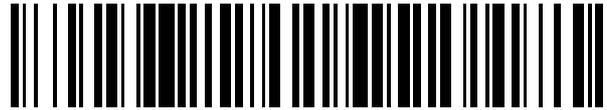


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 280**

51 Int. Cl.:

C21B 3/08 (2006.01)

C21B 3/10 (2006.01)

C04B 5/00 (2006.01)

C22B 7/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2016 PCT/IB2016/050291**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2016 WO16116884**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2016 E 16712454 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019 EP 3247811**

54 Título: **Planta para el reciclaje de escoria blanca generada durante una etapa de producción de acero**

30 Prioridad:

21.01.2015 IT BO20150019

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

05.03.2020

73 Titular/es:

**MATERIAL HANDLING TECHNOLOGY S.R.L.
(100.0%)**

**Viale Ancona, 26
30172 Venezia Mestre, IT**

72 Inventor/es:

BUIZZA, DARIO

74 Agente/Representante:

RUO , Alessandro

ES 2 746 280 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

Planta para el reciclaje de escoria blanca generada durante una etapa de producción de acero

5 **Campo de la invención**

[0001] La presente invención se refiere al sector técnico referente a la producción de acero.

10 [0002] Más en detalle, se refiere a una planta para el reciclaje de escoria blanca generada durante la etapa de producción de acero.

Descripción de la técnica anterior

15 [0003] Se sabe que los principales residuos generados durante la producción de acero comprenden esencialmente polvos de reducción de humos, materiales refractarios usados y escoria en general.

[0004] Hasta el momento, el mayor problema es el relativo al reciclaje y/o eliminación de la "escoria blanca", derivada de los procesos de refinado.

20 [0005] La escoria blanca es muy rica en calcio y susceptible de reciclaje, aunque su tendencia a la hidratación y los procesos de desintegración la convierten en un material muy inestable.

[0006] Esto lleva a problemas significativos en la gestión de un almacenamiento al aire libre del material y la prevención de su dispersión en el entorno.

25 [0007] El reciclaje de la escoria blanca permitiría obtener dos importantes ventajas:

- reducción del uso de materias primas tales como los eliminadores de escoria alcalinos;
- 30 - reducción de los vertidos eliminados, en beneficio del aspecto ecológico/ambiental.

[0008] Esto es de fundamental importancia cuando se considera el hecho de que la escoria blanca constituye más del 90 % de los subproductos de residuos potencialmente reciclables en una acería.

35 [0009] El principal compuesto de escoria blanca es el silicato dicálcico, cuya molécula se caracteriza por una estructura cristalina que varía en función de la temperatura.

[0010] Durante el proceso de refrigeración de la escoria blanca, a temperaturas inferiores a aproximadamente 40 500 °C, el silicato dicálcico se somete a transiciones de fase que provocan un aumento de volumen que, debido a la diferente estructura cristalina y densidad, da lugar a una fragmentación de la matriz, conocida como "desintegración".

45 [0011] La reducción "controlada" de la temperatura de la escoria blanca en un entorno "protegido" permite así su reciclaje, generando un polvo rico en calcio que puede ser utilizado de nuevo en el horno o en otras y diversas aplicaciones.

[0012] Se conoce un primer método para el reciclaje de la escoria blanca que se basa en el proceso de desintegración descrito en lo anterior, realizando una refrigeración del material del tipo "estático".

50 [0013] La escoria blanca se deja enfriar reposando sobre rejillas, en el interior de cámaras adecuadas, hasta su pulverización.

[0014] Las rejillas permiten el paso del polvo obtenido a las tolvas subyacentes, donde el polvo es golpeado por un flujo de aire que facilita la refrigeración del material.

55 [0015] El método presenta una serie de problemas e inconvenientes, tales como una eficiencia en el intercambio de calor deficiente y, en consecuencia, largos tiempos de realización de la pulverización del material, y una mayor ralentización de la cinética de transformación debido a la acumulación de polvos en la parte superior del material que actúan como capa aislante.

60 [0016] Los documentos JP 52.13493 y JP 52.17388 describen un segundo método para recuperar la escoria blanca, que también se basa en el proceso de desintegración, en el que hay un reactor tubular abierto en el que se inserta la escoria blanca.

65 [0017] En este caso, la refrigeración de la escoria blanca se obtiene indirectamente enfriando la superficie externa del reactor con agua pulverizada en la parte superior del reactor y recogida en una cuba adecuada situada en la

parte inferior del reactor.

[0018] Los mayores problemas encontrados en este caso están representados por la dispersión y el elevado consumo de agua, el escaso intercambio térmico concentrado en la parte alta del reactor que da lugar a grandes dimensiones del reactor, así como la posibilidad de humedecer el material con el consiguiente deterioro cualitativo del mismo.

[0019] El documento EP 2.261.383 A1 describe un tercer método para recuperar la escoria blanca en el que se utiliza un reactor tubular abierto en el que se inserta la escoria blanca para que se desintegre.

[0020] El sistema de refrigeración de la escoria blanca incluye principalmente un flujo de aire que involucra la región interna del tambor rotatorio y enfría la escoria blanca contenida en el mismo por intercambio térmico directo.

[0021] Debido a la humedad presente en el flujo de aire de refrigeración, el calcio libre y el magnesio libre presente en la escoria blanca se hidratan, ralentizando el proceso de desintegración y generando un producto cualitativamente peor, debido a la mayor energía requerida para su disociación sucesiva en el horno.

[0022] El uso de grandes volúmenes de aire para la refrigeración directa de la escoria blanca ha de incluir necesariamente el uso de un sistema de filtrado corriente abajo de grandes dimensiones, con un mayor desembolso en términos de planta y dinero.

[0023] En el documento EP 2.261.383 A1, el sistema de refrigeración puede comprender, además del flujo de aire que afecta a la región interna del tambor rotatorio, una serie de boquillas situadas debajo del tambor rotatorio capaces de pulverizar agua contra la superficie externa de una porción del tambor, y una cuba colectora del agua pulverizada (párrafo 35).

[0024] En realizaciones que no se describen e ilustran, el sistema de refrigeración puede además ser una parte integral del tambor rotatorio y puede consistir en una serie de placas de refrigeración fijadas internamente al tambor rotatorio.

[0025] Los conductos se realizan internamente de las placas para la circulación de un fluido refrigerante que puede ser enviado a los intercambiadores para disipar el calor intercambiado (párrafo 36).

[0026] La realización de placas de refrigeración fijadas internamente en el tambor rotatorio y de un complejo sistema de conductos para la circulación del fluido refrigerante, además de proporcionar una superficie de intercambio más pequeña, conduce a una evidente mayor complejidad de la planta y a costes más elevados, que deben añadirse a la planta de flujo de aire que implica la región interna del tambor rotatorio.

[0027] El documento EP 2.261.383 A1 describe un proceso discontinuo en el que el reactor tubular ha de cargarse cíclicamente con la escoria blanca y limpiarse cíclicamente de las costras metálicas residuales que puedan dañar el reactor durante su rotación.

[0028] En consecuencia, durante la carga, el reactor tubular puede recibir en la entrada tanto escoria blanca a temperaturas demasiado altas como bloques de grandes dimensiones que pueden dañar el reactor y sus estructuras.

[0029] De manera similar, cualquier incrustación metálica no pulverizada en el proceso de desintegración permanece en rotación permanente en el interior del tambor rotatorio y se elimina manualmente sólo después de un número predeterminado de ciclos (párrafo 40, líneas 44-49); esto provoca la compactación del polvo (que por lo tanto no se recicla) y la consiguiente creación de "costras" de material, limitando fuertemente el rendimiento de la transformación y el reciclaje.

Sumario de la invención

[0030] El objetivo de la presente invención es obviar los problemas de la técnica anterior, mediante la divulgación de una planta para el reciclaje de la escoria blanca que se genera en la etapa de producción de acero, capaz de reducir los tiempos y costes de producción, manteniendo al mismo tiempo normas más altas de calidad del material obtenido y de la seguridad para los operadores y el equipo.

[0031] Un objetivo adicional de la presente invención es desvelar una planta para el reciclaje de escoria blanca que se genera durante la etapa de producción de acero, capaz de maximizar el intercambio térmico durante la etapa de refrigeración de la escoria blanca, permitiendo la reducción de las dimensiones de la planta y optimizando los rendimientos de la transformación y reciclaje de la escoria blanca.

[0032] Un objetivo adicional de la presente invención es desvelar una planta para el reciclaje de escoria blanca que se genera durante la etapa de producción de acero, capaz de maximizar el intercambio térmico durante la etapa de

refrigeración de la escoria blanca, permitiendo una limitación de la cantidad de fluido de refrigeración necesario, evitando la dispersión del mismo y, por tanto, cualquier contaminante de la escoria blanca.

5 **[0033]** Un objetivo adicional de la presente invención es desvelar una planta para el reciclaje de escoria blanca que se genera durante la etapa de producción de acero, capaz de tratar la escoria blanca, en las condiciones físicas diversas y posibles en las que pueden ser - en el estado sólido, estado semisólido de pasta, o en el estado líquido, según necesidades y requisitos, con un modo de funcionamiento de ciclo continuo.

10 **[0034]** Los objetivos se alcanzan por medio de una planta para la recuperación de escoria blanca que se genera durante la etapa de producción del acero, realizados según la reivindicación 1.

15 **[0035]** En realizaciones particulares, la planta para el reciclaje de escoria blanca generada durante la etapa de producción de acero comprende una o más de las siguientes características, consideradas por separado o en combinación.

- 20 • el espacio comprende ventajosamente un canal que se enrolla en hélice en la camisa exterior de la primera porción del cilindro rotatorio, con el fin de maximizar el intercambio térmico indirecto entre el fluido refrigerante y la escoria blanca;
- 25 • la superficie interna de la primera porción del cilindro rotatorio está conformada en un perfil dentado que permite aumentar la superficie de intercambio térmico entre el fluido refrigerante y la escoria blanca, definiendo el perfil dentado una serie de aletas;
- 30 • los medios de almacenamiento de la escoria blanca comprenden: una tolva provista periféricamente de un espacio ocupado por un fluido refrigerante, de modo que permita una primera refrigeración de la escoria blanca antes de su entrada en la primera porción del cilindro rotatorio; un rebosadero, situado en la parte superior de la tolva, en la parte frontal de la zona de carga de la escoria blanca, proporcionado para separar la escoria blanca del metal líquido todavía eventualmente presente; teniendo el rebosadero, en un lado orientado hacia la tolva, un cabezal de contención que permita retener el metal líquido en el rebosadero y facilite el paso de la escoria blanca, que flota sobre el metal líquido debido a la diferencia considerable en la diferencia de peso específico entre ambos, hacia la tolva subyacente.
- 35 • el rebosadero es extraíble con respecto a la tolva;
- 40 • los medios de almacenamiento de la escoria blanca comprenden; una rejilla situada cerca de la boca de entrada de la tolva, capaz de retener porciones de escoria blanca y posibles residuos metálicos de un tamaño de grano superior a un tamaño de grano predeterminado; medios de descarga hacia el exterior de la tolva de esas porciones de escoria blanca y residuos metálicos retenidos por la rejilla;
- 45 • la rejilla se coloca inclinada de forma que se facilite la descarga hacia el exterior de la tolva de las porciones de escoria blanca y residuos metálicos que permanecen en la rejilla;
- 50 • los medios de descarga comprenden un accionador capaz de activar la rotación de la rejilla para facilitar la descarga hacia el exterior de la tolva de las porciones de escoria blanca y residuos metálicos que permanecen en la rejilla;
- 55 • pueden proporcionarse medios que son capaces de someter la rejilla a un movimiento vibratorio;
- la rejilla comprende un espacio que contiene un fluido refrigerante, de modo que se pueda enfriar por primera vez la escoria blanca antes de su entrada en la primera porción del cilindro rotatorio;
- los medios de alimentación de la escoria blanca a la primera porción del cilindro rotatorio comprenden un transportador sometido a medios de refrigeración que permiten una segunda refrigeración preliminar de la escoria blanca antes de su entrada en la primera porción del cilindro rotatorio.

Breve descripción de los dibujos

60 **[0036]** Las características técnicas de la invención se expondrán en lo siguiente, en la cual se describen algunas realizaciones preferidas, no exclusivamente, con referencia a las tablas anexas de dibujos, en los que:

- 65 - La figura 1 ilustra esquemáticamente una vista lateral de la planta desvelada para el reciclaje de escoria blanca;
- La figura 1A es una vista lateral similar de la planta indicada en la figura 1 en una variante de realización;
- La figura 2 es un diagrama general de la instalación en la que puede funcionar la planta ilustrada en las figuras 1,

1A;

- La figura 3 es una vista a lo largo de las secciones A-A indicadas en las figuras 1, 1A;

5 - La figura 4 es una vista a lo largo de las secciones B-B indicadas en las figuras 1, 1A;

- La figura 5 es una vista a mayor escala del detalle W3 de la planta ilustrada en la figura 1A;

- La figura 5A es una vista a lo largo de la línea C del detalle ilustrado en la figura 5;

10 - la figura 6 es una vista a mayor escala de una vista en planta del detalle W1 ilustrado en la figura 1;

- La figura 7 es una vista a mayor escala del detalle W2 ilustrado en la figura 1.

15 **Descripción de las realizaciones preferidas**

[0037] Con referencia a las tablas de dibujos, el número de referencia 1 denota en su totalidad la planta desvelada de reciclaje de escoria blanca generada durante una etapa de producción de acero (figuras 1, 1A).

20 **[0038]** El reciclaje de la escoria blanca que se genera durante la etapa de producción de acero comprende de forma innovadora las siguientes etapas:

- almacenamiento de la escoria blanca en medios de almacenamiento;

25 - alimentación regulable del flujo de la escoria blanca mediante medios de almacenamiento interno de un cilindro rotatorio de atmósfera controlada;

30 - refrigeración controlada de la escoria blanca contenida internamente en el cilindro rotatorio mediante intercambio térmico indirecto con un fluido refrigerante situado en un espacio previsto en la camisa exterior del cilindro rotatorio; conduciendo la refrigeración controlada a un proceso de desintegración de la escoria blanca con el consiguiente desprendimiento de fragmentos y polvos;

35 - selección y separación de fragmentos y polvos de escoria blanca de tamaño medio de grano inferior a un tamaño de grano predeterminado, con la consiguiente extracción del cilindro rotatorio;

- descarga del cilindro rotatorio de los fragmentos y polvos de escoria blanca con un tamaño de grano superior al tamaño de grano predeterminado;

40 la etapa de selección y separación y la etapa de descarga se realizan en ciclo continuo con la rotación del cilindro rotatorio.

[0039] Durante la etapa de refrigeración controlada, la escoria blanca se somete ventajosamente a etapas continuas de mezcla y volteo para facilitar el intercambio térmico indirecto con el fluido refrigerante y el desprendimiento de fragmentos y polvos.

45 **[0040]** Las etapas principales se pueden observar con referencia a la planta ilustrada en las figuras 1, 1A.

[0041] Durante la etapa de refrigeración controlada de la escoria blanca, el fluido refrigerante puede contener un canal formado en la camisa exterior del cilindro rotatorio que, preferentemente, se enrolla en hélice (figuras 3, 4).

50 **[0042]** Durante la etapa de almacenamiento de la escoria blanca, se puede llevar a cabo una primera refrigeración preliminar de la escoria blanca, antes de su transporte interno al cilindro rotatorio.

55 **[0043]** Durante la etapa de alimentación regulable del flujo de la escoria blanca, se puede llevar a cabo una segunda refrigeración preliminar de la escoria blanca, antes de su transporte interno al cilindro rotatorio (figura 7).

[0044] De acuerdo con las especificaciones, tras la etapa de selección y separación, se pueden incluir las siguientes etapas sucesivas:

60 - separación magnética de los materiales metálicos contenidos en los fragmentos y polvos de la escoria blanca;

- control dimensional por tamizado de los fragmentos y polvos de la escoria blanca liberada de los materiales metálicos;

65 - posible mezcla calibrada de los fragmentos y polvos de la escoria blanca sometida a selección y separación con materiales refractarios molidos usados.

- almacenamiento de la mezcla obtenida.

5 **[0045]** Las etapas suplementarias se pueden observar simplemente con referencia a la planta ilustrada en la figura 2.

10 **[0046]** Las figuras 1 y 1A ilustran las vistas laterales de la planta desvelada 1 para el reciclado de escoria blanca en dos realizaciones que difieren sustancialmente sólo en los medios de almacenamiento de la escoria blanca, según si está en forma sólida y/o en forma semisólida de pasta (figura 1) o incluso en forma líquida (figura 1A).

15 **[0047]** Con referencia a estas figuras, la planta 1 de la invención para el reciclaje de la escoria blanca que se genera durante la etapa de producción de acero comprende, de forma conocida:

- medios de almacenamiento 40 de la escoria blanca;
- un cilindro rotatorio 2 interno en el que la escoria blanca se aloja en una atmósfera controlada; el cilindro rotatorio 2, comprende una primera porción 21 en la que se realiza una refrigeración controlada para conducir a un proceso de desintegración de la escoria blanca, con el consiguiente desprendimiento de fragmentos y polvos, y una segunda porción 22, situada en cascada a partir de la primera porción 21, en la que se seleccionan y separan los fragmentos y polvos de la escoria blanca de tamaño de grano inferior a un tamaño de grano predeterminado;
- medios de alimentación 7 de la escoria blanca de los medios de almacenamiento a la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2;
- primeros medios 90, 19, 19a asociados a la segunda porción 22 del cilindro rotatorio 2, para la extracción de los fragmentos y polvos de la escoria blanca que tienen un tamaño de grano que es en promedio inferior a un tamaño predeterminado;
- segundos medios 31, situados en cascada en la segunda porción 22 del cilindro rotatorio 2, para la extracción de los fragmentos y polvos de la escoria blanca de un tamaño de grano que es en promedio inferior a un tamaño predeterminado.

25 **[0048]** De una manera totalmente novedosa, la planta comprende:

- un espacio 20 provisto en la camisa exterior de la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2;
- un fluido refrigerante F contenido internamente del espacio 20 para permitir una refrigeración indirecta de la escoria blanca contenida internamente en la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2;
- medios para alimentar el líquido refrigerante F en el espacio 20 en un circuito cerrado.

30 **[0049]** De forma igualmente novedosa, los primeros medios 90, 19, 19a y los segundos medios 31 permiten la extracción de los fragmentos y polvos de la escoria blanca en un ciclo continuo con la rotación del cilindro rotatorio 2.

35 **[0050]** El espacio (20) comprende ventajosamente un canal 16 que se enrolla en hélice en la camisa exterior de la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2, para maximizar el intercambio térmico indirecto entre el fluido refrigerante F y la escoria blanca (figuras 3, 4).

40 **[0051]** La superficie interna de la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2 tiene una forma ventajosa en un perfil dentado que permite aumentar la superficie de intercambio térmico entre el fluido refrigerante F y la escoria blanca, definiendo el perfil dentado una serie de aletas 11c dimensionadas en función de las necesidades energéticas del proceso.

45 **[0052]** La superficie interna de la primera porción 21 es preferentemente perfilada transversalmente según un perfil dentado que define una pluralidad de aletas 11c dispuestas longitudinalmente (figuras 3, 4).

50 **[0053]** Con referencia a las figuras 1, 1A, 2, 3 y 4, los medios de suministro de fluido refrigerante F comprenden: tubos fijos de alimentación 15 y tubos de descarga 15a conectados a las respectivas juntas rotatorias, siendo una primera junta 18 y una segunda junta 18a, que están conectadas a los correspondientes tubos de alimentación y descarga 17 comprendidos en la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2 y capaces de alimentar y descargar el fluido refrigerante F hacia y desde el espacio 20; medios de bombeo 106 que permiten la circulación del fluido refrigerante F a través del espacio 20, los tubos radiales de alimentación y descarga 17, los tubos fijos de alimentación 15a y 15a; medios 107 para enfriar el fluido refrigerante F en la salida del tubo fijo de descarga 15a.

55 **[0054]** La tolva 9, cargada con la escoria blanca aún caliente, está protegida por una rejilla 92 que impide la

entrada en la planta de material de dimensiones tales que puedan dañar el cilindro rotatorio 2.

5 **[0055]** Con más detalle, la rejilla 92 está situada cerca de la boca de entrada de la tolva 9 y es capaz de retener porciones de escoria blanca y posibles residuos metálicos con un tamaño de grano superior a un tamaño de grano predeterminado.

[0056] La rejilla 92 se coloca inclinada de forma que se facilite la descarga hacia el exterior de la tolva 9 de las porciones de escoria blanca y residuos metálicos que permanecen en la rejilla 92.

10 **[0057]** Se pueden comprender medios para la descarga al exterior de la tolva 9 de aquellas porciones de escoria blanca y residuos metálicos retenidos por la rejilla 92, de forma que se pueda limpiar la rejilla 92.

15 **[0058]** Los medios de descarga pueden comprender un accionador capaz de activar la rotación de la rejilla 92 para facilitar la descarga hacia el exterior de la tolva 9 de las porciones de escoria blanca y residuos metálicos que permanecen en la rejilla 92.

[0059] Se pueden proporcionar medios 92a que son capaces de someter la rejilla a un movimiento vibratorio.

20 **[0060]** En una realización preferida, la rejilla 92 puede comprender un espacio 920 ocupado por un fluido refrigerante F, para permitir una primera refrigeración preliminar de la escoria blanca antes de su entrada en la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2 (figura 6).

25 **[0061]** La tolva de carga 9 está protegida por una campana de chapa metálica 91 provista de una boca de aspiración 8 que evita el escape de polvo, provista frontalmente de una puerta 91a que se abre durante las etapas de carga.

[0062] Con referencia a las figuras 1A, 5 y 5A, si se desea tratar la escoria blanca aún en fase líquida, los medios de almacenamiento 40 comprenden:

- 30 - una tolva 9 provista periféricamente de un espacio que contiene un fluido refrigerante F, para permitir una primera refrigeración de la escoria blanca antes de su entrada en la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2;
- 35 - un rebosadero 10, situado en la parte superior de la tolva 9, en la parte frontal de la zona de alimentación de la escoria blanca, destinado a separar la escoria blanca de cualquier metal líquido que aún pueda estar presente;

40 teniendo el rebosadero 10, en uno de sus lados orientados hacia la tolva 9, un cabezal de contención 10a que permita retener el metal líquido en la zona inferior 10b del rebosadero 10, y que facilite el paso únicamente de la escoria blanca, que flota sobre el metal líquido debido a la diferencia de peso específica entre ambos, hacia la tolva 9 subyacente.

[0063] El rebosadero 10 puede extraerse ventajosamente de la tolva de carga 9.

45 **[0064]** Alternativamente o en combinación, la tolva 9 también puede comprender internamente otros medios de refrigeración para la primera refrigeración de la escoria blanca.

[0065] No se carga acero líquido en la tolva 9, que al solidificarse internamente en el cilindro rotatorio puede crear problemas significativos en la planta (bloqueos, rotura del álabe elevador).

50 **[0066]** Al explotar la considerable diferencia de densidad entre la escoria y el metal líquido, se puede realizar una separación entre los dos compuestos, ya que el acero permanece en el fondo 10b del rebosadero 10, mientras que la escoria blanca, que es más ligera, al "flotar" sobre el acero, pasa más allá del obturador de contención 10a y entra en la tolva 9.

55 **[0067]** La planta de la invención permite tratar la escoria blanca en cualquier forma física en la que se presente, con diferentes modalidades de carga.

[0068] En particular, en el caso de la forma líquida, la escoria blanca es suministrada directamente por la cuchara al rebosadero 10 para realizar primero la separación de la escoria y metal y luego una primera refrigeración por acción del espacio 93 de la tolva 9 enfriado por el fluido refrigerante F.

60 **[0069]** En el caso de una forma sólida, la escoria blanca se introduce directamente en la rejilla 92, cuya acción combinada de refrigeración y vibración inicia la desintegración de la escoria blanca, y el polvo se recoge en el fondo de la tolva 9.

65 **[0070]** En el caso de una solidificación parcial en el suelo, la escoria blanca se introduce directamente en la rejilla 92, que retiene las piezas grandes, incluidas las piezas metálicas, y permite que el polvo caiga en el fondo de la

tolva 9.

5 [0071] Las primeras y segundas porciones 21 y 22 del cilindro rotatorio 2 constituyen un único cuerpo rígido, preferentemente ensamblado mediante bridas atornilladas y soportado por uno o más anillos 3 que giran sobre los rodillos de apoyo y soporte 4.

10 [0072] El cilindro rotatorio 2 está soportado por vigas de soporte 6 que se pueden articular ventajosamente en el lado de descarga para permitir la elevación del lado de carga y, por consiguiente, la inclinación del eje del cilindro rotatorio 2.

[0073] El cambio en la inclinación y la velocidad de rotación del cilindro rotatorio 2 determinan el tiempo que el material permanece dentro del cilindro 2.

15 [0074] La alimentación de la escoria al cilindro rotatorio 2 se realiza a través del canal vibratorio apropiado 7 u otro sistema conocido, que permite regular el flujo del material.

[0075] El canal vibratorio 7 puede incluir un sistema de refrigeración con fluido refrigerante F, especialmente en el caso de manejo de escoria líquida.

20 [0076] En este caso, una segunda refrigeración preliminar de la escoria blanca se lleva a cabo antes de su entrada en la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2; La primera porción 21 está provista internamente de una serie de álabes 11 capaces de someter la escoria blanca a etapas continuas de mezcla, facilitando tanto el intercambio térmico con el fluido refrigerante F como el desprendimiento de fragmentos y polvos de la escoria blanca.

25 [0077] Las placas de fijación 11a se pueden proporcionar de forma ventajosa, lo que facilita el reemplazo de los álabes 11 (figura 4).

30 [0078] La rotación de la primera porción 21 del cilindro 2 y la presencia de álabes 11 permiten una aceleración controlada del proceso de desintegración de la escoria blanca; el vuelco continuo y periódico del material facilita aún más el desprendimiento y la separación del polvo que ya se ha desintegrado del material aún en tratamiento y permite una renovación continua de la escoria en contacto con la superficie enfriada por el fluido refrigerante F.

35 [0079] A la salida de la primera porción 21 del cilindro rotatorio 2, la escoria ya desintegrada entra en la segunda porción 22 que, al ser un verdadero y adecuado tamiz rotatorio, con la camisa provista de una pluralidad de orificios 22a, permite la separación del polvo del resto del material no desintegrado descargándolo con un ciclo continuo en la tolva colectora subyacente 90.

40 [0080] La segunda porción 22 del cilindro rotatorio 2 se inserta en una primera cámara de protección 30 para contener los polvos, mientras que la segunda porción 22 está provista en la parte superior de una boca de aspiración 8b y está conectada en la parte inferior a una tolva 90 para la recogida de polvo.

45 [0081] La tolva 90 está conectada a un sistema de extracción 19, de canal vibratorio o de tornillo, que descarga el polvo para enviarlo al ciclo sucesivo de selección y purificación.

[0082] Un obturador de álabes 19a o sistemas similares separan la tolva 90 del sistema de extracción 19.

50 [0083] El material no desintegrado, y por lo tanto no pulverizado (esencialmente incrustaciones de residuos metálicos), de mayores dimensiones que el orificio 22a de la segunda porción 22, continuará a lo largo del cilindro 2, cuya camisa exterior de la primera cámara 30 es continua y carente de orificios, de forma que permite la descarga hacia el exterior con un ciclo continuo.

55 [0084] Para evitar la pérdida de polvo, la descarga del material no desintegrado hacia el exterior se realiza a través de una segunda cámara de protección 31 provista de una boca de aspiración 8c.

[0085] Con referencia a la figura 2, se ilustra un diagrama general de planta 100 para recuperar y reciclar la escoria blanca y posiblemente otros subproductos del proceso de producción de acero.

60 [0086] La planta 100 comprende, según su potencialidad, una o varias plantas modulares 1, junto con una cinta transportadora 101 que recoge los polvos de las diferentes plantas modulares 1 y los almacena después de haberlos sometido al ciclo de tratamiento final.

65 [0087] El material recogido por la cinta transportadora 101 y procedente de las plantas modulares individuales 1 es transportado a un silo de recogida 102 después de haber sido sometido a la eliminación de hierro 103 y cribado 104.

[0088] La cinta 101 también puede recoger posiblemente los productos refractarios de recuperación, debidamente

agrupados, para mezclarlos con la escoria blanca desintegrada.

5 **[0089]** La figura 2 también ilustra el circuito del fluido refrigerante que comprende los tubos fijos de suministro y descarga asociados a la primera porción del cilindro rotatorio 2, la bomba 106, el refrigerador 107 y todo el sistema de aparatos (manómetros, filtros, válvulas, etc.).

10 **[0090]** De lo anterior se deduce claramente que la planta desvelada para el reciclaje de escorias blancas generadas durante la etapa de producción de acero no solo es flexible, sino que también permite reducir los tiempos y los costes de producción, manteniendo al mismo tiempo unos elevados niveles cualitativos y cuantitativos del material obtenido y de la seguridad para los operarios.

15 **[0091]** La planta es capaz de tratar la escoria blanca y maximizar el intercambio térmico durante la etapa de refrigeración de la escoria blanca, lo que permite reducir las dimensiones de la planta y optimizar el rendimiento del desempeño del reciclaje del polvo.

[0092] Esto se debe a la circulación forzada del fluido refrigerante en el interior del espacio previsto en la camisa exterior de la primera porción del cilindro rotatorio, que permite explotar toda la superficie externa e interna de la primera porción, siendo la superficie interna preferentemente mejorada por la inclusión de una aleta interna.

20 **[0093]** A esto se pueden añadir los aportes de refrigeración preliminares que pueden ser proporcionados por la rejilla de la tolva de protección, la propia tolva y por los medios de alimentación al cilindro rotatorio.

25 **[0094]** En consecuencia, se obtienen fuertes limitaciones en la cantidad de líquido refrigerante requerida, con grandes reducciones, si no anulación total, de las dispersiones y evaporaciones del líquido.

30 **[0095]** En el documento EP 2.261.383 A1, por el contrario, el sistema de refrigeración primario de la escoria se basa en la utilización de un flujo de aire que realiza un intercambio térmico directo con la escoria blanca presente en el interior del cilindro, con los consiguientes procesos de hidratación de la escoria blanca que ralentizan la desintegración y penalizan la calidad del material recuperado.

[0096] A ello se puede añadir la presencia de una serie de boquillas de refrigeración situadas únicamente debajo del tambor rotatorio, limitando así la superficie de intercambio, cuyas boquillas pulverizan el agua contra la superficie externa del tambor rotatorio, con una importante evaporación y dispersión del líquido.

35 **[0097]** La posible presencia de placas de refrigeración fijadas internamente en el tambor rotatorio proporcionará, en cualquier caso, además de la complicación constructiva y los costes relativos, una superficie de intercambio térmico extremadamente limitada frente a las necesidades.

40 **[0098]** Con referencia al documento EP 2.261.383 A1, relativo al sistema de refrigeración, la planta de la invención permite reducir drásticamente los tiempos de tratamiento de escoria blanca, mejorando su calidad (ausencia de hidratación) y conteniendo los volúmenes, en virtud de un mejorado y mejor intercambio térmico con la escoria blanca.

45 **[0099]** En el documento EP 2.261.383 A1, la etapa de carga es cíclica y no continua y el cilindro rotatorio, de manera diferente a la planta de la presente invención, no tiene protección contra una posible entrada de escoria blanca a temperaturas demasiado altas (incluyendo en la fase líquida) o bloques de grandes dimensiones que podrían dañar el cilindro y sus estructuras.

50 **[0100]** Durante la etapa de carga no se incluyen fases y/o aparatos de refrigeración preliminar para facilitar el proceso de desintegración de la escoria alimentada posteriormente al cilindro rotatorio.

55 **[0101]** En el documento EP 2.261.383 A1, la etapa de descarga es también cíclica y no continua en el cilindro rotatorio, de manera diferente a la planta de la presente invención, y las costras metálicas no pulverizadas pueden permanecer durante mucho tiempo y posiblemente causar la compactación del polvo (que luego no se recupera) y la consiguiente creación de "costras" de material, que limitan fuertemente el rendimiento de la transformación y recuperación, además de dañar el cilindro rotatorio y su aparato accesorio.

60 **[0102]** Con referencia al documento EP 2.261.383 A1, en relación con los modos de carga y descarga, la planta de la presente invención permite reducir significativamente la posibilidad de dañar el cilindro rotatorio, impidiendo la entrada de escoria blanca cuando está demasiado caliente o tiene dimensiones demasiado grandes, y limitando fuertemente el tiempo en que las incrustaciones metálicas residuales permanecen internamente en el cilindro rotatorio, ya que se descargan en un ciclo continuo y se eliminan del cilindro rotatorio.

65 **[0103]** La planta de la invención es además capaz de tratar la escoria blanca en cualquier tipo y forma física a la que llega (sólida, semisólida, pastosa y líquida), según los requisitos, de forma diferente al documento EP 2.261.383 A1.

- 5 **[0104]** La planta desvelada permite aumentar considerablemente la cinética del proceso de reciclaje de la escoria blanca, reduciendo los tiempos globales de tratamiento debido a sus características especiales y al modo de funcionamiento de recuperación continuo.
- 10 **[0105]** Este modo de funcionamiento continuo, con todos los parámetros de proceso fácilmente gestionables, presenta notables ventajas respecto a los sistemas intermitentes de alimentación de escorias (conocidos como sistemas "discontinuos").
- 15 **[0106]** La alta cinética del proceso está garantizada por las grandes superficies de intercambio térmico, habilitadas por la realización de un espacio continuo proporcionado en la camisa externa de la primera porción del cilindro rotatorio y por los altos coeficientes de intercambio térmico facilitados por el movimiento turbulento del fluido refrigerante que fluye a través del canal que envuelve helicoidalmente la camisa externa.
- 20 **[0107]** Consecuentemente, el tamaño total de la planta se reduce sin ningún riesgo de degradación del material debido a la presencia de humedad y dióxido de carbono, generalmente asociados a los flujos de aire utilizados en plantas de tipo conocido.
- 25 **[0108]** En el interior de la primera porción del cilindro rotatorio, la escoria blanca se mueve y vuelca continuamente, siendo así renovada continuamente en contacto con la superficie de intercambio y facilitando el desprendimiento y separación inmediatos del polvo producido por el resto del material, con la ventaja de que la refrigeración es rápida y completa para el conjunto de la escoria a tratar.
- 30 **[0109]** La especial conformación del espacio que se desarrolla a través de un canal envolvente helicoidal tiene por objeto obtener un movimiento turbulento del fluido refrigerante, con el fin de maximizar el intercambio térmico.
- 35 **[0110]** La atmósfera controlada internamente del cilindro rotatorio minimiza la posibilidad de hidratar y carbonatar la escoria, evitando la degradación cualitativa de la misma, de forma diferente a la técnica anterior.
- 40 **[0111]** La planta de la invención utiliza, como fluido refrigerante, un fluido de circuito cerrado, por ejemplo agua industrial, y la planta de filtro de servicio gestionará sólo la etapa de despulverización, y será de menor tamaño.
- 45 **[0112]** Esta planta permite una fácil gestión de los principales parámetros del proceso de recuperación: tiempo, temperatura y flujo de escoria.
- 50 **[0113]** El tiempo de tratamiento se modifica actuando independientemente en la velocidad de rotación y en el grado de inclinación del cilindro rotatorio.
- 55 **[0114]** La temperatura final de descarga de la escoria desintegrada se establece independientemente en función del caudal de agua de refrigeración y de su temperatura de entrada.
- 60 **[0115]** La dosificación del material en el cilindro rotatorio se controla por medio de la velocidad del canal de carga vibratorio corriente abajo de la tolva de carga.
- 65 **[0116]** La planta de la invención para reciclar la escoria blanca permite conseguir las siguientes ventajas:
- reducción considerable del consumo de eliminador de escoria (reemplazado por la escoria blanca reciclada) y de los materiales que se van a eliminar en la descarga;
 - posibilidad de disponer de un material de eliminación de escoria conocido para los usos deseados;
 - reciclaje del acero aún contenido en la escoria blanca y en los productos refractarios usados.
- [0117]** Estas ventajas se traducen en una mejora del proceso de fundición y en una importante reducción de los costes de producción de acero sin que ello implique modificaciones en la operatividad del horno ni en las variaciones analíticas del acero producido.
- [0118]** El reciclaje de la escoria blanca en el horno de fundición permite reciclar todo el calcio y magnesio libre que contiene sin penalizar el rendimiento energético y sin influir en los tiempos de colada.
- [0119]** De esta manera, mediante un proceso acelerado de desintegración de la escoria blanca y una molienda de los materiales refractarios, se obtiene un material calibrado que contiene dolomita y calcio, rico en óxidos alcalinos y pobre en elementos tóxicos.
- [0120]** Esta mezcla permite reemplazar ventajosamente una parte del material de eliminación de escoria añadido al proceso de producción (una fundición y/o un horno de cuchara).

REIVINDICACIONES

1. Una planta para el reciclaje de escoria blanca que es generada durante una etapa de producción de acero, que comprende:

- 5 - un cilindro rotatorio (2) en el interior del cual la escoria blanca se aloja en una atmósfera controlada; el cilindro rotatorio (2) comprende una primera porción (21) en la que se realiza una refrigeración controlada para conducir a un proceso de desintegración de la escoria blanca, con el consiguiente desprendimiento de fragmentos y polvos, y una segunda porción (22), situada en cascada con respecto a la primera porción (21), en la que tiene lugar la selección y separación de los fragmentos y polvos de la escoria blanca de tamaño de grano inferior a un tamaño de grano predeterminado;
- 10 - primeros medios (90, 19, 19a) asociados a la segunda porción (22) del cilindro rotatorio (2), para la extracción de los fragmentos y polvos de la escoria blanca que tienen un tamaño de grano que es en promedio inferior a un tamaño predeterminado;
- 15 - segundos medios (31), situados en cascada en la segunda porción (22) del cilindro rotatorio (2), para la extracción de los fragmentos y polvos de la escoria blanca de un tamaño de grano que es en promedio inferior a un tamaño predeterminado.
- un espacio (20) provisto en la camisa exterior de la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2);
- 20 - un fluido refrigerante (F) contenido en el interior del espacio (20) para permitir una refrigeración indirecta de la escoria blanca contenida internamente en la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2);
- medios para alimentar el líquido refrigerante (F) en el espacio (20) en un circuito cerrado;

estando la planta (1) **caracterizada por que** comprende:

- 25 medios de almacenamiento (40) de la escoria blanca;
- medios de alimentación (7) de la escoria blanca de los medios de almacenamiento a la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2);
- en la que los primeros medios (90, 19, 19a) y los segundos medios (31) permiten la extracción de los fragmentos y polvos de la escoria blanca en un ciclo continuo con la rotación del cilindro rotatorio (2),

30 y **por que** los medios de almacenamiento (40) de la escoria blanca comprenden:

- 35 - una tolva (9) provista periféricamente de un espacio (93) que contiene un fluido refrigerante (F), para permitir una primera refrigeración de la escoria blanca antes de su entrada en la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2);
- un rebosadero (10), situado en la parte superior de la tolva (9), en la parte frontal de la zona de alimentación de la escoria blanca, previsto para separar la escoria blanca de cualquier metal líquido que aún pueda estar presente;

40 teniendo el rebosadero (10), en uno de sus lados orientados hacia la tolva (9), un cabezal de contención (10a) que permita retener el metal líquido en el rebosadero (10), y que facilite el paso de la escoria blanca, que flota sobre el metal líquido debido a la diferencia de peso específica entre ambos, hacia la tolva (9) subyacente.

45 **2.** La planta de la reivindicación 1, **caracterizada por que** el espacio (20) a través del cual pasa el fluido refrigerante (F) comprende un canal (16) que se enrolla en hélice en la camisa exterior de la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2), con el fin de maximizar el intercambio térmico indirecto entre el fluido refrigerante (F) y la escoria blanca;

50 **3.** La planta de la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** la superficie interna de la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2) está conformada en un perfil dentado que permite aumentar la superficie de intercambio térmico entre el fluido refrigerante (F) y la escoria blanca, definiendo el perfil dentado una serie de aletas (11c);

4. La planta de la reivindicación 1, **caracteriza por que** el rebosadero (10) es extraíble con respecto a la tolva (9).

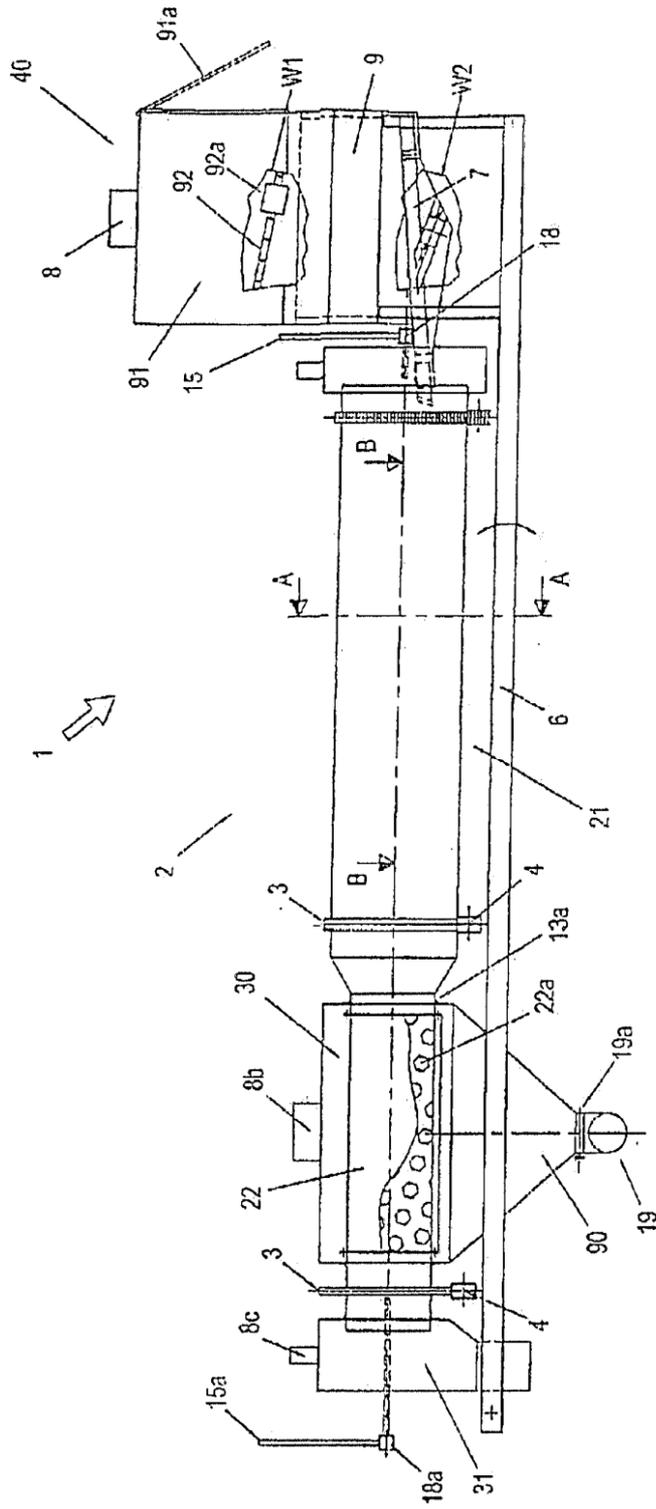
55 **5.** La planta de una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** los medios de almacenamiento (40) de la escoria blanca comprenden:

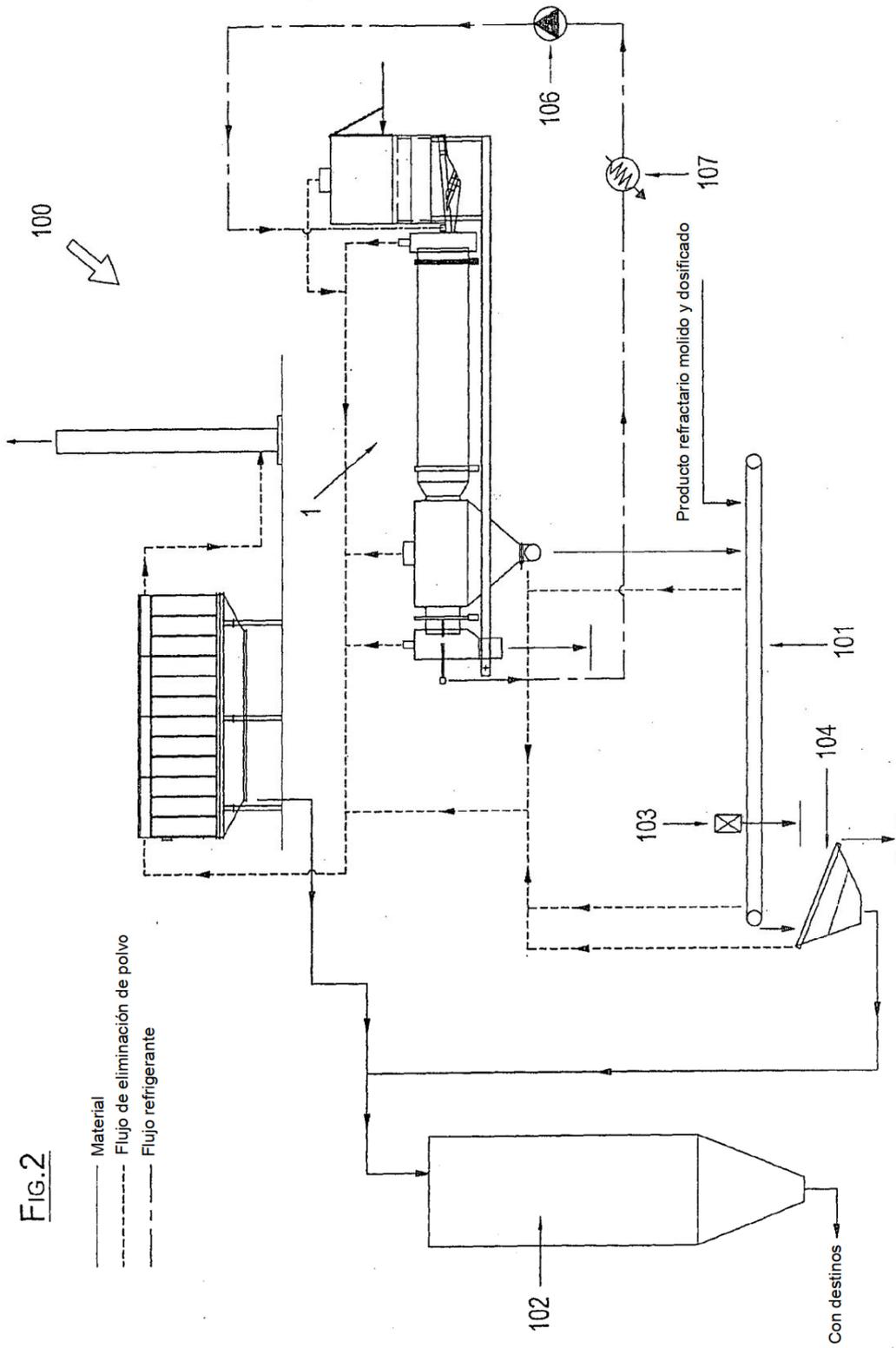
- 60 - una rejilla (92) situada cerca de la boca de entrada de la tolva (9), capaz de retener porciones de escoria blanca y posibles residuos metálicos de un tamaño de grano superior a un tamaño de grano predeterminado;
- medios de descarga hacia el exterior de la tolva (9) de esas porciones de escoria blanca y residuos metálicos retenidos por la rejilla (92);

65 **6.** La planta de la reivindicación 5, **caracterizada por que** la rejilla (92) se coloca inclinada de forma que se facilite la descarga por gravedad, hacia el exterior de la tolva (9) de las porciones de escoria blanca y residuos metálicos que permanecen en la rejilla (92).

7. La planta de la reivindicación 5 o 6, **caracterizada por que** los medios de descarga comprenden un accionador capaz de activar la rotación de la rejilla (92) para facilitar la descarga hacia el exterior de la tolva (9) de las porciones de escoria blanca y residuos metálicos que permanecen en la rejilla (92).
- 5 8. La planta de una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizada por que** comprende medios (92a) para someter la rejilla (92) a un movimiento vibratorio.
9. La planta de una de las reivindicaciones 5 a 8, **caracterizada por que** la rejilla (92) comprende un espacio (920) que contiene un fluido refrigerante (F), para permitir una primera refrigeración preliminar de la escoria blanca antes de su entrada en la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2).
- 10
10. La planta de una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por que** los medios de alimentación (7) de la escoria blanca a la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2) comprenden un transportador sometido a medios de refrigeración que permiten una segunda refrigeración de la escoria blanca antes de su entrada en la primera porción (21) del cilindro rotatorio (2).
- 15

FIG.1





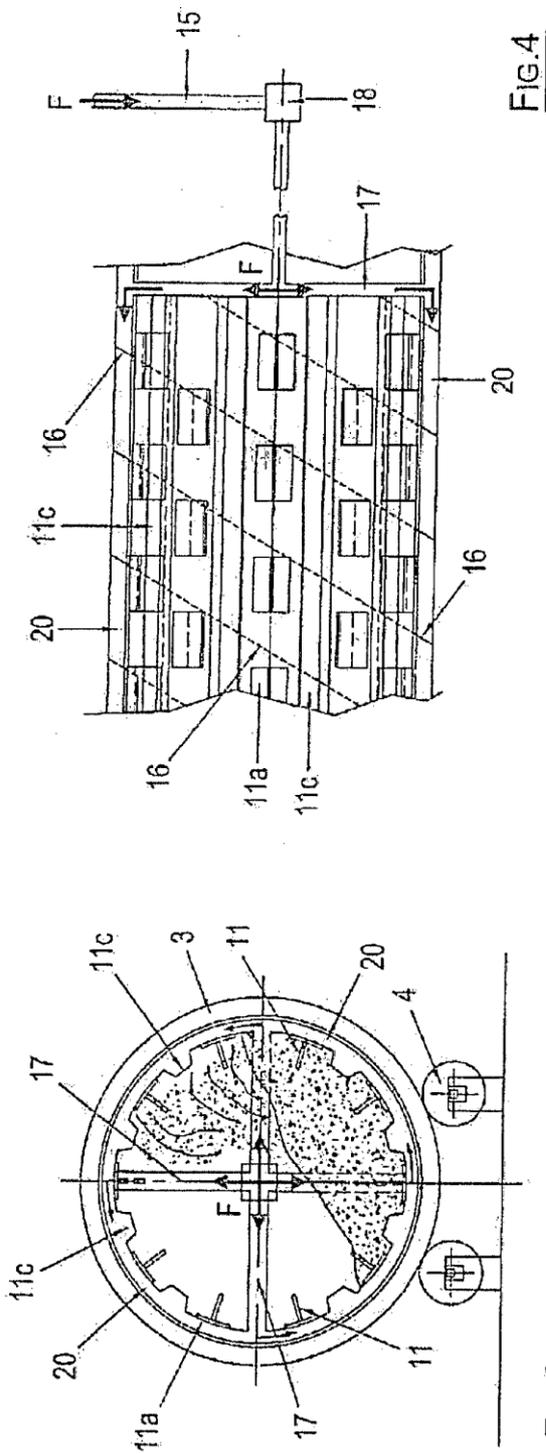


FIG.4

FIG.3

