

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 024**

51 Int. Cl.:

B22D 11/00 (2006.01)

B22D 41/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2014 PCT/EP2014/074006**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2015 WO15067733**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2014 E 14796058 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.05.2018 EP 3065898**

54 Título: **Tobera e instalación de colada**

30 Prioridad:

07.11.2013 EP 13191871
07.11.2013 EP 13191876

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.11.2018

73 Titular/es:

VESUVIUS U S A CORPORATION (100.0%)
1404 Newton Drive
Champaign, IL 61822, US

72 Inventor/es:

RICHAUD, JOHAN;
KREIERHOFF, MARTIN y
WARMERS, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 691 024 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

Tobera e instalación de colada

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a toberas para la colada de vigas metálicas, tales como vigas en H y similares. La tobera de la presente invención permite un mejor control del flujo de metal dentro de un molde, produciendo vigas metálicas con defectos reducidos.

10

Antecedentes de la invención

En los procesos de formación de metal, el metal fundido se transfiere de un recipiente metalúrgico a otro, a un molde o a una herramienta. Por ejemplo, tal y como se muestra en la Figura 1, una cuchara (11) se llena con metal fundido sacado de un horno y se transfiere a una artesa (10). Entonces, el metal fundido puede colarse a través de una tobera (1) de vertido desde la artesa hasta un molde para formar planchas, tochos, vigas o lingotes. El flujo del metal fundido sacado de un recipiente metalúrgico es conducido mediante gravedad a través de un sistema (1, 111) de tobera ubicado en el fondo de dicho recipiente. En particular, la artesa (10) está provista en su suelo (10a) de fondo de una tobera (1) que pone en comunicación fluida el interior de la artesa con el molde. Algunas instalaciones operan sin una artesa y conectan la cuchara directamente al molde.

15

20

En algunos casos, se usan dos toberas para un único molde con el fin de garantizar un llenado óptimo del molde y un perfil térmico del metal que fluye dentro del molde. Esta solución puede usarse para perfiles rectangulares simples, tales como en el documento US3931850, pero suele usarse para moldear partes metálicas con forma compleja, tales como vigas con forma de H o similares. Por ejemplo, el documento JPH09122855 divulga un molde de viga en H alimentado por dos toberas ubicadas en las intersecciones entre cada ala con el alma de la viga en H (quepa destacar que las "alas" se refieren a los dos elementos laterales de la "H" y el "alma" se refiere al elemento central que conecta ambas alas; a menudo se hace referencia a las vigas en H como vigas en I, usándose los dos términos en el presente documento como sinónimos). Usar dos toberas para un único molde presenta varias desventajas. En primer lugar, los costes de producción aumentan puesto que se requieren dos toberas en vez de una sola. En segundo lugar, los caudales de las dos toberas deben estar bien coordinados durante la colada para que el flujo de alimentación de metal global no se vuelva desigual. Esto no es fácil de conseguir.

25

30

Se han propuesto instalaciones de colada de vigas en H que comprenden una única tobera por molde, resolviendo de este modo las desventajas tratadas anteriormente asociadas al uso de dos toberas tal y como se describe, por ejemplo; en los documentos JPS58224050, JPH115144 y JPH05146858. En cada uno de los documentos anteriores, una única tobera que comprende una salida de extremo así como orificios frontales que se abren en la pared periférica de la tobera se posiciona en la intersección entre un ala solamente y el alma del molde en H. Debido a su posición desviada con respecto al molde, tales toberas tienen un diseño de orificios frontales más complejo cuyas aberturas no están distribuidas alrededor del perímetro de la tobera simétricamente con respecto a un plano vertical, como sería el caso con toberas posicionadas simétricamente con respecto a un molde. Estas comprenden al menos un primer orificio frontal que se extiende paralelo al alma y que se abre hacia el ala opuesta del molde en H. Con el fin de garantizar un correcto llenado de las esquinas del ala ubicada en el lado de tobera, las anteriores toberas también comprenden dos orificios frontales que forman una Y con el primer orificio frontal. Los orificios frontales suelen extenderse hacia abajo.

35

40

45

El tamaño de la tobera está limitado por el espacio libre disponible en la intersección del ala con el alma del molde en H, teniendo en cuenta que el contacto entre la tobera y las paredes del molde debería evitarse para que no se formen puentes de metal solidificado entre la tobera y las paredes de molde frías. Esto tiene consecuencias en el caudal que puede conseguirse mediante tales toberas, cuyo tamaño de la pared periférica es limitado, limitando, de este modo, el tamaño del agujero axial y de los orificios frontales también. El documento JPH09122855 propone un par de toberas que tienen una forma en sección transversal triangular, con esquinas redondeadas, con el fin de optimizar el espacio libre disponible en los puntos de intersección entre cada ala y el alma del molde en H. Tales toberas solo están provistas de una salida de extremo, también de forma triangular, y no comprenden orificios frontales.

50

55

El perfil de flujo y perfil térmico del metal fundido que llena el molde son, por supuesto, de suma importancia para garantizar la producción de vigas sin defectos. Ambos perfiles de flujo y térmico en los moldes de viga en H son muy sensibles al diseño de tales toberas individuales y, en particular, al número, ubicación y diseño de los orificios frontales. Por ejemplo, es importante garantizar un llenado del molde que sea estable en el tiempo, que evite en la medida de lo posible que los chorros de metal golpeen una pared de molde con un momento excesivo, lo que crea turbulencias descontroladas y erosiona rápidamente el molde, reduciendo de este modo la vida útil del mismo. Cuando se forman vórtices y turbulencias, el enfriamiento de la viga se vuelve más difícil de controlar y aparecen imperfecciones.

60

65

Es un objeto de la presente invención proporcionar una tobera adecuada para llenar moldes con forma compleja, tales como vigas en H, vigas en T, vigas en L, vigas en C y similares, otorgando un control potenciado de los chorros de metal que penetran en tal molde, dando lugar a un flujo y perfiles térmicos más suaves y, finalmente, a vigas metálicas con concentraciones de imperfecciones muy reducidas. Estas y otras ventajas de la presente invención se presentan en las siguientes secciones.

Sumario de la invención

La presente invención está definida en las reivindicaciones independientes adjuntas. Las realizaciones preferentes están definidas en las reivindicaciones dependientes. En particular, la presente invención se refiere a una tobera sumergida para la colada de acero, que comprende:

- una parte de entrada, ubicada en un primer extremo de la tobera y que comprende un orificio de entrada;
- una parte alargada definida por una pared periférica exterior y que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal, X1, desde dicha parte de entrada, o al lado de la misma, hasta,
- una parte de salida, ubicada al lado de y que incluye un segundo extremo de la tobera, opuesto al primer extremo, estando definida dicha parte de salida por una pared periférica exterior y comprendiendo un primer orificio frontal de salida que se abre en dicha pared periférica exterior,
- un agujero que se extiende paralelo al primer eje longitudinal, X1, que se abre en dicho orificio de entrada y que se extiende a lo largo de la parte alargada de la tobera y, al menos parcialmente, en la parte de salida de la tobera desde la que se abre a la atmósfera al menos a través de dicho primer orificio frontal, que se extiende a lo largo de la dirección de orificio frontal, Y1, transversal a dicho primer eje longitudinal, X1, desde una entrada de orificio frontal que une el agujero a una salida de orificio frontal que se abre en la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera,
- en donde un corte plano de la parte de salida de tobera a lo largo de un plano normal a la primera dirección, X1, que pasa a través de la entrada de orificio frontal comprende:
 - el contorno del agujero (50), definido por el perímetro (50P) de agujero y por el centroide (50x) de agujero del área definida por dicho perímetro de agujero, y
 - el contorno de la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera definido por el perímetro (1P) de pared y el centroide (1x) de pared del área definida por dicho perímetro de pared, y
 - un primer eje transversal, Y, que pasa por el centroide (50x) de agujero y que se extiende a lo largo de una dirección paralela a la proyección ortogonal de la dirección de orificio frontal, Y1, en el plano del corte,

caracterizada porque,

- la pared periférica tanto de la parte alargada (1B) como de la parte de salida está centrada alrededor del eje longitudinal, X1, sobre sustancialmente toda la longitud de la tobera, y en donde al menos al nivel del primer orificio frontal, el agujero cambia de geometría extendiéndose a lo largo de un segundo eje longitudinal, X2, paralelo a, y desviado con respecto al primer eje longitudinal, X1, en la dirección opuesta al primer orificio frontal,
- la tobera no comprende ningún orificio frontal que se extienda a lo largo de una dirección opuesta a la dirección del primer orificio frontal (35) con respecto al primer eje longitudinal, X1, y que pertenezca al plano definido por el eje longitudinal, X1, y la dirección de orificio frontal, Y1, y **porque**, en dicho corte plano:
 - el centroide (50x) de agujero y el centroide (1x) de pared son distintos y están separados por una distancia, $d \neq 0$.
 - El segmento que se extiende a lo largo del primer eje transversal, Y, desde el centroide (50x) de agujero hasta el perímetro (1P) de pared tiene una longitud, L1, que es más larga que la longitud, L2, del segmento que se extiende desde el centroide (1X) de pared hasta el punto de intersección entre el primer eje transversal, Y, y el perímetro (1P) de pared. La relación L1/L2 es preferentemente al menos igual a 1,05, más preferentemente al menos 1,1, más preferentemente al menos 1,25.

Tal geometría permite un alargamiento sustancial del canal de orificio frontal, lo que permite un flujo de metal más estable y una disipación del momento del mismo, tal y como es posible hasta la fecha con toberas tradicionales que tienen un agujero y una pared periférica concéntricos.

La expresión "*que se abre a la atmósfera*" significa que se abre a la atmósfera que rodea el exterior de la tobera. Si el orificio frontal de tobera se inserta en la cavidad de un molde, la "*atmósfera*" se refiere al espacio definido por la cavidad del molde que rodea dicho orificio frontal de tobera. En el presente documento, un "*orificio frontal*" se usa en su definición comúnmente aceptada de un canal de orificio en comunicación fluida con, y que se extiende transversalmente desde el agujero axial y que comprende una salida que se abre, al menos parcialmente, en la pared periférica de tobera. Este incluye orificios que se abren parcialmente en el segundo extremo de la tobera, si estos también se abren en la pared periférica, tal como el orificio frontal inferior de la Figura 3.

El "*centroide*" de una figura plana o forma bidimensional se define como la posición media ("promedio") aritmética de

5 todos los puntos de la forma. En otras palabras, es el punto en el que un recorte de cartón de la región podría mantenerse en equilibrio perfectamente en la punta de un lápiz (adoptando una densidad uniforme y un campo gravitacional uniforme). En geometría, el término "baricentro" de una figura bidimensional es un sinónimo de "centroide", y en física, el "baricentro" y el "centroide" forman un único punto solo para las formas de densidad uniforme.

10 En una realización preferente, el cambio en la geometría del agujero comprende que el agujero se haga más delgado, al menos, a lo largo de la dirección del primer eje transversal, Y. Si no, los ejes longitudinales primero (X1) y segundo X2 pueden ser coaxiales.

15 Se prefiere que la parte de salida comprenda, además, una salida de extremo que se abra en el segundo extremo de la tobera. Se prefiere, además, que la parte de salida comprenda, además, al menos un orificio frontal secundario que se extienda transversalmente tanto hacia el eje longitudinal, X1, como hacia el eje de orificio frontal, desde el agujero hasta la pared periférica de la parte de salida. Se prefiere aún más que se proporcionen al menos dos orificios frontales secundarios de este tipo que formen con el primer orificio frontal una forma de Y. La mejor disipación del momento de flujo de metal se obtiene cuando la parte de salida comprende, además, un segundo orificio frontal que se extiende a lo largo de un eje comprendido dentro del semiplano definido por el eje longitudinal, X1, y el eje de orificio frontal. Tal segundo orificio frontal se ubica ya sea por encima o por debajo del primer orificio frontal.

20 El primer orificio frontal puede extenderse normal al eje longitudinal, X1, o hacia abajo. En otras palabras, el centroide de la salida de orificio frontal puede estar a la misma distancia del segundo extremo de tobera que, o más cercano al mismo que el centroide de la entrada de orificio frontal.

25 La presente invención también se refiere a una instalación de colada para la colada de vigas metálicas que comprende:

30 (a) un recipiente metalúrgico (10, 11) provisto de al menos una tobera sumergida (1) que se extiende paralela a un primer eje longitudinal (X1) y acoplada al suelo del recipiente metalúrgico, comprendiendo dicha tobera

- una parte (1A) de entrada, ubicada en un primer extremo de la tobera y que comprende un orificio (18) de entrada;
- una parte alargada (1B) definida por una pared periférica exterior y que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal (X1) desde dicha parte (1A) de entrada, o al lado de la misma, hasta,
- 35 • una parte (1C) de salida, ubicada al lado de y que incluye un segundo extremo de la tobera, opuesto al primer extremo, estando definida dicha parte de salida por una pared periférica exterior y comprendiendo un primer orificio frontal (35) de salida que se abre en dicha pared periférica exterior,
- un agujero (50) que se extiende paralelo al primer eje longitudinal (X1) que se abre en dicho orificio (18) de entrada y que se extiende a lo largo de la parte alargada (1B) de la tobera y, al menos parcialmente, en
- 40 la parte (1C) de salida de la tobera desde la que se abre a la atmósfera al menos a través de dicho primer orificio frontal (35), que se extiende a lo largo de una dirección (Y1) de orificio frontal transversal a dicho primer eje longitudinal (X1) desde una entrada (35i) de orificio frontal que une el agujero (50) a una salida (35o) de orificio frontal, que se abre en la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera,
- en donde un corte plano de la parte (1C) de salida de tobera a lo largo de un plano normal al primer eje longitudinal (X1) que pasa a través de la entrada (35i) de orificio frontal comprende:
 - el contorno del agujero (50), definido por el perímetro (50P) de agujero y por el centroide (50x) de agujero del área definida por dicho perímetro de agujero, y
 - el contorno de la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera definido por el perímetro (1P) de pared y el centroide (1x) de pared del área definida por dicho perímetro de pared, y
 - un primer eje transversal (Y) que pasa por el centroide (50x) de agujero y que se extiende a lo largo de una dirección paralela a la proyección ortogonal de la dirección (Y1) de orificio frontal en el plano del corte,

55 (b) un molde (100) de viga en bruto que define una sección transversal dividida en al menos una primera parte alargada que se extiende a lo largo de una primera dirección de molde y al menos una segunda parte alargada, que se extiende a lo largo de una segunda dirección de molde transversal a la primera dirección de molde,

60 caracterizado **porque**,

- la pared periférica tanto de la parte alargada (1B) como de la parte (1C) de salida está centrada alrededor del eje longitudinal (X1) sobre toda la longitud de la tobera, y en donde al menos al nivel del primer orificio frontal (35), el agujero (50) cambia de geometría extendiéndose a lo largo de un segundo eje longitudinal (X2) paralelo a, y desviado con respecto al primer eje longitudinal (X1) en la dirección opuesta al primer orificio

frontal,

- la tobera no comprende ningún orificio frontal que se extienda a lo largo de una dirección opuesta a la dirección del primer orificio frontal (35) con respecto al eje longitudinal y que pertenezca al plano definido por el eje longitudinal (X1) y la dirección (Y1) de orificio frontal, y **porque**, en dicho corte plano:
- 5 • el centroide (50x) de agujero y el centroide (1x) de pared son distintos y están separados por una distancia, $d \neq 0$.
- El segmento que se extiende a lo largo del primer eje transversal (Y) desde el centroide (50x) de agujero, hasta el perímetro (1P) de pared tiene una longitud (L1) que es más larga que la longitud (L2) del segmento que se extiende desde el centroide (1X) de pared hasta el punto de intersección entre el primer eje transversal (Y) y el
- 10 perímetro (1P) de pared,

y **porque**, dicha primera dirección de molde está comprendida dentro del plano que comprende el primer eje longitudinal (X1) y la dirección de orificio frontal, Y1.

- 15 El molde de viga en bruto en la instalación de colada de la presente invención puede tener una sección transversal en T, una sección transversal en L, una sección transversal en X, una sección transversal en C o una sección transversal en H. El molde de viga en bruto tiene, preferentemente, una sección transversal en H, estando definida el alma de la H por la primera parte alargada y estando definidas las dos alas laterales por la segunda parte alargada y una tercera parte alargada, ambas normales a la segunda parte alargada y en donde dicha tobera sumergida está
- 20 posicionada en el área que interseca un ala y el alma de la sección transversal de la viga en H. La instalación de colada de la presente invención comprende, preferentemente, una única tobera sumergida por molde de viga en bruto.

25 **Breve descripción de las figuras**

Para un entendimiento más completo de la naturaleza de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los dibujos adjuntos en los que:

30 **Figura 1:** representa una vista general de una instalación de colada para la colada de una viga metálica.

Figura 2: muestra un ejemplo de una tobera insertada en un molde en H de acuerdo con la invención según la solicitud de patente WO2015-067735 presentada el mismo día por el solicitante.

35 **Figura 3:** muestra realizaciones de toberas de acuerdo con la presente invención.

Figura 4: muestra una tobera de la técnica anterior (Fig. 4 (a)) comparada con una realización adicional de la tobera de acuerdo con la presente invención (Fig.4 (d)). Las Figuras 4b-c son realizaciones de toberas de acuerdo con la solicitud de patente WO2015-067735 presentada el mismo día por el solicitante.

40 **Figura 5 (e-h):** muestran realizaciones adicionales de la parte de salida de las toberas de acuerdo con la presente invención. Las Fig.5 (a-d) son realizaciones de la parte de salida de las toberas de acuerdo con la solicitud de patente WO2015-067735 presentada el mismo día por el solicitante.

45 **Figura 6a:** compara la longitud de orificio frontal de una tobera de la técnica anterior con la tobera de acuerdo con la presente invención. Las Fig. 6 (b-d) comparan la longitud de orificio frontal de una tobera de la técnica anterior con las toberas de acuerdo con la solicitud de patente WO2015-067735 presentada el mismo día por el solicitante.

Figura 7: ilustra cómo determinar experimentalmente la posición del centroide de pared.

50 **Descripción detallada de la invención**

Tal y como se ilustra en las Figuras 3 y 4d, una tobera de acuerdo con la presente invención puede dividirse en tres partes principales:

- 55 • una parte (1A) de entrada, ubicada en un primer extremo de la tobera y que comprende un orificio (18) de entrada;
- una parte alargada (1B) definida por una pared periférica exterior y que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal, X1, desde dicha parte (1A) de entrada, o al lado de la misma, hasta,
- 60 • una parte (1C) de salida, ubicada al lado de y que incluye un segundo extremo de la tobera, opuesto al primer extremo, estando definida dicha parte de salida por una pared periférica exterior y comprendiendo un primer orificio frontal (35) de salida que se abre en dicha pared periférica exterior.

La tobera comprende, además, un agujero (50) que se extiende paralelo al primer eje longitudinal, X1, que se abre en dicho orificio (18) de entrada y que se extiende a lo largo de la parte alargada (1B) de la tobera y al menos parcialmente en la parte (1C) de salida de la tobera desde la que se abre a la atmósfera al menos a través de dicho

65

primer orificio frontal (35), que se extiende a lo largo de la dirección de orificio frontal, Y1, transversal a dicho primer eje longitudinal, X1, desde una entrada (35i) de orificio frontal que une el agujero (50) a una salida (35o) de orificio frontal que se abre en la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera.

- 5 Debido a que una tobera de acuerdo con la presente invención es particularmente adecuada para la colada de formas complejas, como vigas en H, usando una única tobera por molde, que se ubica desviada con respecto al plano de simetría del molde normal al alma, habitualmente en la intersección de un ala (100f) y el alma (100w) del molde (100), el metal no debería fluir fuera de los orificios frontales de tobera simétricamente con respecto a un plano vertical que pasa por el eje longitudinal, X1. En particular, el primer orificio frontal (35) está diseñado para extenderse, durante su uso, en una dirección sustancialmente paralela al alma (100w) de molde, y orientada alejándose del ala (100f), en cuya intersección con el alma se ubica dicha tobera. Debido a la proximidad de la pared exterior (100f-ext) del ala de molde, ubicada "por detrás del" orificio frontal (35) de tobera (ver Figura 6(d)), una tobera de acuerdo con la presente invención no comprende ningún orificio frontal que se extienda a lo largo de una dirección opuesta a la dirección del primer orificio frontal (35) con respecto al eje longitudinal y que pertenezca al plano definido por el eje longitudinal, X1, y el eje de orificio frontal, Y1.

En un corte plano de la parte (1C) de salida de tobera a lo largo de un plano normal a la primera dirección, X1, que pasa a través de la entrada (35i) de orificio frontal, pueden identificarse las siguientes características:

- 20 ○ el contorno del agujero (50), definido por el perímetro (50P) de agujero y por el centroide (50x) de agujero del área definida por dicho perímetro de agujero, y
- el contorno de la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera definido por el perímetro (1P) de pared y el centroide (1x) de pared del área definida por dicho perímetro de pared, y
- 25 ○ el segmento que se extiende a lo largo del primer eje transversal, Y, desde el centroide (50x) de agujero hasta el perímetro (1P) de pared, es más largo que el segmento que se extiende desde el centroide (1X) de pared hasta el punto de intersección entre el primer eje transversal, Y, y el perímetro (1P) de pared,

30 Resulta esencial que el centroide (50x) de agujero y el centroide (1x) de pared sean distintos y estén separados por una distancia, $d \neq 0$. La dirección a lo largo de la que el primer orificio frontal (35) se extiende linealmente en dicho corte plano está definida por el primer eje transversal, Y, que parte desde el centroide (50x) de agujero y se extiende hasta el perímetro (1P) de pared. En una realización preferente, tanto el centroide (50x) de agujero como el centroide (1x) de pared pertenecen al primer eje transversal.

- 35 Si el primer orificio frontal (35) está inclinado (es decir, si la dirección de orificio frontal, Y1, no es normal al eje longitudinal, X1), es posible que la salida (35o) de orificio frontal esté fuera del plano de corte. Este es el caso, por ejemplo, en las Figuras 4(b)-(d), en donde los cortes B-B están hechos en dos planos paralelos para una mayor claridad y así mostrar toda la longitud del primer orificio frontal (35) desde la entrada (35i) hasta la salida (35o).

- 40 Como se ha tratado anteriormente, el "centroide" (50x, 1x) de un área se usa en el presente documento en su definición geométrica tradicional de la posición media ("promedio") aritmética de todos los puntos del área, que es equivalente al baricentro del área que tiene una densidad homogénea (es decir, ignorando que la densidad refractaria es más alta que la densidad de agujero). Para figuras simples tales como círculos, elipses, la posición del centroide es fácil de determinar. Para geometrías menos regulares, sin embargo, no siempre resulta sencillo calcular la posición del centroide. La Figura 7 ilustra cómo determinar experimentalmente la posición del centroide de cualquier forma bidimensional. El contorno del agujero o de la pared periférica se recorta del cartón. La posición de agujero no debería recortarse del cartón que representa la forma de la pared periférica para garantizar una densidad uniforme de la lámina. En la figura 7, el contorno de la pared periférica de la tobera tratado en la Figura 6(d) se representa con la posición del agujero circular indicada con una línea discontinua. (No obstante, sin estar recortado). La lámina de cartón se sostiene, entonces, por un pasador insertado en un primer punto cerca del perímetro de lámina, de tal forma que pueda rotar libremente alrededor del pasador; y una línea de plomada se deja caer desde el pasador (ver Figura 7(a)). La posición de la línea de plomada se traza en el cuerpo (ver línea discontinua en la Figura 7(b)). El experimento se repite con el pasador insertado en un punto diferente de la lámina. La intersección de las dos líneas es el centroide (1x) de pared (ver círculo negro en la Figura 7(b)). Este método empírico permite determinar el centroide de cualquier superficie de una forma simple y fiable.

- 55 La desviación entre los centroides de pared y de agujero no necesita extenderse sobre toda la longitud de la tobera. Basta con que tal desviación esté presente en la parte de salida, al nivel del primer orificio frontal (35). En consecuencia, el agujero (50) y la pared periférica exterior que define la parte alargada (1B) pueden ser concéntricos alrededor del primer eje longitudinal, X1, sobre sustancialmente toda la longitud de la parte alargada (1B) y la desviación puede producirse solamente en una parte inferior de la tobera, tal y como se ilustra en las Figuras 3(a) y 4(b)-(d). Como alternativa, la desviación entre el agujero (50) y la pared periférica de la tobera puede extenderse a lo largo de una parte sustancial de la longitud de tobera, o incluso a lo largo de toda la longitud de tobera, tal y como se muestra en la Figura 3(b).

- 65 Tal y como se ilustra en la Figura 6(a), desviar el agujero con respecto a la pared periférica de tobera al nivel del

primer orificio frontal, como se propone en la presente invención, permite un aumento sustancial de la longitud, $L1 > L2$, del primer orificio frontal en una tobera de acuerdo con la presente invención (ver mitades inferiores de la Figura 6(a)) en comparación con la longitud, $L1 = L2$, de una tobera tradicionalmente "coaxial" (ver mitades superiores de la Figura 6(a)). Un primer orificio frontal (35) más largo tiene múltiples ventajas. En primer lugar, este crea un flujo de metal fundido sustancialmente más estable fuera de la primera tobera frontal, que se expulsa a una distancia relativamente larga a lo largo de la sección de alma de molde y que crea sustancialmente menos turbulencias que los orificios frontales más cortos. En segundo lugar, tal y como se ilustra en la Figura 6(d), la salida (35o) de orificio frontal de una tobera de acuerdo con la presente invención (mitad inferior) se extiende más hacia dentro de la sección de alma de molde que una tobera "coaxial" tradicional (mitad superior), reduciendo de este modo la distancia que el chorro de metal debe cubrir para llenar el molde correctamente. En tercer lugar, un orificio frontal (35) más largo permite reducir el momento del flujo de metal, reduciendo de este modo la fuerza de impacto del chorro contra la pared (100f-ext) de ala exterior del ala de molde opuesta a la tobera. Esto es importante puesto que el flujo que impacta crea turbulencias y erosiona rápidamente la pared exterior de ala del molde. El método de los elementos finitos (MEF) o la dinámica de fluidos computacional (CFD, por sus siglas en inglés) muestran que las velocidades de sub-menisco altas en el molde aumentan el riesgo de fluctuaciones al nivel del molde y de separación de fluido al nivel de los radios entre el alma y el ala opuesta a la tobera. Las velocidades de sub-menisco más bajas se obtuvieron con toberas de acuerdo con la presente invención, debido a una disipación de momento potenciada a lo largo del primer orificio frontal (35) más largo.

En una realización, ilustrada en las Figuras 3(a), 4(d) y 5(e)-(h), la pared periférica tanto de la parte alargada (1B) como de la parte (1C) de salida pueden centrarse alrededor del eje longitudinal, X1, sobre sustancialmente toda la longitud del mismo y, al menos al nivel del primer orificio frontal (35), el agujero (50) cambia de geometría extendiéndose a lo largo de un segundo eje longitudinal, X2, paralelo a, y desviado con respecto al primer eje longitudinal, X1, en la dirección opuesta al primer orificio frontal. La parte de agujero que se extiende a lo largo del segundo eje longitudinal, X2, preferentemente se hace más delgada que la parte de agujero que se extiende a lo largo del primer eje longitudinal, X1, al menos a lo largo de la dirección del primer eje transversal, Y. La parte de agujero más delgada puede ser una homotecia de la parte de agujero corriente arriba más amplia, tal y como se ilustra en las Figuras 4(d) y 5(g) y (h), en donde el agujero (50) mantiene una sección transversal circular a lo largo de toda la longitud del mismo, con un diámetro más pequeño en la parte (1C) de salida. Como alternativa, la parte de agujero más delgada puede tener una forma en sección transversal diferente como la parte de agujero corriente arriba más amplia. La Figura 5(e) y (f) ilustra una parte de agujero corriente arriba amplia de sección transversal circular (ver línea discontinua en dichas Figuras) y una parte de agujero corriente abajo más delgada que tiene una sección transversal elíptica, estando el diámetro menor de la elipse a lo largo de la primera dirección transversal, Y. Reducir el diámetro de la parte corriente abajo del agujero a lo largo de la dirección del eje, Y, solamente tiene la ventaja de permitir una mayor desviación, d , entre los ejes longitudinales primero y segundo, X1 y X2, a la vez que mantiene un área en sección transversal de agujero lo suficientemente grande requerida para garantizar un caudal de metal deseado. Que la reducción de sección transversal del agujero corriente abajo deba ser homotética o estar a lo largo de una dirección depende solamente de las aplicaciones y un experto en la técnica es capaz de dimensionar las partes de agujero en consecuencia.

En una segunda realización alternativa, ilustrada en las Figuras 3(b), la desviación entre el agujero y la pared periférica al nivel del orificio frontal se produce centrando el agujero (50) alrededor del primer eje longitudinal, X1, sobre sustancialmente toda la longitud del agujero, y ampliando, al menos al nivel del primer orificio frontal, la pared (1P) periférica exterior en la dirección del primer eje transversal, Y, en comparación con la dirección opuesta. Tal y como se ilustra en las Figuras 4(b), (c) y 5(a)-(d), si la ampliación de la pared periférica exterior de la tobera se limita a la parte inferior de la tobera, esta permite ahorrar cantidades sustanciales de material refractario. Si no, no hay ninguna restricción particular al nivel de la tobera al que la pared periférica exterior debería empezar a ampliarse.

La dirección de orificio frontal, Y1, a lo largo de la cual se extiende el primer orificio frontal (35) puede ser normal al primer eje longitudinal, X1. Esto correspondería a un orificio frontal (35) horizontal tal y como se ilustra en las Figuras 4(c) y 5(a) y (e), en donde el término "horizontal" se usa con respecto a la posición de la tobera en uso). Como alternativa, la dirección de orificio frontal, Y1, puede ser transversal pero no normal al primer eje longitudinal, X1. En particular, el primer orificio frontal (35) puede extenderse hacia abajo (con respecto a la posición de la tobera en uso) de manera que el centroide de la salida (35o) de orificio frontal esté más cerca del segundo extremo de tobera que el centroide de la entrada (35i) de orificio frontal.

Para un correcto llenado de moldes con forma compleja, un único orificio frontal puede no ser suficiente. Una tobera de acuerdo con la presente invención, por lo tanto, puede comprender, además, una salida (37) de extremo que se abre en el segundo extremo de la tobera (ver Figuras 4d y 5 (h)). La salida (37) de extremo es preferentemente paralela al eje longitudinal, pero puede formar un ángulo con este último. Una salida (37) de extremo está formada por un canal en comunicación fluida con el agujero longitudinal y se abre exclusivamente en el segundo extremo de la tobera. Si una abertura del canal se abre se extiende parcialmente en el segundo extremo y parcialmente en la pared periférica de la tobera, se le hace referencia como orificio frontal (ver, por ejemplo, la Figura 3). También puede comprender al menos un orificio frontal (39a, 39b) secundario que se extiende transversalmente al eje longitudinal, X1, y dirección de orificio frontal, Y1, desde el agujero (50) hasta la pared periférica de la parte (1C) de

salida. Para un molde en H, tal y como se ilustra en las Figuras 1 y 2, la tobera comprende preferentemente dos orificios frontales (39a, 39b) secundarios que forman con el primer orificio frontal (35) una Y centrada en el agujero, de tal manera que el ala al lado de la tobera pueda llenarse con metal fundido, tal y como se ilustra en las Figuras 3 y 5(c) y (h).

5 En la mayoría de realizaciones, la tobera comprende un único orificio frontal (35) caracterizado por un primer eje transversal, Y, que es coaxial con el más largo de todos los segmentos que se extienden desde el centroide (50x) del agujero hasta el perímetro (1P) de pared (ver todas salvo la Figura 5(b)). En algunos casos específicos, sin embargo, es posible tener dos orificios frontales (35), caracterizado cada uno por un primer eje transversal, Y, que
10 forma una forma de "V", tal y como se ilustra en la Figura 5(b). En esta realización específica, con el fin de cumplir el requisito de $L1 > L2$, cada uno de los primeros ejes transversales, Y, de los orificios frontales (35) primero y segundo no pueden intersectar el perímetro (1P) de pared en nada más allá de los puntos límite (1Z), lo que define la posición en la pared periférica, en donde $L1 = L2$. A la derecha de los puntos límite (1Z) de la Figura 5(b), $L1 > L2$ de conformidad con la presente invención, pero a la izquierda de la misma, $L1 < L2$ y pueden convertirse en orificios
15 frontales (39, 39a, 39b) secundarios tal y como se ha tratado anteriormente.

La disipación adicional del momento de flujo y la estabilidad de flujo potenciada pueden obtenerse proveyendo la tobera de un segundo orificio frontal (36) que se extiende a lo largo de un eje comprendido dentro del semiplano definido por el primer eje longitudinal, X1 y el primer eje transversal, Y. En otras palabras, tal y como se ilustra en la
20 Figura 4(d), un segundo orificio frontal (36) puede ubicarse por encima o por debajo del primer orificio frontal (usándose las expresiones "por encima de" y "por debajo de" en el presente documento con respecto a la posición de tobera en uso). En una variación de la presente realización, los orificios frontales (35, 36) primero y segundo pueden estar conectados por un canal más delgado, tal y como se ilustra en la Figura 3, que confiere una forma de hueso de perro a las salidas de los orificios frontales.

25 Una tobera de acuerdo con la presente invención resulta ventajosa durante su uso con una instalación para la colada de vigas metálicas, tal y como se ilustra en la Figura 1 y que comprende:

30 (a) un recipiente metalúrgico (10, 11) provisto de al menos una tobera sumergida (1) de acuerdo con la presente invención, estando el orificio (18) de entrada de la misma en comunicación fluida con el interior del recipiente metalúrgico; y en donde el agujero (50) con el primer orificio frontal (35) se extiende fuera de dicho recipiente metalúrgico y penetra parcialmente en,

35 (b) un molde (100) de viga en bruto que define una sección transversal dividida en al menos una primera parte alargada que se extiende a lo largo de una primera dirección de molde y al menos una segunda parte alargada, que se extiende a lo largo de una segunda dirección de molde transversal a la primera dirección de molde.

40 **en donde**, dicha primera dirección de molde está comprendida dentro del plano definido por el primer eje longitudinal, X1, y el eje de orificio frontal, Y1, y es preferentemente normal al primer eje longitudinal, X1.

El molde de viga en bruto puede tener una sección transversal en T, en L, en X, en C, en H o similares. En el caso de una sección transversal en H o en C, el alma de la H o la C, que está definida por la primera parte alargada, y las dos alas laterales de la H o la C, que están definidas por la segunda parte alargada y una tercera parte alargada,
45 ambas normales a la primera parte alargada. Una única tobera sumergida de este tipo se usa preferentemente para cada molde y se posiciona en el área que interseca el alma y un ala de la sección transversal en H o en C. De manera similar, en el caso de secciones transversales en T, en L o en X, una única tobera se usa preferentemente para cada molde y se posiciona preferentemente en el área de intersección entre las partes alargadas primera y segunda del molde. Para tales moldes, pueden contemplarse orificios frontales adicionales que se extiendan
50 transversales a dicho orificio frontal (35), con una desviación entre los centroides del agujero y de la pared periférica al nivel de tales posiciones de los orificios frontales, en el caso de dos partes alargadas que se intersectan de un molde que tenga longitudes extensas.

Con el fin de permitir un espacio libre suficiente, δ , entre la pared periférica de tobera y la pared de molde, en particular cerca del orificio frontal, la pared periférica exterior de la tobera puede tener una forma en sección transversal que coincida aproximadamente con los contornos de las paredes de molde en las proximidades de la tobera. Por ejemplo, la forma en sección transversal de la pared periférica puede tener una forma semejante a una
55 pera o bombilla, tal y como se ilustra en la Figura 6(d). Tal y como se ha tratado anteriormente, se requiere un espacio libre suficiente, δ , para evitar la formación de puentes de metal solidificado entre la tobera y las paredes de molde frías. Tal forma de la pared periférica exterior de la tobera permite una penetración más profunda del primer orificio frontal (35) en la dirección del alma de molde (es decir, primera parte alargada) a la vez que se mantiene un espacio libre suficiente con las paredes de molde (comparar las mitades superior (PA) e inferior (INV) de la Figura
60 6(d)).

65 Una tobera de acuerdo con la presente invención permite un mejor control del chorro de metal que fluye fuera de la

misma en moldes con forma compleja para producir vigas y similares. Con la mayor longitud, L1, del primer orificio frontal (35) de lo que es posible hasta la fecha. Esto tiene las ventajas de una disipación de momento de flujo mejorada, así como una estabilidad más alta y una velocidad más baja del chorro de metal vertido hacia fuera. Esto, a su vez, evita interrupciones de flujo en los radios de los moldes con forma compleja, así como la reducción de formaciones de vórtices y zonas muertas, responsables de muchos defectos de las vigas fabricadas por colada.

REIVINDICACIONES

1. Tobera sumergida (1) para la colada de acero que comprende:

- 5 • una parte (1A) de entrada, ubicada en un primer extremo de la tobera y que comprende un orificio (18) de entrada;
- una parte alargada (1B) definida por una pared periférica exterior y que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal (X1) desde dicha parte (1A) de entrada, o al lado de la misma, hasta,
- 10 • una parte (1C) de salida, ubicada al lado de y que incluye un segundo extremo de la tobera, opuesto al primer extremo, estando definida dicha parte de salida por una pared periférica exterior y comprendiendo un primer orificio frontal (35) de salida que se abre en dicha pared periférica exterior,
- un agujero (50) que se extiende paralelo al primer eje longitudinal (X1) que se abre en dicho orificio (18) de entrada y que se extiende a lo largo de la parte alargada (1B) de la tobera y, al menos parcialmente, en la
- 15 parte (1C) de salida de la tobera desde la que se abre a la atmósfera al menos a través de dicho primer orificio frontal (35), que se extiende a lo largo de una dirección (Y1) de orificio frontal transversal a dicho primer eje longitudinal (X1) desde una entrada (35i) de orificio frontal que une el agujero (50) a una salida (35o) de orificio frontal, que se abre en la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera,
- en donde un corte plano de la parte (1C) de salida de tobera a lo largo de un plano normal al primer eje longitudinal (X1) que pasa a través de la entrada (35i) de orificio frontal comprende:
 - 20 ○ el contorno del agujero (50), definido por el perímetro (50P) de agujero y por el centroide (50x) de agujero del área definida por dicho perímetro de agujero, y
 - el contorno de la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera definido por el perímetro (1P) de pared y el centroide (1x) de pared del área definida por dicho perímetro de pared, y
 - 25 ○ un primer eje transversal (Y) que pasa por el centroide (50x) de agujero y que se extiende a lo largo de una dirección paralela a la proyección ortogonal de la dirección (Y1) de orificio frontal en el plano del corte,

caracterizada porque,

- 30 • la pared periférica tanto de la parte alargada (1B) como de la parte (1C) de salida está centrada alrededor del eje longitudinal (X1) sobre toda la longitud de la tobera, y en donde al menos al nivel del primer orificio frontal (35), el agujero (50) cambia de geometría extendiéndose a lo largo de un segundo eje longitudinal (X2) paralelo a, y desviado con respecto al primer eje longitudinal (X1) en la dirección opuesta al primer orificio frontal,
- 35 • la tobera no comprende ningún orificio frontal que se extienda a lo largo de una dirección opuesta a la dirección del primer orificio frontal (35) con respecto al eje longitudinal y que pertenezca al plano definido por el eje longitudinal (X1) y la dirección (Y1) de orificio frontal, y **porque**, en dicho corte plano:
 - el centroide (50x) de agujero y el centroide (1x) de pared son distintos y están separados por una distancia $d \neq 0$,
 - 40 • el segmento que se extiende a lo largo del primer eje transversal (Y) desde el centroide (50x) de agujero hasta el perímetro (1P) de pared tiene una longitud (L1) que es más larga que la longitud (L2) del segmento que se extiende desde el centroide (1x) de pared hasta el punto de intersección entre el primer eje transversal (Y) y el perímetro (1P) de pared.

45 2. Tobera sumergida (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, el agujero (50) y la pared periférica exterior que define la parte alargada (1B) son concéntricos alrededor del primer eje longitudinal (X1) sobre toda la longitud de la parte alargada (1B).

50 3. Tobera sumergida de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el agujero (50) está centrado alrededor del primer eje longitudinal (X1) sobre toda la longitud del mismo y en donde al menos al nivel del primer orificio frontal (35), la pared periférica exterior que define la parte (1C) de salida se ensancha en la dirección del primer eje transversal (Y) en comparación a la dirección opuesta.

55 4. Tobera sumergida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el cambio en la geometría del agujero (50) comprende hacerlo más delgado al menos a lo largo de la dirección del primer eje transversal (Y).

60 5. Tobera sumergida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la parte (1C) de salida comprende, además, una salida (37) de extremo que se abre en el segundo extremo de la tobera, extendiéndose preferentemente dicha salida de extremo paralela al eje longitudinal (X1).

65 6. Tobera sumergida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la parte (1C) de salida comprende, además, al menos un orificio frontal (39a, 39b) secundario que se extiende transversalmente al plano definido por el eje longitudinal (X1) y la dirección (Y1) de orificio frontal, desde el agujero (50) hasta la pared periférica de la parte (1C) de salida.

7. Tobera sumergida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el orificio frontal se extiende a lo largo de una dirección (Y1) de orificio frontal que forma un ángulo más pequeño que 90° con el dicho segundo eje longitudinal (X2) de manera que el centroide de la salida (35o) de orificio frontal esté más cerca del segundo extremo de tobera que el centroide de la entrada (35i) de orificio frontal.
- 5 8. Tobera sumergida de acuerdo con la reivindicación precedente, en donde los ejes longitudinales primero (X1) y segundo (X2) son coaxiales.
- 10 9. Tobera sumergida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la parte (1C) de salida comprende, además, un segundo orificio frontal (36) que se extiende en el mismo lado que el primer orificio frontal (35) con respecto al primer eje longitudinal (X1) y a lo largo de un eje comprendido dentro del semiplano definido por el primer eje longitudinal (X1) y el primer eje transversal (Y).
- 15 10. Tobera sumergida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el centroide (50x) de agujero está en el primer eje transversal (Y).
11. Tobera sumergida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la relación L1/L2 es al menos igual a 1,05, preferentemente al menos 1,1, más preferentemente al menos 1,25.
- 20 12. Instalación de colada para la colada de vigas metálicas que comprende:
- (a) un recipiente metalúrgico (10, 11) provisto de al menos una tobera sumergida (1) que se extiende paralela a un primer eje longitudinal (X1) y acoplada al suelo del recipiente metalúrgico, comprendiendo dicha tobera
- 25 • una parte (1A) de entrada, ubicada en un primer extremo de la tobera y que comprende un orificio (18) de entrada;
- una parte alargada (1B) definida por una pared periférica exterior y que se extiende a lo largo de un primer eje longitudinal (X1) desde dicha parte (1A) de entrada, o al lado de la misma, hasta,
- 30 • una parte (1C) de salida, ubicada al lado de y que incluye un segundo extremo de la tobera, opuesto al primer extremo, estando definida dicha parte de salida por una pared periférica exterior y comprendiendo un primer orificio frontal (35) de salida que se abre en dicha pared periférica exterior,
- un agujero (50) que se extiende paralelo al primer eje longitudinal (X1) que se abre en dicho orificio (18) de entrada y que se extiende a lo largo de la parte alargada (1B) de la tobera y, al menos parcialmente, en la parte (1C) de salida de la tobera desde la que se abre a la atmósfera al menos a través de dicho primer orificio frontal (35), que se extiende a lo largo de una dirección (Y1) de orificio frontal transversal a dicho primer eje longitudinal (X1) desde una entrada (35i) de orificio frontal que une el agujero (50) a una salida (35o) de orificio frontal, que se abre en la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera,
- 35 • en donde un corte plano de la parte (1C) de salida de tobera a lo largo de un plano normal al primer eje longitudinal (X1) que pasa a través de la entrada (35i) de orificio frontal comprende:
- 40 ○ el contorno del agujero (50), definido por el perímetro (50P) de agujero y por el centroide (50x) de agujero del área definida por dicho perímetro de agujero, y
- el contorno de la pared periférica exterior de la parte de salida de la tobera definido por el perímetro (1P) de pared y el centroide (1x) de pared del área definida por dicho perímetro de pared, y
- 45 ○ un primer eje transversal (Y) que pasa por el centroide (50x) de agujero y que se extiende a lo largo de una dirección paralela a la proyección ortogonal de la dirección (Y1) de orificio frontal en el plano del corte,
- (b) un molde (100) de viga en bruto que define una sección transversal dividida en al menos una primera parte alargada que se extiende a lo largo de una primera dirección de molde y al menos una segunda parte alargada, que se extiende a lo largo de una segunda dirección de molde transversal a la primera dirección de molde,
- 50 caracterizado **porque**,
- 55 • la pared periférica tanto de la parte alargada (1B) como de la parte (1C) de salida está centrada alrededor del eje longitudinal (X1) sobre toda la longitud de la tobera, y en donde al menos al nivel del primer orificio frontal (35), el agujero (50) cambia de geometría extendiéndose a lo largo de un segundo eje longitudinal (X2) paralelo a, y desviado con respecto al primer eje longitudinal (X1) en la dirección opuesta al primer orificio frontal,
- 60 • la tobera no comprende ningún orificio frontal que se extienda a lo largo de una dirección opuesta a la dirección del primer orificio frontal (35) con respecto al eje longitudinal y que pertenezca al plano definido por el eje longitudinal (X1) y la dirección (Y1) de orificio frontal, y **porque**, en dicho corte plano:
- el centroide (50x) de agujero y el centroide (1x) de pared son distintos y están separados por una distancia $d \neq 0$,
- 65

- el segmento que se extiende a lo largo del primer eje transversal (Y) desde el centroide (50x) de agujero hasta el perímetro (1P) de pared tiene una longitud, L1, que es más larga que la longitud, L2, del segmento que se extiende desde el centroide (1X) de pared hasta el punto de intersección entre el primer eje transversal (Y) y el perímetro (1P) de pared,

5 y **porque**, dicha primera dirección de molde está comprendida dentro del plano que comprende el primer eje longitudinal (X1) y la dirección (Y1) de orificio frontal.

10 13. Instalación de colada de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el molde (100) de viga en bruto tiene una sección transversal en T, una sección transversal en L, una sección transversal en X, una sección transversal en C o una sección transversal en H.

15 14. Instalación de colada de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el molde de viga en bruto tiene una sección transversal en H estando definida el alma de la H por la primera parte alargada, y estando definidas las dos alas laterales por la segunda parte alargada y una tercera parte alargada, ambas normales a la primera parte alargada y en donde dicha tobera sumergida está posicionada en el área que interseca el alma y un ala de la sección transversal de viga en H.

20 15. Instalación de colada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en donde una única tobera sumergida (1) se usa con cada molde (100) de viga en bruto y dicha tobera está posicionada en el área que interseca las partes alargadas primera y segunda.

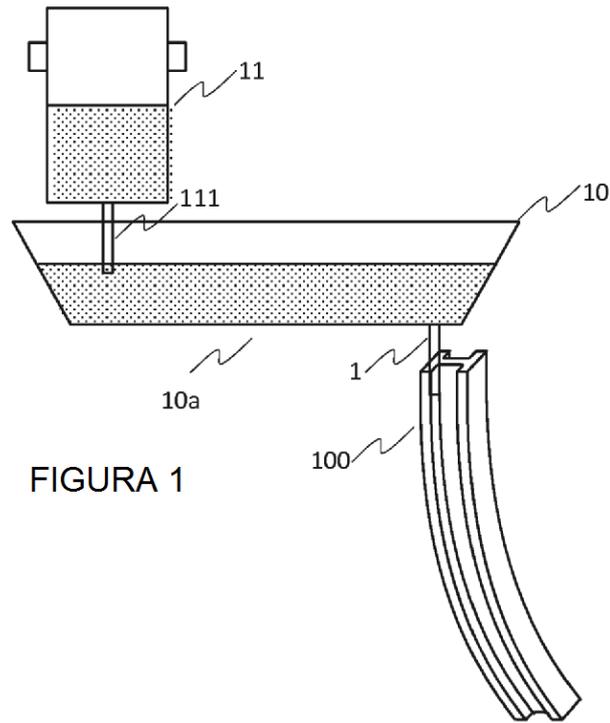


FIGURA 1

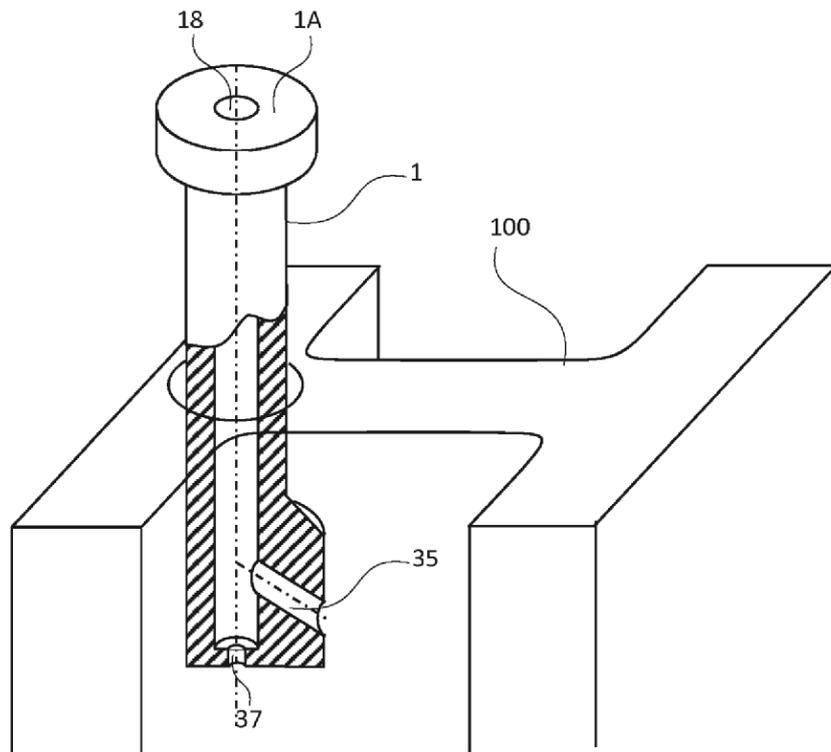


FIGURA 2

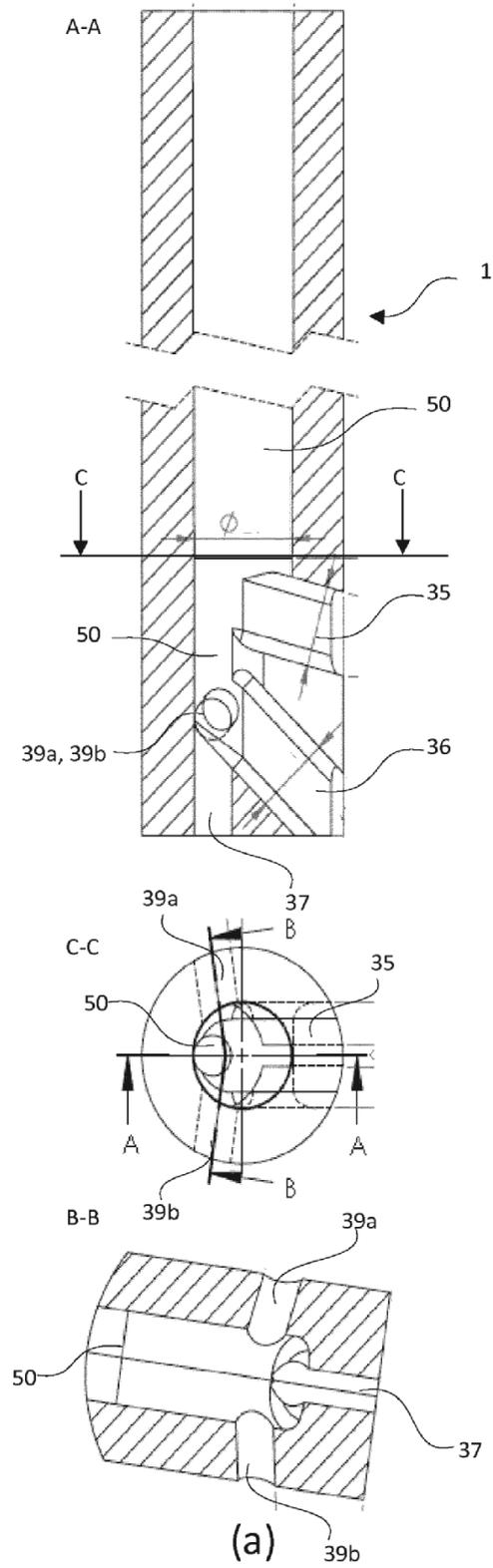


FIGURA 3

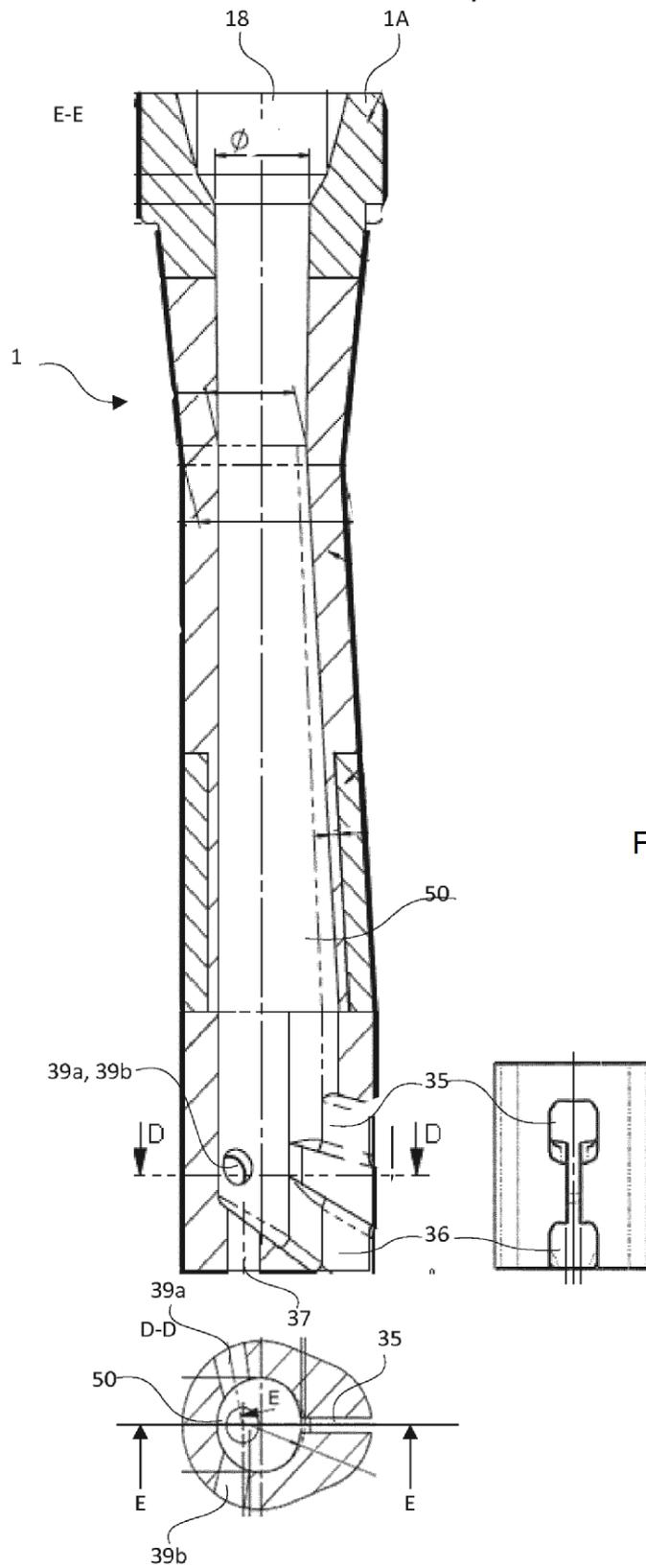


FIGURA 3

(b)

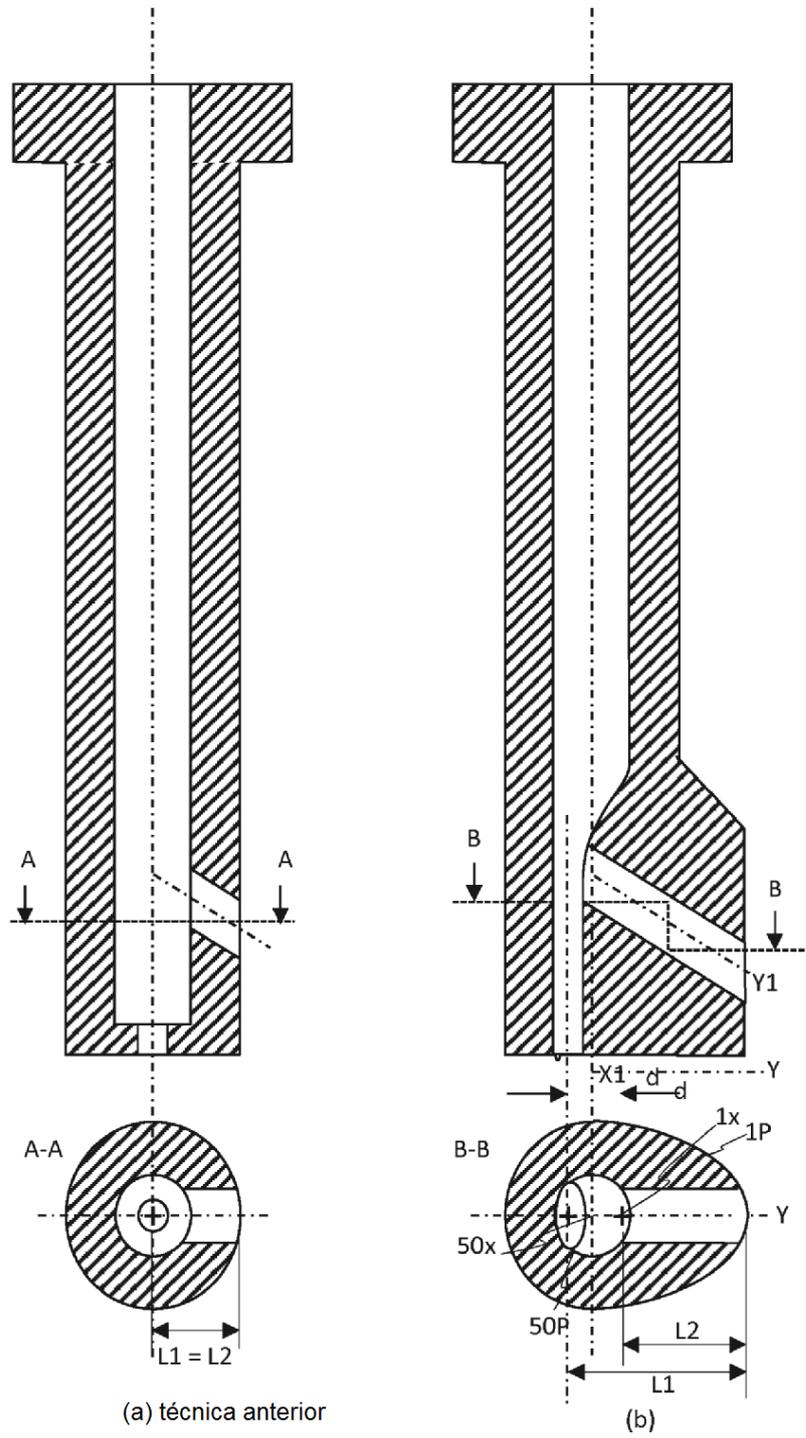


FIGURA 4

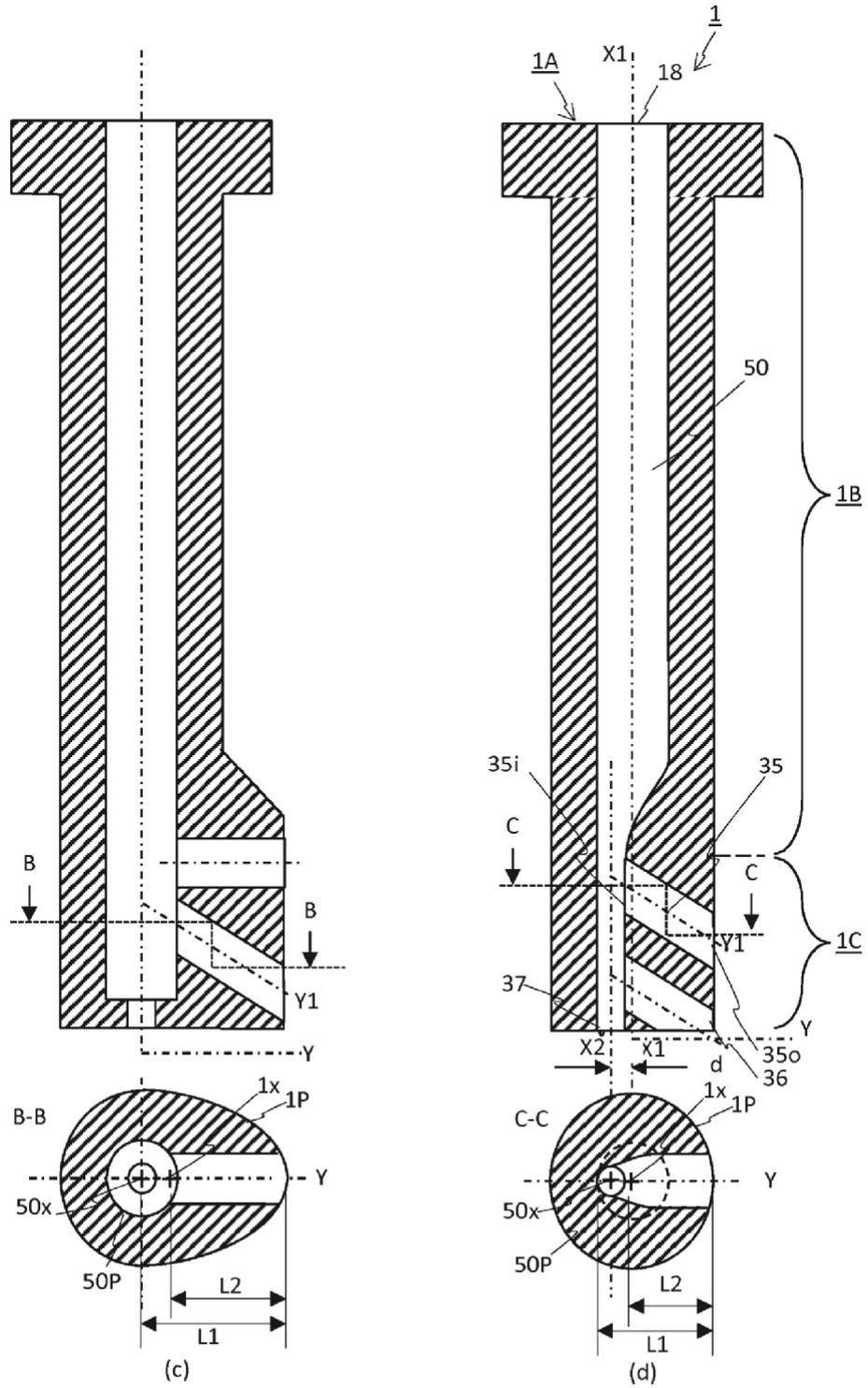


FIGURA 4

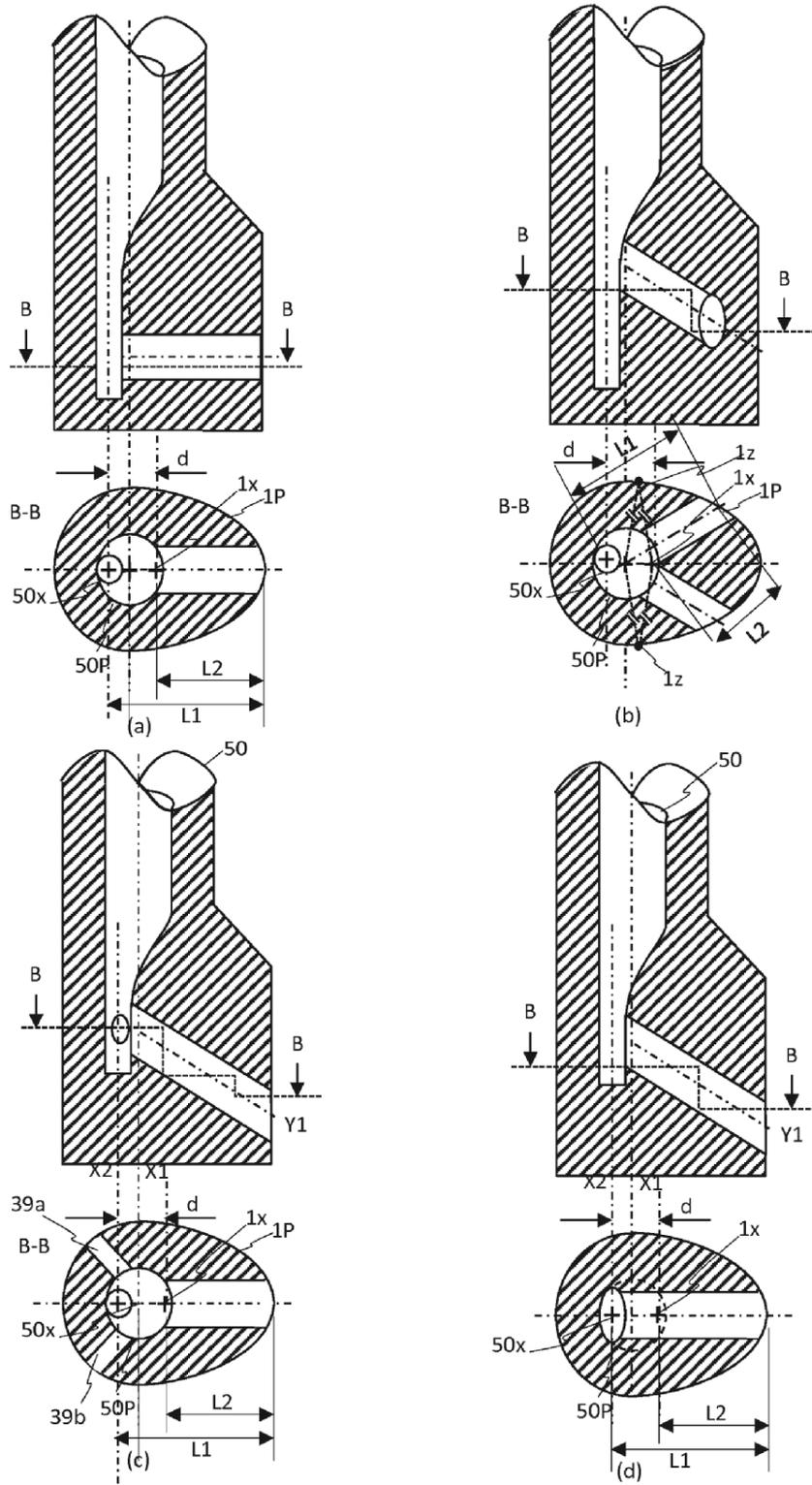


FIGURA 5

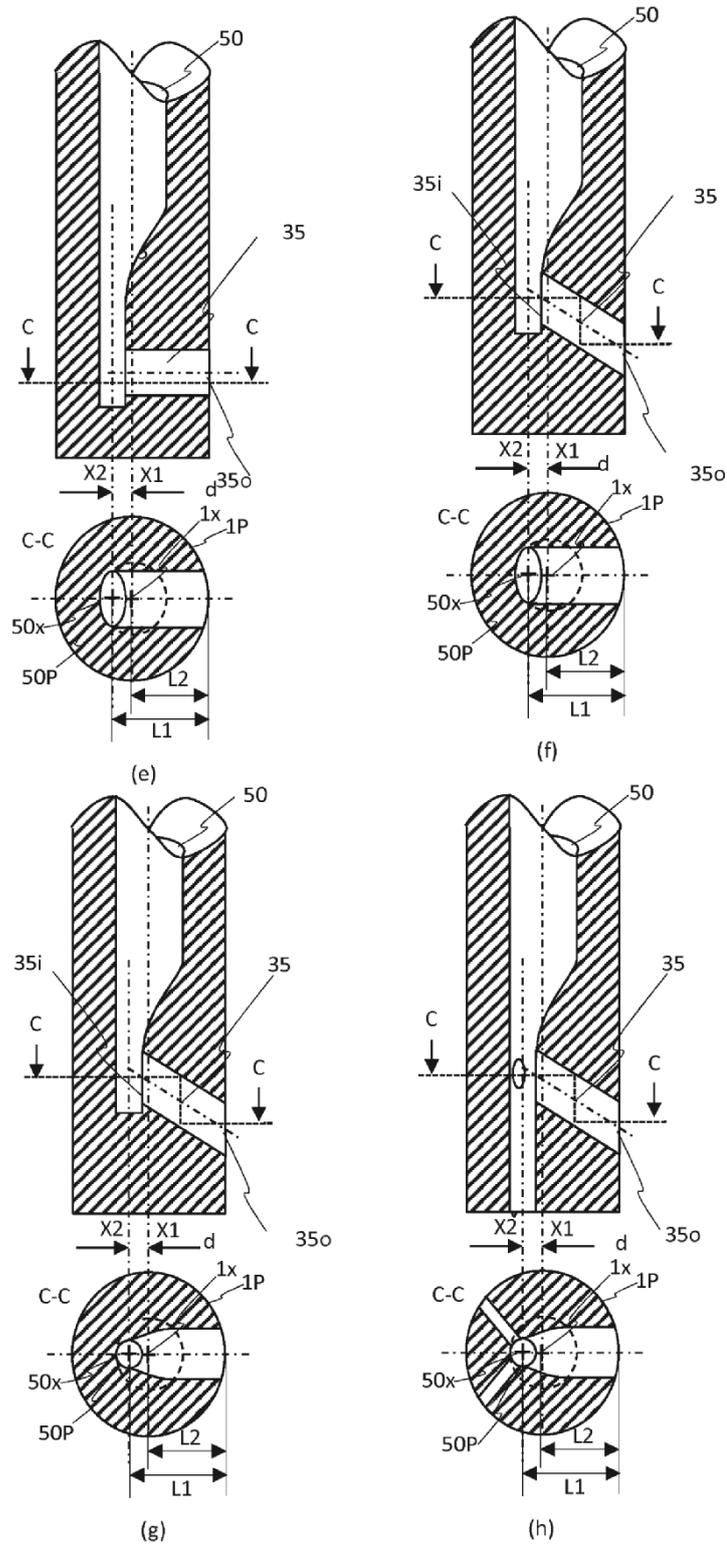


FIGURA 5

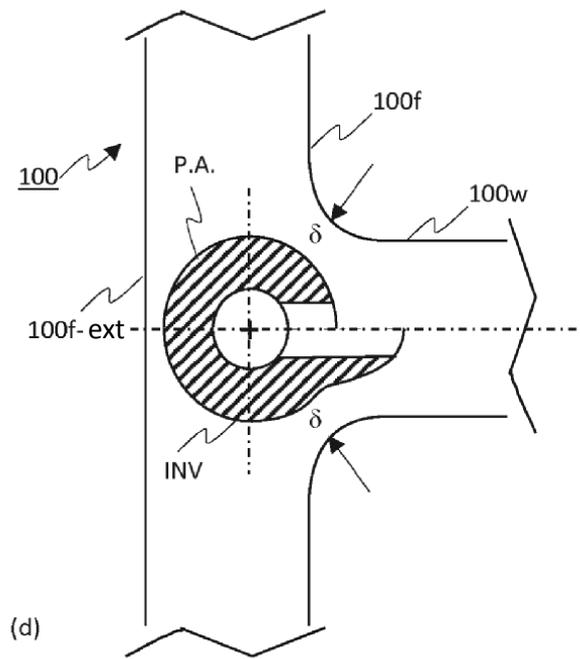
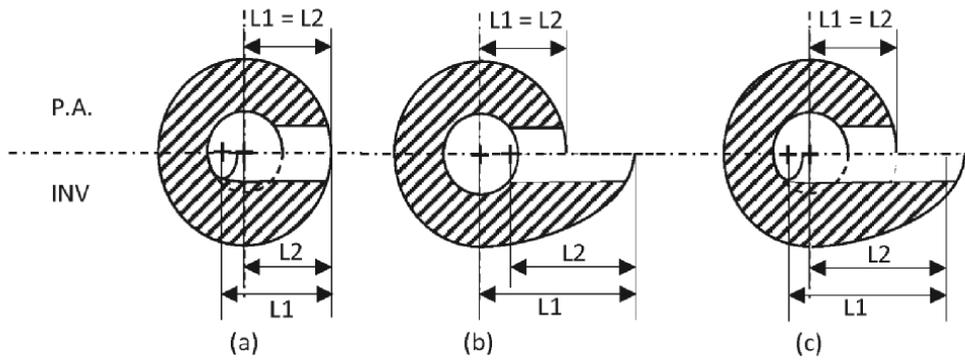


FIGURA 6

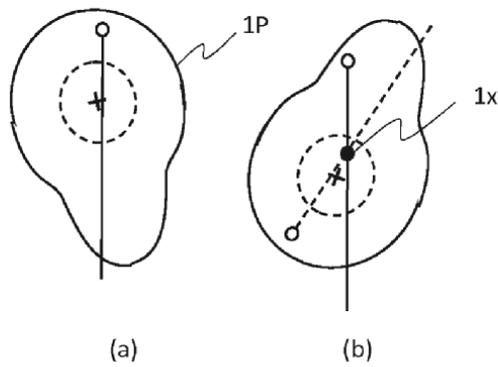


FIGURA 7