(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 498 738**

(21) Número de solicitud: 201300302

(51) Int. CI.:

F27B 7/04 (2006.01)
F27B 7/10 (2006.01)
C04B 2/10 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

22.03.2013

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

25.09.2014

(71) Solicitantes:

DOMECO MAQUINARIA Y SISTEMAS PARA EL RECICLAJE S.L. (100.0%)
Pol. Ind. Pla de la Vallonga C/ 13 parcela 103 planta 1º
03006 Alicante ES

(72) Inventor/es:

DOMENECH SALINAS, Carlos Hipólito

(74) Agente/Representante:

MARTÍN ÁLVAREZ, Juan Enrique

(54) Título: **Una instalación para la elaboración de cal viva**

(57) Resumen:

Se describe una instalación para la elaboración de cal viva, a partir de piedra caliza (carbonato cálcico) y mediante aplicación de calor para separación del óxido de calcio y de los gases carbónicos, de tipo horizontal giratoria, constituida por tres secciones de precalentamiento, horno de calcinación y enfriamiento, que incluyen cuerpos tubulares giratorios respectivos, en la que se desarrolla un proceso continuo que presenta la particularidad de calentamiento indirecto del material mediante radiación y conducción del calor generado por medio de quemadores, y la particularidad de desarrollo de un proceso discontinuo, merced a la provisión de medios de pesaje en la sección de horno de calcinación que tras una medición precisa del material existente en la sección de calcinación, determinan la transferencia de este material a la sección de enfriamiento cuando el peso se reduce en una proporción preestablecida.

ES 2 498 738 A1

"UNA INSTALACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CAL VIVA"

DESCRIPCIÓN

Objeto de la Invención

La presente invención se refiere a una instalación para la elaboración de cal viva, que aporta esenciales características de novedad y notables ventajas con respecto a los medios conocidos y utilizados para los mismos fines en el estado actual de la técnica.

Más en particular, la invención propone el desarrollo de una instalación concebida para elaboración de cal viva mediante un proceso diseñado específicamente como proceso "indirecto y discontinuo" que se lleva a cabo en el interior de un horno de tipo preferentemente horizontal giratorio compuesto por cuerpos tubulares giratorios sucesivos que constituyen, siguiendo la dirección de movimiento del material, una primera sección de precalentamiento, una segunda sección de calcinación y una tercera sección de enfriamiento, en los que los gases de calentamiento no están en contacto directo con el material calcinado durante la fase de tratamiento, siendo en las operaciones de carga/descarga en la sección de calcinación por "lotes". La instalación cuenta con conductos de realimentación de aire caliente entre secciones sucesivas, para un mejor reaprovechamiento energético de los recursos empleados.

El campo de aplicación de la invención se encuentra comprendido dentro del sector industrial dedicado a la construcción de equipos e instalaciones para la producción de cal viva.

Antecedentes y Sumario de la Invención

La cal viva es un producto conocido desde la antigüedad y que ha sido utilizado en una gran cantidad de aplicaciones a lo largo de la historia que afectan a la mayor parte de los campos de la actividad humana. En este sentido, la cal viva puede ser usada actualmente en el sector de la industria con aplicaciones en siderurgia, metalurgia, química, alimentaria, vidrio y curtidos; en el sector de la construcción, con aplicación en infraestructuras o en edificación; en el sector de la protección del medio ambiente, especialmente para el tratamiento de aguas de consumo, tratamiento de aguas residuales y de lodos, remineralización del agua o depuración de gases, y también para tratamiento de residuos y de suelos contaminados; por último, en el sector de la agricultura como elemento de enmienda de suelos agrícolas, fertilizante, compost, tratamientos fitosanitarios, biocida, o incluso como complemento para la fabricación de aditivos y derivados para piensos.

Se trata, por tanto, de un producto ampliamente utilizado en una gran cantidad de sectores productivos, lo que hace que la cal viva sea un producto de alto interés económico.

El término "cal", usado también como "cal viva", indistintamente, designa en realidad todas las formas físicas en las que se presenta el óxido de calcio (CaO). El proceso general para la obtención de cal viva consiste en calcinar piedra caliza, con un alto contenido en carbonato de calcio, a una temperatura de alrededor de 900 °C, produciéndose la siguiente reacción:

$$CaCO_3 + \text{calor} \rightarrow CaO + CO_2$$

en la que el peso de $CaCO_3$ se transforma en CaO en un 56% y en CO_2 en un 44%. El proceso de calcinación, a nivel industrial, se lleva a cabo en hornos rotativos horizontales o verticales, y también de manera artesanal en hornos tradicionales de tipo romano o árabe.

De acuerdo con lo anterior, queda claro que la cal viva es un material importante y necesario a nivel industrial, y de ahí la necesidad de poder elaborarlo en las condiciones económicas y ambientales más favorables.

De acuerdo con lo anterior, la presente invención se ha propuesto como objetivo principal el desarrollo de una instalación que soporta un proceso mediante el que resulta posible producir cal viva en condiciones ventajosas. Este objetivo se ha conseguido plenamente con la ayuda de una instalación que va a ser objeto de descripción en lo que sigue, y cuyas características esenciales están recogidas en la porción caracterizadora de la reivindicación 1 anexa.

En esencia, la invención proporciona una instalación para la elaboración de cal viva mediante calcinación de piedra caliza (carbonato de calcio), siendo la instalación de tipo horizontal y estando compuesta por tres cuerpos tubulares, giratorios, sucesivamente alineados entre sí, de los que un primer cuerpo, según el movimiento de avance los materiales, constituye una primera sección de precalentamiento, donde se recibe el material y es precalentado hasta una temperatura determinada; una segunda sección o sección intermedia o sección de horno de calcinación propiamente dicho, a continuación de la anterior desde la que recibe el material precalentado, y donde se realiza la calcinación del material con la aportación de calor procedente de un número de quemadores ubicados en dicha sección y que aplican el calor de forma

indirecta, es decir, por radiación y conducción hasta la pared del tubo giratorio a través de la cual se transfiere el calor al material del interior; y una tercera sección, o sección de enfriamiento, situada a continuación de la sección de horno de calcinación, y destinada a enfriar el material antes de que este último salga de la instalación a una temperatura muy inferior a la de tratamiento. Así, según lo que se acaba de exponer, se trata de un proceso indirecto debido a que el calor no incide de forma directa sobre el material sino a través de la propia pared del tubo giratorio que lo contiene, y además se trata de un proceso discontinuo dado que la descarga del material desde la sección intermedia (es decir, la sección de horno de calcinación) hacia la sección final (es decir, la sección de enfriamiento) se produce cuando se detecta que se ha perdido en el material una cantidad equivalente a un 44% del peso, considerándose entonces que la carga o "lote" está listo para ser transferido a la siguiente sección, de acuerdo con la definición realizada anteriormente en relación con la fórmula de la reacción de transformación. La parte correspondiente a la sección intermedia incluye células de carga para detectar el momento preciso en que la pérdida de peso alcanza el valor preestablecido. Además, el aire caliente es reinyectado en la sección anterior con el fin de minimizar el gasto energético.

Breve Descripción de los Dibujos

Estas y otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada que sigue de una forma de realización preferida de la misma, dada únicamente a título de ejemplo ilustrativo y sin carácter limitativo alguno con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que se muestra:

La Figura 1 (Figura única), es una vista esquemática longitudinal de una instalación para tratamiento de carbonato de calcio a efectos de producción de cal viva, de acuerdo con la presente invención.

Descripción de la Forma de Realización Preferida

Tal y como se ha mencionado en lo que antecede, la descripción detallada de la forma de realización preferida del objeto de la invención, va a ser realizada en lo que sigue con la ayuda de los dibujos anexos, a través de los cuales se utilizan las mismas referencias numéricas para designar las partes iguales o semejantes. Así, atendiendo a la Figura 1 de los dibujos, se muestra de forma esquemática una vista longitudinal de una instalación para la producción de cal viva construida siguiendo los parámetros de caracterizan a la presente invención. La instalación mostrada en la Figura 1 consiste en varias secciones tubulares giratorias, dispuestas en posiciones mutuamente alineadas y comunicadas sucesivamente entre sí, erigidas sobre una superficie de soporte rígida y resistente tal como el suelo del lugar de ubicación de la instalación, y que según el recorrido del material a tratar comprende una primera sección de precalentamiento, señalada en general con la referencia numérica 1, donde se recibe el material a través de, por ejemplo, una embocadura de entrada 1.1 existente en el extremo libre o proximal del cuerpo tubular 1; una segunda sección en posición intermedia, constitutiva de la porción de horno propiamente dicha y destinada por tanto a realizar la operación de calcinación del material, que está constituida por un cuerpo tubular que se ha señalado en general con la referencia numérica 2, y que por un primer extremo de entrada indicado como 2.1 está en comunicación directa con el extremo de salida 1.2 del primer cuerpo tubular 1; y una última sección, constituida por un cuerpo tubular giratorio que se ha indicado en

general con la referencia numérica 3, constitutiva de la porción de enfriamiento, cuyo extremo de entrada 3.1 está en comunicación directa con el extremo de salida 2.2 de la sección intermedia de horno de calcinación 2, y cuyo extremo de salida del material, o extremo distal, forma una embocadura 3.2 para la extracción del material finalmente obtenido (cal viva).

Tal y como se ha señalado en la presente descripción, la sección intermedia 2 comprende un número de medios de calentamiento, con preferencia un número de quemadores (no visibles en la Figura) que en una forma de realización preferida es del orden de cuatro pero que puede ser cualquier otra cantidad dependiendo de las necesidades de cada instalación concreta. El calor generado por estos medios de calentamiento es transferido, por radiación y convección, al elemento tubular giratorio 2 en cuyo interior se encuentra el material objeto del tratamiento (carbonato cálcico), de manera que en ningún momento existe contacto directo entre los quemadores y el material. También, como elementos adicionales, esta sección intermedia comprende células de carga (no visibles en la Figura), destinadas a realizar una medición precisa del material existente en el interior del cuerpo tubular giratorio 2, y determinar mediante dicha medición el instante en que se ha completado la fase de calcinación del material por separación del gas carbónico.

Entre las sucesivas secciones existen conducciones que se encargan de poner en comunicación el ambiente interior de tales secciones, o también las secciones extremas con el exterior. Así, de acuerdo con la representación de la Figura 1, se puede apreciar un primer conducto 4 que pone en comunicación el ambiente interior de la sección 3 de enfriamiento con el entorno exterior. Esta conducción 4

permite la entrada de aire del exterior hacia el espacio interno de la sección de enfriamiento, con el fin de rebajar la temperatura del material de salida hasta un nivel preestablecido que, en una forma de realización preferida, puede ser del orden de 125 °C. Por su parte, un conducto 5 pone en comunicación el ambiente interior de la sección 3 de enfriamiento con el ambiente interior de la sección 2 intermedia de calcinación, de modo que el aire caliente generado en el interior de la sección 3 de enfriamiento por cesión de calor desde el material enfriado, y que de acuerdo con una realización preferida alcanza una temperatura del orden de unos 340-400 °C, es inyectado a la zona de los quemadores del interior de la sección 3 de horno de calcinación, donde la temperatura del hogar alcanza un valor del orden de 1.100 °C. Desde esta sección, en la que se lleva a cabo la reacción de transformación del carbonato de calcio en cal viva a temperaturas del orden de 900-980 °C, el gas CO_2 producido y calentado a esta temperatura es reinyectado en la primera sección, o sección 1 de precalentamiento, a través de un conducto 6 que pone en comunicación el ambiente interior de la sección 2 intermedia con el ambiente interior de la primera sección 1 de precalentamiento, a efectos de que se pueda realizar un intercambio térmico entre estos gases y el material entrante, para llevar a cabo el precalentamiento deseado de dicho material, a unas temperaturas comprendidas entre unos 25 °C (temperatura de entrada del material) y unos 900 °C que normalmente es la temperatura de los gases generados en el interior de la sección 2 de calcinación. Finalmente, los gases son extraídos de la sección 1 de precalentamiento por medio de un conducto 7.

De acuerdo con lo anterior, el proceso productivo es simple y económico de llevar a cabo. Para ello, el material

se introduce por la embocadura de entrada formada en el primer extremo 1.1 de la sección 1 de precalentamiento, donde se somete a una operación de calentamiento previo merced a la elevación de temperatura provocada por los gases que se inyectan en esta primera sección procedentes de la sección 2 de horno de calcinación; una vez realizada esta operación de precalentamiento, el material precalentado es transferido a la sección 2 intermedia donde se calienta por efecto del calor desprendido por un número de quemadores incluidos en dicha sección, hasta la temperatura en la que se produce la separación entre el óxido de calcio y el anhídrido carbónico, estando el peso del material controlado en todo momento por la acción de células de carga; a continuación, cuando las células de carga detectan un descenso en el peso del material equivalente a aproximadamente un 44%, se determina que la separación entre oxido de calcio y gases generados se ha completado, y el material es transferido desde la sección intermedia 2 a la sección final 3 de enfriamiento, donde se enfría por cesión de calor al aire del ambiente, que se ha inyectado desde el exterior a través del conducto 4.

De acuerdo con una realización preferida, los cuerpos tubulares giratorios 1, 2, 3 que constituyen las secciones de precalentamiento, horno de calcinación y enfriamiento, respetivamente, están rotando a una velocidad del orden de 6 rpm.

La descripción de la instalación propuesta por la presente invención ha sido realizada a lo largo de la presente memoria considerando la forma de realización más preferida en la que las secciones tubulares giratorias 1, 2, 3 aparecen posicionadas horizontalmente, alineadas longitudinalmente entre sí. Sin embargo debe entenderse que aunque esta sea la forma de realización preferente, no

excluye otras capacidades operativas como por ejemplo la posibilidad de que tales secciones puedan estar organizadas de una manera distinta, apiladas verticalmente entre sí y con idénticas características funcionales.

Por otra parte, debe entenderse también que aunque la instalación ha sido descrita para su utilización preferente en la elaboración de cal viva, esta aplicación debe ser considerada desde un punto ilustrativo puesto que la instalación es susceptible de aplicación a otras actividades del estado de la técnica, para la elaboración de otros productos en los que se requieran condiciones operativas y de temperatura equivalentes a las descritas en la presente memoria.

No se considera necesario hacer más extenso el contenido de la presente descripción para que un experto en la materia pueda comprender su alcance y las ventajas que de la misma se derivan, así como llevar a cabo la realización práctica de su objeto.

No obstante lo anterior, y puesto que la descripción realizada corresponde únicamente a un ejemplo de realización preferida de la invención, se comprenderá que dentro de su esencialidad podrán introducirse múltiples variaciones de detalle, asimismo protegidas, que podrán afectar a la forma, el tamaño o los materiales de fabricación del conjunto o de sus partes, sin que ello suponga alteración alguna de la invención en su conjunto, delimitada únicamente por las reivindicaciones que se proporcionan en lo que sigue.

REIVINDICACIONES

1.- Una instalación para la elaboración de cal viva, en particular una instalación prevista para la calcinación de piedra caliza (carbonato cálcico) y su descomposición en cal viva (CaO) y gases carbónicos (CO_2) en proporciones aproximadas de un 56% y un 44%, respectivamente, cuya instalación es del tipo horizontal giratoria, caracterizada porque comprende tres secciones constituidas por cuerpos tubulares (1, 2, 3) consecutivos, mutuamente alineados y comunicados entre sí por sus extremos contiguos, constitutivos de secciones de precalentamiento del material a tratar, calcinación del material precalentado y enfriamiento del material calcinado, respectivamente, en la que dicha sección intermedia (2) incluye una pluralidad de medios de calentamiento constituidos preferentemente por quemadores que transfieren el calor al material contenido en el interior del cuerpo tubular giratorio (2) de forma indirecta, por radiación y convección, sin contacto directo con dicho material.

2.- Una instalación según la reivindicación 1, caracterizada porque la transferencia de material calcinado desde la sección (2) intermedia hasta la sección (3) de enfriamiento se realiza de forma discontinua, por "lotes", a cuyo efecto la mencionada sección intermedia comprende elementos de medición precisa del peso del material, tal como células de carga que determinan el momento de la transferencia del material a la sección de enfriamiento cuando se alcanza la separación completa entre los componentes del material tratado (piedra caliza).

3.- Una instalación según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizada porque comprende conducciones (5, 6) que

comunican, respectivamente, las ambientes internos de las secciones de enfriamiento (3) y de horno de calcinación (2), y de la sección de horno de calcinación (2) y de precalentamiento (1), a efectos de que el aire calentado en una sección pueda ser reaprovechado en la otra, y de modo que el aire procedente de la sección (3) de enfriamiento, calentado durante la fase de enfriamiento del material saliente, es reinyectado en la sección (2) intermedia de horno de calcinación en la zona de quemadores.

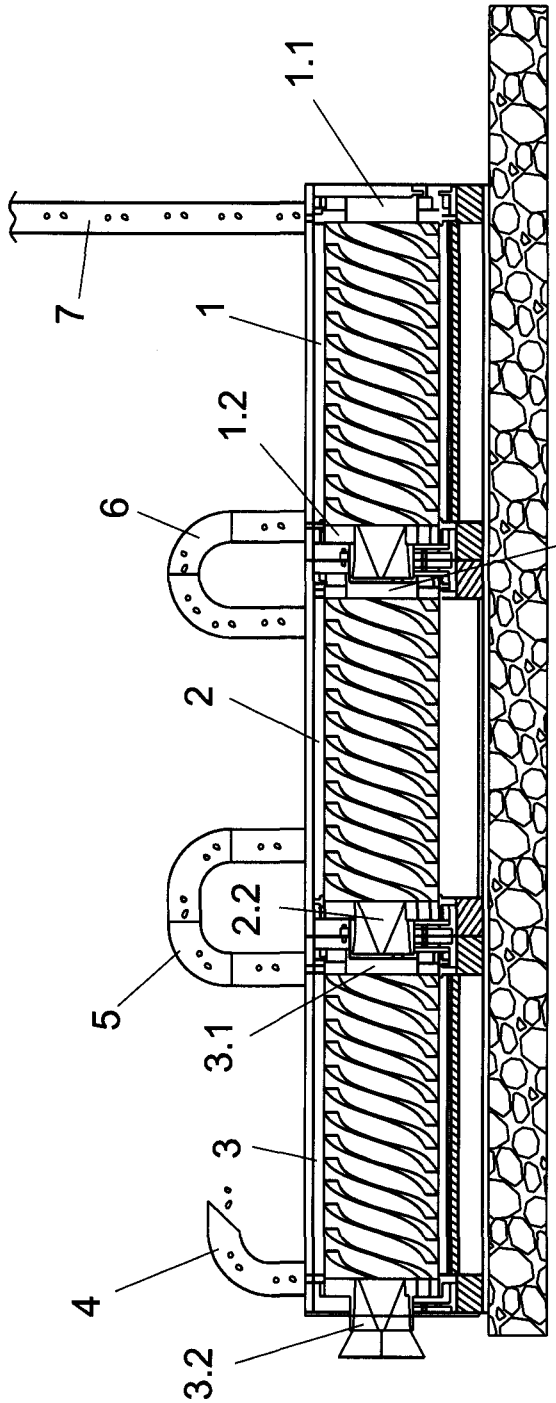

FIG. 1

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201300302

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 22.03.2013

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
A	US 3155380 A (LESSARD) 03.11.1964, columna 2, líneas 1-25; figura 1.	1-3
A	US 20120100050 A1 (PROKESCH et al.) 26.04.2012, figura 1; párrafos [6,12,15].	1-3
A	CRUMP. Lime Production: Indistry Profile. Final Report, Sep. 2000, páginas 2-5 a 2-6.	1-3
A	US 3940241 A (HOUD) 24.02.1976, columna 2, líneas 5-55; figura 1.	1-3
A	GB 1251363 A (WHITELEY) 27.10.1971, página 3, líneas 5-10,74-76; figura 1.	1-3
A	GB 576462 A (FORD MOTOR COMPANY LTD) 04.04.1946, página 2, líneas 5-32; figura 1.	1-3
A	US 5144108 A (PASSAROTTO) 01.11.1992, columna 3, líneas 49-55; figura 1.	1-3

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
30.04.2014	A. Rúa Aguete	1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F27B7/04 (2006.01)
F27B7/10 (2006.01)
C04B2/10 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F27B, C04B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.04.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-3	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	1-3	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 3155380 A (LESSARD)	03.11.1964
D02	US 20120100050 A1 (PROKESCH et al.)	26.04.2012
D03	CRUMP. Lime Production: Indistry Profile. Final Report, Sep. 2000, páginas 2-5 a 2-6.	2000

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es una instalación para la calcinación de piedra caliza del tipo horizontal giratorio con tres secciones tubulares consecutivas alineadas para llevar a cabo el precalentamiento, calcinación y enfriamiento del material a tratar y que incluye en la sección intermedia de calcinación una pluralidad de quemadores que transfieren el calor al material de manera indirecta. La transferencia del material se realiza de manera discontinua teniendo en cuenta el peso del material en la zona de calentamiento.

El documento D1 divulga una instalación de calcinación que comprende varias secciones tubulares alineadas entre sí para el precalentamiento, calentamiento y enfriamiento de material sólido ligero. La zona de calentamiento tiene diámetro creciente y un tubo de conexión con el quemador. (Ver figura 1).

El documento D2 divulga una instalación para la obtención de cal viva en una instalación que comprende un horno rotatorio tubular con tres zonas de calentamiento independientes y una zona de precalentamiento. El enfriamiento se realiza en una zona independiente. (Ver figura 1; párr.. 6).

El documento D3 divulga una instalación para la calcinación de piedra caliza que comprende un horno rotatorio tubular dispuesto entre un precalentador y un enfriador independientes. (Ver figura 2-3).

Ninguno de los documentos D1 a D3 citados o cualquier combinación relevante de los mismos divulga una instalación para la calcinación de materiales ligeros, tipo piedra caliza, que comprende tres secciones tubulares consecutivas ,mutuamente alineadas y comunicadas entre sí para el precalentamiento, calentamiento y enfriamiento del material, en el que el calentamiento del material se produzca de manera indirecta a través de quemadores localizados únicamente en la zona de calcinación, lo que supone un importante ahorro energético. La eficiencia energética se ve también incrementada por una serie de conducciones para la comunicación del aire entre las diversas secciones de la instalación para permitir el aprovechamiento del calor que contiene.

Por lo tanto, la invención tal y como se recoge en las reivindicaciones 1 a 3 de la solicitud es nueva e implica actividad inventiva (Art. 6 y 8 LP).