

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 939 557**

51 Int. Cl.:

**F28F 25/08** (2006.01)

**F28D 5/02** (2006.01)

**F28D 21/00** (2006.01)

**F28F 25/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.12.2015 PCT/US2015/000166**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16105456**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2015 E 15873756 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2022 EP 3237826**

54 Título: **Relleno bidireccional para su uso en torres de enfriamiento**

30 Prioridad:

**23.12.2014 US 201462096194 P**  
**17.04.2015 US 201562148969 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.04.2023**

73 Titular/es:

**EVAPCO, INC. (100.0%)**  
**5151 Allendale Lane**  
**Taneytown, MD 21787, US**

72 Inventor/es:

**VADDER, DAVEY, J.;**  
**FERRARI, SARAH, L.;**  
**LANE, JOHN, W.;**  
**LIBERT, JEAN-PIERRE y**  
**BUGLER, THOMAS, W.**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 939 557 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Relleno bidireccional para su uso en torres de enfriamiento

**5 Campo de la invención**

Esta invención se refiere al uso de relleno bidireccional en torres de enfriamiento y procedimientos de fabricación de relleno. Los documentos WO 2006/074508, US-4337216 y US-2013/0113127 describen disposiciones de intercambiador de calor conocidas y una torre de enfriamiento.

10

**Resumen de la invención**

Se proporciona según la invención, una torre de enfriamiento según la reivindicación 1.

15 Según una realización adicional de la invención, un primer conjunto de cabezales de pulverización está configurado para dirigir dicha agua de procedimiento solo a dicho primer conjunto de canales, y un segundo conjunto de cabezales de pulverización está configurado para dirigir dicha agua de procedimiento solo a dicho segundo conjunto de canales o a ambos conjuntos de canales.

20 Según una realización adicional de la invención, la torre de enfriamiento está configurada para permitir el intercambio de calor indirecto entre el agua de procedimiento en dicho primer conjunto de canales y aire en dicho segundo conjunto de canales cuando dicho primer conjunto de cabezales de pulverización está abierto, lo que permite que el agua de procedimiento fluya a través de dicho primer conjunto de canales, y dicho segundo conjunto de cabezales de pulverización se cierra.

25 Según una realización adicional de la invención, dichos canales se crean mediante uno o más paquetes de relleno, cada uno formado por capas de láminas corrugadas apiladas, cada lámina corrugada tiene un eje longitudinal que se desplaza de 30° a 90° con respecto a un eje longitudinal de láminas corrugadas adyacentes, cada lámina corrugada separada de una lámina corrugada adyacente por una lámina intermedia.

30 Según una realización adicional de la invención, dichas láminas corrugadas están unidas a láminas intermedias adyacentes a lo largo de crestas de corrugación de dichas láminas corrugadas.

35 Según una realización adicional de la invención, dicho primer conjunto de canales está orientado en un ángulo de 45° con respecto a la vertical, y dicho segundo conjunto de canales también está orientado en un ángulo de 45° con respecto a la vertical, pero perpendicular a dicho primer conjunto de canales.

Según una realización adicional de la invención, dichos paquetes de relleno tienen una longitud y ancho que son aproximadamente iguales.

40 Según una realización adicional de la invención, dichos paquetes de relleno tienen una longitud y un ancho, y en donde la longitud de dichos paquetes de relleno es de 1,5 a 3 veces el ancho.

45 Según una realización adicional de la invención, dichos paquetes de relleno se disponen en una pluralidad de capas a través de dicha torre de enfriamiento,

Según una realización adicional de la invención, hay áreas abiertas entre dichos paquetes de relleno.

50 Según una realización adicional de la invención, el relleno omni-direccional se dispone en los espacios entre dichos paquetes de relleno.

Según una realización adicional de la invención, cada una de dichas láminas corrugadas e intermedias apiladas de dichos paquetes de relleno se extiende a través de una pluralidad de zonas de intercambio de calor indirecto de dicha torre de enfriamiento.

55 Según una realización adicional de la invención, las láminas intermedias internas tienen esquinas biseladas para permitir la comunicación de fluido o de aire a las áreas aisladas de dicho paquete de relleno.

60 Según una realización adicional de la invención, se puede apilar una pluralidad de paquetes de relleno encima de la otra en dicha torre de enfriamiento, y cada dicho paquete de relleno puede estar orientado 180°, horizontalmente, con respecto a un paquete de relleno inmediatamente encima y/o debajo.

Según una realización adicional de la invención, dichos primer y segundo conjuntos de canales tienen las mismas dimensiones.

65

Según una realización adicional de la invención, dicho primer conjunto de canales es mayor en sección transversal que dicho segundo conjunto de canales.

### Descripción de los dibujos

- 5 La Figura 1 es una representación en perspectiva de un paquete de relleno bidireccional.
- La Figura 2A es una vista en alzado de una sección de relleno de torre de enfriamiento que incluye paquetes de relleno bidireccionales, que muestran tres capas de paquetes de relleno dispuestos en una configuración de diamante.
- 10 La Figura 2B es una vista parcialmente despiezada de un único paquete de relleno de la Figura 2A en la configuración de diamante.
- La Figura 3A es una representación de la sección de relleno de la torre de enfriamiento de la Figura 2, que muestra el flujo de agua cuando solo el conjunto de cabezales de pulverización proporciona agua.
- 15 La Figura 3B es una representación de la sección de relleno de la torre de enfriamiento de la Figura 2, que muestra el flujo de aire cuando solo el conjunto de cabezales de pulverización está proporcionando agua, y el ventilador aspira aire a través de la sección de relleno en una configuración de contraflujo.
- 20 La Figura 3C ilustra cómo se puede aplicar un paquete de relleno a una torre de enfriamiento de flujo cruzado.
- La Figura 4 es una vista en alzado de una sección de relleno de torre de enfriamiento que incluye paquetes de relleno bidireccionales en los que los paquetes de relleno son alargados en una dimensión, que muestra dos capas de paquetes de relleno dispuestos en una configuración de diamante.
- 25 La Figura 5 es una vista en alzado de una sección de relleno de torre de enfriamiento que incluye paquetes de relleno bidireccionales como en la Figura 2, pero en el que las áreas abiertas de la Figura 2 contienen relleno omni-direccional.
- 30 La Figura 6 es una vista en alzado de dos capas de una sección de relleno de torre de enfriamiento de paquetes de relleno bidireccionales en los que los paquetes de relleno están orientados en una configuración de diamante, y en el que los paquetes de relleno se fabrican a partir de láminas corrugadas intercaladas que están dispuestas a ángulos de 60°/30° entre sí.
- 35 La Figura 7A es una vista en alzado de una única capa de relleno en una sección de relleno de la torre de enfriamiento, en la que la capa de relleno comprende un paquete de relleno único que abarca la longitud de múltiples zonas.
- La Figura 7B es una vista parcialmente despiezada del paquete de relleno mostrado en la Figura 7A.
- 40 La Figura 8A es una vista en alzado de una única capa de relleno en una sección de relleno de torre de enfriamiento, en la que las capas intermedias de láminas intermedias se truncan en las esquinas para abrir zonas aisladas en las esquinas superior e inferior del paquete de relleno.
- 45 La Figura 8B es una vista parcialmente despiezada del paquete de relleno mostrado en la Figura 8A.
- La Figura 9A es una vista en alzado de una sección de relleno de una torre de enfriamiento en la que el relleno está compuesto por tres capas conectadas de paquete de relleno, teniendo cada capa la misma construcción de capas adyacentes, pero en la que cada capa sucesiva se gira horizontalmente 180° con respecto a la capa anterior.
- 50 La Figura 9B es una vista parcialmente despiezada de la primera capa de la sección de relleno de la Figura 9A.
- La Figura 9C es una vista parcialmente despiezada de la segunda capa de la sección de relleno de la Figura 9A.
- 55 La Figura 9D es una vista parcialmente despiezada de la tercera capa de la sección de relleno de la Figura 9A.
- La Figura 10 es una vista en alzado de una sección de relleno de torre de enfriamiento que tiene canales de intercambio de calor indirecto superpuestos.
- 60 La Figura 11 es una representación de las tres partes que pueden utilizarse para montar las láminas que a su vez pueden utilizarse para construir el paquete de relleno mostrado en la Figura 10 sin usar una lámina intermedia completa.
- La Figura 12 es una representación de una primera lámina montada que puede utilizarse para construir el paquete de relleno mostrado en la Figura 10.

La Figura 13 es una representación de una segunda lámina montada que puede utilizarse para construir el paquete de relleno mostrado en la Figura 10, dispuesto en una secuencia alternante/intercalada con la primera lámina montada mostrada en la Figura 12.

5 La Figura 14A es una vista en sección transversal a lo largo de la línea A-A de la Figura 11.

La Figura 14B es una vista en sección transversal a lo largo de la línea A-A de la Figura 10.

10 La Figura 15 es una representación en sección transversal de un paquete de relleno similar al paquete de relleno mostrado en la Figura 10, pero en el que los perfiles de las láminas se modifican para crear áreas de sección transversal de diferentes tamaños para las trayectorias de agua y flujo de aire.

15 La Figura 16 es una representación de una realización de una sola lámina del aspecto de la invención del paquete de relleno de intercambio de calor indirecto vertical en la que líneas individuales indican estructura, por ejemplo, una cresta que sale del plano de la lámina, líneas dobles indican una estructura que va al plano de la lámina; y las líneas triples indican una estructura que sale del plano de la lámina a continuación de la estructura que va al plano de la lámina. No se usa lámina intermedia en esta realización.

20 La Figura 17 es otra representación de la lámina de la Figura 16, en la que las líneas pesadas representan estructura, por ejemplo, crestas, que salen del plano de la lámina. Cuando esta cara de la lámina se empareja con una segunda lámina de la misma construcción pero se gira 180° alrededor del eje de simetría, se forman canales como se indica por las designaciones de A (aire) y W (agua).

25 Figura 18 una representación del lado inverso de la lámina mostrada en la Figura 17, en la que las líneas pesadas representan estructura, por ejemplo, crestas, que salen del plano de la lámina. Cuando esta cara de la lámina se empareja con una segunda lámina de la misma construcción pero se gira 180° alrededor del eje de simetría, se forman canales como se indica por las designaciones de A (aire) y W (agua).

30 La Figura 19 es una representación de una lámina del paquete de relleno con columnas rectas y secciones superiores e inferiores almenadas para permitir el apilamiento.

La Figura 20 es una representación de una lámina de paquete de relleno con columnas indexadas y secciones superior e inferior almenadas para permitir el apilamiento.

35 La Figura 21 es una representación de una lámina de paquete de relleno con canales indexados almenados y un motivo de repetición de cuatro canales para facilitar la fabricación de paquetes de relleno más largos.

40 La Figura 22 es una representación de una lámina de paquete de relleno con canales rectos almenados y un motivo de repetición de cuatro canales para facilitar la fabricación de paquetes de relleno más largos.

La Figura 23 es la representación de una primera lámina para la construcción de un paquete de relleno de torre de enfriamiento que tiene canales de intercambio de calor indirecto superpuestos, en el que las columnas se indexan una mitad de un ancho de columna a la izquierda.

45 La Figura 24 es una representación de una segunda lámina para la construcción de un paquete de relleno de torre de enfriamiento que tiene canales de intercambio de calor indirecto superpuestos, en el que las columnas están indexadas una mitad de un ancho de columna a la derecha. Las porciones sombreadas de la figura representan áreas donde no hay intercambio de calor indirecto.

50 La Figura 25 ilustra cómo la lámina de la Figura 24 puede termoformarse en un equipo estándar para hacer paquetes de relleno de resina y eliminar el requisito de apilamiento.

La Figura 26 ilustra cómo la lámina de la Figura 23 puede termoformarse en un equipo estándar para hacer paquetes de relleno de resina y eliminar el requisito de apilamiento.

55 La Figura 27 es una representación de una distribución de agua según una realización de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

60 Los valores utilizados en los ejemplos presentados en esta divulgación pueden cambiarse a valores métricos mediante la siguiente conversión: m = pie/3,2808; pulgada = 0,08333 pies.

65 La presente invención es un aparato y un procedimiento para reducir el uso de agua en una torre de enfriamiento abierta. Las torres de enfriamiento enfrían el agua predominantemente por evaporación. La presente invención proporciona una torre de enfriamiento que usa menos agua durante un año mientras se enfría a la misma temperatura reemplazando el relleno estándar con relleno bidireccional. El relleno bidireccional proporciona dos trayectorias de

aire-agua intercaladas e independientes a través del relleno. La presente invención proporciona realizaciones en las que el relleno incluye múltiples trayectorias verticales de flujo de agua y de flujo de aire, permitiendo un intercambio de calor indirecto simultáneo o contracorriente en la sección de relleno de una torre de enfriamiento.

5 Las descripciones de las Figuras 1 a 9 pueden ser útiles para comprender la invención.

En la Figura 1 se ilustra un paquete de relleno bidireccional individual. El paquete de relleno consiste en múltiples láminas de PVC dispuestas en un patrón particular. Las láminas corrugadas de PVC se alternan con corrugaciones perpendiculares entre sí; y se colocan láminas intermedias delgadas entre las láminas corrugadas. En esta disposición, una mitad de las láminas corrugadas tienen corrugaciones que permiten el flujo solo en una primera dirección, p. ej., una dirección norte-sur, mientras que las láminas corrugadas intercaladas tienen corrugaciones que permiten el flujo solo en una dirección perpendicular, p. ej., una dirección este-oeste.

Los paquetes de relleno bidireccionales pueden orientarse en una sección de relleno de la torre de enfriamiento en una configuración de diamante como se muestra en la Figura 2A, es decir, con un primer conjunto de corrugaciones que corren en una primera dirección diagonal, por ejemplo, de noroeste a sureste, y con el segundo conjunto de corrugaciones intercalado que discurren en una segunda dirección perpendicular, por ejemplo, de noreste a suroeste. Según esta disposición, la torre de enfriamiento puede configurarse para funcionar como un intercambiador de calor directo o como un intercambiador de calor indirecto. La Figura 2B muestra una vista parcialmente despiezada de los paquetes de relleno de la Figura 2A. En la realización de la Figura 2A, se muestran tres niveles de paquetes de relleno, con cinco paquetes de relleno por nivel, pero se pueden usar menos o más niveles o paquetes de relleno por nivel. Según la vista mostrada en la Figura 2A, cada paquete de relleno se extiende en la página. Los paquetes de relleno pueden contener cinco láminas corrugadas intercaladas y dispuestas perpendicularmente, como se muestra en la Figura 1, o pueden contener menos o muchas más láminas corrugadas intercaladas y dispuestas perpendicularmente. Existen áreas abiertas (que no contienen relleno) en los espacios entre los paquetes de relleno. Los cabezales de pulverización pueden disponerse por encima de los paquetes de relleno para dirigir opcionalmente el agua a los canales A y B creados por las corrugaciones. Según una realización preferida, los cabezales de pulverización se dividen entre dos ramificaciones de pulverización A y B, correspondientes a los canales A y B. Según la realización mostrada en la Figura 2A, ambos conjuntos de cabezales de pulverización A y B pueden proporcionar agua a la sección de relleno, o solo uno o el otro conjunto de cabezales de pulverización puede proporcionar agua a la sección de relleno.

Con referencia a la Figura 3A, en caso de que solo los cabezales de pulverización A proporcionen agua, el agua solo fluirá en los canales A de los paquetes de relleno, siguiendo las trayectorias mostradas por las flechas en la Figura 3A. Con el relleno de agua los canales A como se muestra en la Figura 3A y los cabezales B de pulverización se desactivan, el aire aspirado a la sección de relleno por el ventilador seguirá las trayectorias de menor resistencia, es decir, a través de los canales B. Por lo tanto, haciendo referencia a la Figura 3B, el aire que fluye hacia arriba desde la parte inferior central fluirá predominantemente a través de los canales B a las áreas abiertas en la capa 1 de área abierta que se etiquetan como "B" y a continuación a las cuatro áreas abiertas en la capa 2 de área abierta que también están marcadas con una letra "B". Finalmente, el aire saldrá por debajo de una de las ramificaciones de pulverización etiquetadas como "B". Una vez que el flujo de aire comienza a salir en un canal "B", permanecerá en ese canal "B" hasta que salga del paquete de relleno, nunca fluyendo a través de la trayectoria "A". Debido a la disposición de las láminas corrugadas orientadas perpendicularmente intercaladas en los paquetes de relleno, las trayectorias "A" y "B" son trayectorias completamente separadas a través del paquete de relleno.

Según la disposición mostrada en la Figura 2A, entonces, la torre de enfriamiento puede funcionar en 3 configuraciones diferentes.

Según una primera configuración, si se permite que el agua fluya igualmente a través de ambas ramificaciones de pulverización, la torre actuará como una torre de enfriamiento directo de contraflujo estándar. El agua fluirá hacia abajo a través de los canales A y B, y el aire fluirá hacia arriba a través de los canales A y B, atraído por el ventilador. El flujo de aire y el flujo de agua en cada uno de los canales serán iguales.

Según una segunda configuración, cuando la temperatura seca ambiental es baja, la torre puede funcionar en modo de enfriamiento indirecto. En el modo de enfriamiento indirecto, se puede hacer que toda el agua fluya a través de los canales "A", y ninguna agua fluirá a través de los canales "B". En este modo, es el doble flujo de agua de diseño que va a través de los canales "A" lo que aumenta la resistencia del aire que intenta fluir hacia arriba por los canales "A". Sin agua que fluya a través de los canales "B", se reducirá la resistencia del aire que intenta fluir hacia arriba por los canales "B". El resultado de esta disposición de flujo de agua es que más aire fluirá ahora en los canales secos con menos flujo en los canales inundados.

Dado que los canales A y B están intercalados, la torre de enfriamiento abierta será ahora en su mayoría un intercambiador de calor indirecto, ya que el agua caliente que fluye hacia abajo por los canales "A" será enfriada por el aire frío que fluye hacia arriba por los canales "B". Si bien todavía habrá alguna evaporación en los canales "A", ya que no todo el aire se dirigirá a los canales "B", habrá significativamente menos evaporación que con una torre estándar.

Según una tercera configuración, cuando la temperatura seca ambiental es demasiado alta para permitir la operación en el modo totalmente indirecto, se puede usar un modo parcialmente indirecto. En esta tercera configuración, cierta cantidad de agua se dirigirá a los canales “B” a través de los cabezales de pulverización B. Al enviar cierta cantidad de agua a través de los canales “B” y reducir la sobrealimentación de agua a los canales “A”, habrá algún enfriamiento evaporativo; sin embargo, esta disposición puede permitir un enfriamiento más latente del agua de recirculación de lo que ocurriría con una torre evaporativa estándar en las mismas condiciones.

Para unidades de múltiples celdas en condiciones ambientales donde funcionar en el modo seco proporciona un enfriamiento insuficiente, algunas celdas podrían funcionar secas mientras que otras humedecidas. La sección húmeda enfriaría el agua por debajo del punto de ajuste para compensar la incapacidad de la sección seca para alcanzar la temperatura de agua fría requerida. La temperatura promedio de la sección húmeda y seca alcanzaría la temperatura de agua fría requerida y aún se realizaría algún enfriamiento seco. Del mismo modo, una sola celda también podría funcionar en un modo parcialmente seco enviando parte del agua caliente en un área de la celda a través del sistema de pulverización estándar mientras el equilibrio se enfría en seco en otras áreas de la torre.

El relleno bidireccional no se limita a torres de enfriamiento a contracorriente. La Figura 3C ilustra cómo se puede aplicar un relleno bidireccional a una torre de enfriamiento de flujo cruzado. En este ejemplo, el canal “B” podría ser el canal de agua. En el modo seco, el agua solo pasaría a los canales “B”. Las áreas representadas con patrón entrecruzado son intercambiadores de calor indirecto. Una persona con experiencia ordinaria en la técnica sería capaz de aplicar fácilmente las variaciones ilustradas previamente para torres de enfriamiento de contraflujo a torres de enfriamiento de flujo cruzado.

Las configuraciones de los canales no tienen que ser idénticas. Dado que el canal “A” siempre contendrá agua, una trayectoria/configuración de canal más tortuosa puede producir una transferencia de calor mejorada. También es necesario que el relleno bidireccional no sea cuadrado. La Figura 4 ilustra un relleno bidireccional con una relación de aspecto 2:1, en la que la longitud de un conjunto de corrugaciones es dos veces la longitud de las corrugaciones en la dirección perpendicular. Según la realización mostrada en la Figura 4, las láminas corrugadas con corrugaciones alineadas en la dirección NW a SE son dos veces más largas que las láminas corrugadas con corrugaciones alineadas en la dirección NE a SW (cuando la longitud de la lámina se mide en la dirección paralela a las corrugaciones), y los canales A son dos veces más largos que los canales B. Además, las zonas de entrada y salida de los canales aumentarán o disminuirán correspondientemente. Como puede verse en la Figura 4, las zonas de entrada, salida e intermedias del canal A son significativamente más pequeñas que las zonas de entrada, salida e intermedias del canal B. Según un aspecto preferido de esta realización, la trayectoria “A” sería la trayectoria del agua. En el modo seco, muy poco aire pasará a través de “A”. Aunque esta disposición puede tener flujo de aire y otros beneficios, tendrá menos enfriamiento seco en sección transversal por unidad de altura en comparación con una disposición con anchos de zona iguales. Por ejemplo, con paquetes de relleno que tienen láminas corrugadas dispuestas perpendicularmente de igual longitud (una relación dimensional 1:1), el área de transferencia de calor indirecta es del 50 %, véanse las Figuras 2A y 5. Incluso cuando la orientación de las corrugaciones de láminas intercaladas se desplaza de la perpendicular (90°), por ejemplo, las Figuras 2A y 5, a un diamante más estrecho/más alto, en el que los ángulos entre las láminas corrugadas intercaladas es de 60°/30°, el área de transferencia indirecta es aún del 50 %, siempre que la longitud de las láminas corrugadas intercaladas sea igual, por ejemplo, Figura 6. En comparación, los paquetes de relleno de la Figura 4 cubren menos del 50 % del área de la sección transversal del área de relleno.

Las áreas abiertas que se muestran en las Figuras 2-4 no necesitan estar abiertas, pero pueden llenarse con carga omni-direccional; véase la Figura 5. Este relleno estándar serviría como área superficial del intercambiador de calor adicional cuando la torre se hizo funcionar en un modo totalmente evaporativo, es decir, en el que ambos cabezales de pulverización A y B proporcionaron agua al área de relleno, y el agua fluía a través de ambos canales A y B. En el modo seco, no habría enfriamiento en el relleno omni-direccional ya que el agua o el aire, pero no ambos, pasarán a través de ese relleno de área. Con las áreas abiertas cargadas con relleno omni-direccional, la torre tendrá una capacidad de enfriamiento evaporativo muy similar como una torre evaporativa similar con el mismo volumen de relleno y el ventilador de potencia.

Los paquetes de relleno también pueden ser alargados, es decir, en los que la Figura 6 ilustra un ejemplo de un paquete de relleno alargado en la dirección vertical, es decir, en el que la orientación de las corrugaciones de láminas intercaladas se desplaza de la perpendicular (90°) a 60°/30°. Dicha configuración podría mejorar la distribución de agua y disminuir la caída de presión del aire que fluye hacia arriba por el relleno. En todos los demás aspectos, la realización de la Figura 6 opera igual que la realización de las Figuras 2 y 3.

Según la Figura 7A, los paquetes de relleno múltiple en una capa de paquetes de relleno único que se muestra en las Figuras 2-6 pueden reemplazarse por un paquete de relleno único formado por un primer conjunto de láminas largas de relleno, corrugadas en un ángulo, alternando con un segundo conjunto de láminas largas de relleno con corrugaciones que son perpendiculares a, o que forman algún otro ángulo con respecto a, la corrugación de las primeras láminas, donde los dos conjuntos de láminas corrugadas alternantes están separados por láminas intermedias. En la Figura 7B se muestra una vista parcialmente despiezada del paquete de relleno de la Figura 7A.

Según esta realización, se forman canales entre láminas corrugadas y láminas intermedias adyacentes de modo que el agua que entra en un canal permanece en ese canal hasta que sale del bloque de relleno. La Figura 7A ilustra una dirección de las corrugaciones y, por lo tanto, de los canales. No se muestra, es la dirección del segundo conjunto de corrugaciones/canales que viajan a través del primer conjunto de corrugaciones (separadas por las láminas intermedias, tampoco mostradas en la Figura 7A). Las líneas oscuras indican los límites de cada una de las zonas A<sub>1</sub>-A<sub>6</sub> y B<sub>1</sub>-B<sub>6</sub>. Zonas con un subíndice impar (es decir, A<sub>1</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>5</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>) van de derecha a izquierda a medida que los canales se mueven hacia abajo del paquete de relleno, y las zonas con subíndices pares (es decir, A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>, A<sub>6</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>6</sub>) van de izquierda a derecha a medida que los canales se mueven hacia abajo del paquete de relleno. Las áreas en forma de diamante son áreas de superposición de zonas. Con ambos conjuntos de boquillas de pulverización activadas, este sistema funcionará como un intercambiador de calor directo típico. Sin embargo, si el aire pasa a través de una zona y agua a través de las otras, las áreas de diamante actuarán como intercambiadores de calor indirectos, enfriando el agua sin evaporación. Más específicamente, si una mitad de los cabezales de pulverización se cierran, por ejemplo, los cabezales de pulverización B, y toda el agua fluye a través de los cabezales de pulverización A hacia los canales A, las áreas de diamante de solapamiento funcionarán como un intercambiador de calor indirecto.

Sin embargo, cabe señalar que, según la realización de la Figura 7A, no hay salida para zonas de entrada de agua A<sub>1</sub> o B<sub>6</sub>, es decir, hay “áreas muertas” en los extremos del paquete de relleno donde los canales terminan en la pared lateral. Este efecto puede aliviarse predominantemente modificando las láminas intermedias internas como se muestra en la Figura 8A. Cuando las esquinas de las láminas intermedias internas se retiran/biselan como se muestra en la Figura 8A, las áreas muertas de la Figura 7A se conectan a trayectorias abiertas en la dirección transversal desde la misma zona que permite que se produzca algún flujo de agua o de aire. En la Figura 8B se muestra una vista parcialmente despiezada del paquete de relleno de la Figura 8A.

Si las zonas son de igual ancho, y si se deben evitar zonas superpuestas en la salida inferior de la columna de relleno, la altura vertical del relleno (H) dividida por el ancho de las zonas (W) debe ser igual a la tangente del ángulo de la corrugación ( $\Theta$ ). Esta relación se ilustra en la Figura 7A. Si la altura del relleno y el ancho de la zona no satisfacen esta relación, entonces las áreas de salida recibirán flujo de zonas adyacentes. La capa inferior de relleno podría truncarse siempre que no hubiera relleno bidireccional adicional por debajo de la misma.

Alternativamente, la limitación de la relación de altura al ancho de la zona se puede evitar como se muestra en la Figura 9A, apilando paquetes de relleno del tipo mostrado en la Figura 7A en la parte superior de la otra, pero invirtiendo los ángulos de corrugación para cada canal, por ejemplo, girando el segundo paquete de relleno de capa 180° horizontalmente, con respecto al paquete de relleno del primer paquete de relleno de capa, y, opcionalmente, añadiendo capas adicionales de paquete de relleno, invirtiendo la orientación de cada uno con respecto a la anterior, de modo que los canales zigzagueen hacia abajo por la columna de relleno. Las vistas parcialmente despiezadas de las tres capas del paquete de relleno de la Figura 9A se muestran en las Figuras 9B, 9C y 9D. Mediante el uso de cualquier número de zigzags o “desviaciones”, la altura de relleno se puede hacer en múltiplos de la tangente de ( $\Theta$ ) x W.

Al enviar toda el agua a través de un conjunto de trayectorias en el relleno y nada del agua a través del otro, la resistencia al flujo de aire será mayor en las trayectorias con agua. Bajo tasas de flujo de agua típicas de 6 gpm por pie cuadrado, esta mayor resistencia al aire dará como resultado una división del flujo de aire de manera que aproximadamente 55 % del aire pasará a través de la trayectoria seca y el 45 % del aire irá a través de la trayectoria húmeda incluso cuando las trayectorias tengan la misma área de sección transversal. Aunque esto conducirá a una reducción significativa del uso de agua para una torre, con muchas condiciones ambientales, incluso más agua podría ahorrarse si hubo más del 55 % del aire que pasase a través de la sección seca.

Otra realización tiene una de las trayectorias designadas como una “trayectoria húmeda” y la otra designada como una “trayectoria seca”. La trayectoria húmeda se reduciría en el área de la sección transversal mientras que la trayectoria seca se abriría. Esto aumentará la resistencia al flujo de aire en la trayectoria húmeda y se reducirá en la trayectoria seca. Mediante este cambio, un porcentaje más alto de aire que el 55 % irá a través de la trayectoria seca. El porcentaje de aire en la trayectoria seca se puede ajustar ajustando las áreas de sección transversal de las dos trayectorias. Este porcentaje más alto permitirá que se ahorre más agua en muchas condiciones ambientales que el 45%/55 % de división logrado con trayectorias con la misma área de sección transversal.

La Figura 10 ilustra una realización de la invención. Según esta realización, el intercambiador de calor indirecto cubre más del 50 % del área del paquete de relleno. Al igual que con las realizaciones anteriores, la realización representada por la Figura 10 puede construirse con láminas alternantes (apiladas en la página, desde la vista de la Figura 10), pero en esta realización, todos los canales discurren verticalmente al centro de la columna de relleno. Dado que las columnas son verticales, las láminas intermedias de las Figuras 2-9 no son necesarias (aunque aún pueden usarse). En cambio, las láminas intermedias de las Figuras 2-9 pueden formarse con nervaduras para separar cada lámina de láminas adyacentes creando así los canales. Según esta realización, cada lámina interna tiene un conjunto de canales en un primer lado, y un segundo conjunto de canales en un lado opuesto. Una mitad de los canales son verticales desde arriba hasta abajo. La otra mitad de los canales se desplaza hacia la derecha en la parte superior de la columna, para formar zonas de agua/aire superpuestas, y luego se desplazan de nuevo a la izquierda, de modo que las zonas de salida no se superponen. Zonas indicadas con subíndices impares, es

decir,  $A_1$ ,  $A_3$ ,  $A_5$ ,  $B_1$ ,  $B_3$  y  $B_5$ , denotadas por líneas continuas, desplazándose a la derecha en la parte superior, luego caen verticalmente, luego se desplazan de vuelta a la izquierda en la parte inferior de la columna. Zonas indicadas con subíndices pares, es decir,  $A_2$ ,  $A_4$ ,  $A_6$ ,  $B_2$ ,  $B_4$  y  $B_6$ , denotados por líneas discontinuas, y que residen delante de y detrás de las Zonas impares, mirando a través de la página, caen directamente hacia abajo de la columna desde arriba hasta abajo.

Observando una zona típica  $B_3/B_4$ , en el lado representado por líneas continuas, la zona  $B_3$  se desvía a la derecha, fluye directamente hacia abajo hasta la parte inferior del paquete y, a continuación, se desvía a la izquierda para salir. En el lado representado por las líneas discontinuas el flujo  $B_4$  va directamente hacia abajo y se recombina con el flujo  $B_3$  a la salida. (Tenga en cuenta que esta recombinación solo es para separar el aire del agua para minimizar la aspiración de agua en un canal seco y puede no ser necesaria) En las áreas sombreadas detrás de la zona  $B_4$  está  $A_5$  y detrás de la zona  $B_3$  está  $A_4$ . Con el agua fluyendo a través de A y el aire solo en B habrá un intercambiador de calor indirecto. En el borde izquierdo del paquete de relleno, las zonas  $A_1$  y  $B_2$  son de doble ancho para eliminar una zona opuesta de área muerta de otro modo  $A_2$  ya que no hay  $B_0$  para fluir detrás de la misma.

El relleno estándar como se ilustra da como resultado canales individuales que discurren desde la parte superior hasta la parte inferior del relleno.

Las Figuras 11-13 ilustran una forma según la cual puede fabricarse la realización de la Figura 10. La Figura 11 muestra las partes que pueden montarse para hacer los dos conjuntos de láminas alternantes. La Figura 12 muestra el conjunto de piezas para realizar el montaje A, un primer conjunto de láminas y la Figura 13 muestra el conjunto de piezas para hacer el montaje B, un segundo conjunto de láminas. Las líneas continuas representan superficies de unión con crestas/nervaduras donde las láminas están unidas entre sí para crear los canales; las líneas discontinuas indican un extremo de la pieza, que está unida a una parte de la misma lámina para crear una lámina montada. Cada nervadura/cresta en el lado frontal de las partes A, B y C, tiene una nervadura/cresta correspondiente en el lado inverso. Una vista en sección transversal de la Parte B se muestra en la Figura 13A. Estas tres partes diferentes se ensamblan como se muestra en las Figuras 12 y 13.

En el montaje A, la Parte "A" se une sobre la Parte "B" como se muestra. Yendo de arriba hacia abajo, la Parte "A", en general, se indexará sobre una columna a la derecha. En la parte inferior del montaje, la Parte "A" se voltea  $180^\circ$  horizontalmente y se indexará sobre una columna a la izquierda devolviendo efectivamente la salida de la columna por debajo de su entrada original. La columna más a la izquierda se convierte en una columna doble debido al efecto del borde del paquete de relleno. El centro de la lámina identifica si una columna transporta agua o aire. Como se ilustra, las columnas en el montaje A se alternan entre agua y aire con la columna más izquierda siendo una columna de agua.

En el montaje B, la Parte "C" está unida por encima de la Parte "B" como se muestra en la Figura 13. En general, la Parte "C" dirigirá cada columna directamente hacia abajo. En la parte inferior del montaje la Parte "C" está volteada  $180^\circ$  verticalmente. El centro de la lámina identifica si una columna es una columna de agua o de aire. Como se ilustra, las columnas en el montaje B alternan entre agua y aire con la columna más izquierda siendo una columna de aire.

El paquete de relleno se construye alternando el montaje A con el montaje B. En la vista en sección transversal, cada columna de agua en el montaje A se intercala entre dos columnas de aire en el montaje B; uno en frente y uno detrás. Del mismo modo, cada columna de agua del montaje B se intercala entre dos columnas de aire en el montaje A. A continuación se construye un intercambiador de calor indirecto donde el agua caliente en una columna es enfriada por el aire frío que pasa en las columnas que están delante y detrás de la misma.

La ventaja de la realización ilustrada en las Figuras 11 a 13 es que en lugar de una lámina intermedia completa, solo se necesita la parte superior e inferior de la lámina intermedia. Para un paquete de 4 pies de alto con columnas de 8" de ancho, la altura combinada de la Parte "A" y la Parte "C" sería 16", ahorrando dos tercios del material de la lámina intermedia. Dado que cada otra lámina es una lámina intermedia, esta realización ahorrará el 33 % de los materiales para un paquete de 4 pies e incluso más para paquetes más altos.

La Figura 14A ilustra una sección transversal de la parte B, de la Figura 11.

La Figura 14B ilustra una sección transversal tomada en el medio del paquete de relleno ilustrado en la Figura 10. Las nervaduras/crestas de las láminas se han exagerado para mostrar puntos de sellado. Se muestra una lámina individual en línea pesada en el medio del paquete. Cada lámina es una imagen especular de las láminas adyacentes en cada lado. Cada conjunto de láminas adyacentes define un conjunto de canales. Toda la transferencia de calor se produce a través de estas láminas. Las trayectorias del agua se representan con un patrón entrecruzado. Las áreas de sección transversal de las trayectorias del agua y del aire son iguales y deberían dar como resultado un flujo de aire dividido del 55 % /45 % con carga de agua típica. Se muestra un patrón de tablero de ajedrez de canales de aire y canales de agua.

La Figura 15 muestra una realización en la que el perfil de las láminas se modifica de modo que los canales de agua designados (con patrón entrecruzado) son más pequeños que la trayectoria designada del aire. Esto dará como resultado un flujo de aire dividido de manera que la cantidad de aire que pasa a través de la trayectoria del aire es >

55 %. El flujo de aire dividido se puede modificar cambiando la relación del área de trayectoria del agua al área de trayectoria del aire. De nuevo, una lámina individual se muestra en una línea pesada en el medio del paquete. Cada conjunto de láminas adyacentes, con cada lámina siendo una imagen especular de las láminas adyacentes, define un conjunto de canales.

La Figura 16 muestra otra realización de la invención. Esta realización elimina completamente el montaje de láminas de múltiples elementos de las Figuras 11-13. Según esta realización, el relleno bizonal completo puede construirse usando una única lámina de repetición. En la Figura 16, las 16 líneas individuales indican una cresta de unión que sale del plano de la lámina, y las líneas dobles indican una cresta de unión que entra en el plano de la lámina. Las líneas triples indican una cresta de unión que sale de la lámina a continuación de una cresta de unión que entra en la lámina. La lámina es simétrica alrededor de un eje horizontal en la sección media. Tomando una primera lámina que tiene la orientación mostrada en la Figura 16, y uniendo una segunda lámina volteada 180° alrededor de este eje encima de la primera lámina, las superficies de unión indicadas por líneas individuales se acoplarán y formarán los canales indicados por las líneas pesadas en la Figura 17.

Al unir una tercera lámina volteada 180° alrededor de este eje detrás de la primera lámina, las superficies de unión indicadas por líneas dobles se acoplarán y formarán los canales indicados por las líneas pesadas en la Figura 18. Por lo tanto, con múltiples copias de esta única lámina, se puede montar un paquete de relleno sin recurrir a la construcción de tres partes mostrada en las Figuras 11-13 o con láminas intermedias de relleno corrugadas. Al igual que con diseños anteriores, el área de sección transversal de la trayectoria del agua y la trayectoria del aire se pueden ajustar cambiando la altura de las superficies de unión. La ventaja de este diseño es que elimina completamente la lámina corrugada, el conjunto se hace más simple y requiere solo un único molde para termoformado.

Sería una ventaja poder aumentar la altura del paquete de relleno sin tener que realizar moldes de termoformado separados o pegar las láminas de relleno para hacer una lámina más alta. Además, el montaje de paquetes de relleno muy alto en las torres de enfriamiento resulta difícil. La dificultad para apilar simplemente paquetes de relleno bizonales uno encima del otro es que si los canales no se alinean exactamente, el agua puede entrar en un canal de aire, reduciendo la capacidad de enfriamiento seco del paquete. Las Figuras 19 a 22 ilustran una realización de la invención que permite un paquete de relleno apilable. La Figura 19 muestra los canales rectos, y la Figura 20 muestra los canales indexados. Las líneas oscuras indican los puntos de sellado. La parte superior y la parte inferior del relleno son almenadas para permitir que los paquetes apilados se aniden juntos. Las almenas en la parte superior están separadas uniformemente con los canales de agua siempre con muesca hacia abajo y los canales de aire sobresaliendo hacia arriba. Las almenas en la parte inferior no están separadas uniformemente. El canal de agua es más estrecho y el canal de aire es más ancho. El canal de agua se estrecha a una forma de embudo. El perfil del canal de aire inferior es ligeramente más profundo y más ancho que el perfil del canal de agua. Cuando se apilan paquetes de relleno, el fondo de los canales de agua de un paquete tocarán entonces la parte superior de los canales de agua del siguiente paquete, mientras que un espacio permanecerá entre los canales de aire de los dos paquetes. Esta disposición evitará que el agua de un canal de agua se filtre a un canal de aire.

Máquinas de termoformado típicas utilizadas para fabricar relleno tienen un área de formación máxima de aproximadamente 4" x 4". El relleno se puede formar más grande que este en una dirección si hay un patrón de repetición. Las Figuras 21 y 22 ilustran una realización que permite ensamblar paquetes de relleno más anchos. Las líneas pesadas indican puntos de sellado. Las áreas sombreadas muestran potenciales líneas de corte. Ambas Figuras 21 y 22 indican líneas de corte después de cada uno de 2 motivos repetidos. Si, por ejemplo, cada motivo era de 3" de largo en una lámina de 4" de ancho, entonces se podrían ensamblar paquetes de relleno que fuesen de 6" o 9" de ancho por 4" de alto. Al apilar dos capas de paquetes de relleno almenados, una torre de enfriamiento podría estar equipada con 8" de alto de relleno.

La Figura 23 ilustra una modificación de la Figura 10 de manera que las columnas se indexan solo a 1/2 ancho de columna a la izquierda. La Figura 24 ilustra la segunda lámina en este diseño donde todas las columnas están indexadas a 1/2 ancho de columna a la derecha. La Figura 23 muestra una realización de la invención donde, como la Figura 10, el intercambiador de calor indirecto (sombreado) cubre más del 50 % del área del paquete de relleno. En la parte superior e inferior de cada columna, los triángulos sin sombrear son áreas donde no hay contacto indirecto de una columna de aire con una columna de agua y, por lo tanto, no hay transferencia de calor indirecta. La buena práctica tiene la hipotenusa de estos triángulos para ser al menos 45° desde la horizontal. Si una columna era de 1 pie de ancho, entonces el área de cada triángulo sería de 0,5 pies<sup>2</sup> para un área total de 1 pie<sup>2</sup> de intercambiador de calor no indirecto por columna. Esta área es la misma independientemente de la altura de una columna. Para una columna de 4" de alto, el 25 % del área de la columna no forma parte del intercambiador de calor indirecto; para una columna de dos pies de alto, esto aumentaría al 50 %.

Ambas columnas exteriores son ahora columnas de doble ancho, en comparación con la realización de la Figura 10 en la que solo el lado izquierdo era una columna doble. Pero como la realización de la Figura 10, las columnas dobles son intercambiadores de calor indirectos ya que un canal doble de agua se intercalará entre dos canales dobles de aire. En la Figura 24, las áreas de contacto no indirecto entre las columnas de agua y de aire están sombreadas. Si las columnas son de 1 pie de ancho y los ángulos están de nuevo a 45°, los triángulos sombreados son  $\sqrt{((1/2)^2 + (1/2)^2)} = 0,707$ " en un lado. El área de cada triángulo sombreado es  $(0,707)^2 \times 1/2 = 1/4$  pie<sup>2</sup>. En la Figura

24 hay 8 triángulos sombreados para un total de 2 pies<sup>2</sup>. Si la lámina es de 6" de ancho por 4" de alto, entonces hay 24 pies<sup>2</sup> de área de lámina. El área que no forma parte del intercambiador de calor indirecto es  $2/24 = 8,3\%$ . Incluso si la lámina solo era de 2" de altura, el porcentaje de área que no forma parte del intercambiador de calor indirecto es solo  $2/12 = 16,7\%$ .

Las Figuras 25 y 26 ilustran cómo esta realización puede termoformarse en un equipo estándar para hacer paquetes de relleno de resina y eliminar el requisito de apilamiento. Los diseños de las Figuras 25 y 26 consisten en un motivo de repetición de dos pies de largo sobre una lámina de cuatro pies de ancho. El motivo repetitivo se muestra con líneas discontinuas. Este motivo repetitivo permite construir un paquete de relleno de cuatro pies de ancho en alturas de 2", 4", 6", 8", etc. En las Figuras 25 y 26 se muestran líneas de corte que produciría un paquete de relleno de 6" de altura. En la Figura 26 áreas donde no habrá un intercambiador de calor indirecto se ilustran como 4 áreas en forma de diamante y 4 áreas en forma triangular. Cada área de forma triangular es  $\frac{1}{4}$  de pie<sup>2</sup> mientras que cada área en forma de diamante es de  $\frac{1}{2}$  pie<sup>2</sup>. El área total sin intercambiador de calor indirecto es entonces 3 pies<sup>2</sup>. Dado que cada lámina es de 24 pies<sup>2</sup>, habrá  $21/24 = 87,5\%$  del área de relleno como un intercambiador de calor indirecto.

Esta invención requerirá un procedimiento diferente de distribución de agua que una torre de enfriamiento estándar. Cada columna de agua requerirá una ramificación de pulverización separada. Al alinear los paquetes de relleno, una sola ramificación de pulverización puede extenderse toda la longitud o ancho de una celda. Con una columna de 1" de ancho, necesitaría haber una ramificación de pulverización cada 1 pie. El número de ramificaciones de pulverización se puede reducir al tener 2 sistemas de pulverización separados. Uno sería un sistema de pulverización estándar y se usaría cuando la torre estuviese operando en un modo completamente húmedo. Se ubicaría un segundo sistema de pulverización sobre cada otra columna y se usaría cuando el sistema estuviese funcionando en un modo "seco". En una celda típica 36" x 36", esto dará como resultado 18 ramificaciones de pulverización adicionales para usarse cuando se opere en el modo seco. El número de ramificaciones de pulverización se puede reducir alineando los paquetes de relleno como se muestra en la Figura 27. Los paquetes de relleno usados en la Figura 27 son de 4" de largo por 1" de por 6" de alto, aunque la altura no es importante. Cada paquete de relleno tiene 17 láminas separadas aproximadamente 0,75". Los paquetes de relleno mostrados tienen cuatro canales como se muestra en las Figuras 25 y 26, aunque cualquiera de las realizaciones de la invención podría usarse fácilmente. Al alternar la orientación de los bloques cuando se monta el relleno en algunos lugares, las dos columnas de agua se acercarán entre sí permitiendo una única ramificación de pulverización para alimentar dos columnas. En la celda de 36" de ancho mostrada en la Figura 27 solo se requieren 14 ramificaciones de pulverización secundarias.

Esta cantidad mínima de ramificaciones de pulverización adicionales es una mejora dramática sobre la técnica anterior. La patente US-3.997.635 describe el uso de boquillas de pulverización separadas entre láminas paralelas. Se usan diseños similares en las patentes de Estados Unidos 4.337.216 y 5.775.409. En esta técnica anterior, para formar un intercambiador de calor indirecto, se deben colocar ramificaciones de pulverización a lo largo de cada otra lámina. Para la celda de la Figura 27, la técnica anterior requeriría 8 ramificaciones de pulverización cada una de 36" de largo para cada pie de ancho de celda. Dado que la celda es de 36" de ancho, esto dará como resultado  $8 \times 36 = 288$  ramificaciones de pulverización. Sería poco práctico equipar una celda de esta manera. Como se señaló en el párrafo anterior, con esta invención la celda podría tratarse con tan solo 14 ramificaciones de pulverización adicionales.

Las descripciones de esta invención no tienen material de construcción especificado. Típicamente, el relleno está hecho de PVC que tiene una baja conductividad térmica. En el modo indirecto de transferencia de calor, esta baja conductividad dañará el rendimiento. Si la lámina de PVC y las corrugaciones se mantienen delgadas, entonces se reduce el problema. Diferentes plásticos o láminas metálicas con mayor conductividad térmica mejorarían la transferencia de calor. En particular, aleaciones de acero inoxidable tales como 304 o 430 mejorarían las propiedades de enfriamiento indirecto.

## REIVINDICACIONES

1. Una torre de enfriamiento que comprende relleno de torre de enfriamiento dispuesto para el enfriamiento del agua de procedimiento con aire mediante intercambio de calor indirecto, en la que el relleno se configura con un primer conjunto de canales y un segundo conjunto de canales, dicho primer y segundo conjuntos de canales intercalados entre sí de modo que el intercambio de calor se produce a través del material que separa dichos canales entre sí, **caracterizada porque** dicho primer conjunto de canales es vertical desde la parte superior de dicho relleno hasta la parte inferior de dicho relleno, y en donde dicho segundo conjunto de canales cambia un ancho de columna en una sección superior de dicho relleno, y son verticales a través de una sección media de dicho relleno, o en donde dicho primer conjunto de canales cambia un ancho de media columna en una primera dirección en una sección superior de dicho relleno, son verticales a través de una sección media de dicho relleno, y en donde dicho segundo conjunto de canales cambia el ancho de media columna en una segunda dirección en dicha sección superior de dicho relleno, y son verticales a través de una sección media de dicho relleno.
2. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 1, que comprende un primer conjunto de cabezales de pulverización configurados para dirigir dicha agua de procedimiento solo a dicho primer conjunto de canales, y un segundo conjunto de cabezales de pulverización configurados para dirigir dicha agua de procedimiento solo a dicho segundo conjunto de canales o a todos los canales.
3. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 1, configurada para permitir el intercambio de calor entre el agua de procedimiento en dicho primer conjunto de canales y el aire en dicho segundo conjunto de canales cuando dicho primer conjunto de cabezales de pulverización está abierto, lo que permite que el agua de procedimiento fluya a través de dicho primer conjunto de canales, y dicho segundo conjunto de cabezales de pulverización se cierra.
4. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 1, en la que dichos canales se crean mediante uno o más paquetes de relleno, comprendiendo cada paquete de relleno capas de láminas corrugadas apiladas, teniendo cada lámina corrugada un eje longitudinal que se desplaza de 30° a 90° con respecto a un eje longitudinal de láminas corrugadas adyacentes, estando cada lámina corrugada separada de una lámina corrugada adyacente por una lámina intermedia.
5. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 1, en donde dichas láminas corrugadas están unidas a láminas intermedias adyacentes a lo largo de crestas de corrugación de dichas láminas corrugadas.
6. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, en donde dicho primer conjunto de canales está orientado en un ángulo de 45° con respecto a la vertical, y donde dicho segundo conjunto de canales también está orientado en un ángulo de 45° con respecto a la vertical, pero perpendicular a dicho primer conjunto de canales.
7. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, en donde dichos paquetes de relleno tienen una longitud y un ancho que son aproximadamente iguales.
8. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, en donde dichos paquetes de relleno tienen una longitud y un ancho, y en donde la longitud de dichos paquetes de relleno es de 1 a 3 veces el ancho.
9. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, en donde dichos paquetes de relleno se disponen en una pluralidad de capas a través de dicha torre de enfriamiento.
10. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, que comprende áreas abiertas entre dichos paquetes de relleno.
11. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, que comprende relleno omni-direccional dispuesto entre dichos paquetes de relleno.
12. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, en donde cada uno de dichos paquetes de relleno comprende láminas corrugadas e intermedias apiladas que se extienden a través de una pluralidad de zonas de intercambio de calor indirecto de dicha torre de enfriamiento.
13. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, en donde las láminas intermedias internas tienen esquinas biseladas para permitir la comunicación de fluido o de aire a áreas aisladas de dicho paquete de relleno.
14. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 4, que comprende una pluralidad de paquetes de relleno apilados uno encima del otro en dicha torre de enfriamiento, y en donde cada dicho paquete de relleno está orientado 180°, horizontalmente, con respecto a un paquete de relleno inmediatamente por encima y/o por debajo.

15. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 1, en donde dichos primer y segundo conjuntos de canales tienen las mismas dimensiones.
  16. Una torre de enfriamiento según la reivindicación 1, en donde dicho primer conjunto de canales es mayor en sección transversal que dicho segundo conjunto de canales.
- 5

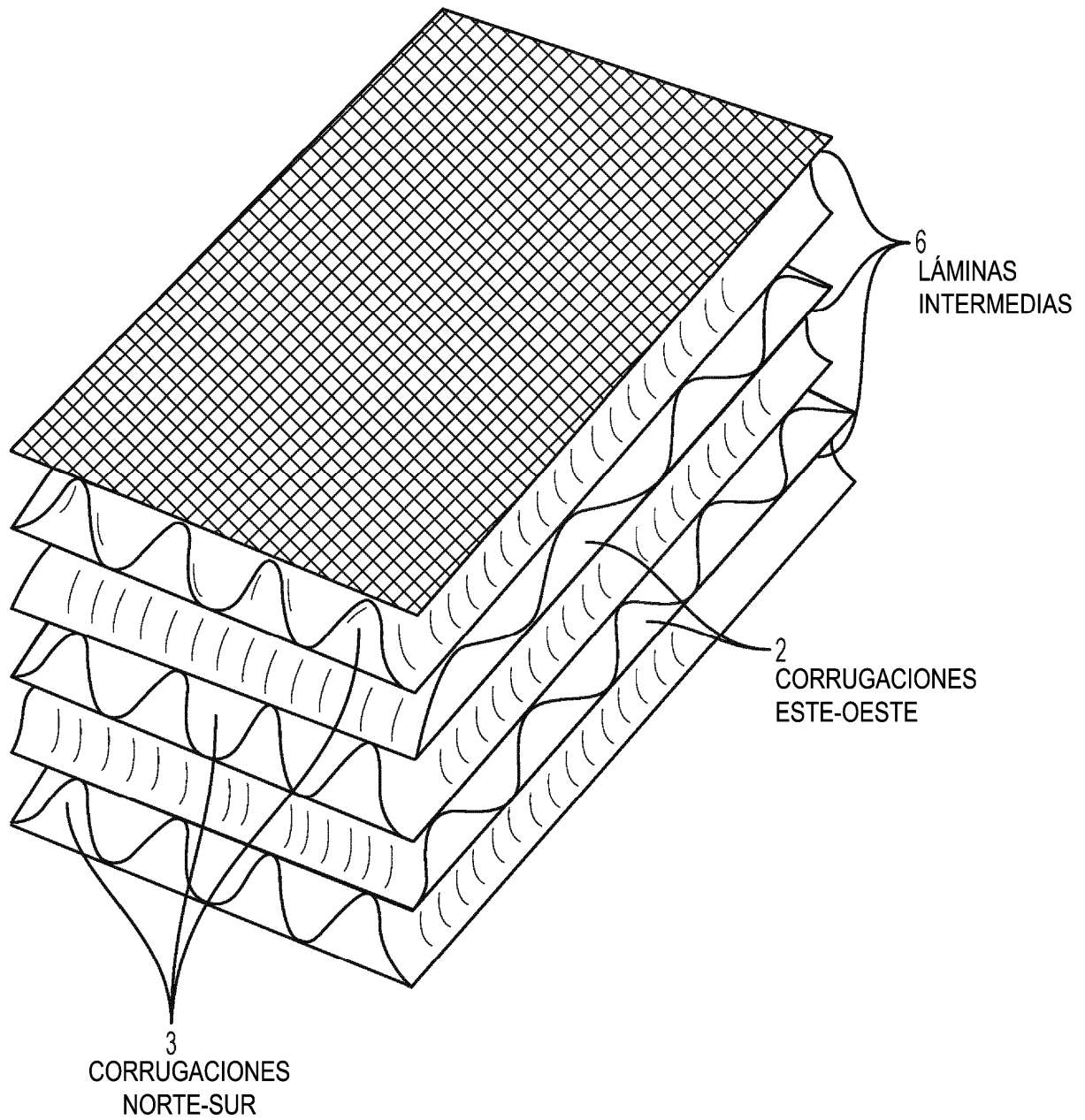


FIGURA 1

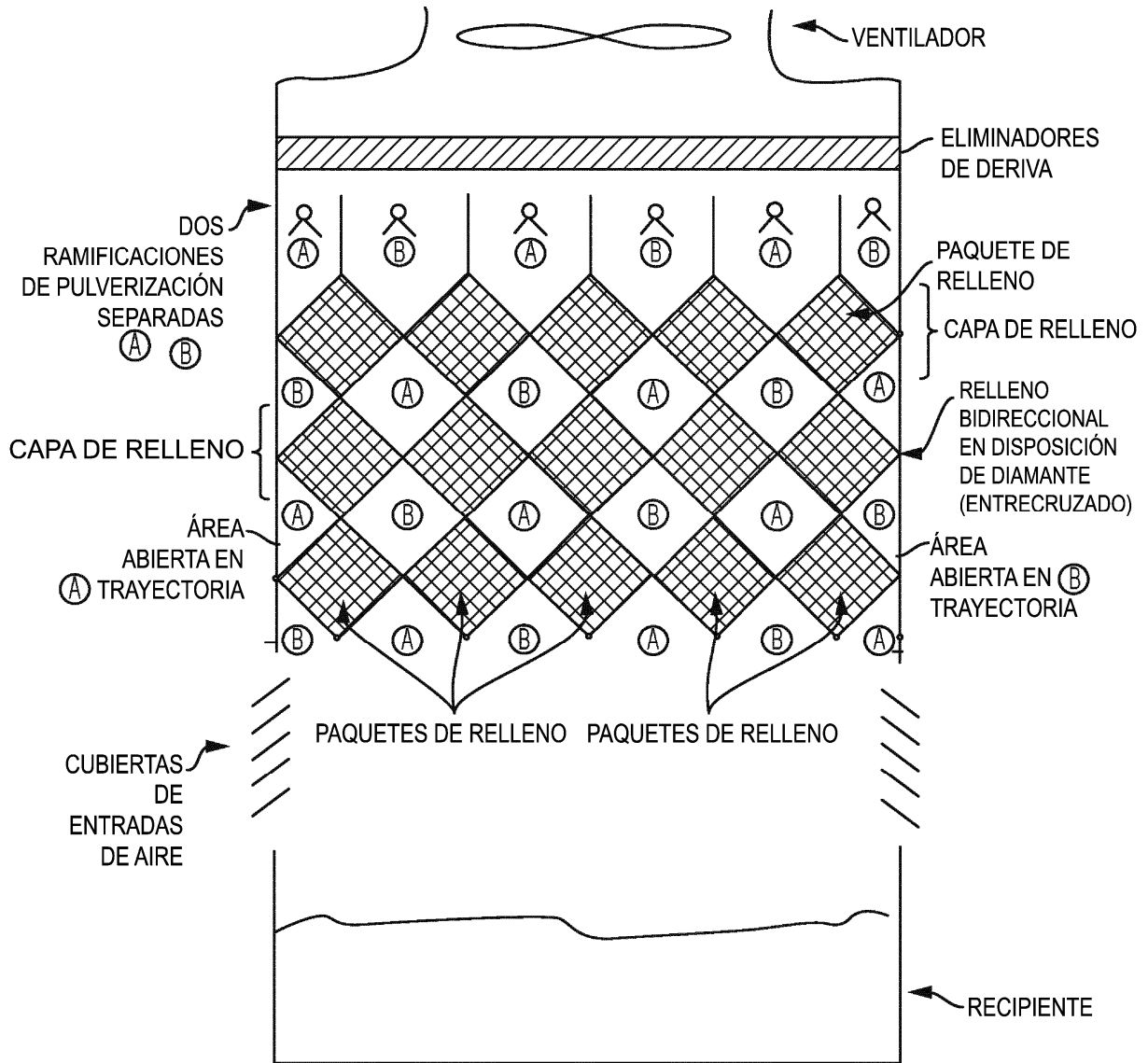


FIGURA 2A

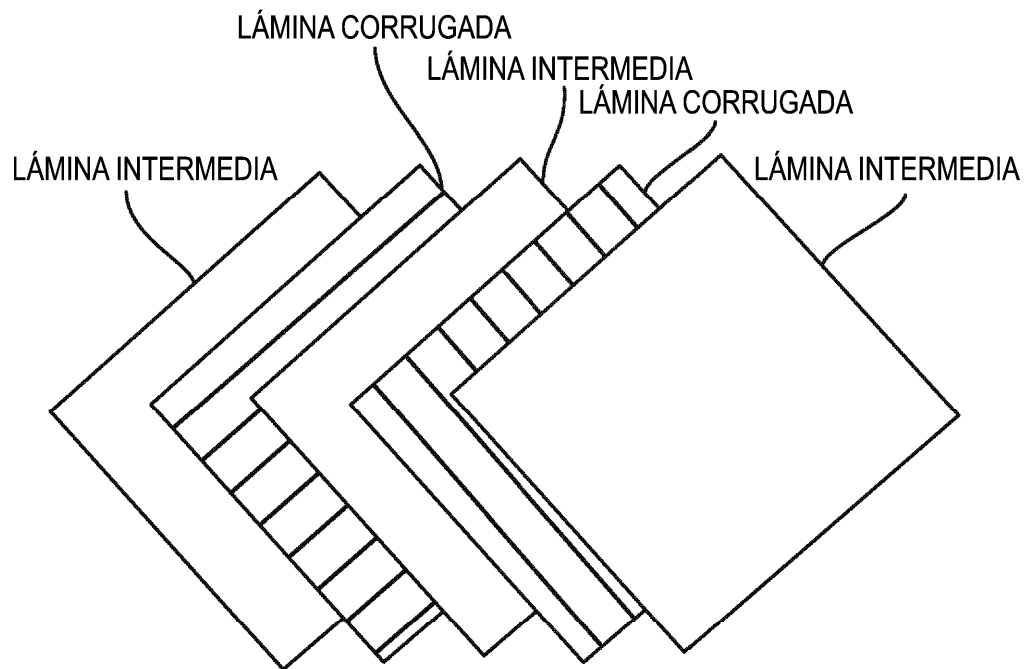
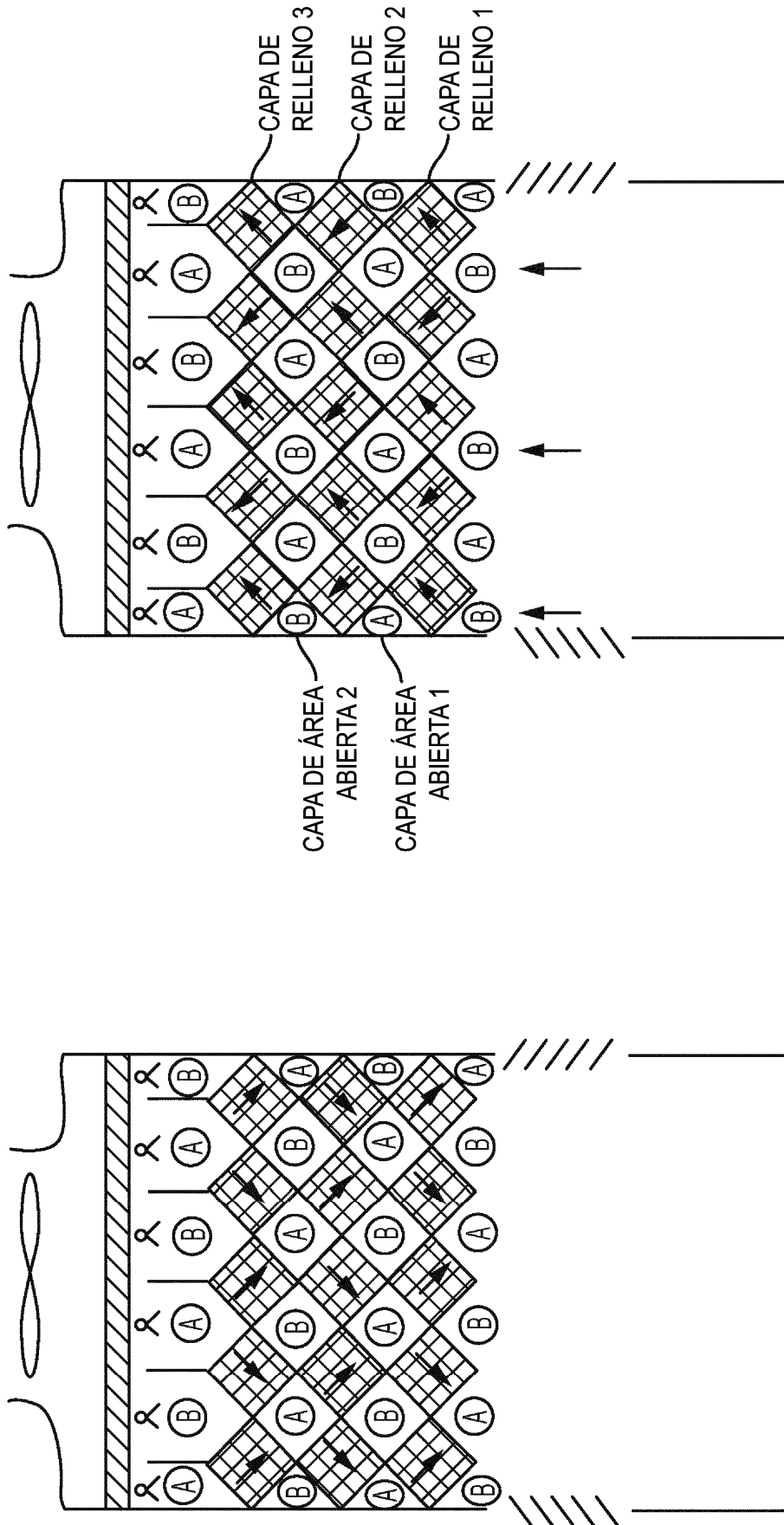


FIGURA 2B



(A) FLUJO DE AGUA

FIGURA 3A

(B) FLUJO DE AIRE

FIGURA 3B

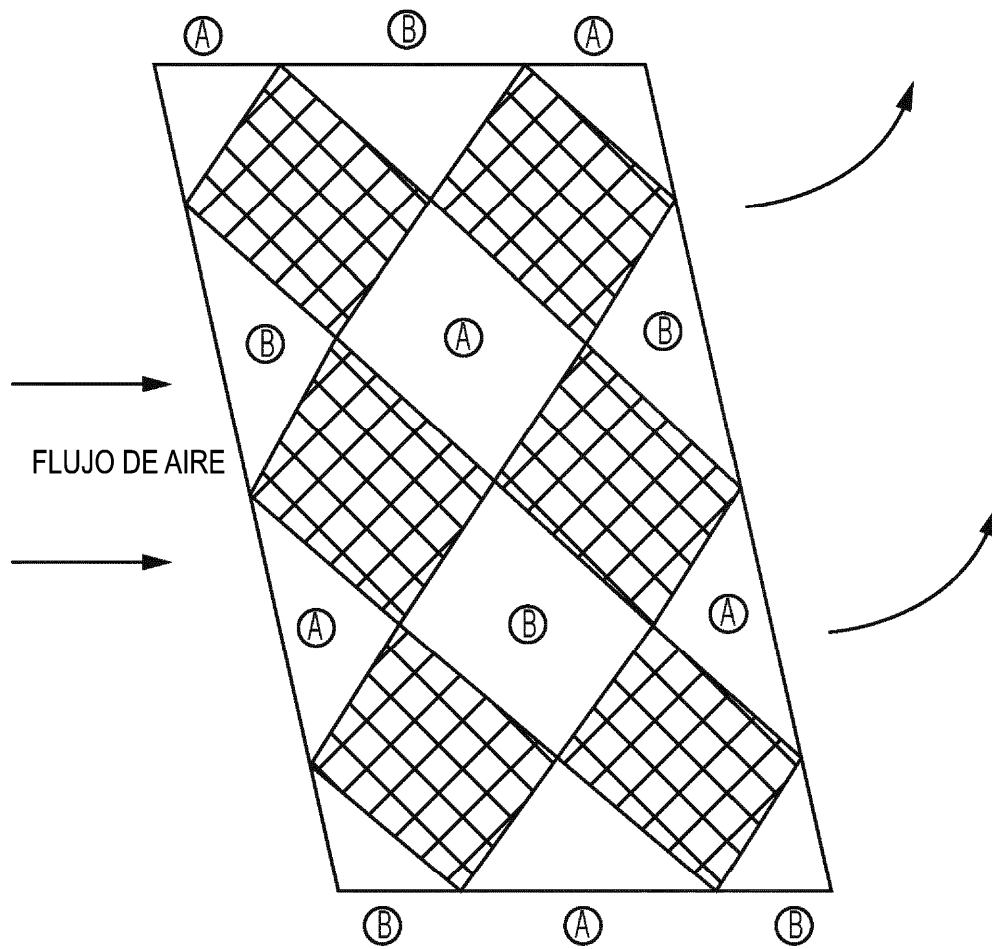


FIGURA 3C

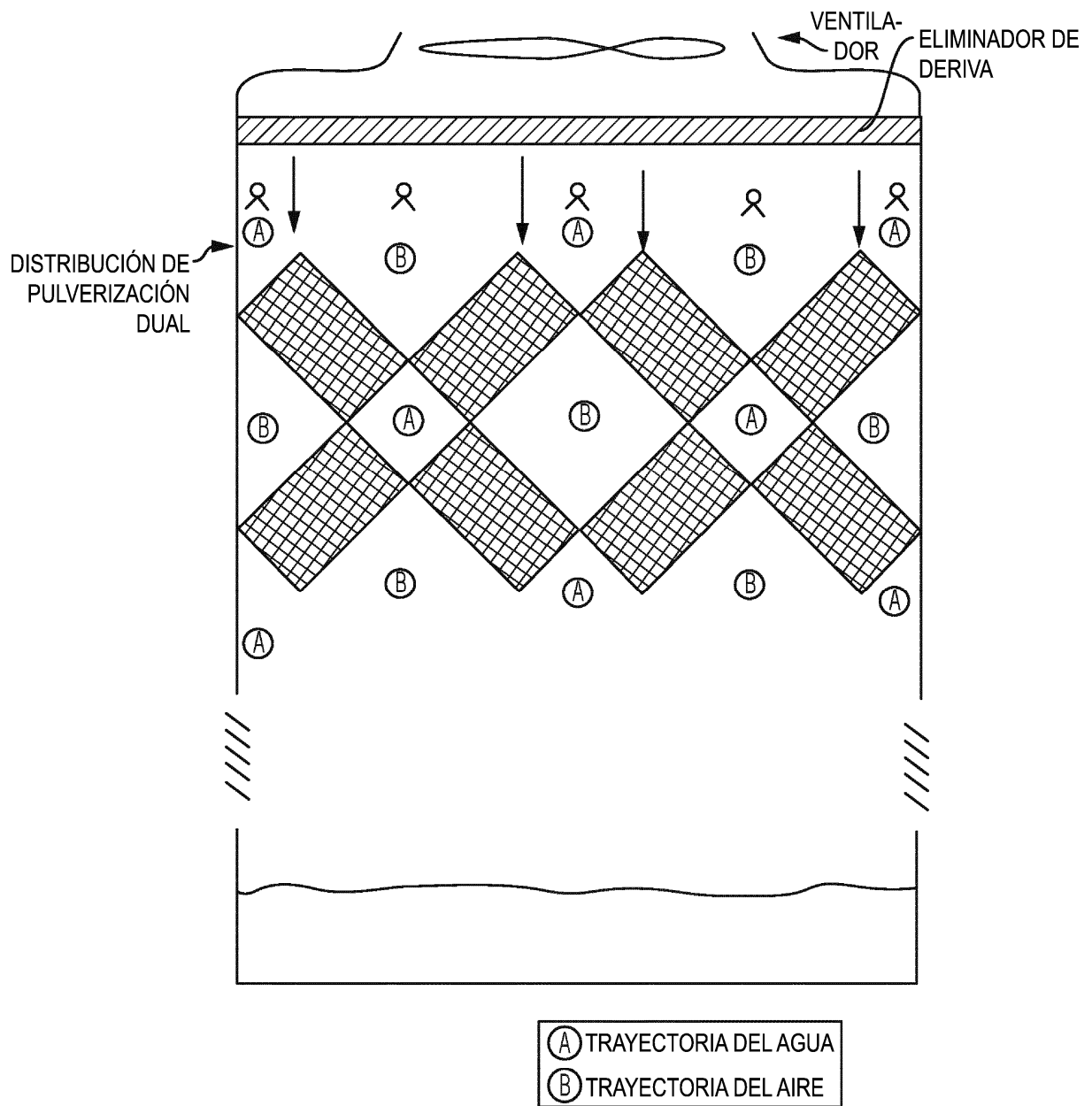


FIGURA 4

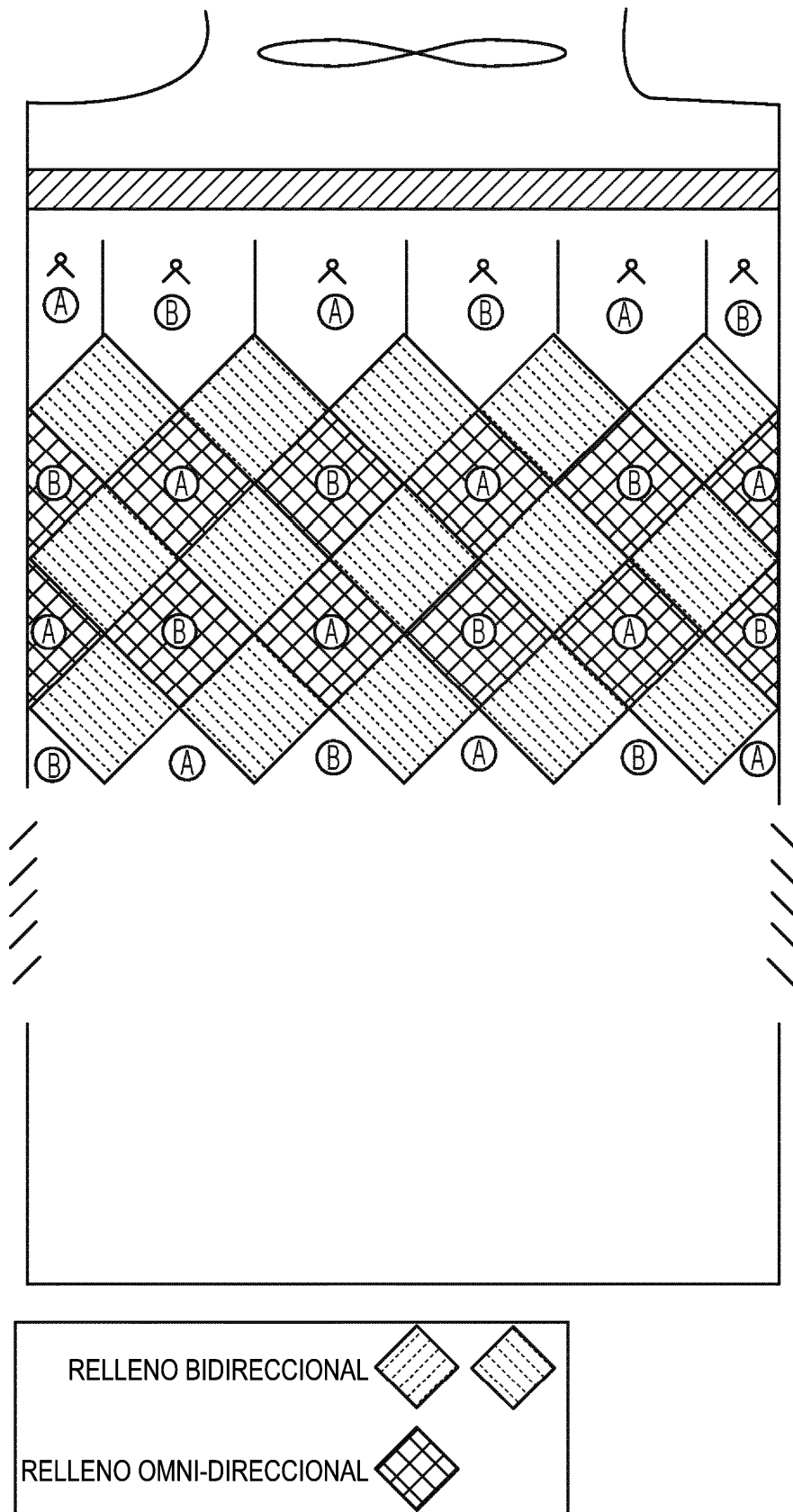


FIGURA 5

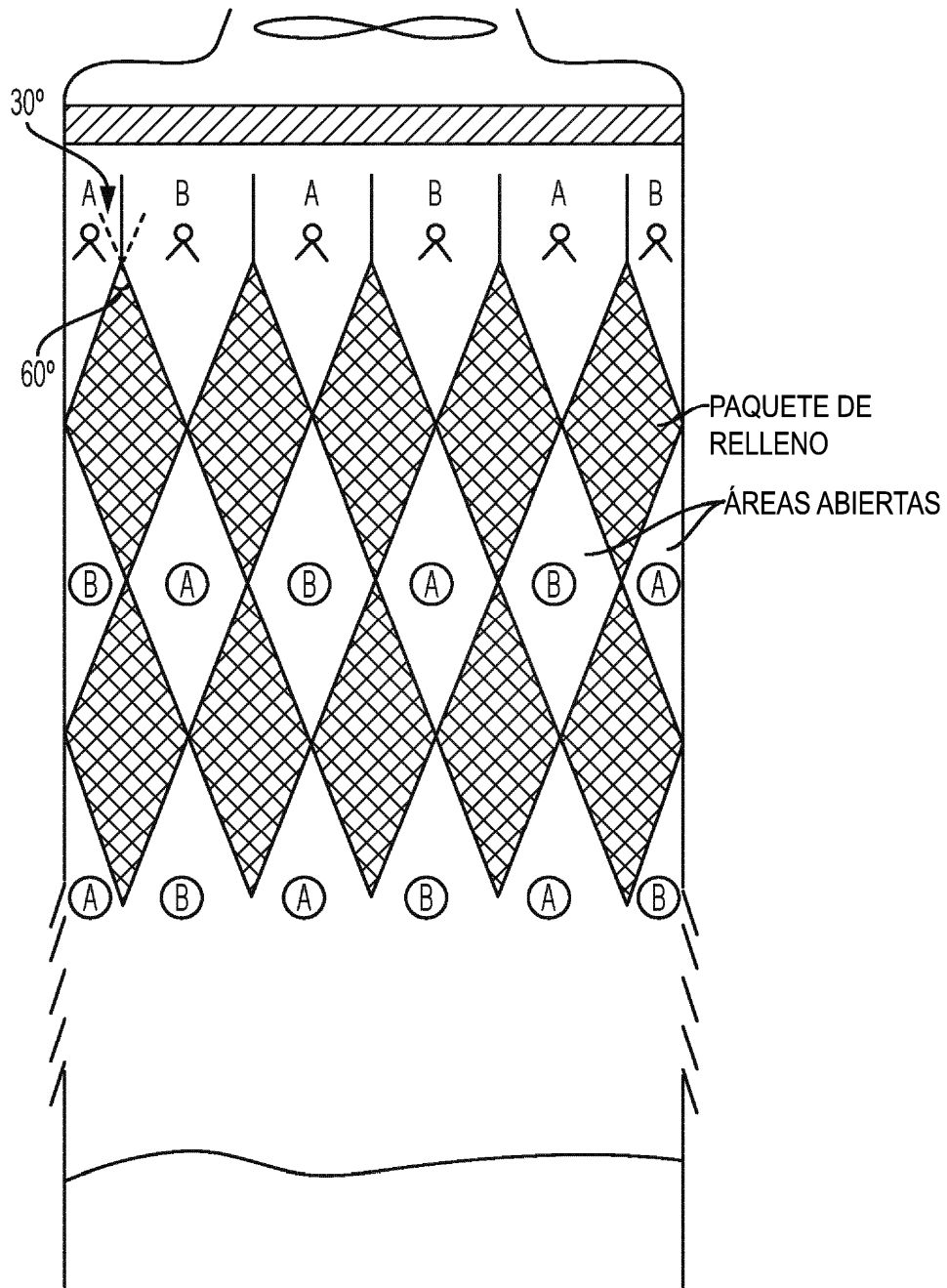
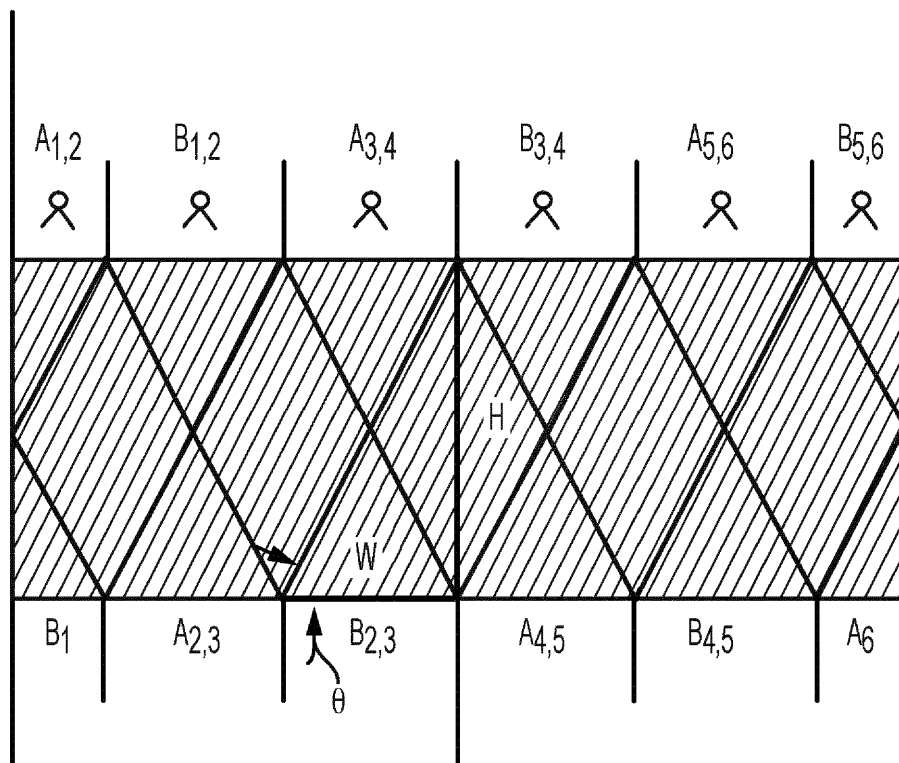


FIGURA 6



θ = ÁNGULO DE CORRUGACIONES

H=ALTURA DE TODO

W=ANCHO DE LA ZONA

$$\frac{H}{W} = \tan(\theta)$$

**FIGURA 7A**

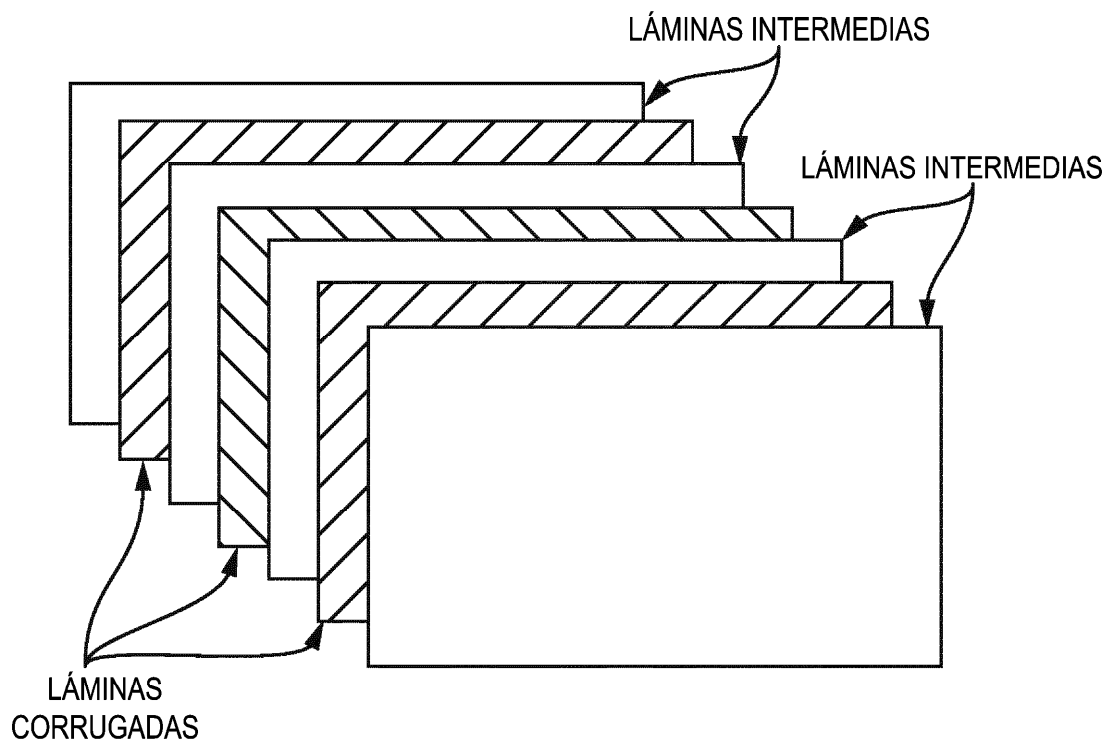


FIGURA 7B

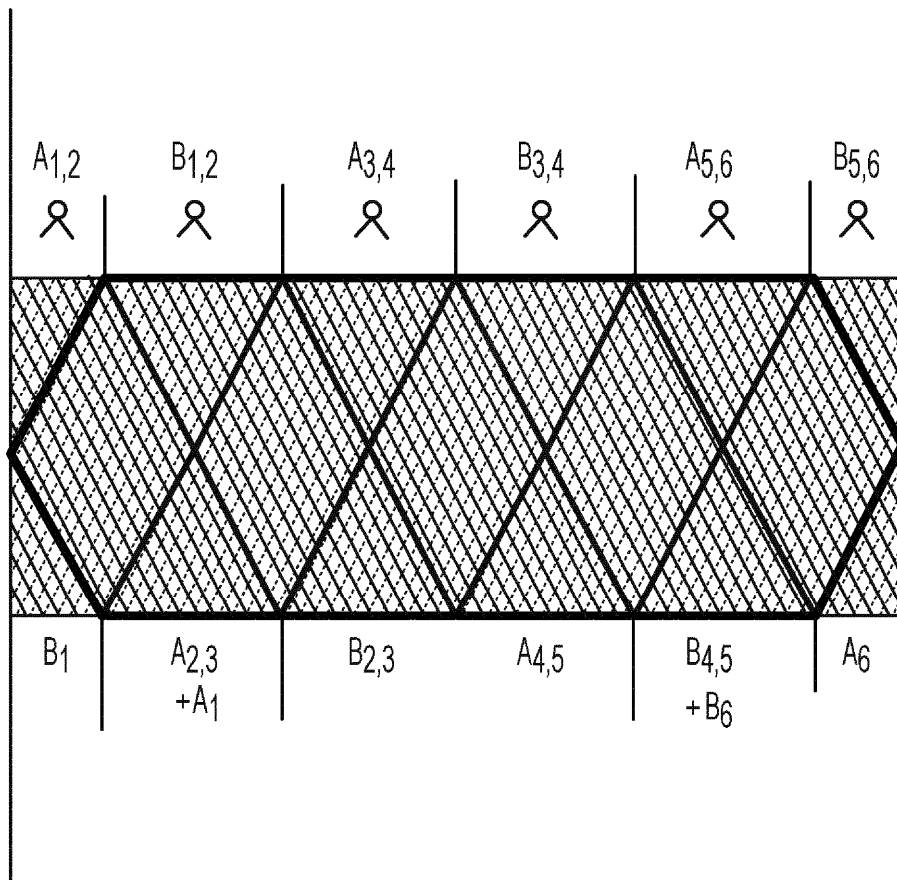


FIGURA 8A

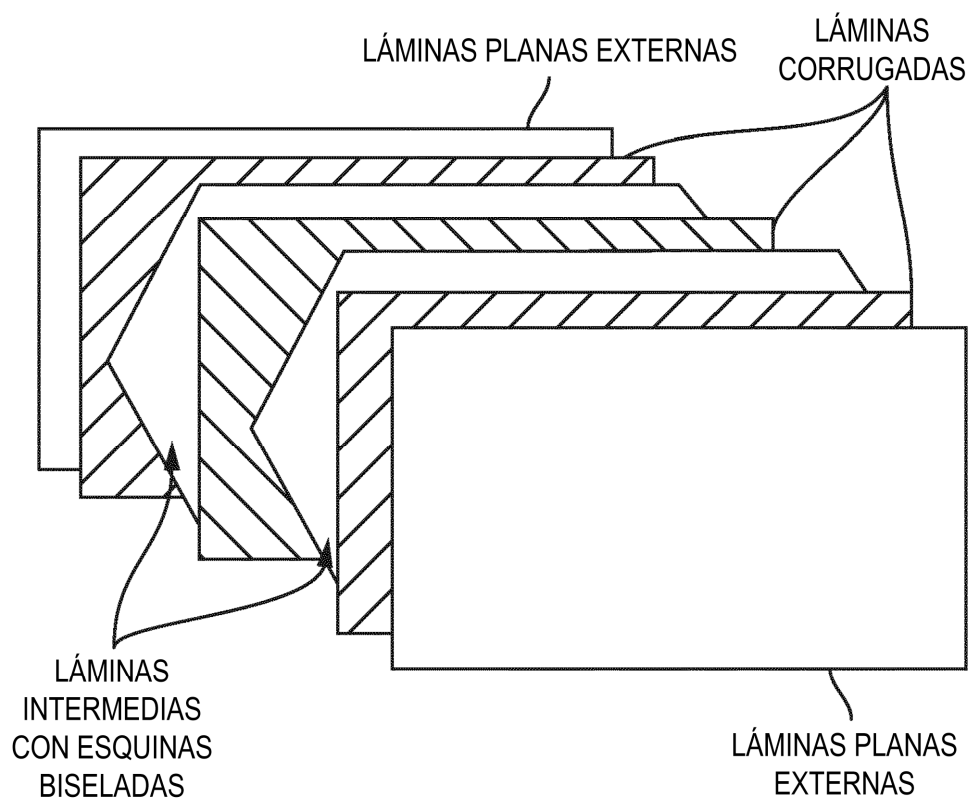


FIGURA 8B

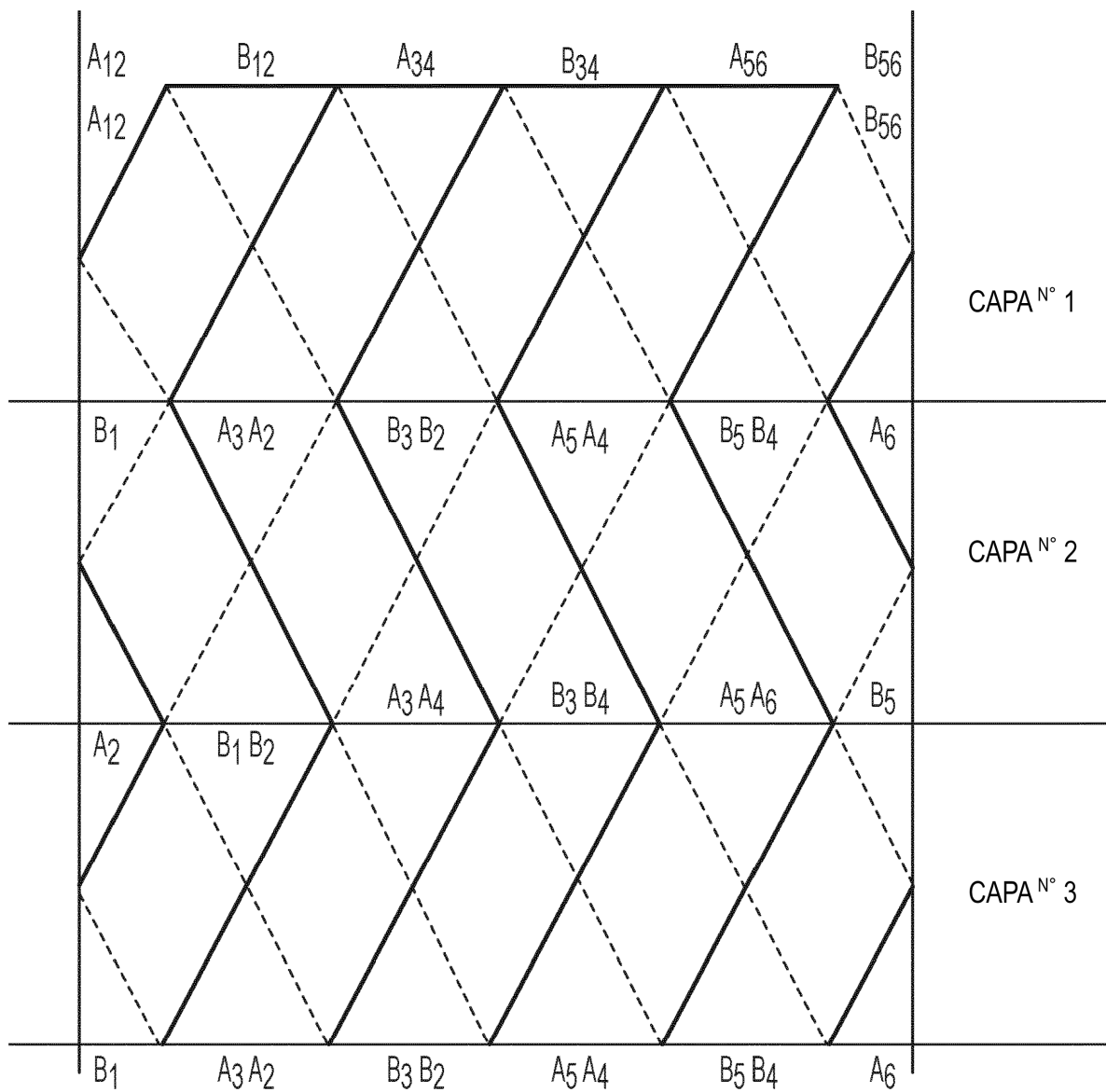


FIGURA 9A

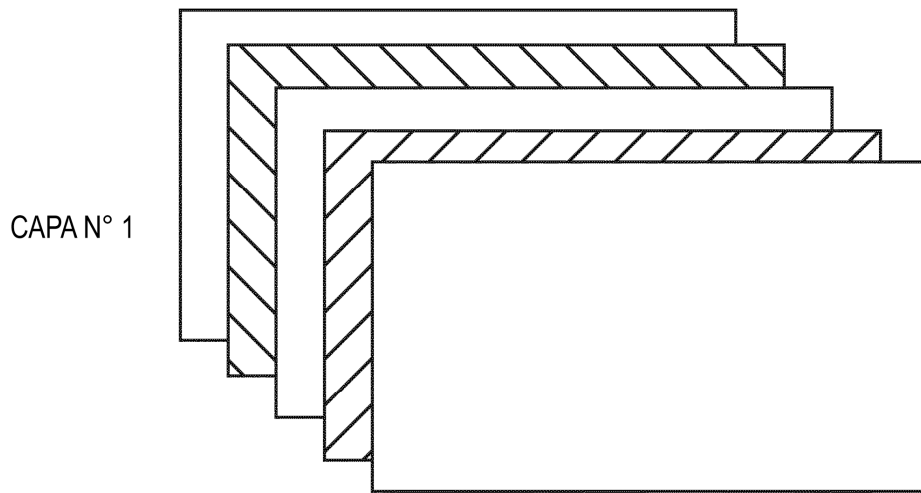


FIGURA 9B

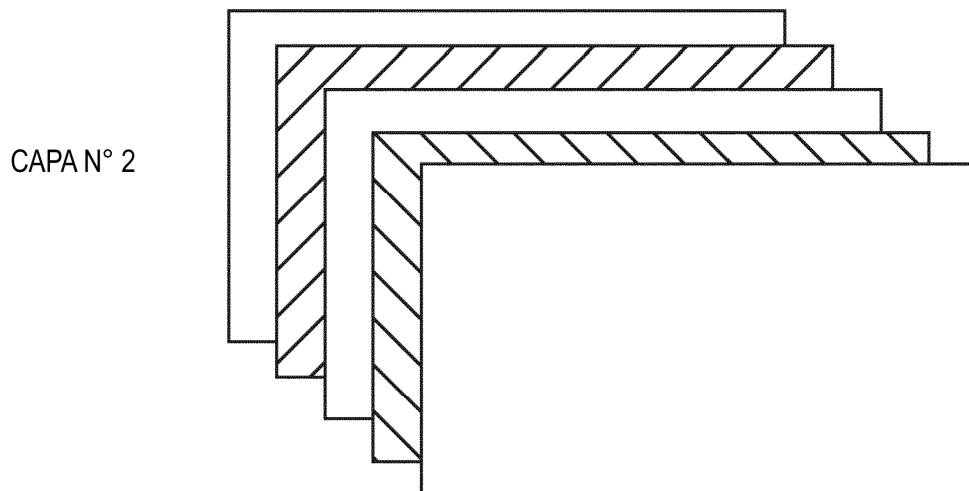


FIGURA 9C

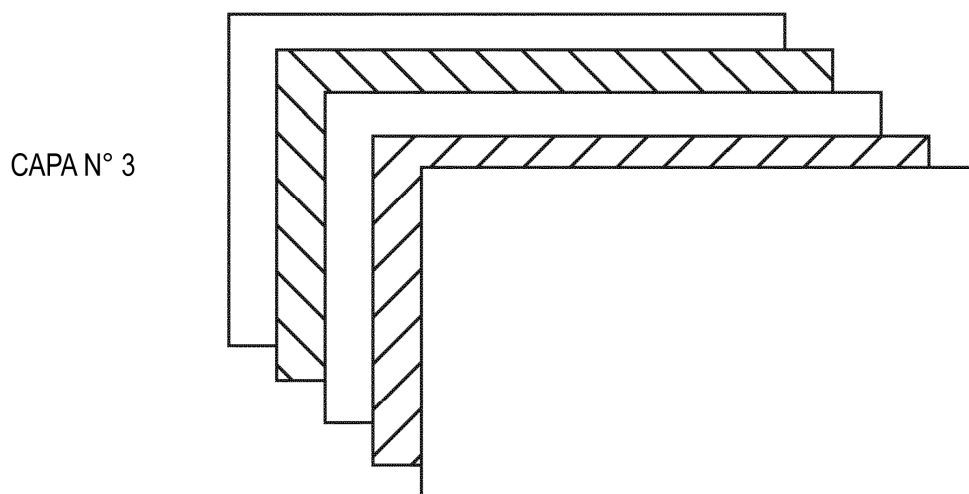


FIGURA 9D

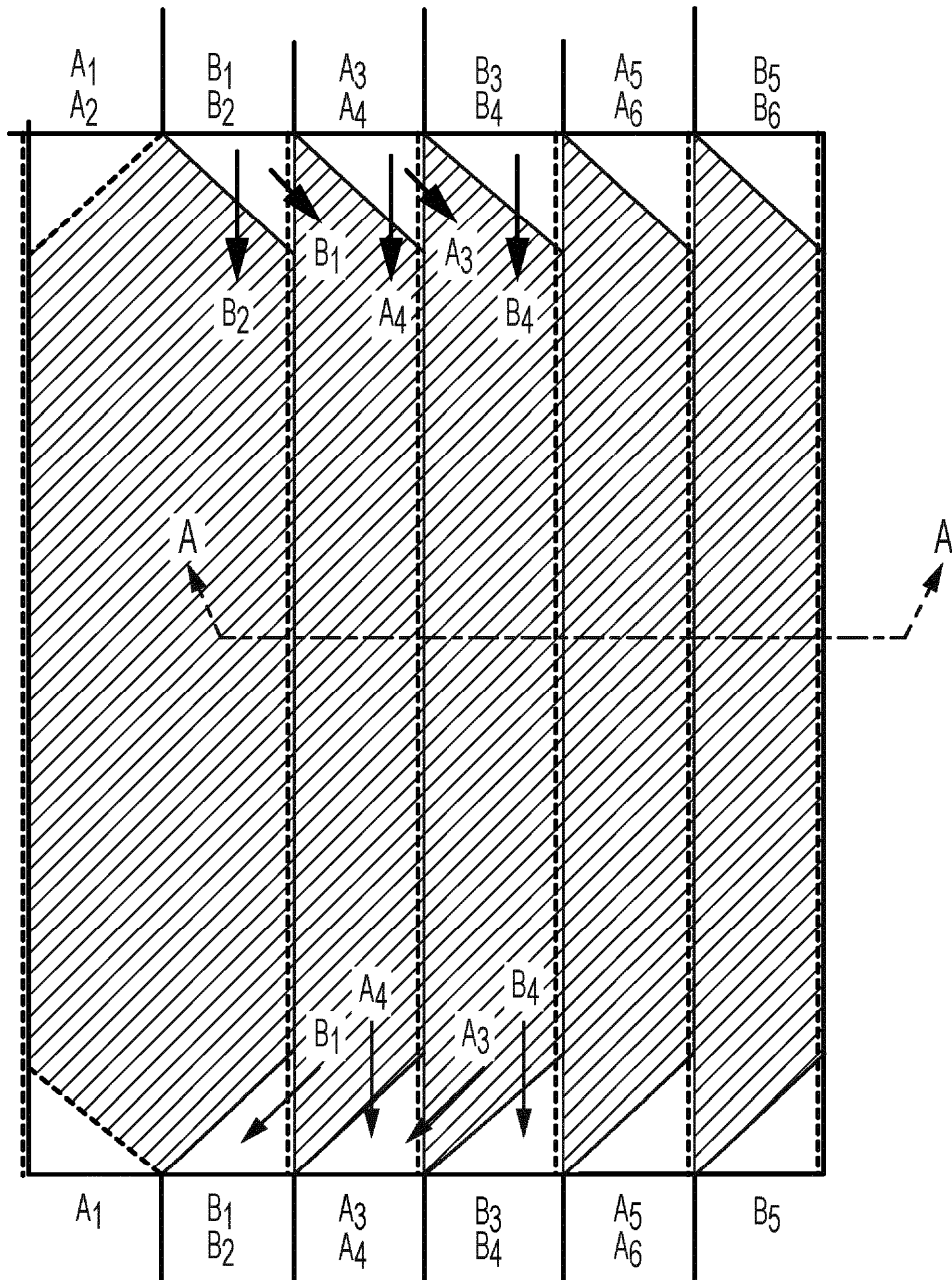


FIGURA 10

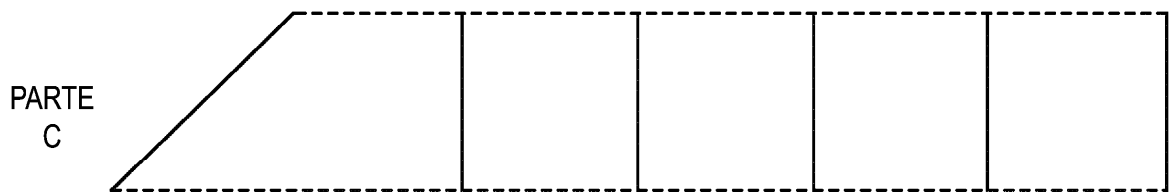
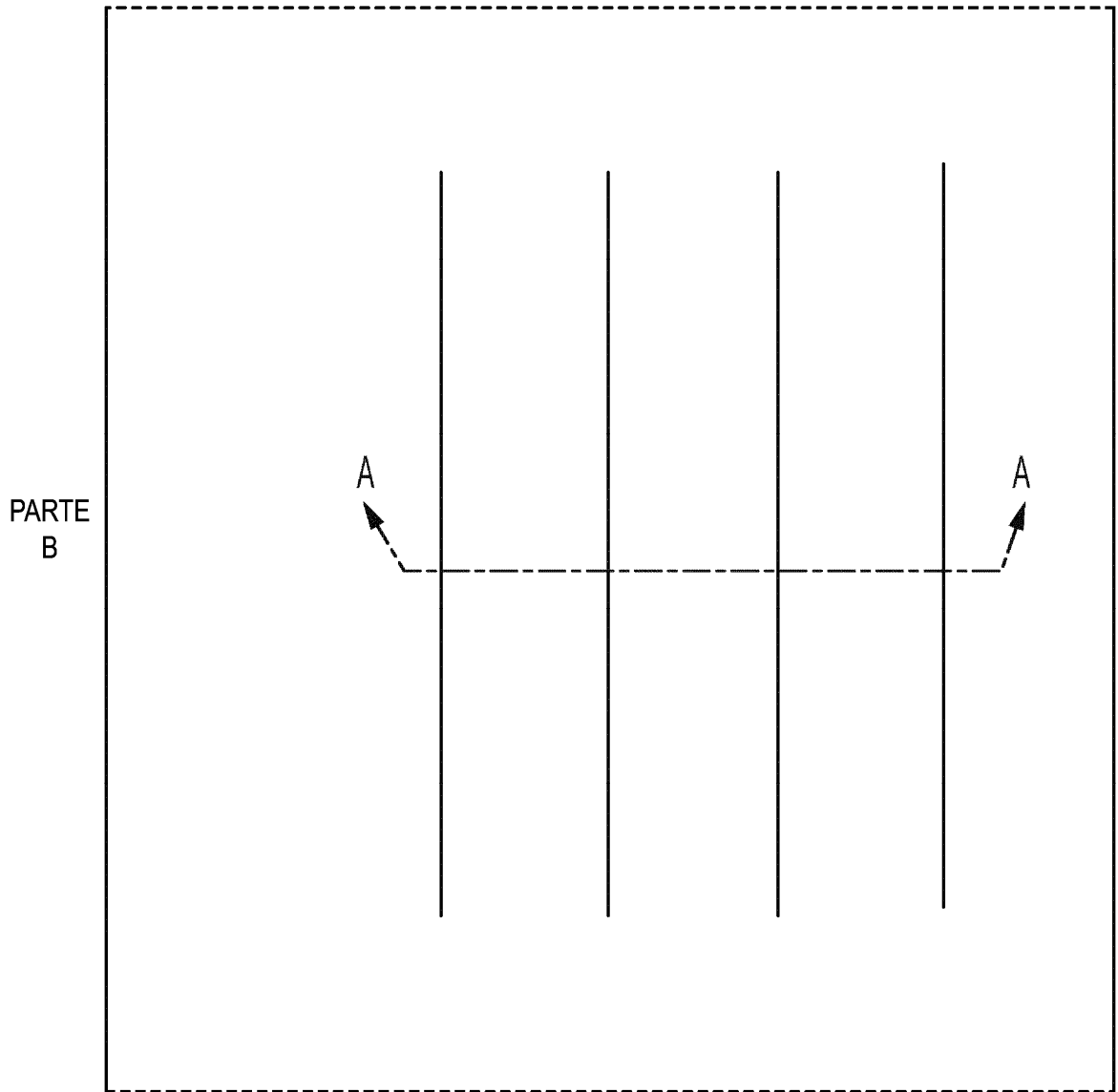
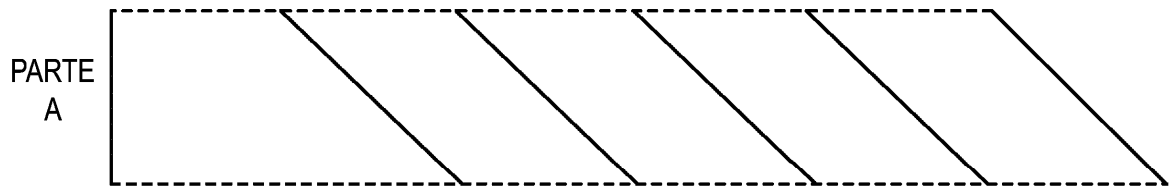
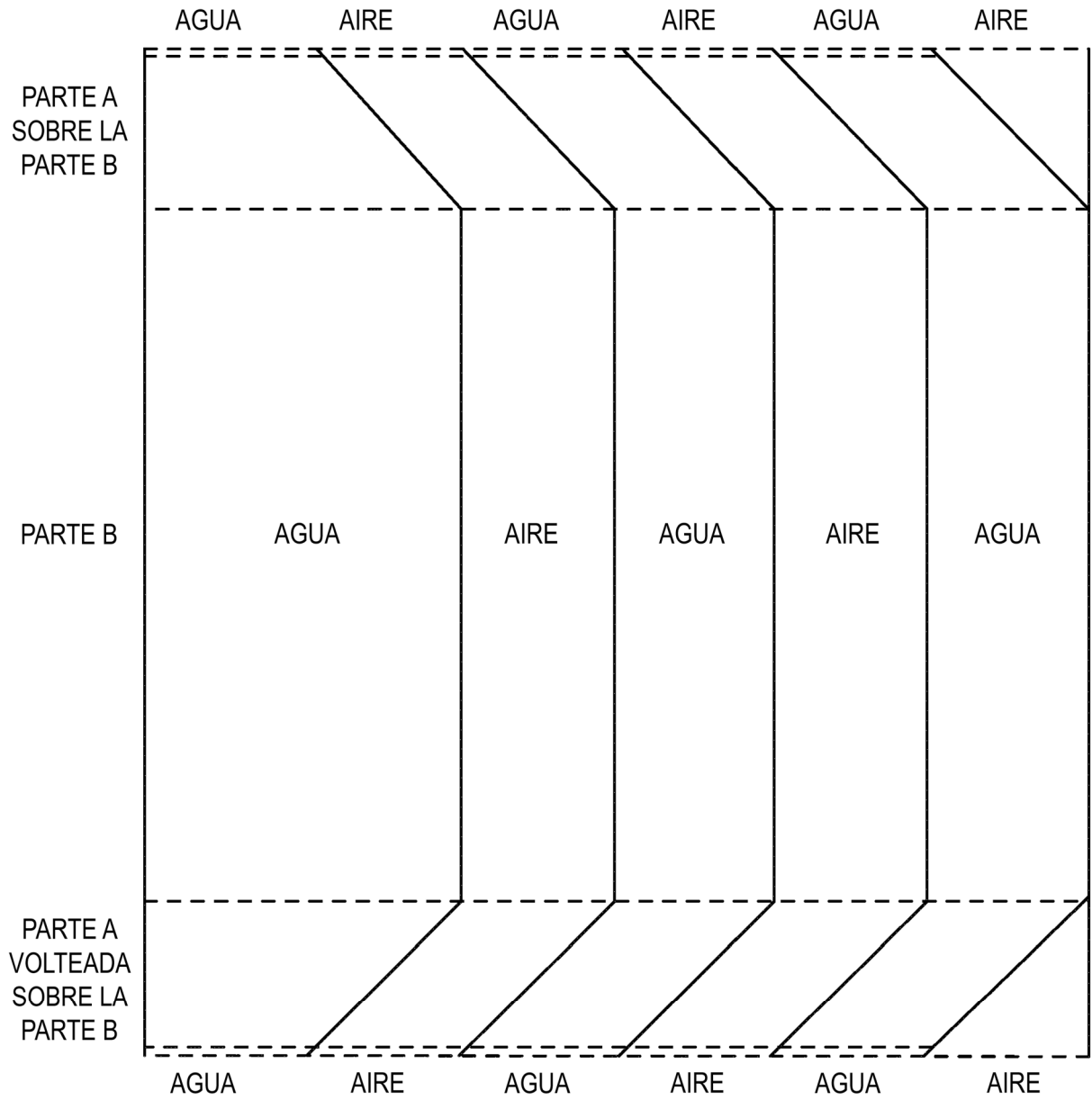


FIGURA 11



CONJUNTO A

FIGURA 12

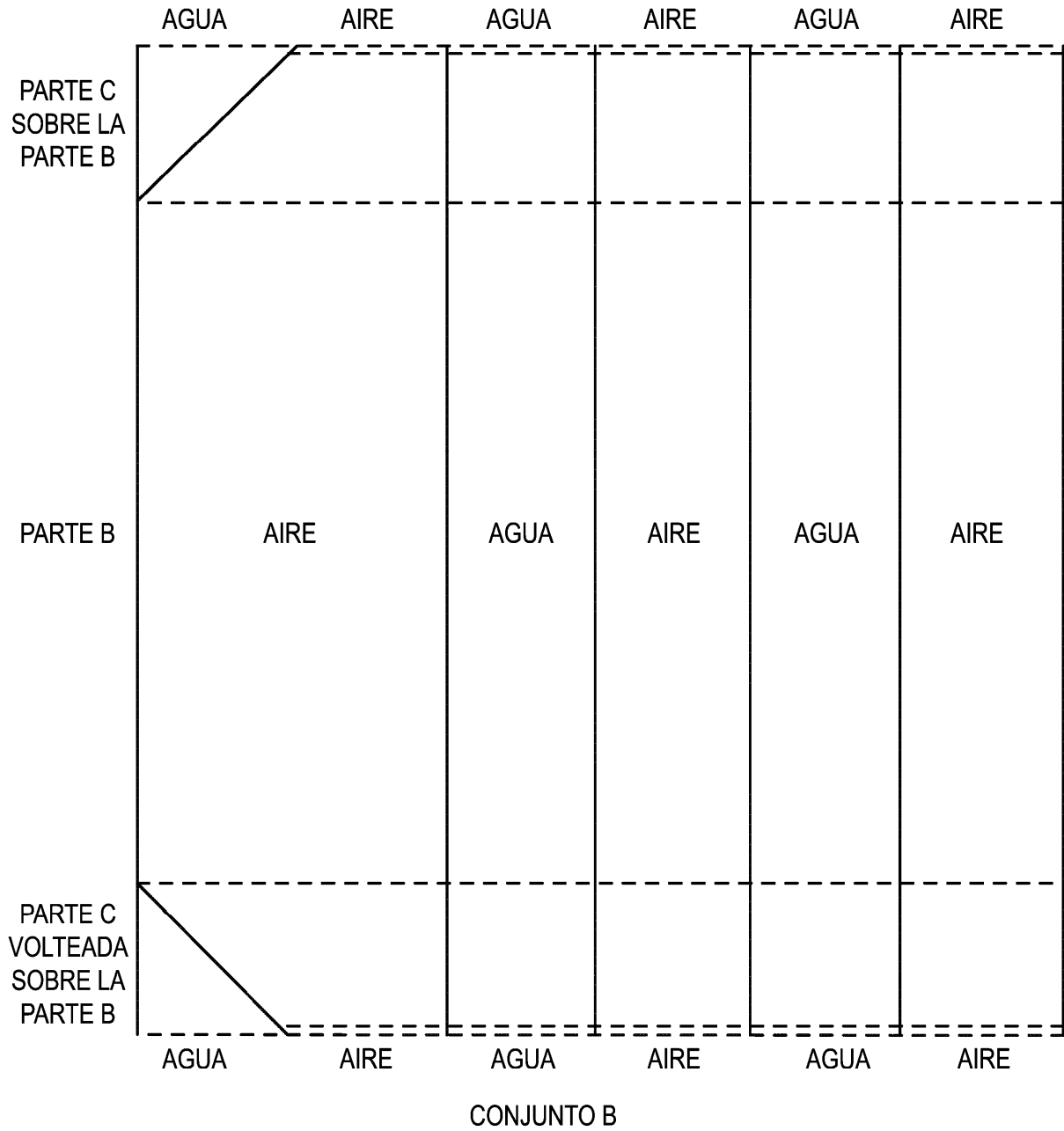


FIGURA 13

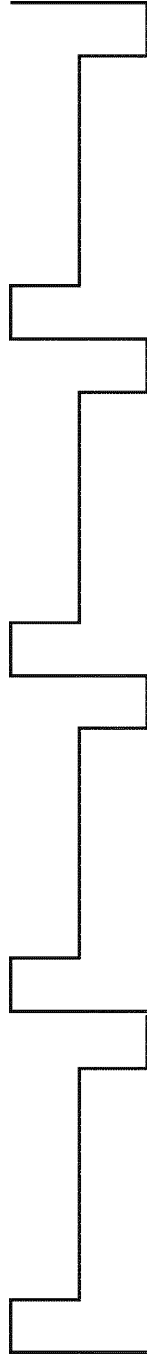


FIGURA 14A

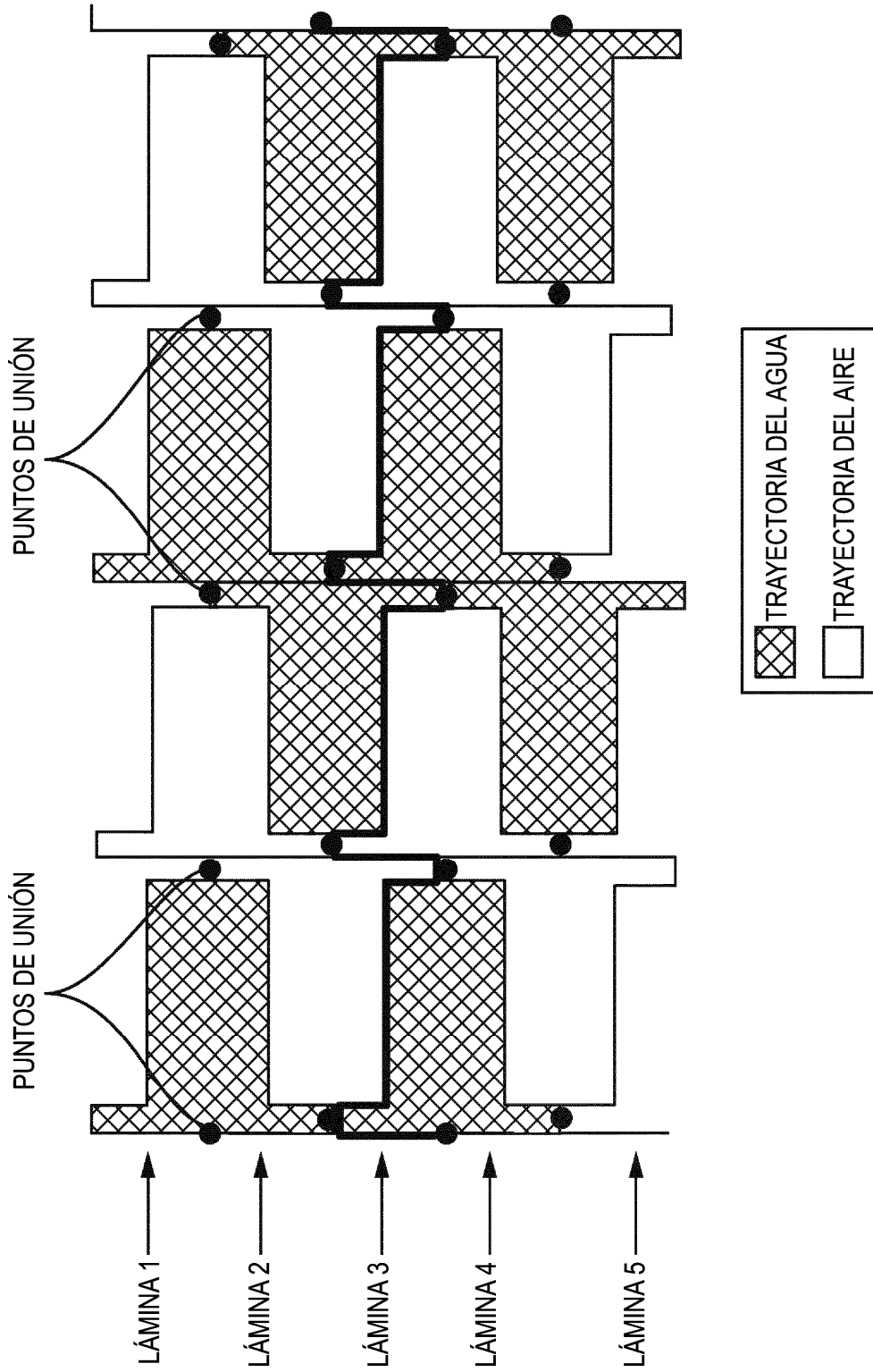


FIGURA 14B

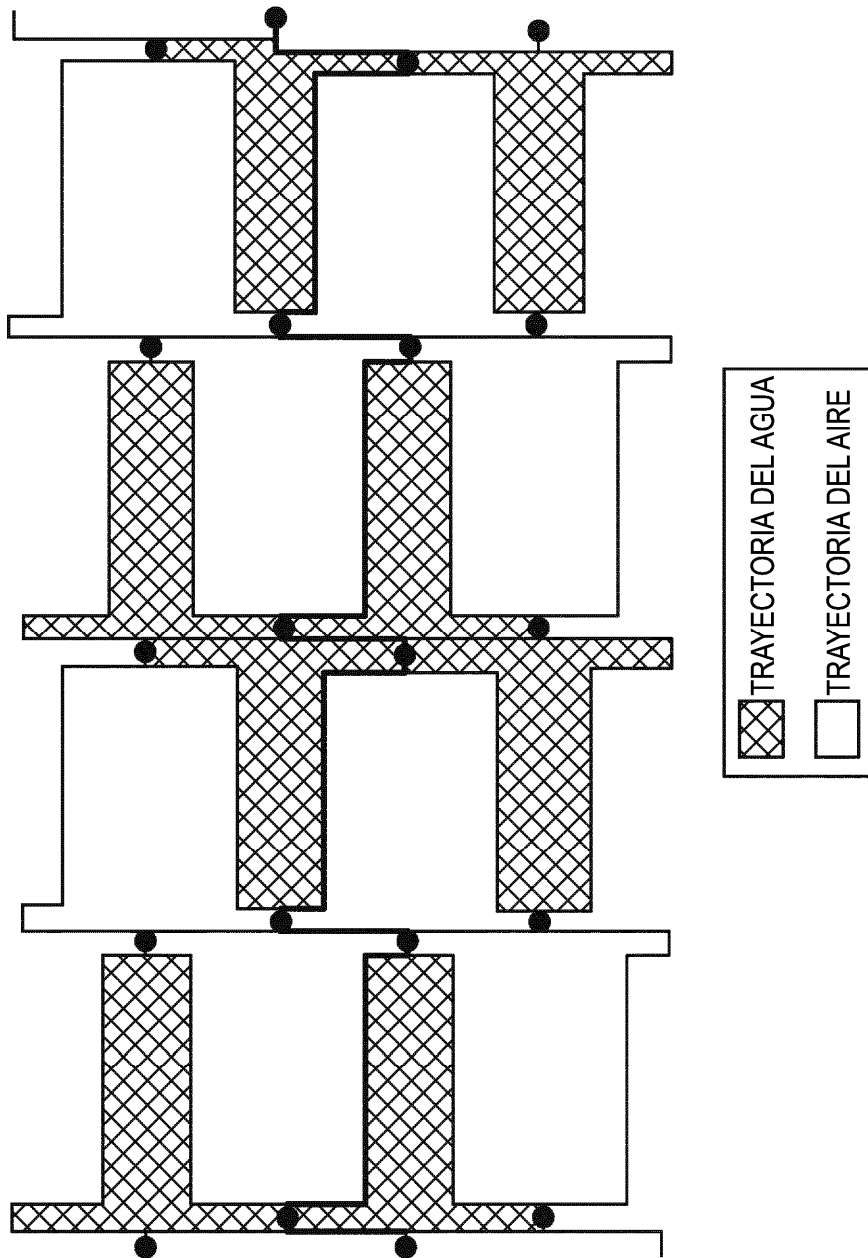


FIGURA 15

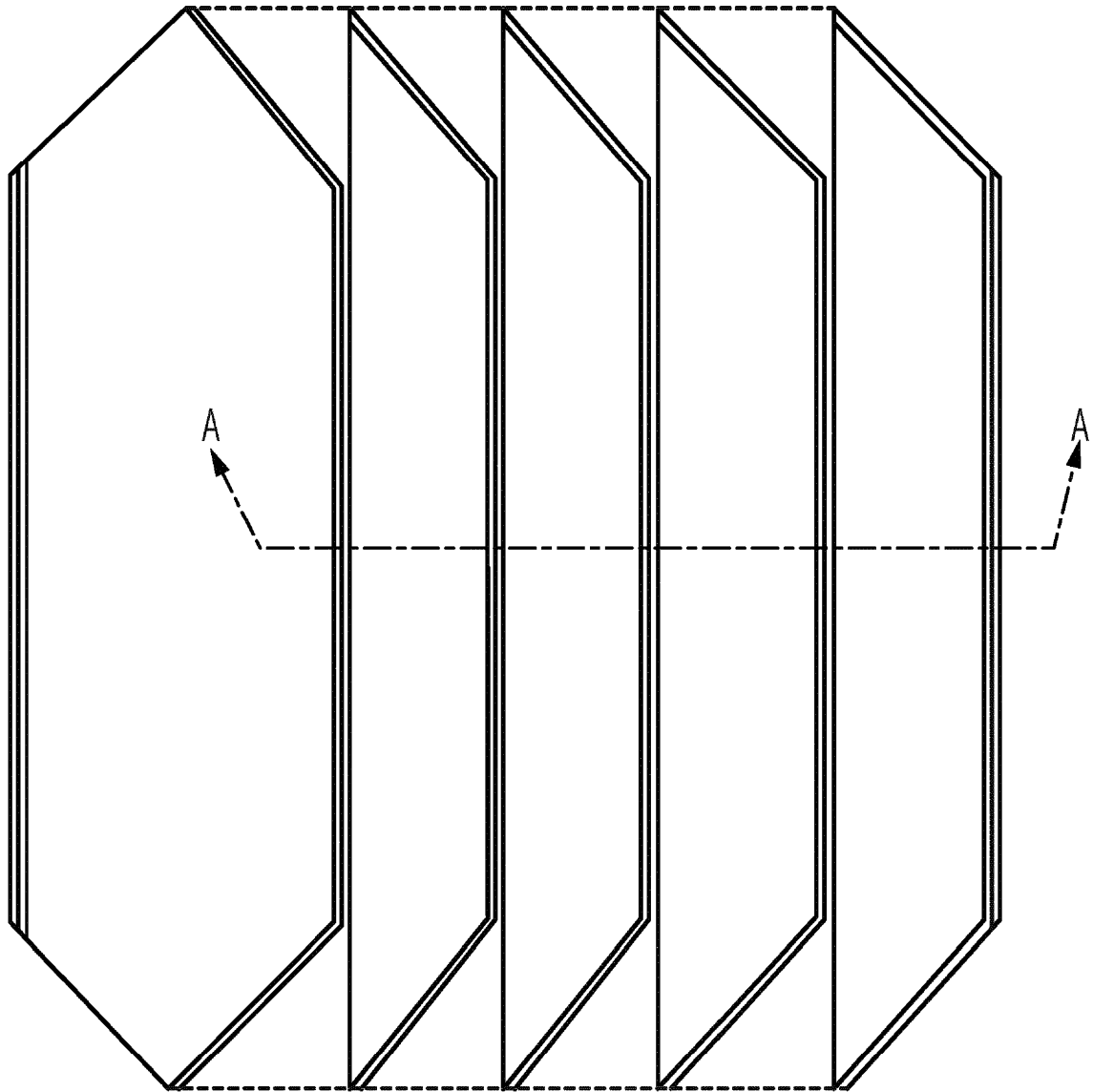


FIGURA 16

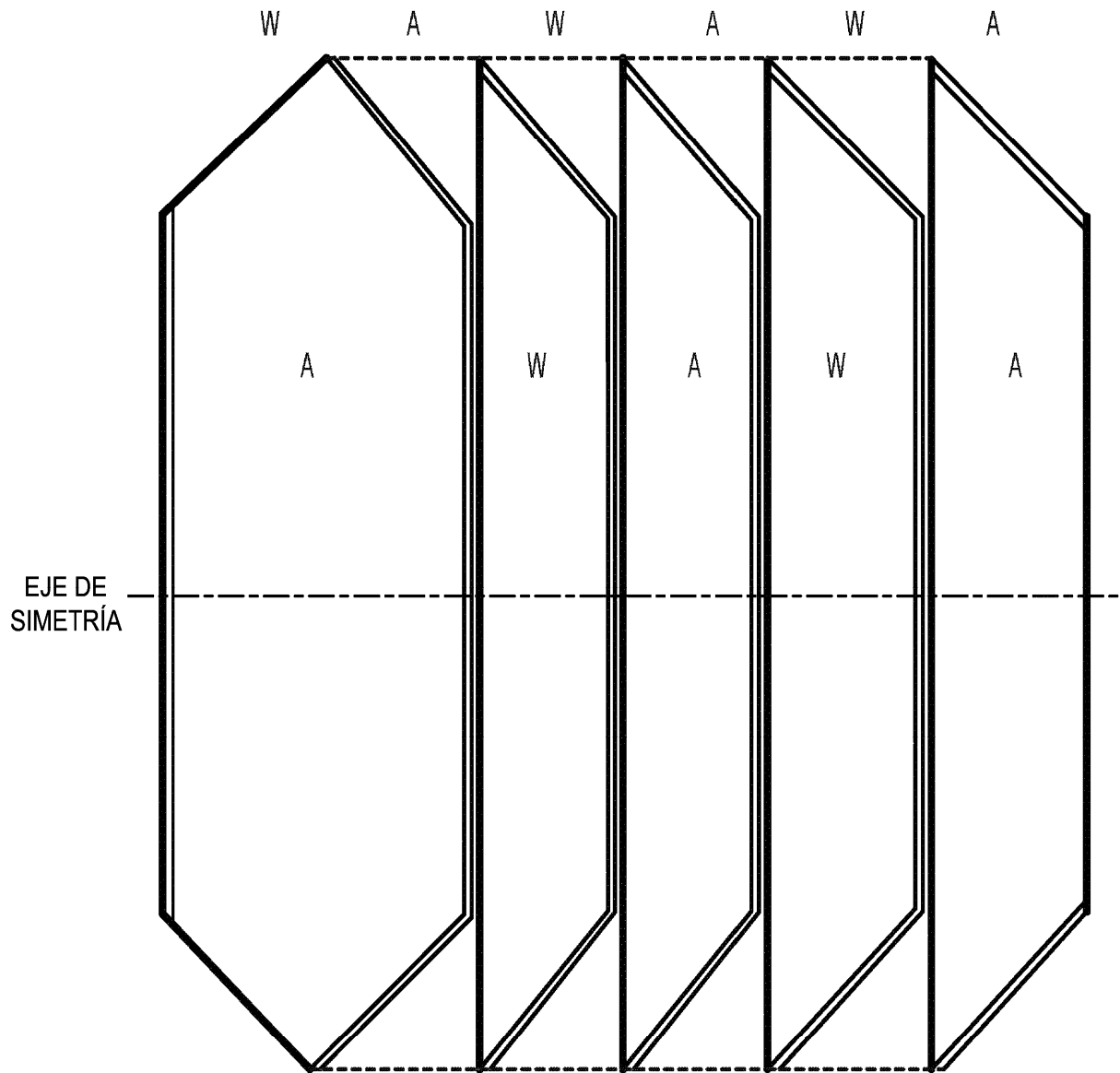


FIGURA 17

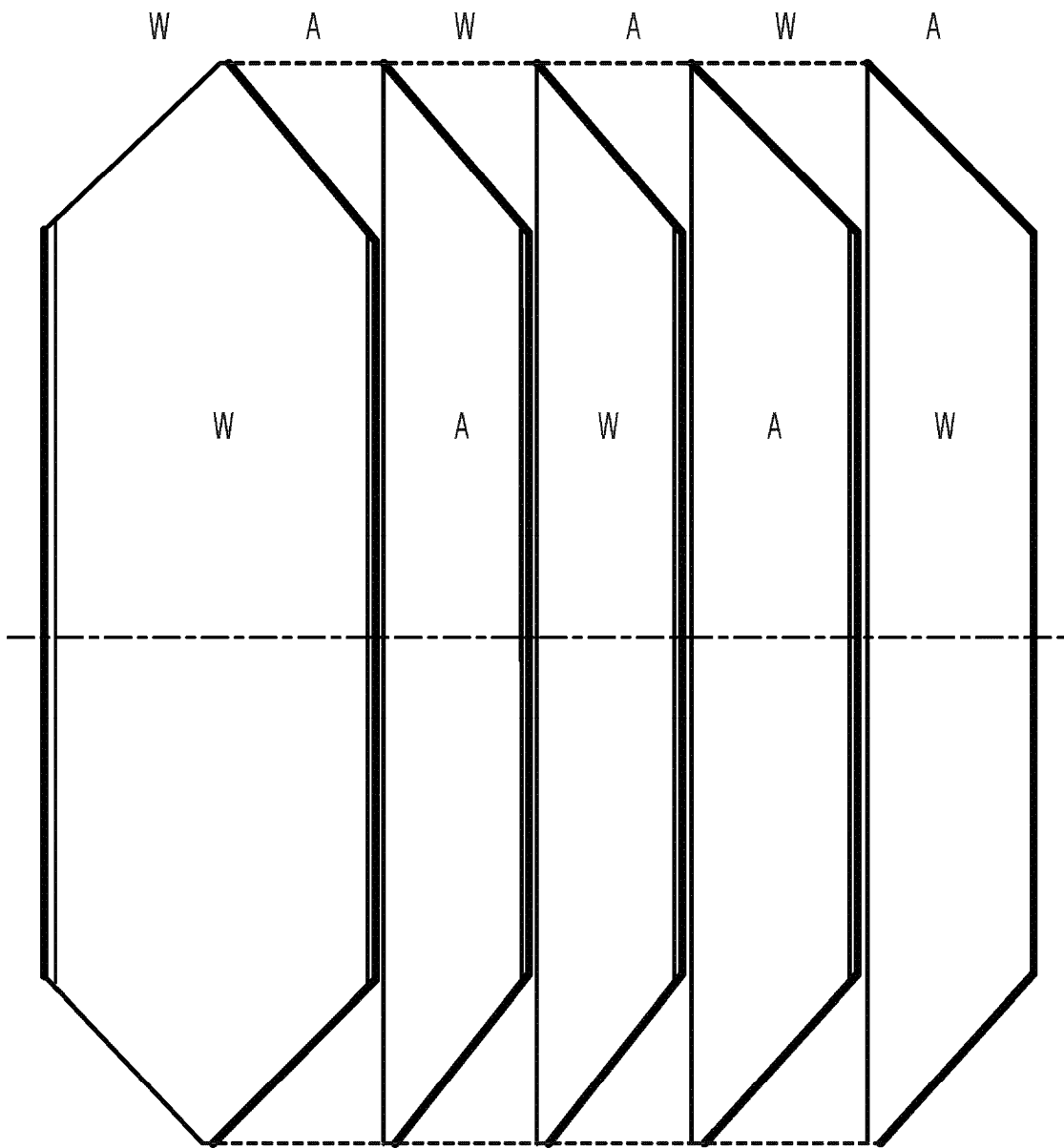


FIGURA 18

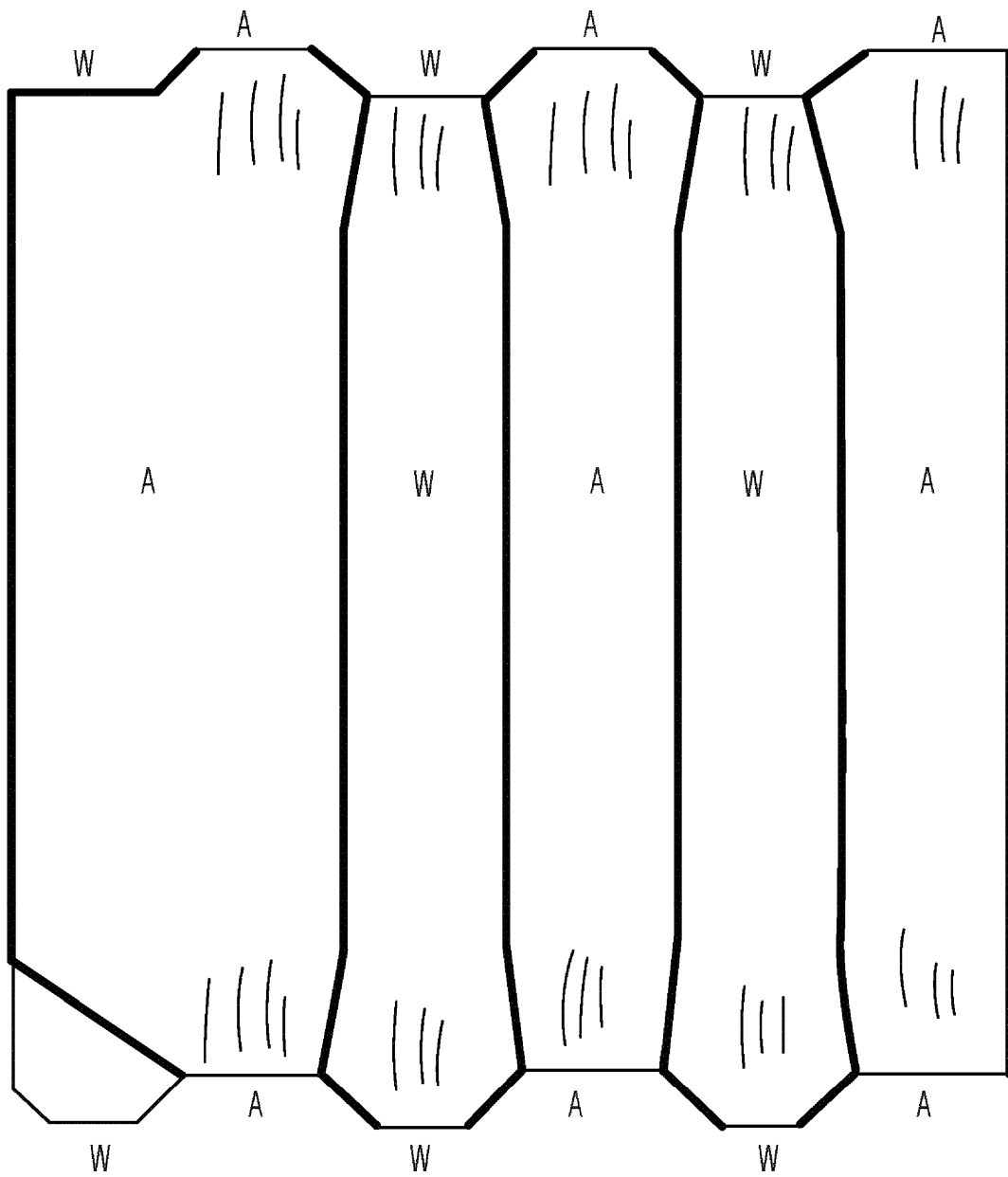


FIGURA 19

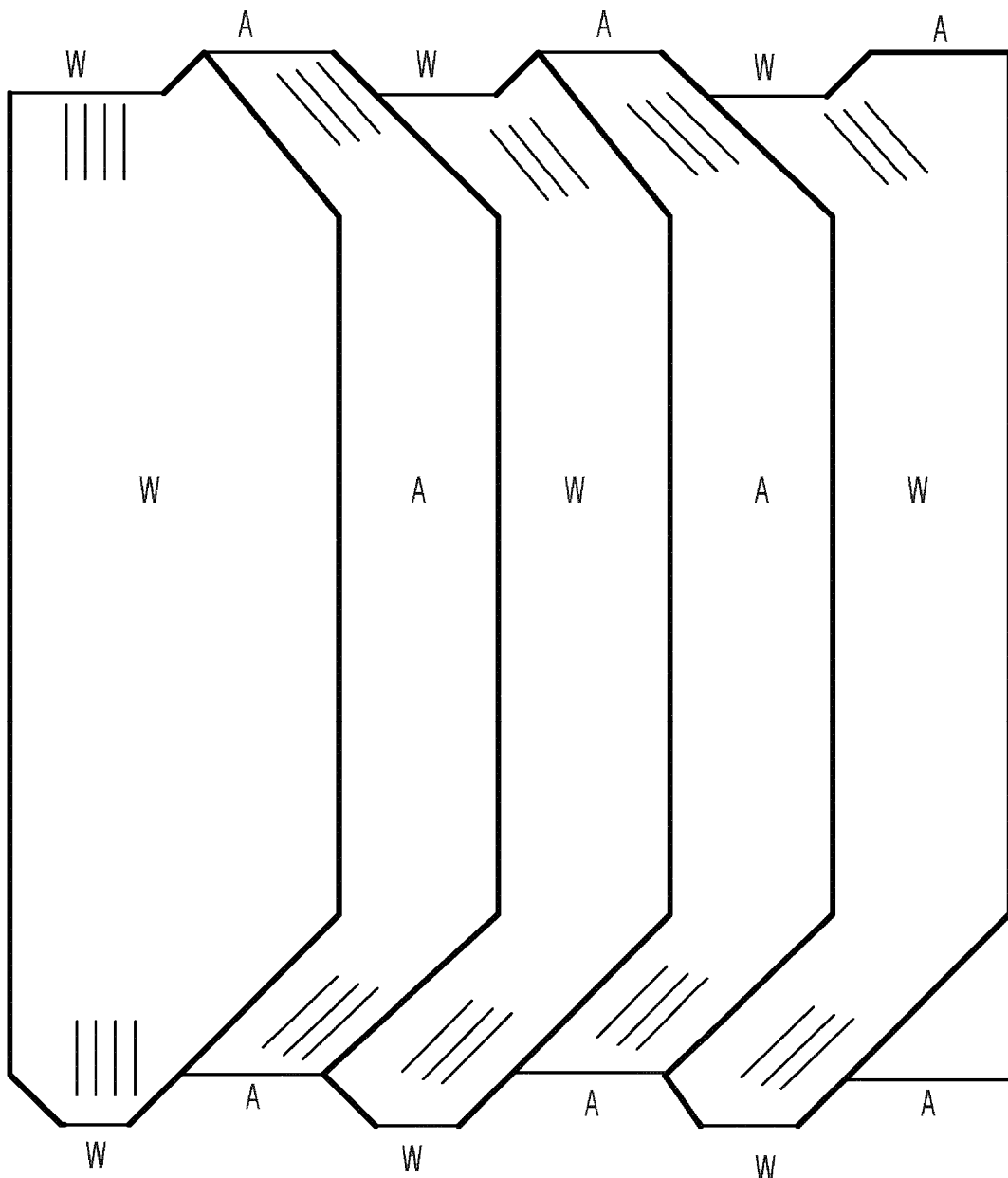


FIGURA 20

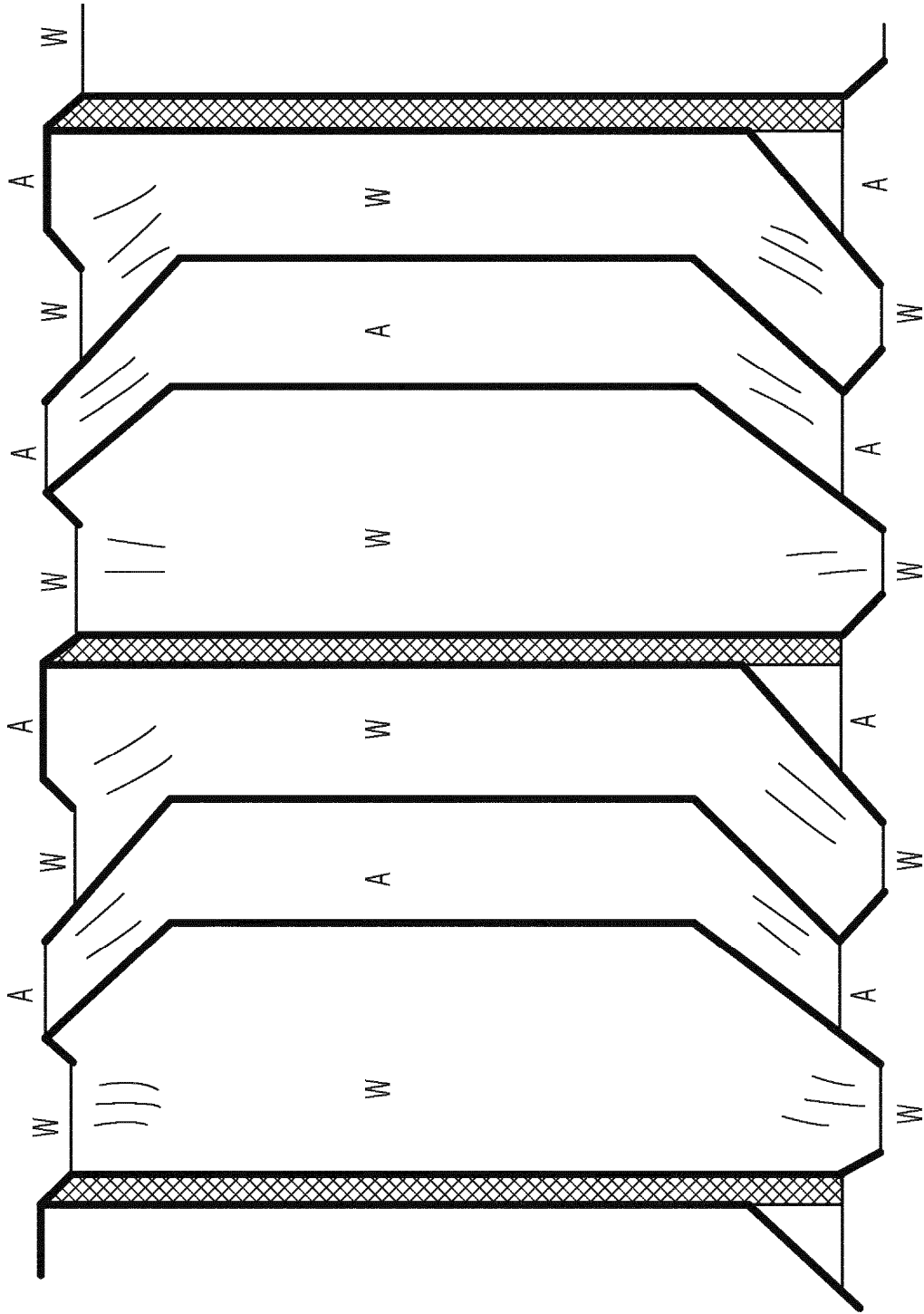


FIGURA 21

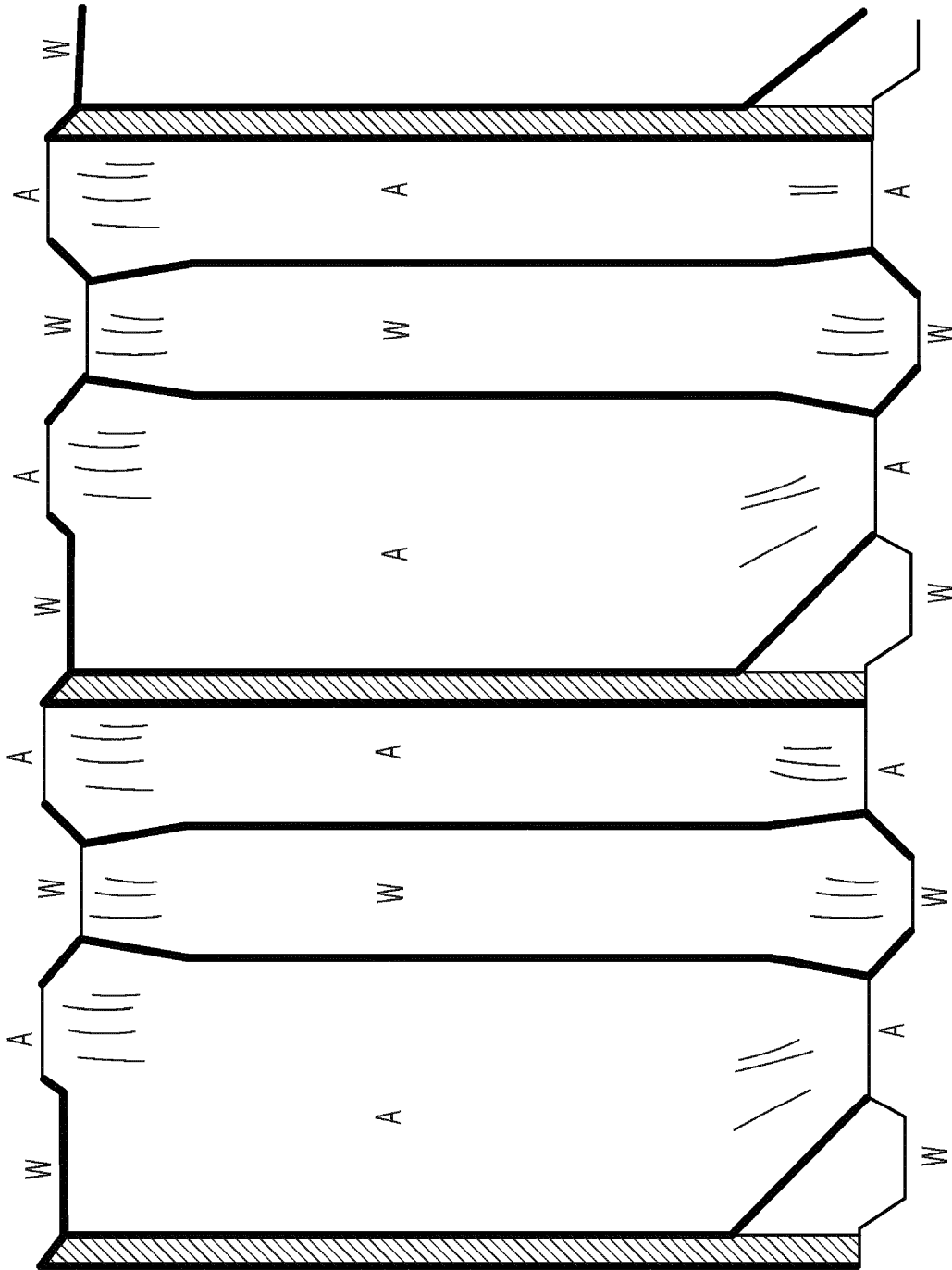


FIGURA 22

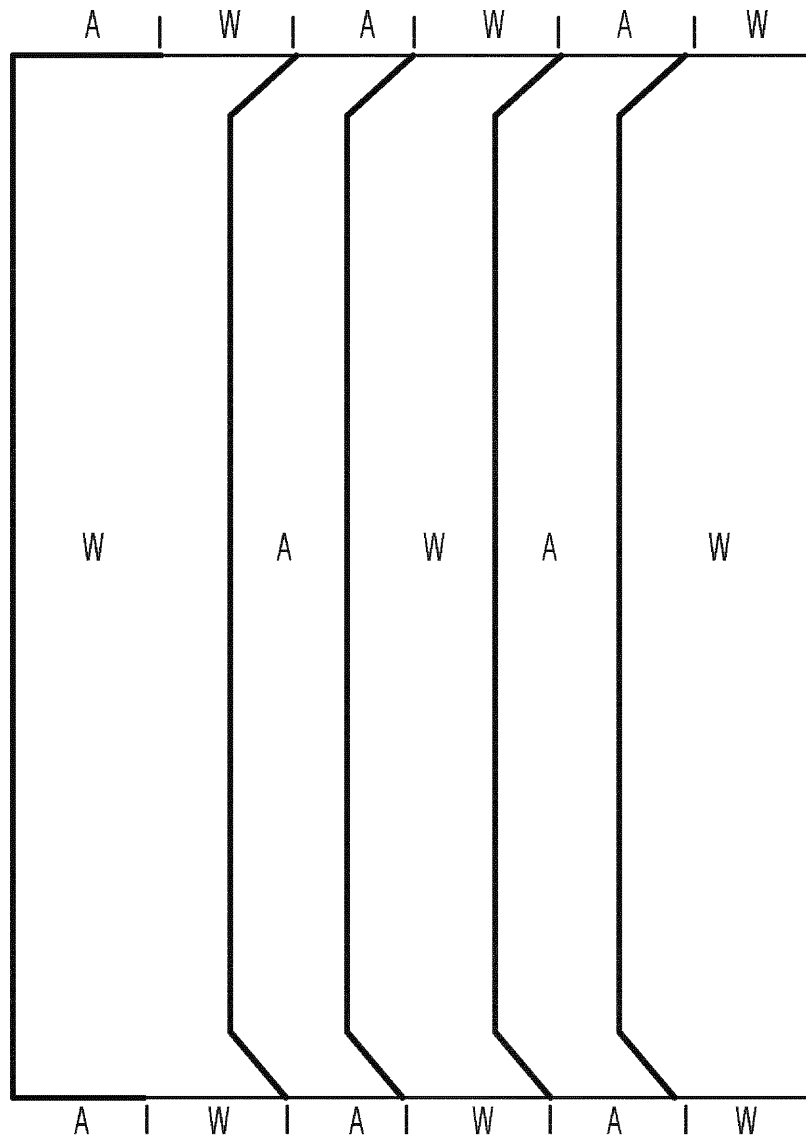


FIGURA 23

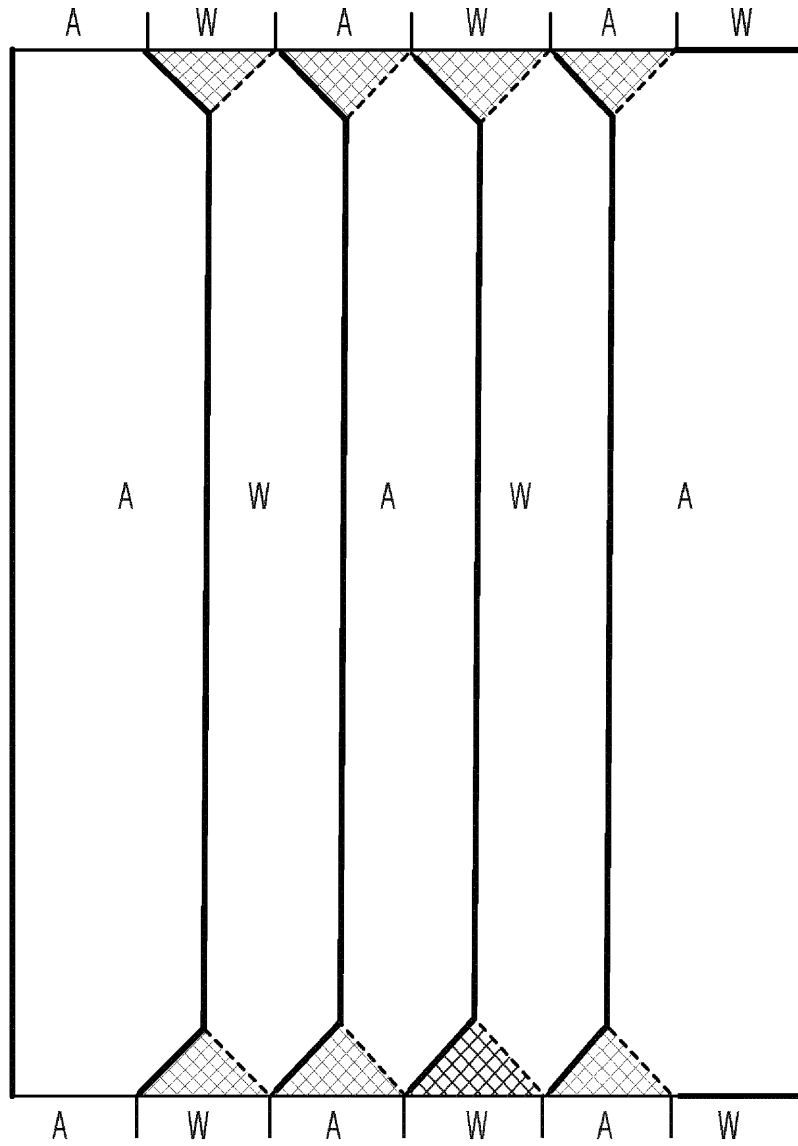


FIGURA 24

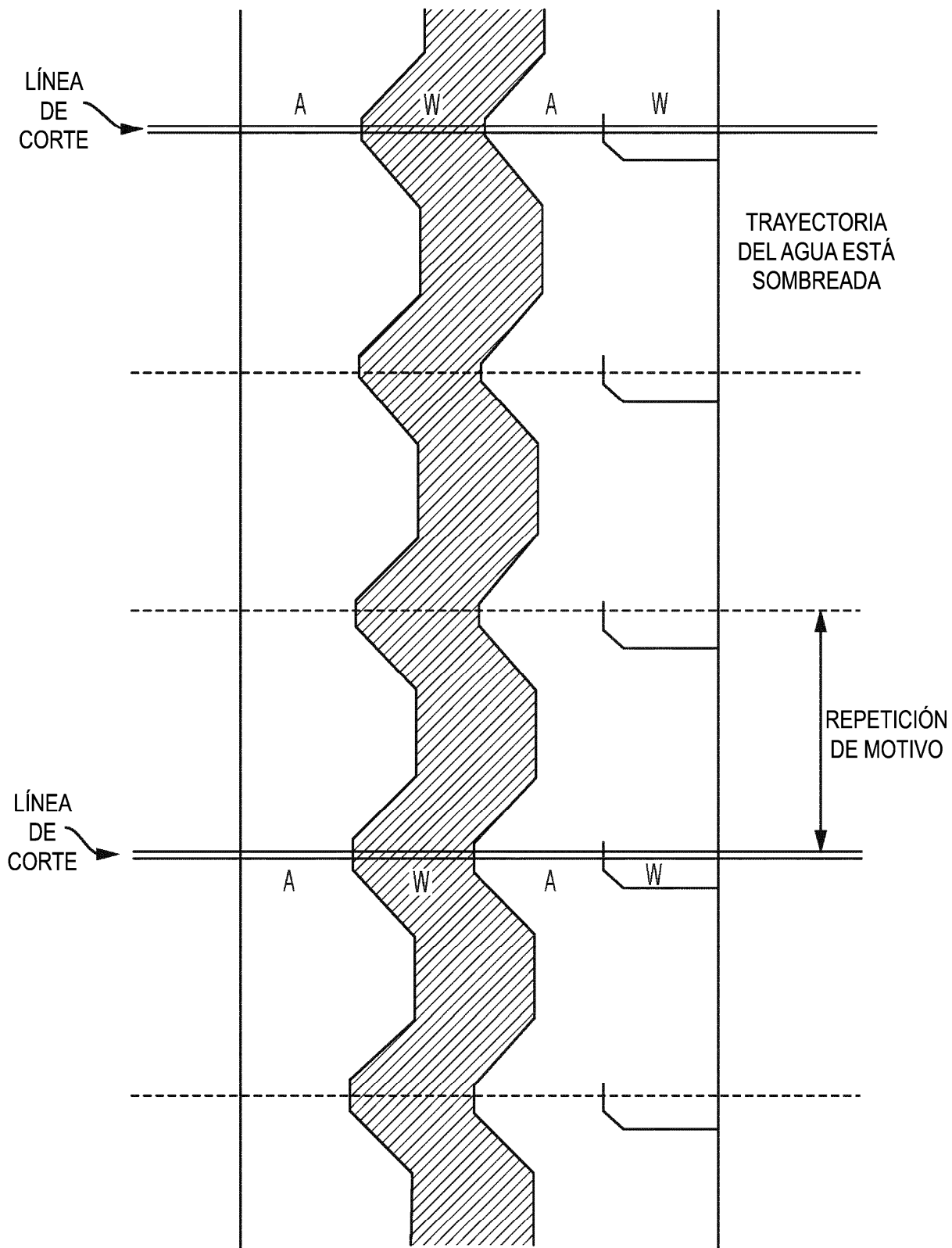


FIGURA 25

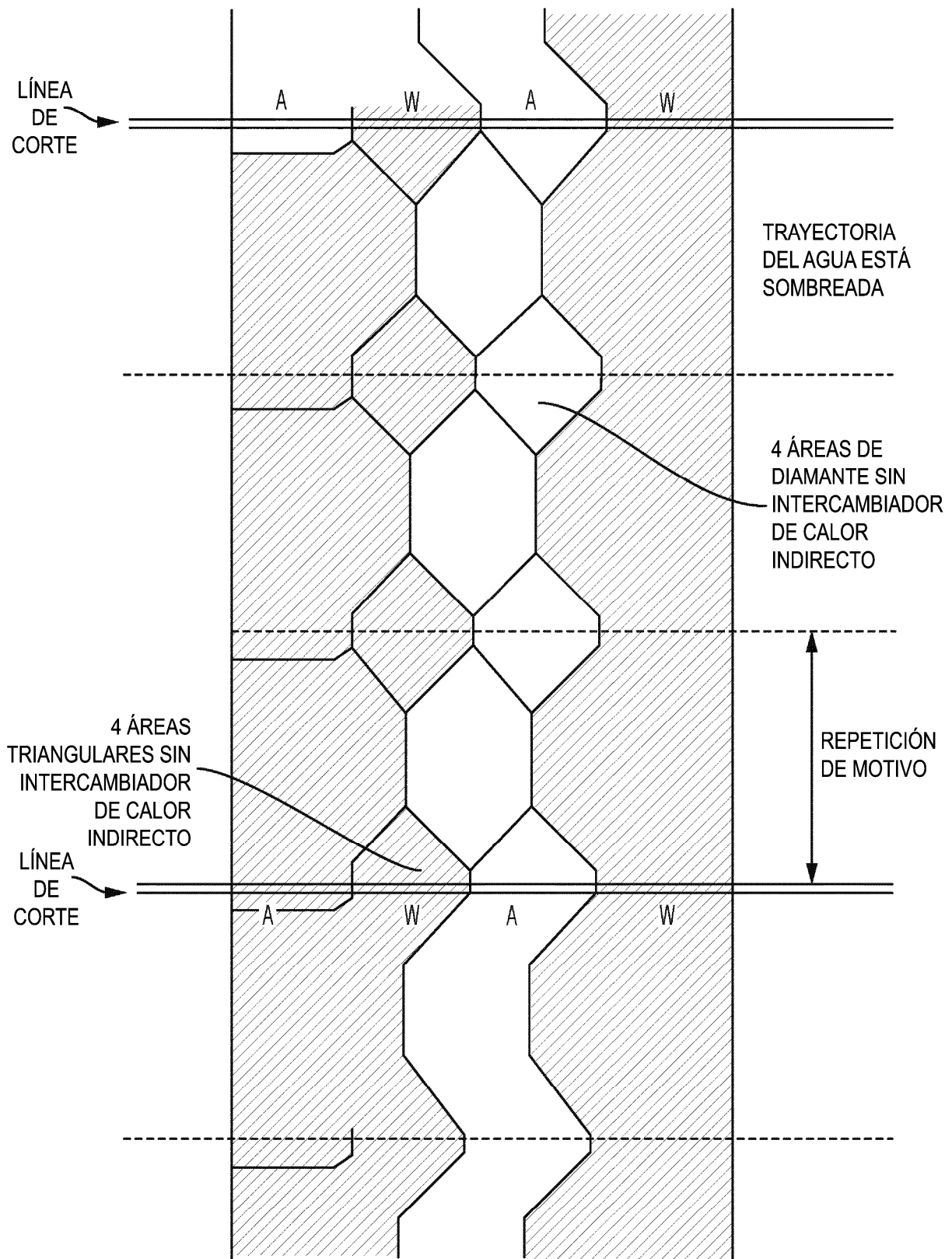


FIGURA 26

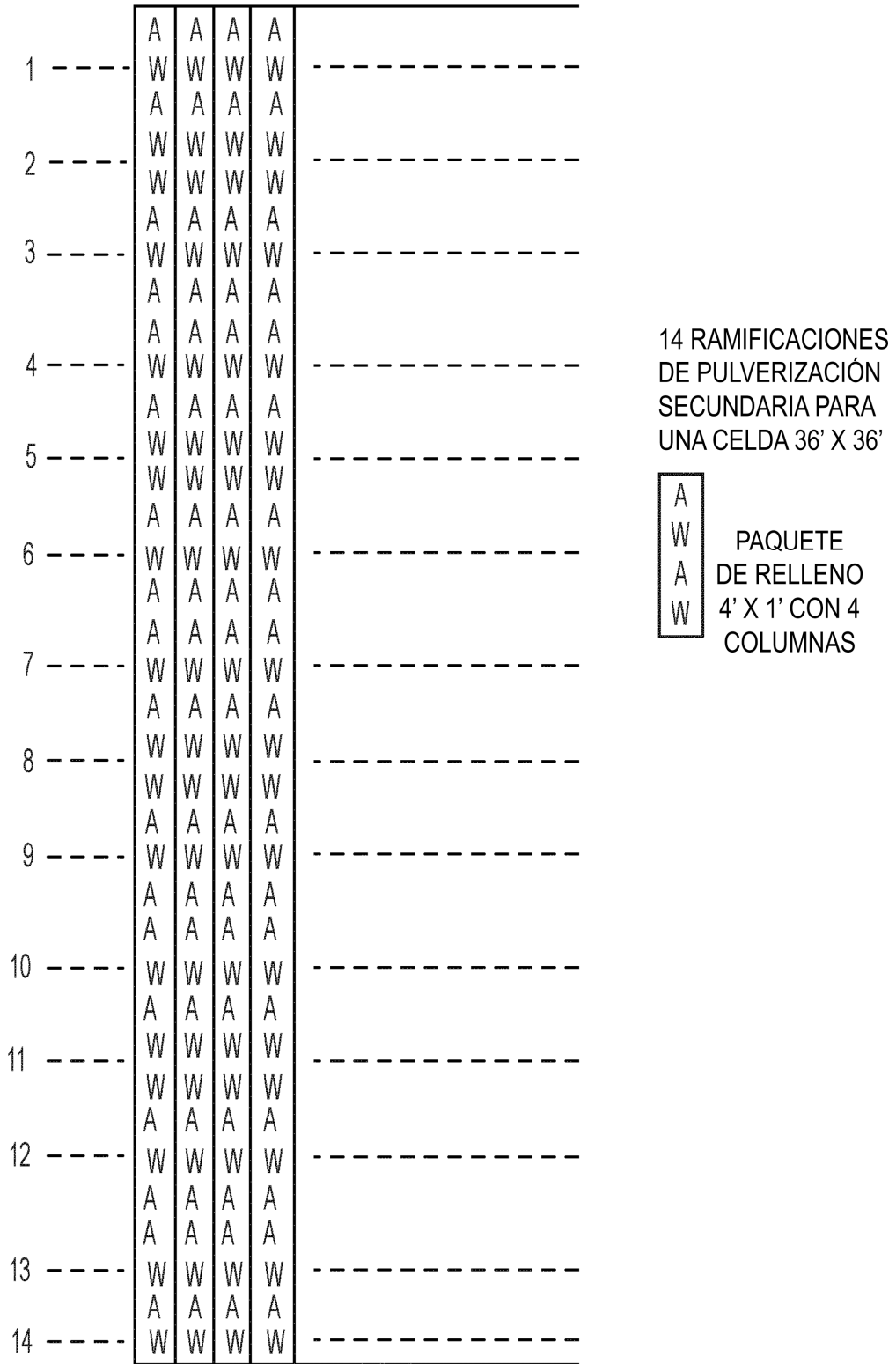


FIGURA 27