

GEOMALLA HECHA A PARTIR DE UN POLÍMERO ESTRATIFICADO**COEXTRUDIDO**5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUD RELACIONADA

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud provisional de patente de los Estados Unidos núm. 62/239.416 presentada el 9 de octubre de 2015.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la Invención

La presente invención se refiere generalmente a geomallas integrales y otras mallas orientadas usadas para refuerzo estructural o constructivo y otros propósitos geotécnicos. Más particularmente, la presente invención se refiere a las geomallas integrales hechas a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida para lograr mejores características de rigidez, así como también otras características convenientes como se describe en la presente descripción.

20 Esta invención también se refiere al método de producir esas geomallas integrales. Finalmente, la presente invención se refiere al uso de tales geomallas integrales para el refuerzo

de suelos y de materiales de partículas y a los métodos de ese refuerzo.

Para el propósito de esta invención, en el término "geomalla integral" se pretende incluir a las geomallas integrales y
5 otras estructuras de mallas integrales hechas mediante la orientación (estiramiento) de un material polimérico inicial en la forma de una lámina o una forma tipo lámina de un grosor requerido y que tiene orificios o depresiones hechos o formados en él.

10 2. Descripción del estado de la técnica

Las estructuras de mallas integrales poliméricas con aberturas de malla definidas por varios patrones geométricos de hebras orientadas y sustancialmente paralelos y uniones intermedias, tales como las geomallas integrales, se han fabricado durante
15 más de 25 años. Tales mallas se fabrican mediante la extrusión de una lámina colada integralmente la cual se somete a un patrón definido de orificios o depresiones seguido por el estiramiento uniaxial o biaxial controlado y la orientación de la lámina en hilos muy orientados y uniones orientadas
20 parcialmente definidas por las aberturas de la malla formadas por los orificios o depresiones. Ese estiramiento y orientación de la lámina en cualquier dirección uniaxial o biaxial desarrolla la resistencia a la tracción y el módulo de

elasticidad de los hilos en la correspondiente dirección de estiramiento. Estas estructuras de malla polimérica orientada integral pueden usarse para retener o estabilizar material de partículas de cualquier forma adecuada, tales como suelo, tierra, arena, arcilla, grava, etc., y en cualquier lugar adecuado, tal como en el lado de un camino u otro corte o terraplén, debajo de la superficie de un camino, superficie de carril, etc.

Se ha experimentado con varias formas y patrones de orificios para lograr niveles más altos de la relación de la resistencia al peso, o para lograr mayores velocidades de procesamiento durante el proceso de fabricación. La orientación se realiza bajo temperaturas y tasas de deformación controladas. Algunas de las variables en este proceso incluyen la relación de estiramiento, el peso molecular, la distribución de pesos moleculares, y el grado de ramificación o reticulación del polímero.

La fabricación y el uso de tales geomallas integrales y otras estructuras de mallas integrales pueden realizarse mediante técnicas bien conocidas. Como se describe en detalle en las patentes de Estados Unidos núm. 4.374.798 de Mercer, 4.590.029 de Mercer, 4.743.486 de Mercer y Martin, 4.756.946 de Mercer, y 5.419.659 de Mercer, un material polimérico inicial tipo lámina

se extrude primero y después se punzona para formar el patrón definido requerido de orificios o depresiones. La geomalla integral se forma después mediante el estiramiento y la orientación requeridos del material tipo lámina perforado.

- 5 Esas geomallas integrales, tanto las geomallas integrales uniaxiales como las geomallas integrales biaxiales (colectivamente "geomallas integrales", o por separado "geomallas integrales uniaxiales" o "geomallas integrales biaxiales") se inventaron por el antes mencionado Mercer a
- 10 finales de la década de 1970 y han tenido un tremendo éxito comercial durante los últimos 30 años, y revolucionaron totalmente la tecnología de reforzar suelos, subpavimentos de autopistas y otras estructuras de ingeniería civil hechas a partir de materiales granulares o de partículas.
- 15 Mercer descubrió que a partir de una lámina inicial polimérica relativamente gruesa y sustancialmente uniplana, preferentemente, en el orden de 1,5 mm (0,059055 pulgadas) a 4,0 mm (0,15748 pulgadas) de grosor, con un patrón de orificios o depresiones cuyos centros se encuentran en una malla
- 20 imaginaria sustancialmente cuadrada o rectangular de hileras y columnas, y mediante el estiramiento de la lámina inicial lo mismo unilateral que biaxialmente de manera que la orientación de los hilos se extendiese hacia las uniones, podría formarse

una geomalla integral sustancialmente uniplana totalmente nueva. Como se describe por Mercer, "uniplana" significa que todas las zonas del material tipo lámina son simétricas respecto al plano medio del material tipo lámina.

5 En las patentes de Estados Unidos núm. 3.252.181, 3.317.951, 3.496.965, 4.470.942, 4.808.358 y 5.053.264, el material inicial con el patrón requerido de orificios o depresiones se forma junto con una extrusión cilíndrica del polímero y se logra gran uniplanaridad mediante el paso de la extrusión sobre
10 un mandril expensor. El cilindro no expandido se divide después longitudinalmente para producir una lámina inicial lisa sustancialmente uniplana.

Otra geomalla integral se describe en la patente de Estados Unidos núm. 7.001.112 de Walsh (de aquí en adelante la "patente
15 '112 de Walsh"), otorgada a Tensar international Limited, una empresa asociada del beneficiario de la solicitud de patente actual, Tensar International Corporation, Inc. (de aquí en adelante "Tensar") de Atlanta, Georgia. La patente '112 de Walsh describe geomallas integrales de polímero orientado que
20 incluyen una geomalla integral estirada biaxialmente en la cual los hilos orientados forman aberturas triangulares de la malla con una unión orientada parcialmente en cada vértice, y con seis hilos muy orientados que se encuentran en cada unión (de

aquí en adelante denominada a veces en la presente descripción como "geomalla integral triaxial").

Se pretende que la presente invención sea aplicable a todas las mallas integrales independientemente del método de formación de

5 la lámina inicial o del método de orientar el material inicial en la estructura de geomalla o malla integral. La materia de las patentes anteriores núm. 3.252.181, 3.317.951, 3.496.965, 4.470.942, 4.808.358, 5.053.264 y 7.001.112 se incorpora expresamente en esta descripción como referencia como si las
10 descripciones se expusiesen en su totalidad en la presente descripción. Estas patentes se citan como ilustrativas, y no se consideran inclusivas, ni que excluyan otras técnicas conocidas en la técnica para la producción de materiales de mallas poliméricas integrales.

15 Tradicionalmente, los materiales poliméricos usados en la producción de geomallas integrales han sido polipropileno homopolímero o copolímero de alto peso molecular, y polietileno de alta densidad y alto peso molecular. A estos polímeros se añaden varios aditivos, tales como inhibidores de los efectos
20 de la luz ultravioleta, negro de humo, agentes auxiliares de procesamiento, etc., para lograr los efectos deseados en el producto terminado y/o eficiencia de fabricación.

Y, también tradicionalmente, el material inicial para la producción de tal geomalla integral ha sido típicamente una lámina uniplana que tiene una construcción monocapa, es decir, una única capa homogénea de un material polimérico.

5 Si bien una geomalla integral producida a partir de los materiales iniciales convencionales descritos anteriormente exhibe propiedades generalmente satisfactorias, es estructural y económicamente favorable producir una geomalla integral que tenga un grado de rigidez relativamente más alto adecuado para
10 las demandas de servicios tales como refuerzo geosintético o que tenga otras propiedades convenientes para aplicaciones geosintéticas particulares.

Por lo tanto, existe la necesidad de un material inicial que sea adecuado no solamente para las restricciones del proceso
15 asociadas con la producción de geomallas integrales, sino, además, que una vez que la geomalla integral se haya producido y esté en servicio, proporcione un grado de rigidez más alto que el asociado con materiales iniciales de las geomallas convencionales o proporcione otras propiedades convenientes no
20 disponibles con las geomallas integrales monocapa actuales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Para lograr el antes mencionado grado de rigidez más alto y otras características convenientes, la presente invención usa una lámina polimérica multicapa coextrudida como el material inicial para la fabricación de la geomalla integral.

5 Los experimentos descritos en la presente descripción apoyan la teoría de los inventores de que en virtud de la construcción de la invención, los componentes de la lámina multicapa coextrudida proporcionan un efecto sinérgico cristalino durante la extrusión y la orientación, que da como resultado mejores
10 propiedades materiales que proporcionan beneficios de rendimiento para el uso de la geomalla integral como refuerzo geosintético de suelos.

De acuerdo con una modalidad de la presente invención, un material inicial para fabricar una geomalla integral incluye
15 una lámina polimérica multicapa coextrudida con orificios o depresiones en ella que proporcionan aberturas cuando el material inicial se estira uniaxial o biaxialmente.

De acuerdo con otra modalidad de la presente invención, una geomalla integral incluye una pluralidad de hilos muy
20 orientados e interconectados por uniones orientadas parcialmente y tiene un arreglo de aberturas en ella que se produce a partir de una lámina polimérica multicapa

coextrudida. De acuerdo con una modalidad de la invención, la geomalla integral es una geomalla integral triaxial.

De acuerdo con aún otra modalidad de la presente invención, una construcción de suelo incluye una masa de material de
5 partículas reforzada mediante la incorporación en ella de una geomalla integral producida a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida.

De acuerdo con aún otra modalidad de la presente invención, un método para fabricar un material inicial para una geomalla
10 integral incluye proporcionar una lámina polimérica multicapa coextrudida, y proporcionar orificios o depresiones en esta.

De acuerdo con otra modalidad de la presente invención, un método para fabricar una geomalla integral incluye proporcionar una lámina polimérica multicapa coextrudida, proporcionar
15 orificios o depresiones en esta, y estirar uniaxial o biaxialmente la lámina polimérica multicapa coextrudida con los orificios o depresiones en ella para proporcionar una pluralidad de hilos muy orientados e interconectados por uniones orientadas parcialmente y que tiene un arreglo de las
20 aberturas en ella. De acuerdo con una modalidad de la invención, el método produce una geomalla integral triaxial a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida.

Y, de acuerdo con aún otra modalidad de la presente invención, un método de reforzar una masa de material de partículas incluye incorporar en la masa de material de partículas una geomalla integral producida a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida.

En consecuencia, es un objetivo de la presente invención proporcionar un material inicial para fabricar una geomalla integral. El material inicial incluye una lámina polimérica multicapa coextrudida con orificios o depresiones en ella que proporcionan aberturas cuando el material inicial se estira uniaxial o biaxialmente.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una geomalla integral con una pluralidad de hilos muy orientados e interconectados por uniones orientadas parcialmente y con un arreglo de aberturas en ella que se produce a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida. Un objetivo asociado de la invención es proporcionar una geomalla integral caracterizada por un grado de rigidez más alto, una mayor resistencia, y otras características convenientes. Específicamente, un objetivo de la presente invención es proporcionar una geomalla integral triaxial a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida.

Aún otro objetivo de la presente invención es proporcionar una construcción de suelo que incluye una masa de material de partículas reforzada mediante la incorporación en ella de una geomalla integral producida a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida.

Todavía otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método para fabricar un material inicial para una geomalla integral que incluye proporcionar una lámina polimérica multicapa coextrudida, y proporcionar orificios o depresiones en esta.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método para fabricar una geomalla integral. El método incluye proporcionar una lámina polimérica multicapa coextrudida, proporcionar orificios o depresiones en esta, y estirar uniaxial o biaxialmente la lámina polimérica multicapa coextrudida con los orificios o depresiones en ella para proporcionar una pluralidad de hilos muy orientados e interconectados por uniones orientadas parcialmente y que tiene un arreglo de las aberturas en ella. El método puede usar métodos conocidos de fabricación de geomallas, tales como los descritos en las patentes de Estados Unidos núm. 4.374.798, 4.590.029, 4.743.486, 5.419.659 y 7.001.112 mencionadas anteriormente, así como también en otras patentes.

Específicamente, un objetivo de la presente invención es proporcionar un método para fabricar una geomalla integral triaxial a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida.

- 5 Y, aún otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de reforzar una masa de material de partículas mediante la incorporación en la masa de material de partículas de una geomalla integral producida a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida.
- 10 Estos junto con otros objetivos y ventajas que serán evidentes subsiguientemente radican en los detalles de construcción y operación como se describen más completamente de aquí en adelante, con la referencia hecha a las figuras adjuntas que forman parte de este documento, en donde los números de
- 15 referencia similares se refieren a partes similares de principio a fin. Las figuras adjuntas se destinan a ilustrar la invención, pero no están necesariamente a escala.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 20 La Figura 1 ilustra un material inicial de lámina multicapa uniplana coextrudida para una geomalla integral, antes de que se formen orificios o depresiones en ella de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La Figura 2 es una vista en planta en perspectiva de la lámina del material inicial mostrado en la Figura 1 que tiene los orificios perforados en ella para formar una geomalla integral triaxial del tipo mostrado en la patente '112 de Walsh.

5 La Figura 3 es una vista lateral de una sección de la lámina del material inicial mostrada en la Figura 2.

La Figura 4 es una vista en planta de una sección de la geomalla integral triaxial producida mediante la orientación biaxial de la lámina del material inicial mostrada en la Figura
10 2.

La Figura 5 es una vista en perspectiva de la sección de la geomalla integral triaxial mostrada en la Figura 4.

La Figura 6 es una vista en perspectiva ampliada de la sección de la geomalla integral triaxial mostrada en la Figura 4.

15 La Figura 7 es una vista en sección transversal lateral de la sección de la geomalla integral triaxial mostrada en la Figura 4.

La Figura 8 es una tabla que resume las propiedades del módulo de estabilidad de las aberturas para una geomalla integral
20 triaxial experimental producida a partir de un material inicial de lámina multicapa uniplana coextrudida de 3 mm tal como se muestra en las Figuras 1-7 para compararlas con las propiedades

similares de una geomalla integral triaxial comercializada por Tensar como una geomalla TriAx® TX140™.

La Figura 9 es una tabla que compara varias propiedades del producto de las geomallas integrales triaxiales comercializadas por Tensar (producidas a partir de láminas monocapas extrudidas) con las correspondientes varias propiedades del producto de las geomallas integrales triaxiales experimentales como se muestra en las Figuras 4-7 producidas a partir de láminas multicapas uniplanas coextrudidas de acuerdo con la presente invención.

La Figura 10 es otra tabla que compara varias propiedades del producto de las geomallas integrales triaxiales comercializadas por Tensar (producidas a partir de láminas monocapas extrudidas) con las correspondientes propiedades del producto de las geomallas integrales triaxiales experimentales producidas a partir de láminas multicapas uniplanas coextrudidas de acuerdo con la presente invención.

La Figura 11 es una vista en perspectiva de una sección de una geomalla integral triaxial de acuerdo con otra modalidad de la presente invención.

La Figura 12 es una vista en planta de la sección de la geomalla integral triaxial mostrada en la Figura 11.

La Figura 13 es una vista en sección transversal lateral de la sección de la geomalla integral triaxial mostrada en la Figura 11.

La Figura 14 ilustra un material inicial de lámina multicapa uniplana coextrudida para una geomalla integral, antes de que se formen orificios o depresiones en ella de acuerdo con otra modalidad de la presente invención.

La Figura 15 es una vista en perspectiva de una sección de una geomalla integral triaxial asociada con la lámina del material inicial mostrado en la Figura 14.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

Aunque se explican en detalle solamente modalidades preferidas de la invención, debe entenderse que la invención no se limita en su alcance a los detalles de construcción y disposición de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en las figuras. La invención puede tener otras modalidades y llevarse a la práctica o realizarse de varias maneras.

Además, para describir las modalidades preferidas, se recurrirá a la terminología en aras de claridad. Se pretende que cada término contemple su más amplio significado como se entiende por los expertos en la técnica, e incluya todos los

equivalentes técnicos que funcionan de manera similar para realizar un propósito similar.

Y, como se usa en la presente descripción, los términos "coextrudido", "coextrudir" y "coextrusión" se usan de acuerdo

5 con su definición comúnmente aceptada, es decir, que se refieren a un proceso de una sola etapa que comienza con dos o más materiales poliméricos que se extruden simultáneamente y se conforman en una sola matriz para formar una lámina multicapa.

La presente invención se dirige a estructuras de geomallas
10 integrales uniaxiales, biaxiales y triaxiales producidas a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida como el material inicial. El material inicial de la lámina polimérica multicapa coextrudida puede ser, por ejemplo, uniplano, o puede ser no uniplano, en dependencia de las características
15 particulares que se desean para la estructura de geomalla multicapa que va a fabricarse a partir de él. De acuerdo con una modalidad preferida de la invención, el material inicial de la lámina polimérica multicapa coextrudida es uniplano o sustancialmente uniplano.

20 La invención se basa en el hecho de que la extrusión de la lámina multicapa coextrudida que consiste en diferentes materiales poliméricos u otros materiales extrudibles en un contenido de porcentaje que varía cuando se convierte en

geomallas integrales uniaxiales, biaxiales y/o triaxiales por medio de un proceso de perforado de la lámina y estiramiento en horno, produce un producto terminado que tiene características únicas con relación a las geomallas uniaxiales, biaxiales y triaxiales tradicionales para propósitos de refuerzo de suelos y otras aplicaciones geotécnicas.

La Figura 1 ilustra una lámina multicapa coextrudida 100 usada como un material inicial para una geomalla integral de acuerdo con una modalidad de la presente invención, antes de que la lámina se haya perforado o formado las depresiones en ella.

Como se muestra en la Figura 1, la lámina multicapa coextrudida 100 es una modalidad de lámina de tres capas de la invención. Es decir, preferentemente, la lámina 100 incluye una primera capa 110, una segunda capa 120 y una tercera capa 130. La primera capa 110 y la tercera capa 130 se disponen en las superficies planas opuestas de la segunda capa 120, preferentemente, en una configuración uniplana o sustancialmente uniplana. Además, aunque la configuración de tres capas de la lámina 100 se muestra por propósitos de ilustración, la invención contempla el uso de una lámina que tiene múltiples capas dispuestas en varias configuraciones, múltiples capas con varias combinaciones de grosores, y múltiples capas con diversos materiales de construcción, todo

como se determine por la aplicación particular en la que va a usarse la geomalla integral. Por ejemplo, aunque la configuración de tres capas de la lámina 100 se muestra por propósitos de ilustración, la invención contempla, además, el uso de láminas coextrudidas con más de tres capas. En general, la configuración de capas, los grosores de las capas, y los materiales de construcción de las capas se seleccionan no solo para que faciliten la fabricación de la geomalla integral, sino, además, una geomalla integral con el grado deseado de rigidez y otras propiedades de rendimiento.

Como se describió anteriormente, la lámina multicapa coextrudida 100 usada como el material inicial para una geomalla integral de acuerdo con la presente invención se punzona, preferentemente, aunque puede ser posible, en lugar de eso, usar depresiones formadas en ella. De acuerdo con la modalidad del material inicial en el cual se forman las depresiones en la lámina, las depresiones se proporcionan en cada lado de la lámina, es decir, tanto en la parte superior como en la parte inferior de la lámina. Además, las depresiones se extienden en cada capa de la lámina multicapa coextrudida.

En la modalidad particular de la invención mostrada en la Figura 1, la lámina 100 se fabrica mediante la coextrusión de un primer material que forma la primera capa 110, un segundo

material que forma la segunda capa 120, y un tercer material que forma la tercera capa 130 en una manera conocida para los expertos en la técnica de extrusión de láminas multicapas.

De acuerdo con una modalidad preferida de la invención, el
5 grosor total de la lámina 100 es de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 12 mm y, de acuerdo con una modalidad de mayor preferencia de la invención, el grosor total de la lámina 100 es de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 6 mm.

Con respecto a los grosores individuales de las capas de las
10 láminas, de acuerdo con una modalidad preferida de la invención, el grosor de la primera capa 110 es de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 4,5 mm, el grosor de la segunda capa 120 es de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 9 mm, y el grosor de la tercera capa 130 es de
15 aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 4,5 mm, con la consideración de que el grosor total de la lámina 100 es de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 12 mm. Y, de acuerdo con una modalidad de mayor preferencia de la invención, el grosor de la primera capa 110 es de aproximadamente 0,5 mm a
20 aproximadamente 2 mm, el grosor de la segunda capa 120 es de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 5 mm, y el grosor de la tercera capa 130 es de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 2 mm.

En general, el material de construcción de la primera capa 110, la segunda capa 120 y la tercera capa 130 puede ser el mismo para todas, o puede ser diferente para cada una. Preferentemente, el material de construcción de la primera capa 110 y el material de construcción de la tercera capa 130 puede ser el mismo para las dos, o puede ser diferente para cada una. Con mayor preferencia, el material de construcción de la segunda capa 120 es diferente del material de construcción de la primera capa 110 y del material de construcción de la tercera capa 130.

Y, en general, las capas de la lámina son de naturaleza polimérica. Por ejemplo, los materiales de construcción pueden incluir poliolefinas de alto peso molecular y polímeros de descripción general. Además, los materiales poliméricos pueden ser materia prima virgen, o pueden ser materiales reciclados, tales como, por ejemplo, materiales poliméricos reciclados después de su uso industrial o de consumo. Y, también se contempla el uso de una o más capas poliméricas con un costo inferior al de las poliolefinas mencionadas anteriormente de alto peso molecular y polímeros de descripción general. El uso de esa capa polimérica de menor costo puede dar como resultado un ahorro de costos de aproximadamente 20 % a aproximadamente

30 % con relación al uso, por ejemplo, de una capa de polipropileno.

De acuerdo con una modalidad preferida de la invención, el material de construcción de la primera capa 110 y la tercera
5 capa 130 es una poliolefina de alto peso molecular, tal como, por ejemplo, un polipropileno ("PP"). Y, de acuerdo con la misma modalidad preferida, el material de construcción de la segunda capa 120 es un polímero de descripción general, tal como, por ejemplo, un PP virgen, o un PP reciclado, tal como,
10 por ejemplo, un PP reciclado después de su uso en la industria u otro PP reciclado. Sin embargo, en dependencia de la aplicación particular de la geomalla integral, en la lámina multicapa coextrudida pueden incluirse componentes poliméricos con un material de construcción diferente del polipropileno.

15 Las Figuras 2 y 3 ilustran el material inicial de lámina multicapa coextrudida 100 de la Figura 1 con los orificios 140 perforados en ella para formar la geomalla integral triaxial 200 mostrada en las Figuras 4, 5 y 6. El tamaño y separación de los orificios 140 son como se describe en la patente '112 de
20 Walsh. La geomalla integral triaxial 200 incluye hilos muy orientados 205 y uniones orientadas parcialmente 235, como también se describe en la patente '112 de Walsh. La capa superior 130 del material inicial 100 se ha estirado y

orientado en la capa superior 230 de los hilos 205 y las uniones 235. Similarmente, la tercera capa, la inferior, 110 del material inicial 100 se ha estirado y orientado en la capa inferior o de abajo 210 de los hilos 205 y las uniones 235. A
5 medida que la primera capa 130 y la tercera capa 110 se estiran y orientan, la segunda capa o capa intermedia, 120 también se estira y orienta en la capa intermedia 220 tanto de los hilos 205 como de las uniones 235.

10 La lámina polimérica multicapa coextruida inicial (100) tiene un grosor estirado de 0.2 mm a 9 mm.

Como se indica anteriormente, la Figura 7 se refiere a una vista de la sección transversal lateral de la sección de
15 geomalla integral triaxial mostrada en la Figura 4. Y, como es evidente de la Figura 7, los hilos 205 tienen lo que es conocido para la persona versada en la materia como una alta relación de aspecto, esto es, una relación entre el espesor o altura de la sección transversal del hilo y el ancho de la
20 sección transversal del hilo que es mayor a 1.0. Tal estructura con alta relación de aspecto es divulgada en la Patente estadounidense No. 9,556,580 de Walsh y en la Patente estadounidense No. 10,024,002 de Walsh, las cuales están

cedidas a Tensar Technologies Limited, otra compañía asociada al solicitante de la presente solicitud de patente. La materia de las anteriores patentes No. 9,556,580 y No.10,024,002 está expresamente incorporada en esta solicitud mediante referencia
5 como si sus divulgaciones estuvieran realizadas en su totalidad.

La invención se refiere, además, a un método para fabricar la geomalla integral triaxial 200 descrita anteriormente. El
10 método incluye: proporcionar la lámina polimérica multicapa coextrudida 100; formar una pluralidad de orificios o depresiones en la lámina polimérica multicapa coextrudida 100 en un patrón seleccionado, tal como de conformidad con la descripción de la patente '112 de Walsh; y estirar y orientar
15 biaxialmente la lámina polimérica multicapa coextrudida con la pluralidad de orificios o depresiones en patrones en esta para formar una geomalla integral que tiene una pluralidad de hilos interconectados y orientados entre uniones orientadas parcialmente y para configurar los orificios o depresiones como
20 aberturas de la malla.

En general, una vez que la lámina polimérica multicapa coextrudida 100 se ha preparado con los orificios o depresiones, la geomalla integral triaxial 200 puede producirse

a partir de la lámina 100 de acuerdo con los métodos descritos en las patentes identificadas anteriormente y conocidas por los expertos en la técnica.

Para mostrar las mejores características y propiedades de la geomalla integral de la invención producida a partir de la lámina multicapa coextrudida, se realizaron pruebas comparativas.

La Figura 8 es una tabla que resume las propiedades del módulo de estabilidad de las aberturas para una geomalla integral triaxial experimental producida a partir de un material inicial de lámina coextrudida de 3 mm para compararlas con las propiedades similares de una geomalla integral triaxial comercializada por Tensar como una geomalla TriAx® TX140™. El experimento se realizó de acuerdo con los protocolos de ensayo D7864 de ASTM, es decir, el "Standard Test Method for Determining the Aperture Stability Modulus of Geogrids". La prueba de estabilidad de las aberturas se realizó en muestras de geomalla integral triaxial hecha a partir de una lámina multicapa coextrudida de 3 mm de grosor que incluía un 50 % de BSR ("resina de descripción general") que se había perforado y estirado. La primera capa, es decir, la inferior 110 de la lámina multicapa coextrudida tenía un material de construcción de un polipropileno de alto peso molecular (PP) y un grosor de

0,75 mm; la segunda capa, es decir, la central 120 tenía un material de construcción de un PP de descripción general y un grosor de 1,50 mm; y la tercera capa, es decir, la superior 130 tenía un material de construcción de un PP de alto peso molecular y un grosor de 0,75 mm.

Para la geomalla integral triaxial experimental preparada en laboratorio hecha a partir de la lámina multicapa coextrudida, el valor promedio para un momento de 20 cm-kg era de 3,70 cm-kg/grad. Inversamente, para la lámina no coextrudida, es decir, la monocapa, específicamente a partir de seis pruebas de las geomallas estándar Triax® TX140™, el valor promedio de las pruebas era de 2,86 cm-kg/grad, con un intervalo de 2,52 a 3,14 cm-kg/grad, sustancialmente por debajo del valor promedio registrado para las muestras multicapas experimentales.

La Figura 9 también ilustra varias propiedades del producto de las geomallas integrales triaxiales producidas a partir de láminas extrudidas monocapas con las correspondientes propiedades del producto de las geomallas integrales triaxiales producidas a partir de láminas multicapas coextrudidas de acuerdo con la presente invención. En las pruebas resumidas en la Figura 9, las láminas monocapas se procesaron para que tuviesen la configuración de la geomalla integral triaxial descrita en la patente '112 de Walsh. Esa geomalla integral

triaxial se comercializa por Tensar, y se conoce como la geomalla TriAx® TX160™.

Para los experimentos comparativos mostrados en la Figura 9, se prepararon láminas de tres capas coextrudidas de grosores de 4,6 mm de lámina terminada. Las varias láminas incorporaban diferentes cargas de contenido de polipropileno (PP) reciclado después de su uso en la industria, y cada una de las láminas de tres capas coextrudidas se procesó después en una geomalla integral triaxial comparable con la geomalla TriAx® TX160™ de Tensar.

Con relación a la Figura 9, cada una de las láminas multicapas coextrudidas de 4,6 mm incluían las siguientes composiciones de capas: La Muestra (1) una primera capa, la superior, 130, como se describió anteriormente, de 34 % de polipropileno (PP) virgen y concentrado de color negro ("MB", es decir, negro de humo para proporcionar un color negro al producto para la protección frente a luz UV) / una segunda capa o capa intermedia, 120, como se describió anteriormente, de 32 % de PP reciclado después de su uso en la industria / y una tercera capa, la inferior, 110, como se describió anteriormente, de 34 % de PP virgen y MB; y la Muestra (2) 25 % de PP virgen y MB / 50 % de PP reciclado después de su uso en la industria / 25 % de PP virgen y MB.

El grosor de cada una de las capas descritas anteriormente para las muestras (1) y (2) de varias láminas es como sigue. Para la Muestra (1) de lámina multicapa de 4,6 mm, los grosores de las capas eran, respectivamente: 1,56 mm / 1,47 mm / 1,56 mm. Para la Muestra (2) de lámina multicapa de 4,6 mm, los grosores de las capas eran, respectivamente: 1,15 mm / 2,30 mm / 1,15 mm.

Como resulta evidente a partir de los resultados presentados en la Figura 9, las geomallas integrales triaxiales experimentales resultantes producidas a partir de las muestras de láminas de 3 capas coextrudidas de 4,6 mm perforadas y orientadas descritas anteriormente dieron como resultado un producto, frente a la geomalla monocapa estándar Triax® TX160™ con el grosor equivalente aproximado de la lámina inicial (4,7 mm), que exhibía una rigidez del producto sustancialmente mayor como se mide según la prueba del módulo de tracción de poca deformación, la prueba de rigidez a la flexión, y la prueba de estabilidad de las aberturas estándar de Tensar. Los valores de la prueba del módulo de tracción de 0,5 % y 2,0 % de deformación eran más de 30 % más fuertes para las geomallas triaxiales experimentales producidas a partir de la lámina inicial de 3 capas coextrudida de 4,6 mm que los de las geomallas Triax® TX160™ convencionales producidas a partir de la lámina monocapa de 4,7 mm. Similarmente, la rigidez a la

flexión midió más de 33 % más alta para las geomallas triaxiales experimentales producidas a partir de la lámina coextrudida de 4,6 mm que los de la geomalla Triax® TX160™ estándar hecha a partir de una lámina inicial monocapa de 4,7
5 mm.

La Figura 10 es otra tabla que compara varias propiedades del producto de las geomallas integrales triaxiales producidas a partir de láminas monocapas comercializadas por Tensar con las correspondientes propiedades del producto de las geomallas
10 integrales triaxiales experimentales producidas a partir de láminas multicapas coextrudidas de acuerdo con la presente invención. En las pruebas resumidas en la Figura 10, las láminas monocapas se procesaron, además, para que tuviesen la configuración de la geomalla integral triaxial descrita en la
15 patente '112 de Walsh. Esa geomalla integral triaxial se comercializa por Tensar, y se conoce como la geomalla TriAx® TX140™.

Para los experimentos comparativos mostrados en la Figura 10, se prepararon láminas de tres capas coextrudidas de grosores de
20 3,0 mm de lámina terminada. Las varias láminas incorporaban diferentes cargas de contenido de polipropileno (PP) reciclado después de su uso en la industria, y cada una de las láminas de tres capas coextrudidas se procesó después en una geomalla

integral triaxial comparable con la geomalla TriAx® TX140™ de Tensar.

Con relación a la Figura 10, la Lámina "SN20140407" tenía la siguiente composición: 32 % de resina de descripción general en la segunda capa (es decir, la central) 120 y 34 % de PP de alto peso molecular en la primera capa (es decir, la superior) 130 y en la tercera capa (es decir, la inferior) 110. La Lámina "SN20140408" tenía la siguiente composición: 50 % de resina de descripción general en la segunda capa (es decir, la central), y 25 % de PP de alto peso molecular en la primera capa y en la tercera capa. La Lámina "SN20140409" tenía la siguiente composición: 60 % de resina de descripción general en la segunda capa (es decir, la central), y 20 % de PP de alto peso molecular en la primera capa y en la tercera capa.

El grosor de cada una de las capas descritas anteriormente para la Lámina SN20140407, Lámina SN20140408 y Lámina SN20140409 es como sigue. Para la Lámina SN20140407 multicapa de 3 mm, los grosores de la primera, la segunda y la tercera capas eran, respectivamente: 1,02 mm / 0,96 mm / 1,02 mm. Para la Lámina SN20140408 multicapa de 3 mm, los grosores de las capas eran, respectivamente: 0,75 mm / 1,5 mm / 0,75 mm. Para la Lámina SN20140409 multicapa de 3 mm, los grosores de las capas eran, respectivamente: 0,6 mm / 1,8 mm / 0,6 mm.

Como resulta evidente a partir de los resultados informados en la Figura 10, el grosor de 3,0 mm de la lámina inicial con contenido de PP reciclado después de su uso en la industria de 32 % (SN20140407), 50 % (SN20140408) y 60 % (SN20140409), cuando se convirtió en una geomalla integral triaxial terminada, excedió la prueba del módulo de tracción único especificado para la geomalla Triax® TX140™ producida a partir de una lámina de 3,7 mm de grosor que es 220 kN/m en la dirección transversal ("TD"). La Figura 10 también muestra que cada una de las muestras coextrudidas, a partir de la lámina de 3,0 mm más delgada, alcanzaron o excedieron los valores promedio del módulo de tracción de la geomalla estándar Triax® TX140™ producida a partir de una lámina de 3,7 mm.

Nuevamente, los experimentos descritos en la presente descripción apoyan el concepto de los inventores de que en virtud de utilizar una construcción multicapa para la lámina del material inicial, los componentes de la lámina multicapa coextrudida pueden proporcionar un efecto sinérgico cristalino durante la extrusión y la orientación, y así proporcionar mejores propiedades materiales en la geomalla integral resultante y beneficios de rendimiento cuando se usa la geomalla integral resultante en aplicaciones de suelos y otras geotécnicas.

Otras modalidades posibles de la presente invención pueden incluir, por ejemplo, (1) materiales iniciales de lámina polimérica multicapa coextrudida con niveles significativamente más altos de resinas de PP reciclado después de su uso industrial y de consumo, es decir, resinas de PP que tienen un costo relativamente bajo, (2) agentes de formación de espuma para proporcionar una segunda capa (es decir, la central) expandida o de espuma, (3) una o más capas de costo relativamente bajo que incluyen agentes de esponjamiento o rellenos, (4) una capa de identificación por color dentro de la geomalla integral, y (5) una lámina polimérica coextrudida de 3 capas con capas exteriores de HDPE y una capa interior de poliéster amorfo y cristalino intercalada entre ellas. Cada uno de los ejemplos anteriores proporcionaría una mejora o satisfaría una necesidad de una geomalla integral con mejores propiedades de refuerzo de agregados geosintéticos, de reducción de costos y/o de identificación.

Más específicamente, como se indicó anteriormente, una modalidad posible de la presente invención podría incluir el uso de un agente de formación de espuma para proporcionar una segunda capa o capa intermedia, expandida o de espuma. Las Figuras 11, 12 y 13 se dirigen a la modalidad 300, en la cual la segunda capa o capa intermedia, (designada aquí como 320) de

la lámina multicapa coextrudida forma una estructura expandida o "de espuma". Es decir, de acuerdo con esta modalidad de la invención, un agente químico de formación de espuma se mezcla con el polímero que se extrude para formar la segunda capa. El calor que se genera para fundir el polímero descompone el agente químico de formación de espuma, lo que da como resultado la liberación de un gas. El gas se dispersa después en la masa fundida polimérica, y se expande en el momento en que sale de la matriz. Como resultado, la segunda capa se expande o se espuma (véase la Figura 13, que es una vista en sección transversal lateral de la sección de la geomalla triaxial integral mostrada en la Figura 11).

De acuerdo con esta modalidad de la invención, como con la primera modalidad descrita anteriormente, el material de construcción de la primera capa (aquí, 310) y el material de construcción de la tercera capa (aquí, 330) puede ser el mismo para todas, o puede ser diferente para cada una, aunque se prefiere el mismo material. En general, el material de construcción de la segunda capa 320 es diferente del material de construcción tanto de la primera capa 310 como del material de construcción de la tercera capa 330.

Las ventajas de la modalidad de espuma de la geomalla integral terminada de acuerdo con la presente invención no solamente

incluyen menor costo de la materia prima y menor peso de la geomalla, sino, además, pueden incluir propiedades físicas y químicas convenientes de la capa de espuma *de por sí*.

Como se indicó anteriormente, una modalidad posible de la presente invención podría incluir el uso de una capa de identificación por color con la geomalla integral. Por ejemplo, la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes ("AASHTO", por sus siglas en inglés) requiere, junto con el Programa Nacional de Evaluación del Transporte de Productos ("NTPEP", por sus siglas en inglés), un marcador de productos para refuerzos geosintéticos asociados con paredes, pendientes y rellenos sobre suelo blando.

La capa de identificación por color descrita anteriormente podría ser, por ejemplo, una capa polimérica con un color que se diferencia del color de una capa adyacente, o de una asociada, coextrudida. La capa de identificación por color podría ser una capa interior o una capa exterior de la geomalla integral, o la geomalla integral podría incluir múltiples capas de identificación por color lo mismo de igual color que de una variedad de colores. La capa de identificación por color podría ser un color continuo, o podría tener un patrón, tal como incorporar una franja. El color y/o la composición química de la capa de identificación por color se seleccionan, por

supuesto, en base a los requisitos de una aplicación particular de la geomalla integral.

Además del uso descrito anteriormente de la capa de identificación por color de la geomalla integral para cumplir
5 con las normas de AASHTO y NTPEP, la capa de identificación por color también puede servir para proporcionar identificación de origen de la geomalla integral.

Como se indicó anteriormente, aunque por propósitos de ilustración se ha mostrado la configuración de tres capas de la
10 lámina 100, la invención contempla, además, el uso de láminas coextrudidas con más de tres capas.

Por ejemplo, la lámina coextrudida puede tener una configuración de cinco capas, tal como la lámina 400 mostrada en la Figura 14. La lámina 400 incluye una capa intermedia 420,
15 una primera capa interior 410, una segunda capa interior 430, una primera capa exterior 440 y una segunda capa exterior 450. La primera capa interior 410 y la segunda capa interior 430 se disponen en las superficies planas opuestas de la capa intermedia 420, preferentemente, en una configuración uniplana
20 o sustancialmente uniplana. La primera capa exterior 440 y la segunda capa exterior 450 se disponen en las superficies planas opuestas, respectivamente, de la primera capa interior 410 y la

segunda capa interior 430, preferentemente, en una configuración uniplana o sustancialmente uniplana.

En la modalidad particular de la invención mostrada en la Figura 14, la lámina 400 se fabrica mediante la coextrusión de un primer material que forma la capa intermedia 420, un segundo material que forma la primera capa interior 410, un tercer material que forma la segunda capa interior 430, un cuarto material que forma la primera capa exterior 440, y un quinto material que forma la segunda capa exterior 450, en una manera conocida para los expertos en la técnica de extrusión de láminas multicapas.

En general, el material de construcción de la capa intermedia 420, la primera capa interior 410, la segunda capa interior 430, la primera capa exterior 440, y la segunda capa exterior 450 puede ser el mismo para todas, o puede ser diferente para cada una. Por ejemplo, la capa intermedia 420 puede tener un primer material de construcción, la primera capa interior 410 y la segunda capa interior 430 pueden tener un segundo material de construcción, y la primera capa exterior 440 y la segunda capa exterior 450 pueden tener un tercer material de construcción. En resumen, en dependencia de la aplicación de servicio particular en la que va a usarse la geomalla integral hecha a partir de la lámina 400, pueden usarse varias

combinaciones de materiales de construcción para las cinco capas descritas anteriormente.

La Figura 15 es una vista en perspectiva de una sección de una geomalla integral triaxial 500 asociada con la lámina del material inicial 400 mostrada en la Figura 14. La geomalla integral triaxial 500 incluye los hilos muy orientados 505 y las uniones orientadas parcialmente 535. Después de que los orificios se han perforado en la lámina 400, la primera capa exterior 440 y la segunda capa exterior 450 de la lámina 400 se han estirado y orientado, respectivamente, en la primera capa exterior 540 y la segunda capa exterior 550 de los hilos 505 y las uniones 535. Similarmente, la primera capa interior 410 y la segunda capa interior 430 de la lámina 400 se han estirado y orientado, respectivamente, en la primera capa interior 510 y la segunda capa interior 530 de los hilos 505 y las uniones 535. Y, mientras la primera capa exterior 440 y la segunda capa exterior 450, y la primera capa interior 410 y la segunda capa interior 430 se estiran y orientan, la capa intermedia 420 también se estira y orienta en la capa intermedia 520 tanto de los hilos 505 como de las uniones 535.

Como también se indicó anteriormente, una modalidad posible de la presente invención podría incluir el uso de una o más capas de costo relativamente bajo que incluyen agentes de

esponjamiento o rellenos. La inclusión de tales agentes de esponjamiento o rellenos en las capas de la geomalla integral crea un producto que tiene un perfil más grueso, es decir, más elevado, el cual puede conducir al mejor rendimiento de la geomalla integral en determinadas aplicaciones de servicio. En dependencia de la aplicación de servicio en la cual va a usarse la geomalla integral, esos agentes de esponjamiento o rellenos, pueden incluir, por ejemplo, uno o más de CaCO_3 (carbonato de calcio), talco, CaSiO_3 (wollastonita), nanorrellenos, nanotubo de carbono de pared múltiple ("MWCNT"), nanotubo de carbono de pared simple ("SWCNT"), fibras de vidrio e hidrato de aluminio. Como se describió más temprano anteriormente, se contempla el uso de una o más capas poliméricas con un costo inferior al de las poliolefinas de alto peso molecular y polímeros de descripción general. En una modalidad en la cual esa capa polimérica de menor costo incluye, además, el antes mencionado agente de esponjamiento o relleno, puede dar como resultado un ahorro de costos de aproximadamente 20 % con relación al uso, por ejemplo, de una capa de polipropileno.

Y, por supuesto, el uso de la capa de espuma descrita anteriormente también puede crear un producto con un perfil más grueso, es decir, más elevado, que también puede conducir a un mejor rendimiento de la geomalla integral en determinadas

aplicaciones de servicio. Las modalidades contempladas de la invención incluyen esas en las cuales una o más de las capas de espuma se usan junto con una o más capas que incluyen los agentes de esponjamiento o rellenos.

5 En general, la presente invención se basa en emplear las técnicas y materiales de coextrusión descritos en la presente descripción para modificar y mejorar determinadas propiedades físicas, químicas y/o mecánicas de una geomalla integral para mejorar el funcionamiento de la geomalla integral en una
10 aplicación particular de la misma.

Lo anterior se considera solamente como ilustrativo de los principios de la invención. Además, puesto que pueden producirse fácilmente numerosas modificaciones y cambios para los expertos en la técnica, no se desea limitar la invención a
15 la construcción exacta y la operación descritas y mostradas.

REIVINDICACIONES

1. Una geomalla integral que comprende una pluralidad de hilos interconectados y orientados con un arreglo de aberturas en ella, la geomalla integral se produce a partir de una lámina polimérica multicapa coextrudida.
5
2. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los hilos orientados se han estirado uniaxial o biaxialmente.
3. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 1, en
10 donde la lámina polimérica multicapa coextrudida incluye una primera capa, una segunda capa y una tercera capa, con la primera capa y la tercera capa que se disponen en superficies planas opuestas de la segunda capa.
4. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 1, en
15 donde la lámina polimérica multicapa coextrudida tiene un grosor de aproximadamente 2 mm a aproximadamente 12 mm.
5. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la primera capa tiene un grosor de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 4,5 mm, la segunda capa tiene un
20 grosor de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 9 mm, y la tercera capa tiene un grosor de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 4,5 mm.

6. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la primera capa tiene un material de construcción de una poliolefina de alto peso molecular, la segunda capa tiene un material de construcción de un polímero de descripción general, y la tercera capa tiene un material de construcción de una poliolefina de alto peso molecular.
7. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la poliolefina de alto peso molecular de la primera capa es un polipropileno, el polímero de descripción general de la segunda capa es un polipropileno reciclado después de su uso industrial, y la poliolefina de alto peso molecular de la tercera capa es un polipropileno.
8. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pluralidad de hilos interconectados y orientados incluye hilos transversales interconectados por hilos orientados en dirección sustancialmente longitudinal.
9. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la geomalla integral se configura para propósitos de refuerzo estructural o constructivo.
10. Un material inicial para fabricar una geomalla integral que comprende una lámina polimérica multicapa coextrudida con orificios o depresiones en ella que proporcionan aberturas cuando la lámina se estira uniaxial o biaxialmente.

11. El material inicial de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la lámina polimérica multicapa coextrudida incluye una primera capa, una segunda capa y una tercera capa, con la primera capa y la tercera capa que se disponen en superficies planas opuestas de la segunda capa.
12. El material inicial de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la lámina polimérica multicapa coextrudida tiene un grosor inicial de al menos 2 mm.
13. El material inicial de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la lámina polimérica multicapa coextrudida tiene un grosor estirado de aproximadamente 0,2 mm a aproximadamente 9 mm.
14. El material inicial de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la lámina polimérica multicapa coextrudida una vez que se estira exhibe una mayor rigidez a la flexión y rigidez a la torsión con relación a la rigidez a la flexión y rigidez a la torsión de una lámina no coextrudida con un grosor inicial sustancialmente igual.
15. Una construcción de suelo que comprende una masa de material de partículas reforzada mediante la incorporación en ella de una geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 1.

16. Un método de reforzar una masa de material de partículas, que comprende incorporar en la masa de material de partículas la geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 1.

5 17. Un método para fabricar una geomalla integral, que comprende:

proporcionar una lámina polimérica multicapa coextrudida;

proporcionar una pluralidad de orificios o depresiones en patrones en la lámina polimérica multicapa coextrudida; y

10 orientar la lámina polimérica multicapa coextrudida con la pluralidad de orificios o depresiones en patrones en ella para proporcionar una pluralidad de hilos interconectados y orientados y para configurar los orificios o depresiones como aberturas de la malla.

15 18. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la lámina polimérica multicapa coextrudida que tiene la pluralidad de orificios o depresiones en patrones en ella se orienta mediante estiramiento uniaxial o biaxial.

19. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la
20 lámina polimérica multicapa coextrudida incluye una primera capa, una segunda capa y una tercera capa, con la primera capa y la tercera capa que se disponen en superficies planas opuestas de la segunda capa.

20. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la lámina polimérica multicapa coextrudida tiene un grosor inicial de al menos 2 mm.
- 5 21. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la primera capa tiene un grosor de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 4,5 mm, la segunda capa tiene un grosor de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 9 mm, y la tercera capa tiene un grosor de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 4,5 mm.
- 10 22. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la primera capa tiene un material de construcción de una poliolefina de alto peso molecular, la segunda capa tiene un material de construcción de un polímero de descripción general, y la tercera capa tiene un material de construcción de una poliolefina de alto peso molecular.
- 15 23. Un método de proporcionar una construcción de geomalla integral, que comprende:
estirar uniaxial o biaxialmente un material inicial que es una lámina polimérica multicapa coextrudida con una pluralidad de orificios o depresiones en patrones en ella para proporcionar una geomalla integral con una pluralidad de hilos orientados y una pluralidad de aberturas de la malla; e
- 20

incorporar la geomalla integral en una masa de material de partículas.

24. La geomalla integral de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la geomalla integral es una geomalla integral triaxial.

25. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la geomalla integral es una geomalla integral triaxial.

26. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la geomalla integral es una geomalla integral uniaxial.

27. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la geomalla integral es una geomalla integral biaxial.

28. El método de acuerdo con la reivindicación 17, en donde la geomalla integral incluye una capa de identificación por color.

RESUMEN DE LA INVENCION

Una geomalla integral incluye una pluralidad de hilos interconectados y orientados con un arreglo de aberturas en ella que se produce a partir de un material inicial de la
5 lámina polimérica multicapa coextrudida. En virtud de la construcción, los componentes de la lámina multicapa coextrudida proporcionan un efecto sinérgico cristalino durante la extrusión y la orientación de la geomalla integral, lo que da como resultado mejores propiedades materiales que
10 proporcionan beneficios de rendimiento para el uso de la geomalla integral como refuerzo geosintético de suelos.

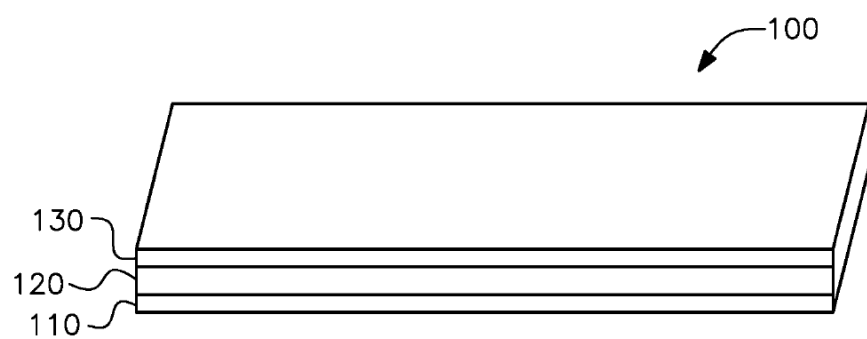
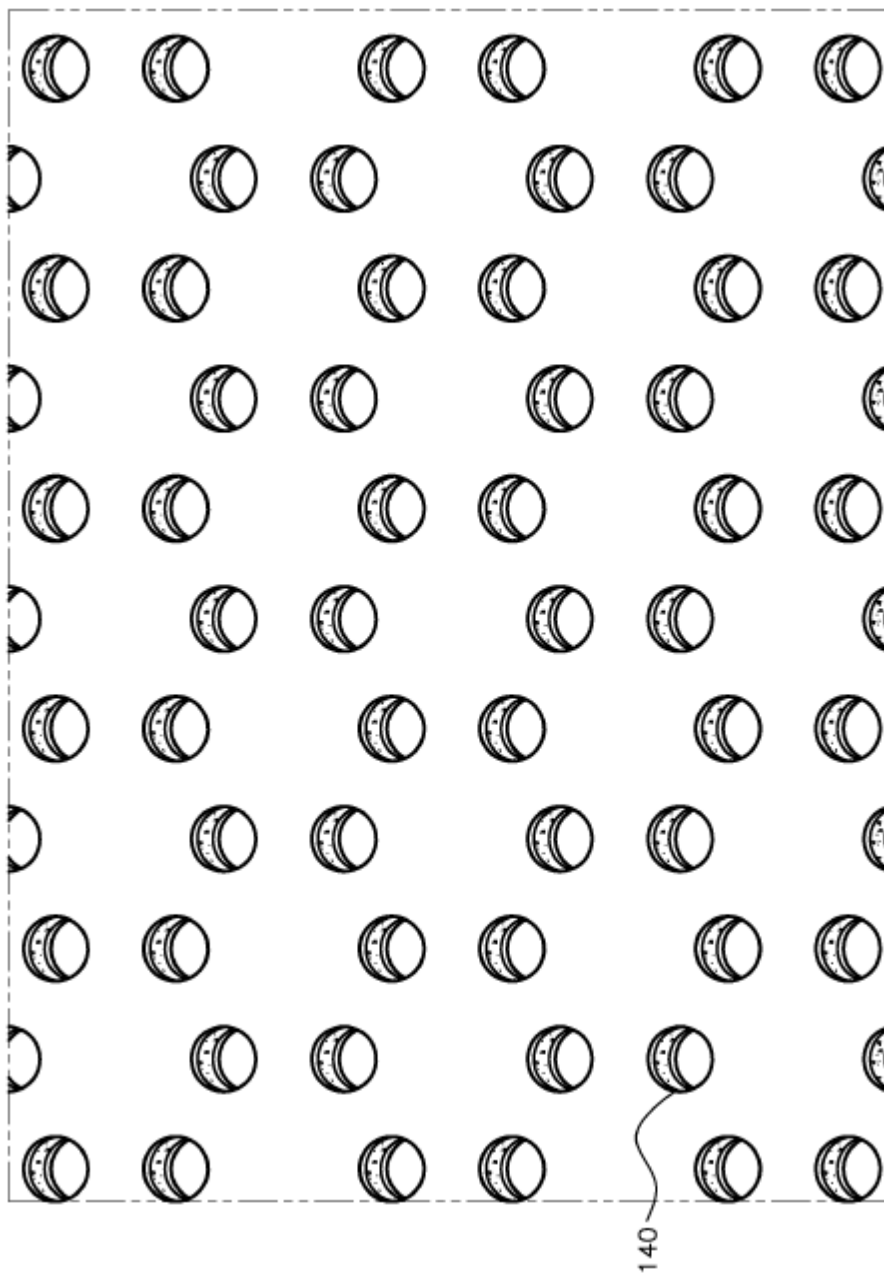


Figura 1

**Figura 2**

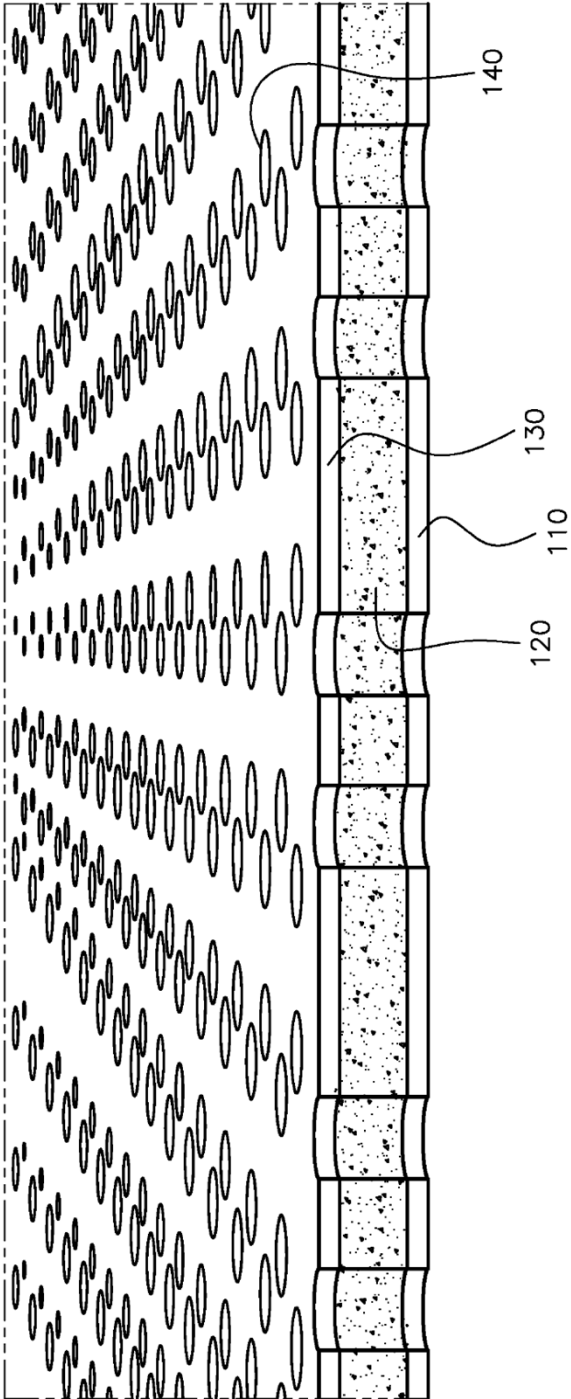
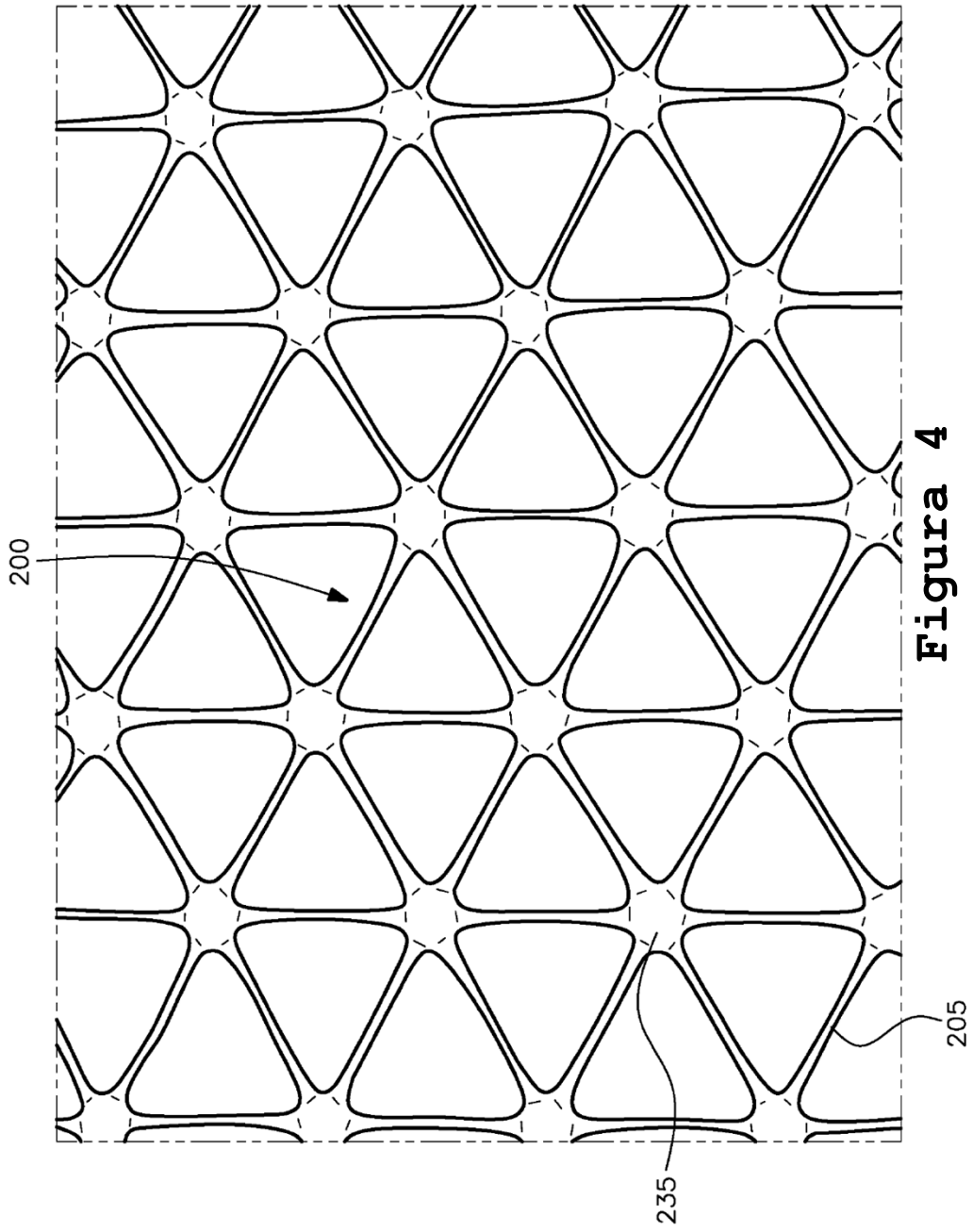
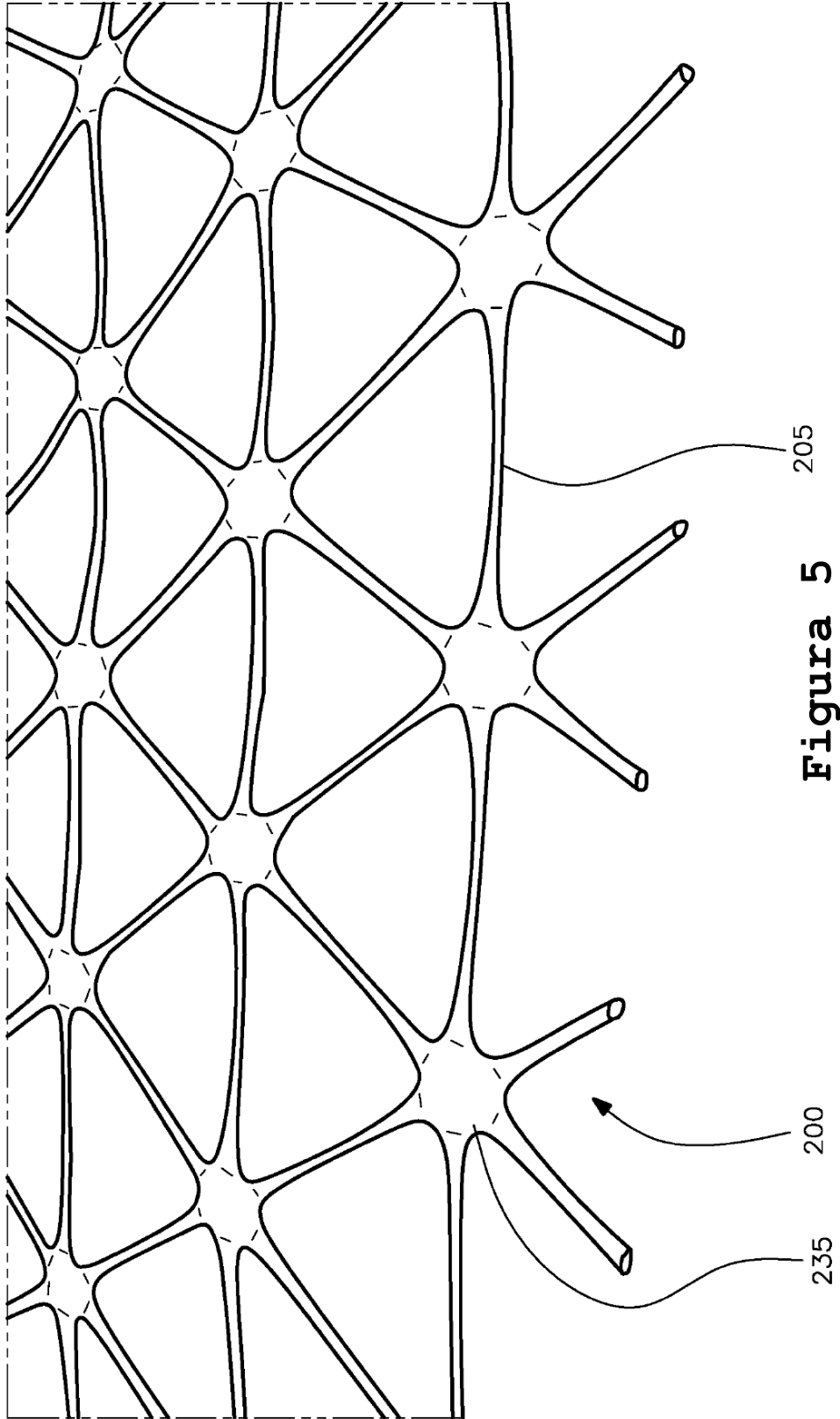
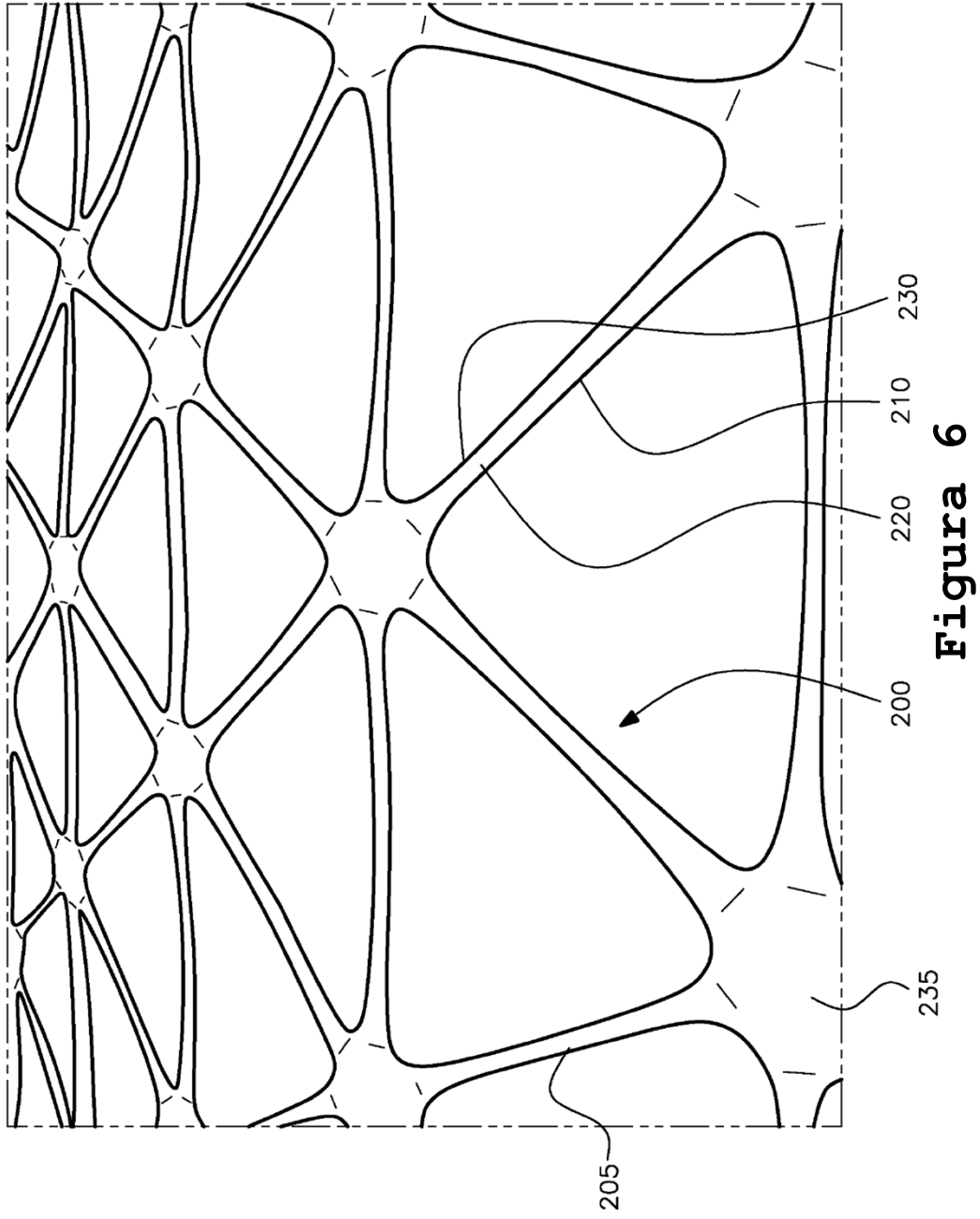


Figura 3







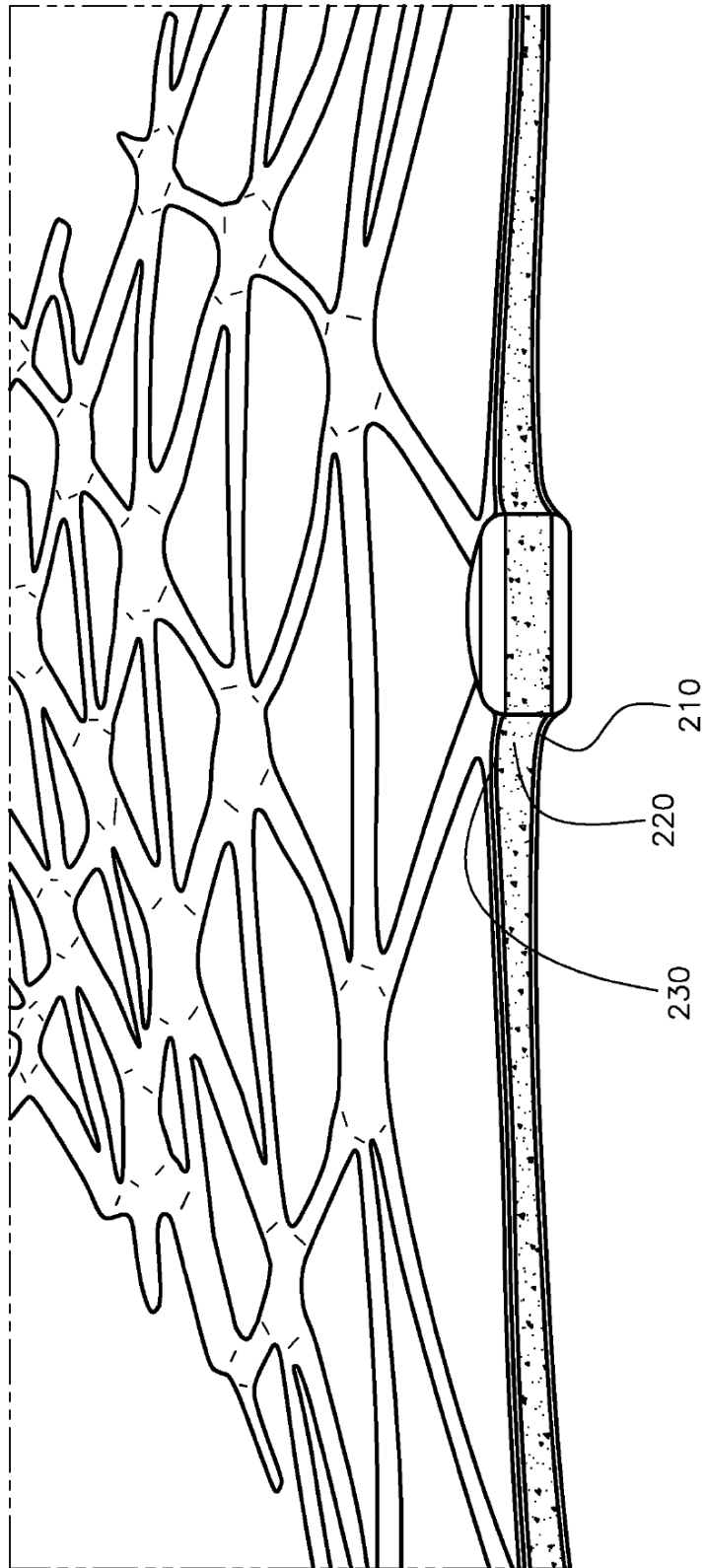


Figura 7

Momento aplicado (cm-kg)	Rotación (grados)				Rotación	Módulo de estabilidad de las aberturas (cm-kg/grado)		
Espécimen 1	Ciclo de carga 1	Ciclo de carga 2	Ciclo de carga 3	Ciclo de carga 4	Promedio (grados)	Promedio Inicial	Compensado	
	2, 10	1, 30	1, 50	1, 50	1, 60	3, 70	3, 50	
	4, 40	2, 40	2, 50	2, 50	2, 95			
	6, 40	3, 50	3, 60	3, 50	4, 25			
	8, 10	4, 50	4, 60	4, 50	5, 43			
	9, 90	5, 90	5, 80	5, 80	6, 85			
	Módulo promedio de estabilidad de las aberturas (cm-kg/grado)							

Figura 8

PROPIEDADES DEL PRODUCTO			MÉTODO DE PRUEBA		UNIDADES TX160 (espec.)		TX160 (QC Prom.)		32 % de BSR 50 % de BSR Laboratorio Lámina de 4,6 mm Lámina de 4,6 mm Lámina de 4,6 mm Lámina de 4,6 mm			
Características			MD	TD	MD	TD	MD	TD	MD	TD	MD	TD
Negro de humo			4218 de ASTM	%	0,5		0,5		0,5		0,5	
Peso unitario			D3376 de ASTM	kg/m²	0,223		0,220		0,210		0,214	0,203
Capacidad de carga												
Módulo de tracción a 0,5 % de deformación			D6637-01 de ASTM	lb/pies kN/m	750,0	750,0	900,0	950,0	1135,0	1050,0	1250,0	1380,0
Módulo de tracción a 2 % de deformación			D6637-01 de ASTM	lb/pies kN/m	nd	nd	260,0	280,0	344,5	200,0	355,0	420,5
Módulo de tracción a 5 % de deformación			D6637-01 de ASTM	lb/pies kN/m	nd	nd	196,0	210,0	254,0	136,0	256,0	311,8
Integridad estructural												
Resistencia de la unión			GRI:GG2-87	lb/pies kN/m	21,4	18,6	12,6		15,9		17,6	17,0
Eficiencia de la unión			GRI:GG2-87	%	93		92		103		119	104
Resistencia de la unión			GRI:GG2-01	lb N	862	750	563		651		677	707
Rigidez a la flexión (Total)			D5732-95 ⁹ de ASTM	mg-cm	575.000		860.000		1.150.939			
Estabilidad de aberturas (Rigidez a la Torsión)			Kinney-01	kg- cm/grad	3,2		3,8		nd		6,2	nd

Figura 9

PROPIEDADES DEL PRODUCTO	MÉTODO DE PRUEBA	UNIDADES		TX140 (espec.)		TX140 (QC Prom.)		SN20140407 Lámina de 3,0 mm		SN20140408 Lámina de 3,0 mm		SN20140409 Lámina de 3,0 mm	
		MD	TD	MD	TD	MD	TD	MD	TD	MD	TD	MD	TD
Capacidad de carga													
Módulo de tracción a 0,5 % de deformación	D6637-01 de ASTM	lb/pies	220,0			300,0		280,0		320,0		300,0	
Módulo de tracción a 2 % de deformación	D6637-01 de ASTM	lb/pies	nd			230,0		255,0		245,0		250,0	
Módulo de tracción a 5 % de deformación	D6637-01 de ASTM	lb/pies	nd			176,0		190,0		182,0		180,0	
Integridad estructural													
Rigidez a la flexión (Total)	D5732-95 ⁹ de ASTM	mg-cm	250.000			389.981							
Estabilidad de aberturas (Rigidez a la torsión)	Kinney-01	kg-cm/grad	3,0					4,5		nd		nd	

Figura 10

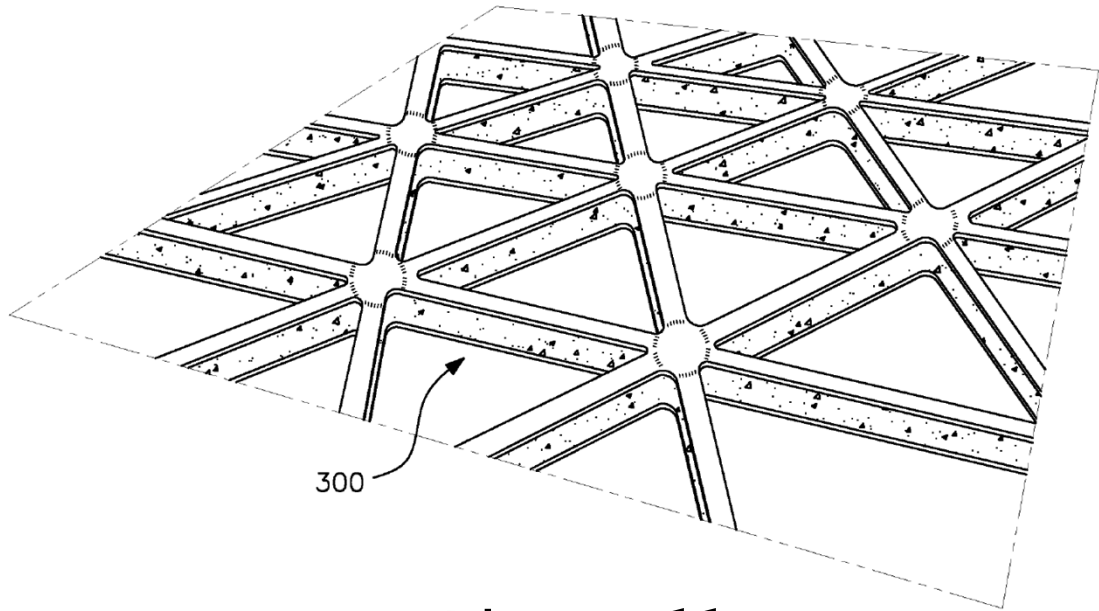


Figura 11

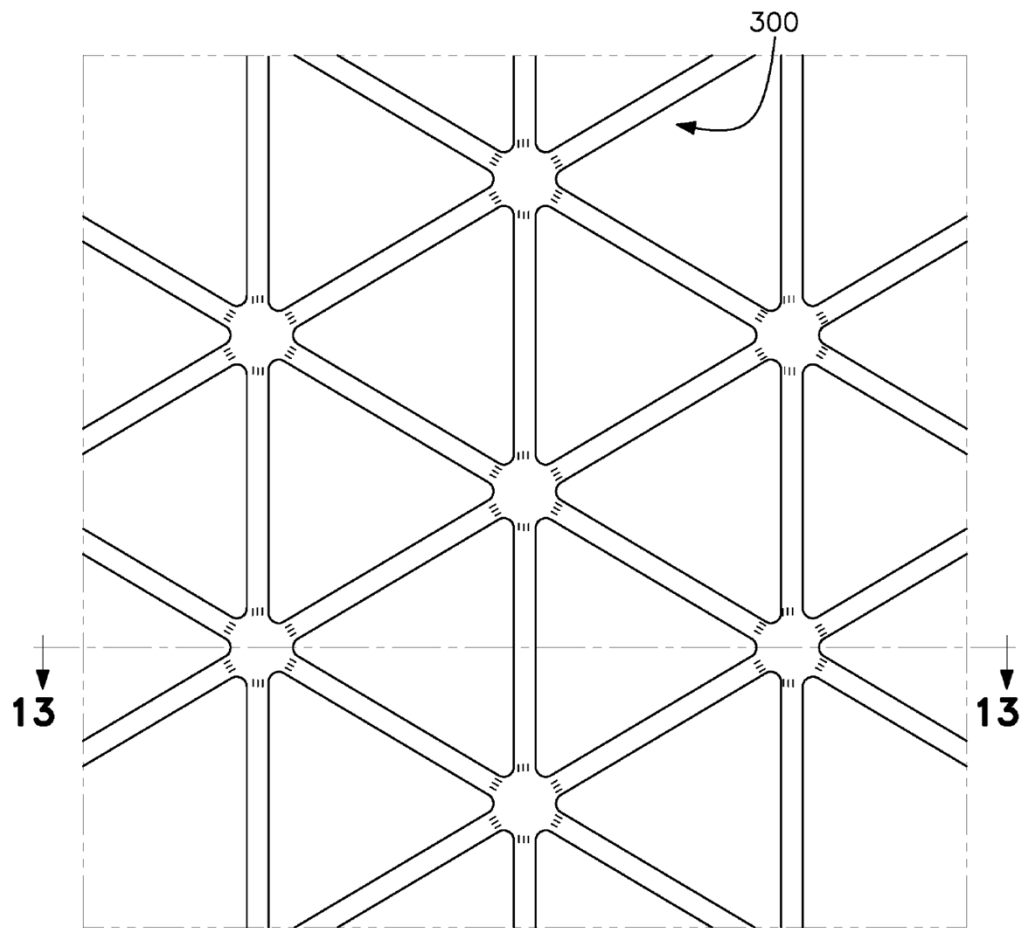


Figura 12

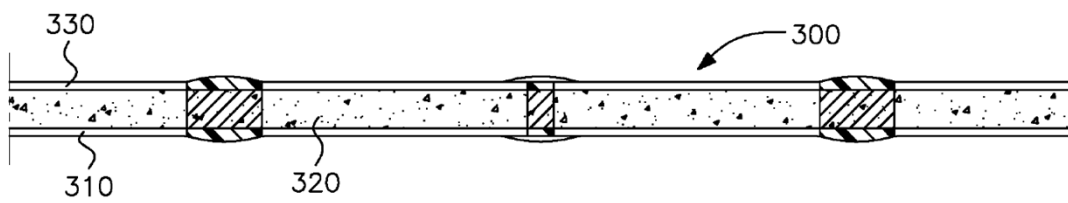


Figura 13

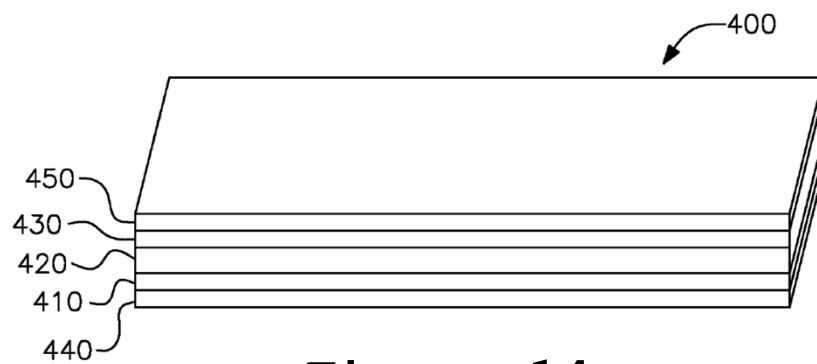


Figura 14

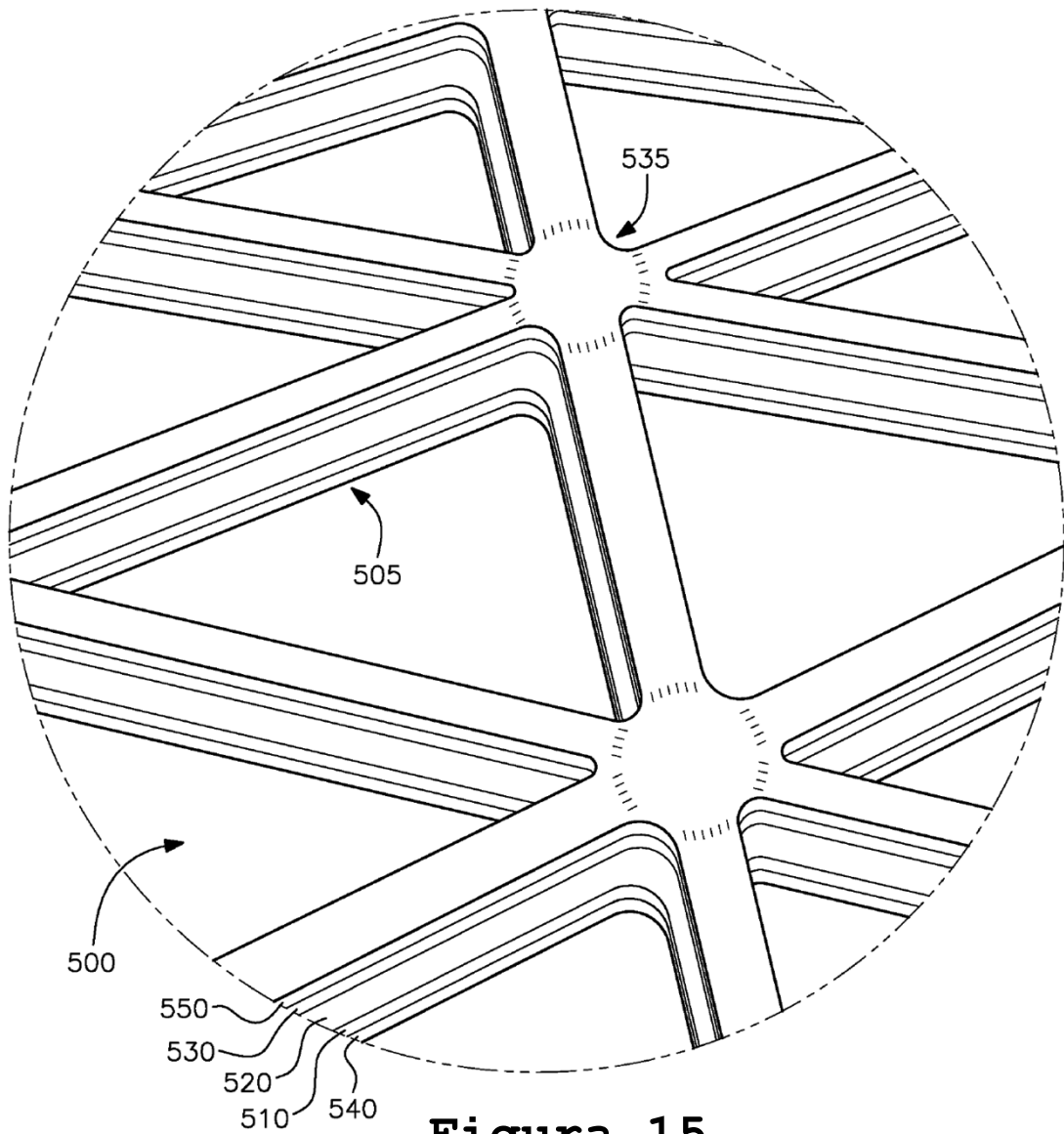


Figura 15