una parte del panel de pared

reforzado con geosintético actualmente descrito y ejemplos de configuraciones múltiples para conectar los elementos de refuerzo de suelo;

la figura 16 ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de un dispositivo tensor para usar con los paneles de pared reforzados con geosintético actualmente descritos para construir paredes de retención;

la figura 17A, la figura 17B, y la figura 18 ilustran vistas laterales de ejemplos de uso del dispositivo tensor mostrado en la figura 16;

la figura 19 ilustra una vista posterior y una vista lateral del panel de pared reforzado con geosintéticos en combinación con un dispositivo estabilizador de panel corrugado;

la figura 20 ilustra una vista frontal de un ejemplo de un sistema de pared de retención que incluye cualquier disposición de uno o más de los paneles de pared reforzados con geosintético actualmente descritos que están soportados por cualquier disposición de elementos de refuerzo de suelo;

la figura 21 muestra un gráfico que indica los resultados de las pruebas de laboratorio que demuestran la estanqueidad relativa o la cantidad de "holgura de conexión" eliminada usando los elementos de refuerzo de suelo de los paneles de pared reforzados con geosintético actualmente descritos;

la figura 22 muestra ilustraciones que muestran un elemento de refuerzo de la anchura amplia y tiras discretas de elementos de refuerzo de suelo instalados para un sitio de pared de prueba;

la figura 23 muestran varios trazados que indican los resultados de un levantamiento de movimiento de pared de panel usando elementos de refuerzo de suelo de lámina de anchura completa y paredes construidas usando los paneles de pared reforzados con geosintético actualmente descritos que

incluyen los elementos de refuerzo de suelo; y

la figura 24 muestra un gráfico que indica los valores del Coeficiente de Interacción (Ci) de los dos tipos de refuerzo de suelo para comparación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 La materia objeto actualmente divulgada se describirá ahora más completamente en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas, pero no todas las realizaciones de la materia objeto actualmente divulgada. Números similares se refieren a elementos similares en todo el documento. La materia objeto actualmente
10 divulgada puede incorporarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitadas a las realizaciones que se muestran en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan con el fin de que esta divulgación satisfaga los requisitos legales aplicables. De hecho, muchas modificaciones y otras realizaciones de las invenciones que se muestran en el
15 presente documento se le ocurrirán a una persona experta en la materia a la que pertenecen estas invenciones que tienen el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Por lo tanto, debe entenderse que la materia objeto actualmente divulgada no debe limitarse a las realizaciones específicas divulgadas y que se pretende que las
20 modificaciones y otras realizaciones estén incluidas en el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

En algunas realizaciones, la materia objeto divulgada actualmente proporciona paneles de pared reforzados con geosintético que comprenden elementos de refuerzo de suelo y un sistema de pared de retención formado
25 con los mismos. Concretamente, los paneles de pared reforzados con

geosintético actualmente descritos incluyen cualquier tipo de paneles de pared, como paneles de muro de hormigón prefabricado, que son compatibles con cualquier disposición de elementos de refuerzo de suelo.

Diversas configuraciones de elementos de refuerzo de suelo pueden
5 incluir lengüetas extremas y/o lengüetas internas que tienen tiras dispuestas entre ellas. Ejemplos de elementos de refuerzo de suelo incluyen, pero no están limitados a, elementos de refuerzo de una sola sección de anchura estrecha, elementos de refuerzo de múltiples secciones de anchura estrecha y elementos de refuerzo de anchura amplia. Los elementos de refuerzo de suelo
10 se pueden formar, por ejemplo, de polietileno de alta densidad (HDPE) o tereftalato de polietileno (PET). Los elementos de refuerzo de suelo se pueden conectar de extremo a extremo mediante, por ejemplo, una conexión de punzón.

Los elementos de refuerzo de suelo (por ejemplo, el elemento de
15 refuerzo de una sola sección de anchura estrecha, el elemento de refuerzo de múltiples secciones de anchura estrecha y el elemento de refuerzo de anchura amplia) proporcionan una conexión robusta a los paneles de pared reforzados con geosintético y están diseñados para acoplarse dentro del relleno antes de que la presión lateral se coloque contra los paneles de pared reforzados con
20 geosintético. Además, los elementos de refuerzo de suelo proporcionan un mecanismo de conexión de alta resistencia, sustancialmente libre de corrosión, y simple y robusto a los paneles de pared reforzados con geosintético. Además, los elementos de refuerzo de suelo proporcionan medios para formar una geomalla de HDPE con respecto a los paneles de pared reforzados con
25 geosintético.

Además, se proporciona un sistema de pared de retención que incluye cualquier disposición de uno o más paneles de pared reforzados con geosintético que están soportados por cualquier disposición de elementos de refuerzo de suelo.

5 En referencia ahora a la figura 1, la figura 2, y la figura 3 son vistas en planta de ejemplos de elementos de refuerzo de suelo 100 de los paneles de pared 150 reforzados con geosintéticos actualmente divulgados (véase la figura 5, la figura 6, la figura 7, y la figura 8) para construir paredes de retención. Por ejemplo, la figura 1 muestra un elemento de refuerzo de una sola sección 110, 10 la figura 2 muestra un elemento de refuerzo de múltiples secciones 120, y la figura 3 muestra un elemento de refuerzo de anchura amplia 130.

El elemento de refuerzo de una sola sección 110 incluye típicamente dos lengüetas de extremo 112 y una disposición de tiras 114 entre las mismas. Por ejemplo, las tiras 114 están dispuestas en forma paralela entre las dos 15 lengüetas extremas 112. El elemento de refuerzo de una sola sección 110 es un plano de alta resistencia, delgado, flexible. Se puede formar un elemento de refuerzo de una sola sección 110, por ejemplo, de HDPE o PET.

La figura 4 muestra más detalles de un ejemplo del elemento de refuerzo de una sola sección 110 mostrado en la figura 1. Concretamente, el elemento 20 de refuerzo de una sola sección 110 tiene una longitud L, una anchura W y un espesor T. Cada lengüeta de extremo 112 tiene una profundidad D. El elemento de refuerzo 110 de una sola sección incluye, por ejemplo, seis tiras discretas 114 que tienen un espaciamiento en el centro s. Además, cada tira 114 tiene una anchura w. El elemento de refuerzo de una sola sección 110 no 25 está limitado a seis tiras 114. El número de tiras 114 puede variar.

En este ejemplo que tiene seis tiras discretas 114, el elemento de refuerzo de una sola sección 110 puede tener una longitud L de aproximadamente 19-21 pulgadas (480-535 milímetros) (y típicamente 8 pulgadas (200 milímetros)), y una anchura W de aproximadamente 7-9
 5 pulgadas (178-229 milímetros) (y típicamente 20 pulgadas (510 milímetros)). El espesor T puede variar a lo largo del elemento de refuerzo con un espesor T de aproximadamente 0,106 pulgadas (2.68 milímetros) a 0,29 pulgadas (7,38 mm) en la lengüeta final 112, y un espesor T de aproximadamente 0,035 pulgadas (0,88 milímetros) a 0,0906 pulgadas (2,33 mm) en la tira 114. Cada lengüeta de
 10 extremo 112 puede tener una profundidad D de aproximadamente 1 pulgada (25 milímetros). El espaciamiento en el centro de las tiras 114 puede ser de aproximadamente 0,63 pulgadas (16 milímetros). Además, la anchura w de cada tira 114 puede ser de aproximadamente 0,2 pulgadas (135 milímetros).

En referencia ahora a la figura 2, el elemento de refuerzo de múltiples
 15 secciones 120 incluye cualquier número de secciones 122 (por ejemplo, las secciones 122-1 a 122-n) dispuestas de extremo a extremo para formar un elemento de refuerzo de longitud larga. Las características de cada sección 122 del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 pueden basarse en el elemento de refuerzo de una sola sección 110 mostrado en la figura 1 y la
 20 figura 4. El elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 incluye dos lengüetas extremas 112 así como múltiples lengüetas interiores 116 que definen las secciones 122.

El elemento de refuerzo de una sola sección 110 de la figura 1 y la figura 4 y un elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 de la figura 2 pueden
 25 considerarse elementos de refuerzo de suelo de "anchura estrecha" o "tira", lo

que significa elementos de refuerzo que tienen una anchura W que es solo una fracción de la anchura de los paneles de pared reforzados con geosintético 150. Por el contrario, en el elemento de refuerzo de "anchura amplia" 130 de la figura 3, la anchura W puede aproximarse sustancialmente a la anchura total de los paneles de pared reforzados con geosintético 150 (véase la figura 15). Concretamente, el elemento de refuerzo de anchura amplia 130 de la figura 3 es un elemento de refuerzo de una sola sección que es sustancialmente el mismo que el elemento de refuerzo de una sola sección 110 excepto por el número de tiras 114 y la anchura W. Es decir, el número de tiras 114 y la anchura W del elemento de refuerzo de anchura amplia 130 puede ser significativamente mayor que el número de tiras 114 y la anchura W del elemento de refuerzo de una sola sección 110.

Los elementos de refuerzo de suelo 100 (por ejemplo, el elemento de refuerzo de una sola sección 110, el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 y el elemento de refuerzo de anchura amplia 130) proporcionan una conexión robusta a los paneles de pared reforzados con geosintéticos 150 y están diseñados para acoplarse al relleno antes de que se coloque la presión lateral contra los paneles de pared reforzados con geosintéticos 150. Además, los elementos de refuerzo de suelo 100 proporcionan un mecanismo de conexión de alta resistencia, sustancialmente libre de corrosión y simple y robusto a los paneles de pared reforzados con geosintético 150. Además, los elementos de refuerzo de suelo 100 (por ejemplo, el elemento de refuerzo de una sola sección 110, el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 y el elemento de refuerzo de anchura amplia 130) proporcionan medios para formar una geomalla de HDPE con respecto a los paneles de pared reforzados con

geosintéticos 150.

Los elementos de refuerzo de suelo 100 no están limitados al elemento de refuerzo de una sola sección 110, el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120, y el elemento de refuerzo de anchura amplia 130 solamente. En particular, un elemento de refuerzo de una sola sección 110, el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120, y el elemento de refuerzo de anchura amplia 130 pueden estar disponibles en cualquier anchura W y cualquier longitud L. Además, otros tipos y/o configuraciones de elementos de refuerzo de suelo 100 son posibles y se describen a continuación. En un ejemplo, puede haber ciertas variaciones en las características del elemento de refuerzo de una sola sección 110, elemento de refuerzo de múltiples secciones 120, y elemento de refuerzo de anchura amplia 130 para adaptarse a funciones particulares.

En referencia ahora a la figura 5, la figura 6, la figura 7, y la figura 8 es una vista frontal, una vista lateral, una vista en planta, y una vista posterior, respectivamente, de un ejemplo de los paneles de pared reforzados con geosintéticos 150 actualmente descritos para construir paredes de retención, donde los paneles de pared reforzados con geosintéticos 150 pueden incluir diversos elementos de refuerzo de suelo 100 mostrados en la figura 1, la figura 2 y/o la figura 3.

Como un ejemplo, en el panel de pared reforzado con geosintético 150 mostrado en la figura 5, la figura 6, la figura 7 y la figura 8, los elementos de refuerzo de una sola sección 110 y los elementos de refuerzo de múltiples secciones 120 se usan en combinación con un panel de pared 155. En un ejemplo, el panel de pared 155 puede ser un panel de hormigón. Los

elementos de refuerzo de una sola sección 110 y los elementos de refuerzo de múltiples secciones 120 se utilizan para proporcionar refuerzo al panel de pared 155. Los elementos de refuerzo de una sola sección 110 y los elementos de refuerzo de múltiples secciones 120 están ubicados óptimamente para la estabilidad del panel de pared. En la figura 5, la figura 6, la figura 7 y la figura 8, los elementos de refuerzo de múltiples secciones 120 se muestran aún no conectados a los elementos de refuerzo de una sola sección 110.

Una lengüeta de extremo 112 de cada uno de los elementos de refuerzo de una sola sección 110 está incrustada en el panel de pared de hormigón prefabricado 155 lo suficiente como para desarrollar una resistencia a la extracción del panel. La lengüeta de extremo 112 de cada uno de los elementos de refuerzo de una sola sección 110 que no está incrustada en el panel de pared de hormigón 155 se puede conectar a un extremo de un elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 usando, por ejemplo, una barra de conexión de punzón 135. Por ejemplo, la figura 9A y la figura 9B muestra un proceso para conectar un extremo del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 a un extremo del elemento de refuerzo de una sola sección 110. En este ejemplo, los extremos respectivos del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 y el elemento de refuerzo de una sola sección 110 están superpuestos y ligeramente desplazados de un lado a otro para que sus respectivas tiras 114 puedan ser intercaladas. Una vez en esta posición, las tiras 114 del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 y las tiras 114 del elemento de refuerzo de una sola sección 110 pueden flexionarse ambas de modo que se intercalen entre sí. Por ejemplo, las tiras 114 del elemento de refuerzo de una sola sección 110 pueden abombarse a

través de los espacios en el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120. Al mismo tiempo, las tiras 114 del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 pueden inclinarse hacia abajo a través de los espacios en el elemento de refuerzo de una sola sección 110. Después, la barra de conexión de punzón 135 se puede insertar en el espacio entre las tiras 114 del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 y las tiras 114 del elemento de refuerzo de una sola sección 110. Al hacerlo, el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 y el elemento de refuerzo de una sola sección 110 se bloquean juntos. La conexión se aplica cuando el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 se tira apretado lateralmente con respecto al elemento de refuerzo de una sola sección 110. Debido a que las tiras 114 son de anchura relativamente estrecha, el sesgo de las tiras 114 tiene poca o ninguna influencia cuando la barra de conexión de punzón 135 está acoplada. Este tipo de conexión está sustancialmente ausente de "holgura" y proporciona una gran rigidez de la pared durante la construcción.

En referencia ahora a la figura 10, la figura 11, la figura 12, la figura 13, la figura 14, y la figura 15 son vistas laterales y una vista en planta de una parte del panel de pared reforzado con geosintético actualmente divulgado 150 y ejemplos de configuraciones múltiples para conectar los elementos de refuerzo de suelo 100.

En un ejemplo, la figura 10 muestra una vista lateral de una parte del panel de pared reforzado con geosintético 150 y ejemplos de la conexión mostrada en la figura 9A y la figura 9B. En esta configuración, hay una única capa de refuerzo en dos ubicaciones del panel de pared reforzado con geosintético 150.

En otro ejemplo, la figura 11 muestra múltiples elementos de refuerzo de suelo 100 discretos combinados de una manera compuesta que comprende una doble capa de refuerzo. La doble capa de elementos de refuerzo de suelo 100 permite al diseñador utilizar capas dobles de un único elemento de refuerzo de suelo 100 o dos elementos de refuerzo de suelo discretos individuales 100, combinado para proporcionar una mayor fuerza de diseño y una mayor interacción de extracción en el suelo a un nivel mayor que las capas individuales.

En otro ejemplo más, la figura 12 muestra que la doble capa de elementos discretos de refuerzo de suelo 100 puede estar conectada a una sección de lengüeta de bucle singular 124 que está fundida en el panel de pared 155. La doble capa de elementos discretos de refuerzo de suelo 100 se conecta entonces a cada lado con la barra de conexión de punzón 135 como se muestra en la figura 12. Una sección de lengüeta de bucle singular 124 puede ser preferible por razones económicas.

En otro ejemplo más, la figura 13 muestra que la doble capa de elementos de refuerzo de suelo discretos 100 puede estar conectada a una sección de geomalla singular 125 que está fundida en el panel de pared 155. La capa doble de elementos de refuerzo de suelo discretos 100 se conecta entonces a cada lado con una conexión tubular 126. Una sección de geomalla singular 125 puede ser preferible por razones económicas. La conexión tubular 126 debe tener un diámetro suficientemente grande para permitir la sección de geomalla singular 125 y, por ejemplo, el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 para envolver alrededor de la conexión tubular 126 sin una disminución de la resistencia del refuerzo. Se desean diámetros de tubo de

aproximadamente 2 pulgadas (50,8 milímetros) o más. Esta conexión tiene la ventaja de que permite una conexión entre dos elementos de refuerzo de suelo 100 que no requiere intercalar las tiras 114. Esta conexión es ventajosa porque reduce la holgura en la conexión.

5 En otro ejemplo más, la figura 14 muestra que la doble capa de elementos de refuerzo de suelo discontinuos 100 puede enrollarse alrededor de un dispositivo de conexión saliente 127 que está integrado o unido de otro modo al panel de pared 155. La doble capa de elementos de refuerzo de suelo discontinuos 100 puede estar conectada al dispositivo de conexión 127 con la
10 conexión tubular 126 o similar.

 En otro ejemplo más, la figura 15 muestra la conexión de los elementos de refuerzo de múltiples secciones discontinuos 120, ya sea en capas individuales o en doble capa, al panel de pared 155 se puede llevar a cabo uniendo los elementos de refuerzo discontinuos de múltiples secciones 120 a
15 un elemento de refuerzo de anchura amplia 130 moldeado en el panel de pared 155. Las conexiones están hechas con barras de conexión de punzón 135 de una anchura tal que se extienden ligeramente más allá de la anchura de los elementos de refuerzo de múltiples secciones discontinuas 120. Puede ser preferible conectar los elementos de refuerzo de múltiples secciones discretos
20 120 al elemento de refuerzo de anchura amplia 130 (es decir, un segmento continuo de anchura amplia de geomalla) ya que permite la ubicación in situ de los elementos de refuerzo de múltiples secciones discontinuas 120 para evitar obstrucciones detrás del panel de pared 155 sin la necesidad de paneles de revestimiento especiales con variaciones en la ubicación horizontal de las
25 lengüetas de extremo, como las lengüetas de extremo 112.

El objeto divulgado actualmente también proporciona un dispositivo y un método para tensar los elementos de refuerzo de suelo discretos 100 y la conexión entre los mismos dentro del relleno. Por ejemplo, la figura 16 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de un dispositivo de tensado 200 para

5 tensar los elementos de refuerzo de suelo discretos 100 de los paneles de pared reforzados con geosintéticos 150 actualmente divulgados. El dispositivo de tensión 200 incluye una barra principal 210, un manillar 212 y una barra de tensión 214. Opcionalmente, el extremo inferior de la barra principal 210 tiene una punta puntiaguda 216. El manillar 212 está dispuesta en forma de T en el

10 extremo superior de la barra principal 210. La barra de tensión 214 está típicamente dispuesta en forma de T en la parte media o inferior de la barra principal 210. En un ejemplo, se proporcionan múltiples orificios pasantes 218 a lo largo de la longitud de la barra principal 210 para recibir la barra de tensión 214. De este modo, la posición de la barra de tensión 214 puede ser ajustable.

15 La barra principal 210, la barra de manipulación 212 y la barra de tensión 214 pueden ser barras huecas o macizas y pueden tener una sección transversal circular o rectangular. El dispositivo de tensión 200 es de una altura y geometría tal que permite una fácil manipulación y uso.

Con referencia ahora a la figura 17A y la figura 17B son vistas laterales

20 de un ejemplo de uso del dispositivo de tensado 200 de la figura 16. Concretamente, la figura 17A muestra dos capas de elementos de refuerzo de suelo discretos 100 que incluyen un bucle de elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 que se conecta al par de elementos de refuerzo de una sola sección 110 mediante barras de conexión de punzón 135. El dispositivo de

25 tensión 200 es accionado en el suelo en la porción de bucle del elemento de

refuerzo de múltiples secciones 120. Concretamente, el manillar 212 del dispositivo de tensado 200 está inclinado hacia el panel de pared 155 y luego la punta puntiaguda 216 es introducida en el relleno reforzado 160 a una profundidad suficiente para permitir el apalancamiento del dispositivo de
5 tensión 200 hacia atrás alejándose del panel de pared 155. Después, la porción de bucle del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 está envuelta alrededor de la barra de tensión 214 del dispositivo de tensión 200. Entonces, y refiriéndose ahora a la figura 17B, el dispositivo de tensado 200 está apoyado hacia atrás alejándose del panel de pared 155. Esta acción da como resultado
10 la eliminación de la holgura de las conexiones de la barra de punzón, por ejemplo, los dos elementos de refuerzo de una sola sección 110 y el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120.

En otro ejemplo, la figura 18 muestra una única capa de elementos de refuerzo de suelo discretos 100 que incluye un elemento de refuerzo de una
15 sola sección 110 conectado a otra configuración de elemento de refuerzo de múltiples secciones 120, donde el elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 tiene un bucle 132 en un extremo. En este ejemplo, el bucle 132 está envuelto alrededor de la barra de tensión 214 del dispositivo de tensado 200 y luego el dispositivo de tensado 200 está levantado hacia atrás alejándose del
20 panel de pared 155. De nuevo, esta acción da como resultado la eliminación de holgura en la conexión de la barra de punzón. En la figura 17A y la figura 17B y/o la figura 18, una vez tensionada, la capa única o las capas dobles de los elementos discretos de refuerzo de suelo 100 se rellena para mantener la tensión sobre el panel de pared 155 en el que las tiras 114 están diseñadas
25 para acoplarse con el relleno. Después, el dispositivo de tensado 200 puede

ser retirado o dejado en su lugar dentro del relleno reforzado.

Con referencia ahora a la figura 19 es una vista posterior y una vista lateral del panel de pared reforzado con geosintético 150 en combinación con un dispositivo estabilizador de panel 300. Por ejemplo, el dispositivo de estabilización de panel 300 incluye un elemento corrugado 310, un extremo del cual está fijado mecánicamente a la porción superior del panel de pared 155 a través de un soporte 312 y un pasador o perno 314, en el que una parte del soporte 312 está incrustada o fundida en el panel de pared 155 como se muestra. El extremo inferior del elemento corrugado 310 está inclinado en ángulo desde el panel de pared 155 y luego sujeto por una longitud del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120. Por ejemplo, se proporciona una cierta longitud del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120 en un bucle que se extiende desde la parte posterior del panel de pared 155, donde las dos lengüetas extremas 112 están incrustadas en el panel de pared 155 (y por lo tanto son perpendiculares a los elementos de refuerzo 120 que están horizontales con la superficie del suelo y hacen contacto con el suelo posterior). El extremo inferior del elemento corrugado 310 se ajusta en la porción de bucle del elemento de refuerzo de múltiples secciones 120, asegurando con ello el elemento corrugado 310 en un ángulo con respecto al panel de pared 155.

La presencia del elemento corrugado 310 en el dispositivo estabilizador de panel 300 proporciona resistencia a la rotación del panel. Concretamente, las ondulaciones en el elemento corrugado 310 interactúan con el suelo circundante para proporcionar resistencia a la rotación del panel. A medida que el panel de pared 155 se rellena capa por capa, el panel de pared 155 comienza a cargarse lateralmente por estos elevadores de suelo. La rotación

hacia afuera del panel de pared 155 es resistida por los elementos de refuerzo de suelo 100. Sin embargo, el dispositivo estabilizador de panel 300 proporciona resistencia de rotación adicional a través de la interacción con el suelo circundante durante el proceso de colocación de relleno hasta que las

5 capas superiores de los elementos de refuerzo de suelo 100 se acoplan dentro del relleno. Después de que las capas superiores de los elementos de refuerzo de suelo 100 se hayan enganchado en la capa de relleno, la conexión atornillada o clavada puede retirarse y el elemento corrugado 310 puede retirarse para su reutilización o dejarse en su sitio en el relleno. El uso del

10 dispositivo de estabilización de panel 300 es preferible porque limita el número de capas de elementos de refuerzo de suelo 100 requeridas para estabilizar un panel de pared 155 durante el proceso de construcción.

En resumen y refiriéndose nuevamente de la figura 1 a la figura 19, el panel de pared reforzado con geosintético 150 presenta (a) tiras discretas de

15 elementos de refuerzo de suelo de HDPE o PET 100, conectado a un elemento de revestimiento del pared de retención, tal como un panel de pared prefabricado 155 o similar, (b) conexiones más eficientes y de mejor rendimiento (por ejemplo, las conexiones de la barra de punzón), (c) un dispositivo y métodos de tensado (por ejemplo, el dispositivo tensor 200) de los

20 elementos discretos de refuerzo de suelo 100 dentro del relleno, y (d) un dispositivo (por ejemplo, dispositivo estabilizador del panel 300) y un método para estabilizar un elemento encarado de la pared de retención, tal como un panel de pared prefabricado 155 o similar. La estabilidad de la construcción se mejora mediante el acoplamiento completo de los elementos de refuerzo de

25 suelo 100 a la colocación del relleno contra el elemento de revestimiento de

pared de contención, tal como un panel de pared prefabricado 155 o similar.

Con referencia ahora a la figura 20 es una vista frontal de un ejemplo de un sistema de pared de retención 400 que incluye cualquier disposición de uno o más paneles de pared reforzados con geosintéticos 150 que están
5 soportados por cualquier disposición de elementos de refuerzo de suelo 100.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Con referencia ahora a la figura 21 es una representación gráfica 500 que indica los resultados de las pruebas de laboratorio que demuestran la
10 estanqueidad relativa o la cantidad de "holgura de conexión" eliminada usando los elementos de refuerzo de suelo 100 (por ejemplo, elementos de refuerzo de una sola sección 110, elementos de refuerzo de múltiples secciones 120, y un elemento de refuerzo de anchura amplia 130). Los elementos de refuerzo de
15 suelo de HDPE discretos de anchura estrecha 100 (por ejemplo, elementos de refuerzo de una sola sección 110 y elementos de refuerzo de múltiples secciones 120) pueden desarrollar conexiones más firmes y más robustas que el refuerzo de suelo de tipo HDPE de anchura amplia.

El gráfico 500 de la figura 21 muestra dos curvas de desplazamiento de conexión, una curva 510 y una curva 512. La curva 510 de desplazamiento de
20 conexión para los paneles de pared reforzados con geosintéticos 150 actualmente divulgados que incluyen elementos de refuerzo de suelo 100 se muestra mediante la respuesta no lineal. Durante las aplicaciones iniciales de carga aplicada, se alcanzan deformaciones relativamente altas. Una vez que se aplica una carga de aproximadamente 550 lb/ft (818,49 kilogramo/metro), las
25 deformaciones incrementales son mucho más pequeñas. La curva de

desplazamiento de conexión 512 para la geomalla de lámina es relativamente lineal y da como resultado deformaciones menores que las notadas para la respuesta de la invención actual en todos los niveles de carga hasta aproximadamente 400 lb/ft (595,27 kilogramo/metro). Si bien puede parecer

5 que una respuesta inicial más rígida (es decir, la respuesta de la lámina) sería ventajosa, esto en la práctica no es el caso. En la práctica, los elementos de refuerzo de geomalla se tensan a mano durante la colocación antes de que se apliquen las cargas de relleno de pared completa. La respuesta de la presente invención es ventajosa porque es mucho más fácil liberar la holgura durante el

10 pretensado. Por lo tanto, el sistema "comienza" a lo largo de una curva que tiene una respuesta empinada (pequeña deformación incremental por carga incremental) que da como resultado una menor deflexión del panel. Debido a que la respuesta de la técnica anterior es más difícil de pretensar, en la práctica no está tan tensa. Por lo tanto, cuando se aplica el relleno de la pared, se

15 observan deformaciones relativamente más grandes a medida que se supera la holgura en la conexión.

Adicionalmente, los paneles de pared reforzados con geosintéticos 150 actualmente descritos que incluyen elementos de refuerzo de suelo 100 son ventajosos para la técnica anterior porque la capacidad de aplicar una carga de

20 400 lb/ft (595,27 kilogramo/metro) uniformemente a través de una lámina completa de refuerzo de suelo de más de 4 pies de anchura (304,8 milímetros) (1.600 lb (725,75 kilogramos) más total carga) es más desafiante que una carga de 400 lb/ft (595,27 kilogramo/metro) uniformemente aplicada sobre aproximadamente 8 pulgadas (203,2 milímetros) (una carga total aplicada de

25 aproximadamente 270 lbs (122,47 kilogramos)). El desplazamiento de la

holgura en la conexión del elemento de refuerzo de suelo discreto es más fácil que el del refuerzo de suelo del tipo de lámina.

Además, porque, por ejemplo, los elementos de refuerzo de una sola sección 110 y los elementos de refuerzo de múltiples secciones 120 tienen un
5 anchura relativamente estrecha, el sesgo de la nervadura transversal tiene poca influencia cuando la conexión de punzón (por ejemplo, usando la barra de conexión de punzón 135) está activada. Esto da como resultado una "holgura" significativamente menor en la conexión y proporciona una gran rigidez de la pared durante la construcción. Es posible que la conexión del refuerzo de suelo
10 de lámina (por ejemplo, el elemento de refuerzo de anchura amplia 130) alcance el mismo nivel de hermeticidad de conexión que la conexión de refuerzo de suelo de tira discreta (por ejemplo, de elementos de refuerzo de sección única 110 y elementos de refuerzo de múltiples secciones 120). Sin embargo, debido a la mayor anchura de los componentes de conexión,
15 variaciones menores en la anchura más amplia afectan la capacidad de ajustar la conexión completa al mismo nivel que las tiras discretas.

Ejemplo 2

Con referencia ahora a la figura 22 son ilustraciones que muestran un elemento de refuerzo de anchura amplia y tiras discretas de elementos de
20 refuerzo de suelo instalados para un sitio de pared de prueba. Por ejemplo, la ilustración 600 muestra un elemento de anchura amplia (por ejemplo, elemento de refuerzo de anchura amplia 130) y tiras discretas de elementos de refuerzo de suelo 100 (por ejemplo, elementos de refuerzo de una sola sección 110 y elementos de refuerzo de múltiples secciones 120) instalados para un sitio de
25 pared de prueba. Como se muestra en los dibujos, la lámina de refuerzo de

suelo requiere que el relleno se coloque contra el lado posterior del panel frontal antes de realizar la conexión. Esto da como resultado que el panel se cargue con presión de tierra lateral antes de que el elemento de refuerzo de suelo se acople y sea capaz de soportar esa carga. La figura 22 también muestra una ilustración 610 de los elementos de refuerzo de suelo discretos 100 (por ejemplo, elementos de refuerzo de una sola sección 110 y elementos de refuerzo de múltiples secciones 120) instalados para el mismo sitio de pared de prueba. Los elementos discretos permiten que el elemento de refuerzo se acople dentro del relleno antes de que la presión lateral se coloque contra la cara de la pared.

Con referencia ahora a la figura 23 varios gráficos 700 que muestran los resultados de un levantamiento de movimiento de pared de panel usando elementos de refuerzo de suelo de lámina de anchura completo y paredes construidas usando los paneles 150 de pared reforzados con geosintéticos revelados actualmente que incluyen elementos de refuerzo de suelo 100. Se sabe y se acepta dentro de la industria que la masa de suelo que se está reforzando debe moverse ligeramente para movilizar los elementos de refuerzo de suelo. Los diagramas 700 de la figura 23 muestran la diferencia en el movimiento movilizado para los elementos de refuerzo de suelo discretos 100 en comparación con el de la lámina de refuerzo de suelo. Como se muestra en la figura 23, la pared construida usando los paneles de pared reforzados con geosintético 150 produjo aproximadamente la mitad del movimiento del panel durante la construcción en comparación con la lámina de refuerzo de suelo.

Ejemplo 3

La Tabla 1 y la Tabla 2 y la figura 24 muestran que las capas dobles de

elementos de refuerzo de suelo discretos 100 (por ejemplo, véase la figura 7) proporcionan una mayor interacción de geomalla con el suelo que las de los elementos de refuerzo de suelo de la lámina de una sola capa. El coeficiente de interacción, C_i , es la carga de corte aplicada normalizada por el producto del área del geosintético y la tangente del ángulo de fricción del suelo y la tensión normal que actúa sobre el geosintético. La Tabla 1 y la Tabla 2 muestran las condiciones de la prueba de extracción para los elementos discretos 100 de refuerzo de suelo, así como los del refuerzo de suelo de la lámina.

Tabla 1: Elementos de refuerzo de suelo discretos 100					
Prueba n.º	Anchura del especimen de prueba (pulg.)	Longitud de inserción (pulg.)	Tensión normal (psf)	Resistencia de extracción máxima (lb/ft)	Coeficiente de Interacción $C_i = \frac{P_{máx.}}{2WL(\sigma_n \tan \phi + c)}$
1A	7,5	40	200	1151	1,67
1B	7,5	40	1000	5824	2,29
1C	7,5	40	1500	7952	2,15
1D	7,5	40	2000	7658	1,58
1E	7,5	40	2500	8023	1,34
Resistencia de cizallamiento del suelo residual: Ángulo phi de 29 grados, 55 psf c					

Tabla 2: Refuerzo de suelo en láminas					
Prueba n.º	Anchura del espécimen de prueba (pulg.)	Longitud de inserción (pulg.)	Tensión normal (psf)	Resistencia de extracción máxima (lb/ft)	Coefficiente de Interacción $C_i = \frac{P_{máx.}}{2WL(\sigma_n \tan \phi + c)}$
2A	17	55,5	288	1479	0,76
2B	17	55,5	864	2973	0,62
Resistencia de cizallamiento del suelo residual: Ángulo phi de 28 grados, 55 psf c					

Con referencia ahora a la figura 24 es un gráfico 800 que indica los valores de C_i de los dos tipos de refuerzo de suelo (es decir, los elementos de refuerzo de suelo 100 y el refuerzo de suelo de la lámina) para comparación.

- 5 Los valores de C_i de las capas dobles de elementos de refuerzo de suelo discretos 100 (por ejemplo, véase la figura 7) se miden en más de dos veces los valores de C_i de los elementos de refuerzo de lámina de una sola capa con cargas y suelos comparables porque las tiras discretas se combinan para actuar sobre un área tridimensional mayor que el refuerzo de suelo de chapa
- 10 correspondiente en condiciones de carga y suelo similares. Los paneles de pared reforzados con geosintéticos 150 actualmente descritos que incluyen elementos de refuerzo de suelo 100 proporcionan mejora al tipo de refuerzo de suelo de lámina porque aumentar la interacción de suelo y elemento de refuerzo geosintético mejora el rendimiento de pared y permite una reducción
- 15 de la cantidad de elementos de refuerzo de suelo requeridos para estabilizar la

pared resulta en métodos de construcción beneficiosos.

Siguiendo la convención de la ley de patentes de larga data, Los términos "un", "una", y "el/la" se refiere a "uno o más" cuando se usa en esta aplicación, incluyendo las reivindicaciones. Por lo tanto, por ejemplo, la
5 referencia a "un sujeto" incluye una pluralidad de sujetos, a menos que el contexto claramente indique lo contrario (por ejemplo, una pluralidad de sujetos), y así sucesivamente.

A lo largo de la memoria descriptiva y las reivindicaciones, los términos "comprende", "que comprende", y "comprendiendo" se usan en un sentido no
10 exclusivo, excepto cuando el contexto requiere lo contrario. Asimismo, el término "incluir" y sus variantes gramaticales están destinados a ser no limitativos, de modo que la recitación de elementos en una lista no excluye otros elementos similares que pueden ser sustituidos o añadidos a los elementos enumerados.

15 Para los propósitos de esta especificación y reivindicaciones adjuntas, salvo que se indique de otro modo, todos los números que expresan cantidades, tamaños, dimensiones, proporciones, formas, formulaciones, parámetros, porcentajes, cuantías, características y otros valores numéricos utilizados en la especificación y las reivindicaciones, deben comprenderse
20 como que están modificados en todos los casos por el término "aproximadamente", incluso si "aproximadamente" no aparece antes del valor numérico, cantidad o rango. Por consiguiente, a menos que se indique lo contrario, los parámetros numéricos establecidos en la siguiente especificación y las reivindicaciones adjuntas no son ni deben ser exactos, pero pueden ser
25 aproximados y/o más grandes o más pequeños como se desee, reflejando

tolerancias, factores de conversión, redondeando, error de medición y similares, y otros factores conocidos por los expertos en la técnica, dependiendo de las propiedades deseadas que se busca obtener mediante la materia objeto divulgada actualmente. Por ejemplo, el término

5 "aproximadamente", cuando se refiere a un valor se puede significar que abarca variaciones de, en algunas realizaciones, $\pm 100\%$ en algunas realizaciones $\pm 50\%$, en algunas realizaciones $\pm 20\%$, en algunas realizaciones $\pm 10\%$, en algunas realizaciones $\pm 5\%$, en algunas realizaciones $\pm 1\%$, en algunas realizaciones $\pm 0,5\%$, y en algunas realizaciones $\pm 0,1\%$ de la

10 cantidad especificada, ya que tales variaciones son apropiadas para realizar los métodos divulgados.

Además, el término "aproximadamente" cuando se usa en conexión con uno o más números o rangos numéricos, debe entenderse que se refiere a todos esos números, incluyendo todos los números en un rango y modifica ese

15 rango extendiendo los límites por encima y por debajo de los valores numéricos establecidos. La recitación de rangos numéricos por puntos finales incluye todos los números, por ejemplo, enteros completos, incluyendo sus fracciones, subsumido dentro de ese rango (por ejemplo, la recitación de 1 a 5 incluye 1, 2, 3, 4 y 5, así como fracciones de los mismos, por ejemplo, 1,5, 2,25, 3,75, 4,1, y

20 similares) y cualquier rango dentro de ese rango.

Aunque en lo anterior se ha descrito la materia objeto con algún detalle por medio de ilustraciones y ejemplos a fines de claridad para la comprensión, los expertos en la técnica entenderán que ciertos cambios y modificaciones pueden practicarse dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.